

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

**Einfluss der Körperkondition von hochtragenden Färsen auf den
Geburtsverlauf, die Kälbergeburtsmasse und die Menge und
Qualität des Erstkolostrums sowie auf Milchleistung, Fruchtbarkeit
und Erkrankungsinzidenz in der ersten Laktation**

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

vorgelegt von
Jenny Adermann
Tierärztin aus Berlin

Berlin 2015
Journal-Nr.: 3825

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ. Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel
Zweiter Gutachter: Univ. Prof. Dr. Johannes Handler
Dritter Gutachter: Prof. Dr. Holger Martens

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

dairy cows, heifers, backfat, body condition, body fat, calving, birth weight,
colostrum, immunoglobulins, fertility, milk yield, disease incidence, culling

Tag der Promotion: 19.04.2016

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: 978-3-86387-718-7

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2015

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 uns

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht.....	3
2.1	Energie- und Fettstoffwechsel von Färsen im peripartalen Zeitraum.....	3
2.2	Methoden der Körperkonditionsbeurteilung bei Färsen	8
2.2.1	Messung der Rückenfettdicke	9
2.2.2	Body-Condition-Scoring.....	12
2.2.3	Lebendmassewägung.....	13
2.3	Körperkondition von Färsen im peripartalen Zeitraum	15
2.3.1	Körperkondition in der Vorbereitungsperiode	15
2.3.2	Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung.....	18
2.3.3	Körperkondition zu Beginn der Laktation.....	20
2.4	Einfluss der Körperkondition von Färsen auf verschiedene Parameter	24
2.4.1	Körperkondition und Geburtsverlauf	24
2.4.2	Körperkondition und Kälbergeburtssmasse.....	28
2.4.3	Körperkondition und Kolostrumqualität.....	31
2.4.4	Körperkondition und Fruchtbarkeit.....	33
2.4.5	Körperkondition und Milchleistung.....	38
2.4.6	Körperkondition und Tiergesundheit.....	43
3	Material und Methoden	55
3.1	Untersuchungszeitraum.....	55
3.2	Untersuchungsbetrieb.....	55
3.2.1	Allgemeine Betriebsdaten.....	55
3.2.2	Gruppierung und Haltung	55
3.2.3	Fütterung	56
3.2.4	Reproduktionsmanagement.....	57
3.3	Probandinnen.....	58

3.4	Datenerhebung	58
3.4.1	Messung der Rückenfettdicke	58
3.4.2	Blutprobenentnahme	58
3.4.3	Kolostrumprobenentnahme	59
3.4.4	Beurteilung von Geburtsverlauf, Fruchtbarkeit, Tiergesundheit und Leistung ..	60
3.5	Statistische Auswertung	64
4	Ergebnisse	67
4.1	Übersicht der RFD-Werte	67
4.1.1	Statistische Beschreibung der RFD.....	67
4.1.2	RFD und Δ RFD in der Vorbereitungsperiode	69
4.1.3	RFD zum Partus	70
4.1.4	RFD und Δ RFD in der Frühlaktation	70
4.2	Einflussfaktoren auf die RFD der Färsen	71
4.3	Einfluss der RFD und ΔRFD in der Vorbereitungsperiode auf den Geburtsverlauf	76
4.3.1	Statistische Beschreibung des Geburtsverlaufes	76
4.3.2	Zusammenhang zwischen der RFD und dem Geburtsverlauf.....	78
4.3.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und dem Geburtsverlauf.....	81
4.4	Einfluss der RFD und ΔRFD in der Vorbereitungsperiode auf das Kälbergeburtsgewicht	83
4.4.1	Statistische Beschreibung des Kälbergeburtsgewichtes	83
4.4.2	Zusammenhang zwischen der RFD und dem Kälbergeburtsgewicht.....	86
4.4.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und dem Kälbergeburtsgewicht.....	90
4.5	Einfluss der RFD und ΔRFD in der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität	92
4.5.1	Statistische Beschreibung der Kolostrumparameter.....	92
4.5.2	Zusammenhang zwischen der RFD und den Kolostrumparametern.....	94
4.5.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und den Kolostrumparametern	97

4.6	Einfluss der RFD und ΔRFD im peripartalen Zeitraum auf die Fruchtbarkeit ..	98
4.6.1	Statistische Beschreibung der Fruchtbarkeitsparameter	98
4.6.2	Zusammenhang zwischen RFD und Fruchtbarkeit.....	100
4.6.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD im peripartalen Zeitraum und der Fruchtbarkeit	103
4.7	Einfluss der RFD und ΔRFD im peripartalen Zeitraum auf die Milchleistung	105
4.7.1	Statistische Beschreibung der Milchleistung	105
4.7.2	Zusammenhang zwischen der RFD und der Milchleistung	107
4.7.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD und der Milchleistung	113
4.8	Zusammenhang zwischen der RFD und ΔRFD im peripartalen Zeitraum und postpartal auftretenden Erkrankungen	117
4.8.1	Statistische Beschreibung der Blutparameter und Erkrankungen	117
4.8.2	Zusammenhang zwischen der RFD und postpartal auftretenden Erkrankungen.....	120
4.8.3	Zusammenhang zwischen Δ RFD und postpartal auftretenden Erkrankungen.....	127
5	Diskussion	135
5.1	Diskussion der Methoden	135
5.2	Diskussion der Ergebnisse	137
5.2.1	RFD und Δ RFD.....	137
5.2.2	RFD und Geburtsverlauf.....	141
5.2.3	RFD und Kälbergeburtsgewicht.....	145
5.2.4	RFD und Kolostrumqualität bzw. -quantität	148
5.2.5	RFD und Fruchtbarkeit	151
5.2.6	RFD und Milchleistung.....	155
5.2.7	RFD und Erkrankungen	160
5.2.8	Abschließende Betrachtungen.....	168
6	Zusammenfassung	171
7	Summary	175

8	Literaturverzeichnis	179
9	Abbildungsverzeichnis	201
10	Tabellenverzeichnis	205
11	Anhang	213
12	Publikationsverzeichnis.....	245
13	Danksagung	247
14	Selbstständigkeitserklärung	249

Abkürzungsverzeichnis

Δ RFD	Änderung der Rückenfettdicke
Abb.	Abbildung
a.p.	ante partum
BCS	Body Condition Scoring
BHB	β -Hydroxybutyrat
Ca	Kalzium
d	Tag
DA	Dislocatio abomasi
EBA	Erstbesamungsalter
EKA	Erstkalbealter
EKM	Erstkalbemasse
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient
GnRH	Gonadotropin-Releasing-Hormon
GZ	Gützeit
IGF-1	Insulin-like-growth-factor 1
Ig	Immunglobulin
IgA	Immunglobulin A
IgG	Immunglobulin G
IgM	Immunglobulin M
i.m.	intramuskulär
KBH	Kreuzbeinhöhe
KM	Körpermasse
LH	Luteinisierendes Hormon
max	Maximalwert
min	Minimalwert
Min	Minute
MJ	Megajoule
ML	Milchleistung
Mon	Monat
n	Stichprobenanzahl
NEB	negative Energiebalance
NEFA	nicht veresterte Fettsäuren
NEL	Netto Energie Laktation
NGV	Retentio secundinarum, Nachgeburtsverhaltung
nXP	im Darm nutzbares Rohprotein

Abkürzungsverzeichnis

p	Irrtumswahrscheinlichkeit
P	Phosphat
PGF _{2α}	Prostaglandin
p.p.	post partum
r	Korrelationskoeffizient nach Pearsson
r _s	Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho
RFD	Rückenfettdicke
RFD_vp	Rückenfettdicke zu Beginn der Vorbereitungsperiode
RFD_p	Rückenfettdicke zur Kalbung
RFD_a	Rückenfettdicke zur Ausstallung 10- (20)d p.p.
RFD_6Wo	Rückenfettdicke 6 Wochen p.p.
RZ	Rastzeit
s	Standardabweichung
Tab.	Tabelle
TGR	Totgeburtenrate
TI	Trächtigkeitsindex
TMR	totale Mischration
TR	Trächtigkeitsrate
TT	Trächtigkeitstag
Wo	Wochen
x	arithmetischer Mittelwert
ZKZ	Zwischenkalbezeit

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten hat unsere Milchwirtschaft eine beeindruckende Steigerung der Milchleistung erfahren. Allerdings wurde diese Entwicklung von einer rückläufigen bzw. stagnierenden Nutzungsdauer der schwarzbunten Milchkühe begleitet. Das derzeitige mittlere Abgangsalter von 4,5 Jahren bzw. eine Nutzungsdauer von nur 28 – 34 Monaten (Brade et al. 2008, Wangler und Harms. 2008, Ackermann et al. 2010, Harms 2012, Naumann 2013) sind nicht nur mit höheren Reproduktionsraten verbunden, sondern auch maßgeblich am Rentabilitätsverlust im milchproduzierenden Sektor beteiligt (Ackermann et al. 2010). Nur etwa ein Fünftel der Kühe erreicht die vierte Laktation und damit den Zeitpunkt der höchsten Milchleistung (Römer 2011). Dies ist vor allem den hohen Abgangsraten von Erstkalbinnen geschuldet, die den Betrieb verlassen, bevor ihr Leistungspotenzial ausgeschöpft ist und sie eine positive Kapitalbilanz erbringen (Wangler und Harms 2008). Die für eine effektive Milchwirtschaft geforderte Lebensleistung von derzeit 30.000 kg in den ersten 3,5 Laktationen bzw. eine Lebens effektivität von 15 kg Milch pro Tag werden demnach selten erreicht (Römer 2011, Fischer et al. 2011, Rudolphi 2012, Harms 2012, Naumann 2013, Staufenbiel 2014).

Als Hauptursachen für das frühzeitige Ausscheiden von Jungkühen aus der Herde werden in erster Linie mangelnde Fruchtbarkeitsleistungen beschrieben (Brickell und Wathes 2011, Harms 2012, Naumann 2013), gefolgt von Euter- und Klauenproblemen sowie geringen Milchleistungen (Kesting 2006, Ackermann et al. 2013b).

In diesem Zuge wurde die Problematik hoher Zwangsabgänge bei Jungkühen vor allem zu Beginn der Laktation immer wieder thematisiert (Kesting 2006, Wangler und Harms 2008, Brickell und Wathes 2011, Römer 2011). Bei den noch im Wachstum befindlichen Erstlaktierenden ist der Energie- und Fettstoffwechsel im peripartalen Zeitraum durch das geringere Futteraufnahmevermögen und den erhöhten Geburtsstress einer starken Belastung ausgesetzt. Hinzu kommen die hohen energetischen Anforderungen an die beginnende Milchbildung, die puerparalen Rückbildungsvorgänge und die einsetzende Brunst. Färsen kalben zwar im Allgemeinen mit höheren Körperfettreserven als zweit- oder drittlaktierende Kühe (Staufenbiel et al. 1991, Roche et al. 2007a), haben aber aufgrund des wachstumsbedingten Energiemangels Probleme, in der Spätlaktation ihre Kondition wiederzuerlangen bzw. neue Reserven anzulegen (Gallo et al. 1996, Schröder 2000, Roche et al. 2007a).

Auf die Körperkondition als möglicher Einflussfaktor für vorzeitige Verluste wird in der Literatur in den letzten Jahren vermehrt hingewiesen (Steinhöfel 2009, Ackermann et al. 2013a).

Dabei wird eine postpuberale Verfettung der Euteranlage und des Beckeninnenraumes als Ursache geringer Milchleistungen und einer erhöhten Schweregeburtenrate bei Jungkühen ebenso diskutiert wie schlechte Fruchtbarkeitskennzahlen infolge zu geringer Körperfettreserven in der Früh lactation.

Auf dem Gebiet der konditionsbedingten Zusammenhänge zur Milchleistung, Fruchtbarkeit und Tiergesundheit liegen zwar zahlreiche Forschungsergebnisse und Konditionsempfehlungen vor, allerdings beziehen sich diese vorrangig auf pluripare Milchkühe. Insgesamt wurden nur wenige gesonderte und umfassende Studien mit Hauptaugenmerk auf hochtragende Färsen bzw. Erstkalbinnen durchgeführt.

Die Zielstellung dieser Untersuchung besteht darin, Besonderheiten im Energiestoffwechsel und in der Konditionsentwicklung von hochtragenden Färsen im peripartalen Zeitraum herauszuarbeiten sowie den Einfluss der Körperkondition auf verschiedene Leistungs- und Gesundheitsparameter darzustellen.

Schwerpunktmäßig sollen folgende Fragestellungen geklärt werden:

- (1) Ist die RFD der hochtragenden Färse mit einer erhöhten Inzidenz von Schwer- und Totgeburten sowie einer erhöhten Kälbergeburtsmasse assoziiert?
- (2) Hat die RFD bei hochtragenden Färsen einen Einfluss auf die Qualität und Menge an Kolostrum?
- (3) Welcher Zusammenhang besteht zwischen der RFD der Erstkalbinnen und Fruchtbarkeitsparametern sowie der Milchleistung in der ersten Laktation?
- (4) In welchem Maße ist eine Über- bzw. Unterkondition vermehrt mit postpartalen Krankheiten und einer erhöhten Abgangsrate korreliert?
- (5) Welche Empfehlungen zur optimalen Körperkondition von hochtragenden Färsen können in Hinblick auf die verschiedenen Leistungs- und Gesundheitsparameter abgeleitet werden?

2 Literaturübersicht

2.1 Energie- und Fettstoffwechsel von Färsen im peripartalen Zeitraum

In den vergangenen Jahrzehnten führten züchterische Maßnahmen nicht nur bei den mehrlaktierenden Milchrindern, sondern auch bei den Erstkalbinnen zu einer erheblichen Milchleistungssteigerung. Die durchschnittliche 305-Tage-Milchleistung eines primiparen schwarzbunten Milchrindes in Deutschland betrug 2008 noch 7862 kg (VIT 2009). 2014 lag diese bereits bei 8114 kg (VIT 2015). Während die Ausschöpfung des genetischen Milchleistungspotenzials noch nicht abgeschlossen scheint, ist die Steigerung des Futteraufnahmevermögens zur Deckung des erforderlichen Energiebedarfs anatomisch gesehen jedoch begrenzt und stellt somit den limitierenden Faktor für eine weitere Erhöhung der Milchleistung dar (Leuthold und Reinecke 1988). Bei den Erstlaktierenden ist zu beachten, dass sie zu Laktationsbeginn nur über 80 % der Futteraufnahmekapazität eines adulten Milchrindes verfügen (Jarrige 1986, Ingvarlsen und Andersen 2000, Kaske et al. 2013). Im Vergleich zu älteren Tieren nehmen Färsen aufgrund ihrer geringeren Körpermasse (KM) und dem geringeren Pansenvolumen durchschnittlich 1 kg weniger Trockensubstanz pro Tag auf (DLG 2006). Je 100 kg KM steigt die Futteraufnahme dann um 0,34 kg bis 2 kg Trockensubstanz (Schwarz und Kirchgessner 1985). Bei Tieren der dritten Laktation wird die höchste Futteraufnahme beobachtet (DLG 2006).

Besonders deutlich wird die Diskrepanz zwischen der fortschreitenden Milchleistungssteigerung und der Stagnation in der Futteraufnahmekapazität zu Beginn der Laktation (Butler und Smith 1989, Domecq et al. 1997). Durch den sprunghaft ansteigenden Energiebedarf für die Milchbildung sowie den Rückgang der Futteraufnahme um bis zu 30 % (Kaske et al. 2013) bzw. 3,5 kg Trockensubstanz je Tier (Spiekens et al. 2006) sind Milchkühe in diesem Zeitraum nicht in der Lage, ihren Energiebedarf über das aufgenommene Futter zu decken. Sie gelangen in eine Phase negativer Energiebilanz (NEB) (Bauman und Currie 1980, Heuwieser und Mansfeld 1992, Staufenbiel et al. 1992a, Staufenbiel 1992b, Metzner et al. 1993, Bell 1995, Gallo et al. 1996). Dies ist in gewissem Maße als ein physiologischer Prozess zu werten, der auch bei klinisch gesunden Tieren dadurch zustande kommt, dass die Trockensubstanzaufnahme und die Milchproduktion nicht mit der gleichen Intensität gesteigert werden können. Der Milchleistungspeak tritt bereits 3 bis 7 Wochen post partum (p.p.) auf (Bauman und Currie 1980, Staufenbiel et al. 1987b, Staples et al. 1990, Ingvarlsen und Andersen 2000), während das maximale Futteraufnahmevermögens erst in der 8. bis 15. Woche erreicht wird (Coppock 1985, Garnsworthy und Topps 1982, Staufenbiel et al. 1987b).

Als Ausdruck dieser katabolen Stoffwechsellage werden vermehrt körpereigene Fettreserven mobilisiert, um das entstandene Energiedefizit auszugleichen (Butler und Smith 1989, Gearhart et al. 1990). Durch endokrinologische, metabolische und enzymatische Veränderungen, die den Körperfettabbau und die Bereitstellung von Metaboliten für die Milchsynthese ermöglichen, können 10 % bis sogar 33 % der Milchbildung gewährleistet werden (Bauman und Currie 1980, Staufenbiel et al. 1987b). Damit trägt das Körperfett quantitativ den größten Anteil als Energiespeicher für die Milchsynthese. Die Lipolyse ist dabei umso intensiver, je höher die maximale Milchleistung (Schröder 2000, Schröder und Staufenbiel 2002) bzw. je schlechter die Trockensubstanzaufnahme ist (MacMillan et al. 1996). Letztere ist wiederum bei überkonditionierten Tieren deutlich reduziert (Garnsworthy und Topps 1982). Die Dauer der negativen Energiebilanz kann zwischen 6 und 14 Wochen andauern (Butler und Smith 1989, Staples et al. 1990, Gallo et al. 1996, Domezq et al. 1997) und ist abhängig vom Ausmaß der vorhandenen Fettreserven zur Kalbung, der Parität, dem Milchleistungsniveau sowie der Fütterung und von Umwelteinflüssen (Staufenbiel et al. 1987b, MacMillan et al. 1996, Schröder und Staufenbiel 2006). Folglich zeigen Hochleistungskühe eine stärkere Fettabbaurrate, einen niedrigeren konditionellen Tiefpunkt und ein um bis zu 60 Tage verlängertes Intervall bis zum Erreichen einer positiven Energiebilanz (Schröder und Staufenbiel 2002).

Ein anaboler Zustand tritt erst ein, nachdem die Milchproduktion auf unter 80 % der Höchstleistung gesunken ist (Bauman und Currie 1980). Wie in Abb. 2-1 ersichtlich, können somit erst im letzten Laktationsdrittel mit Hilfe einer gesteigerten Lipogenese die für die nächste Hochlaktation benötigten Körperfettreserven aufgebaut werden (Bauman und Currie 1980, Wildman et al. 1982, Staufenbiel et al. 1987b, Metzner et al. 1993, MacMillan et al. 1996, Gallo et al. 1996).

Daraus ergibt sich ein in jeder Laktation wiederholender Wechsel zwischen dem Abbau von Energiereserven in Zeiten eines Energiemangels und dem anschließenden Wiederaufbau dieser Reserven bei einem vorhandenen Energieüberschuss (Abb. 2-1). Dieser Prozess wird als Lebendmasse-Energie-Zyklus bezeichnet (Bauman und Currie 1980, Staufenbiel 1992b, Staufenbiel 1997) und verdeutlicht die Funktion des Fettgewebes als wichtigen Puffer für die Regulation des Energiehaushalts (Staufenbiel et al. 1987b).

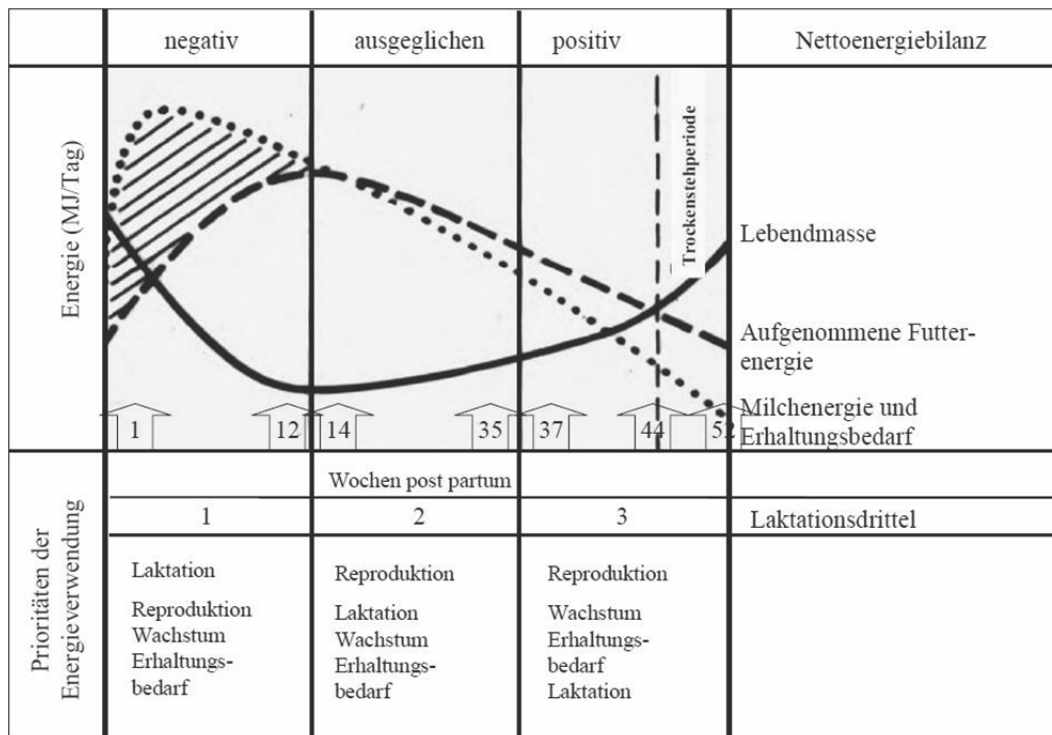


Abb. 2-1: Lebendmasse-Energie-Zyklus (nach Coppock 1985)

Dieser generelle Ablauf des Energie- und Fettstoffwechsels ist bei mehrlaktierenden Rindern und Erstkalbinnen identisch. Dennoch sind bei den Jungkühen einige wachstumsbedingte Besonderheiten hervorzuheben, da die Körperkondition maßgeblich von der Laktationszahl beeinflusst wird (Fietze 2004).

Das Wachstum der Milchrinder ist bis zum sechsten Lebensjahr noch nicht abgeschlossen (Staufenbiel et al. 1987b). Daher sind je nach Erstkalbealter (EKA) noch Gewichtszunahmen von 8 % bis 12 % des Endgewichts zu erwarten (Walter 2009). Adulte schwarzbunte Milchrinder sollten eine KM von 650 kg bis 750 kg bei einer Kreuzbeinhöhe (KBH) von 145 cm bis 156 cm einnehmen (Fischer et al. 2011). In der Zeit von der ersten zur zweiten Laktation steigt die Widerristhöhe durchschnittlich noch einmal um 3 cm (Kertz et al. 1997) und die KM durchschnittlich um 60 kg (Klawuhn und Staufenbiel 1997).

Da Jungrinder bereits ab einem Gewicht von 250 kg zu einem erhöhten Fettansatz neigen (Staufenbiel 2014), kann eine zu energiereiche Fütterung bei besamungswürdigen Färsen ab dem 9. bis 11. Monat sowie bei tragenden Färsen das Risiko einer Verfettung erhöhen (Staufenbiel und Rossow 1987a, Staufenbiel et al. 1991, Metzner et al. 1993, Mahlkow-Nerge 2002). Dies erklärt den Aspekt, dass Färsen im Allgemeinen mit einer höheren Körperkondition abkalben als Tiere der zweiten und dritten Laktation (Abb. 2-3, Staufenbiel et al. 1991, Gallo et al. 1996, Kertz et al. 1997, Roche et al. 2007a, Roche et al. 2007c, Hoedemaker et al. 2009).

Die postpartale Mobilisation von Körperfett vollzieht sich zu Beginn der Laktation bei den meisten Kühen der ersten und zweiten Laktation schneller als bei den mehrlaktierenden Kühen. Der konditionelle Tiefpunkt wird demnach bereits nach 8 bis 10 Wochen erreicht, während er bei Tieren ab der dritten Laktation erst nach 14 bis 16 Wochen eintritt (Waltner et al. 1993, Klawuhn und Staufenbiel 1997, Schröder 2000, Fietze 2004).

Als Ursache dafür werden die parallel zur Laktationsleistung ablaufenden Wachstumsprozesse gesehen, die dazu führen, dass Erstlaktierende zusätzliche Energie für den Körpermassensatz verbrauchen. In Kombination mit einer geringeren Trockensubstanzaufnahme kann dies das postpartale Energiedefizit verstärken.

Unter diesem Gesichtspunkt ist eine hohe Erstkalbemasse (EKM) ohne eine gleichzeitige Überkondition besonders wichtig, damit Stoffwechselentgleisungen infolge einer ausgeprägten Nährstoffkonkurrenz vermieden werden (Staufenbiel et al. 1987b). Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass die Laktationskurve bei Erstlaktierenden zu Beginn der Laktation zwar deutlich flacher ausfällt, zum Ende hin aber eine längere Persistenz mit höheren Milchleistungen zeigt (Abb. 2-2).

Infolgedessen verläuft der Konditionsaufbau nach Durchlaufen des konditionellen Tiefpunktes sehr viel langsamer (Roche et al. 2009) und den Tieren steht weniger Energie für die Lipogenese und den Aufbau von Fettdepots zur Verfügung. Im Vergleich zu mehrlaktierenden Kühen verschiebt sich der Zeitpunkt der Fettdeposition weiter in Richtung Spätlaktation (Schröder 2000, Wilke 2011), sodass bis zur ersten Trockenstehperiode oftmals keine ausreichenden Fettdepots aufgebaut werden können. Im Gegensatz zu mehrlaktierenden Kühen, bei denen in der Trockenstehperiode eher das Risiko einer Verfettung besteht, gehen Erstlaktierende meist mäßig- bzw. unterkonditioniert in die zweite Laktation (Abb. 2-3, Staufenbiel et al. 1991, Schröder 2000).

Aufgrund der geringeren Körpermasse und der noch bestehenden Wachstumsprozesse vollzieht sich der laktationsbedingte Auf- und Abbau der Körperfettreserven von primiparen Tieren insgesamt in einem geringeren Maße (Gallo et al. 1996, Schröder 2000). Es steht weniger Körpersubstanz für die Mobilisation und Retention zur Verfügung (Walter 2009). Die Erstlaktierenden erreichen daher im Laktationsverlauf im Allgemeinen nur geringere Konditionswerte als Kühe und befinden sich eher im unteren Referenzbereich der in der Literatur angeratenen RFD-Werte. Mehrere Autoren ermittelten im gesamten Untersuchungszeitraum bei Erstlaktierenden eine um 1,4 mm bis 4,5 mm geringere RFD im Vergleich zu pluriparen Kühen (Schröder 2000, Kausch 2009, Daetz 2009, Klingbeil 2015).

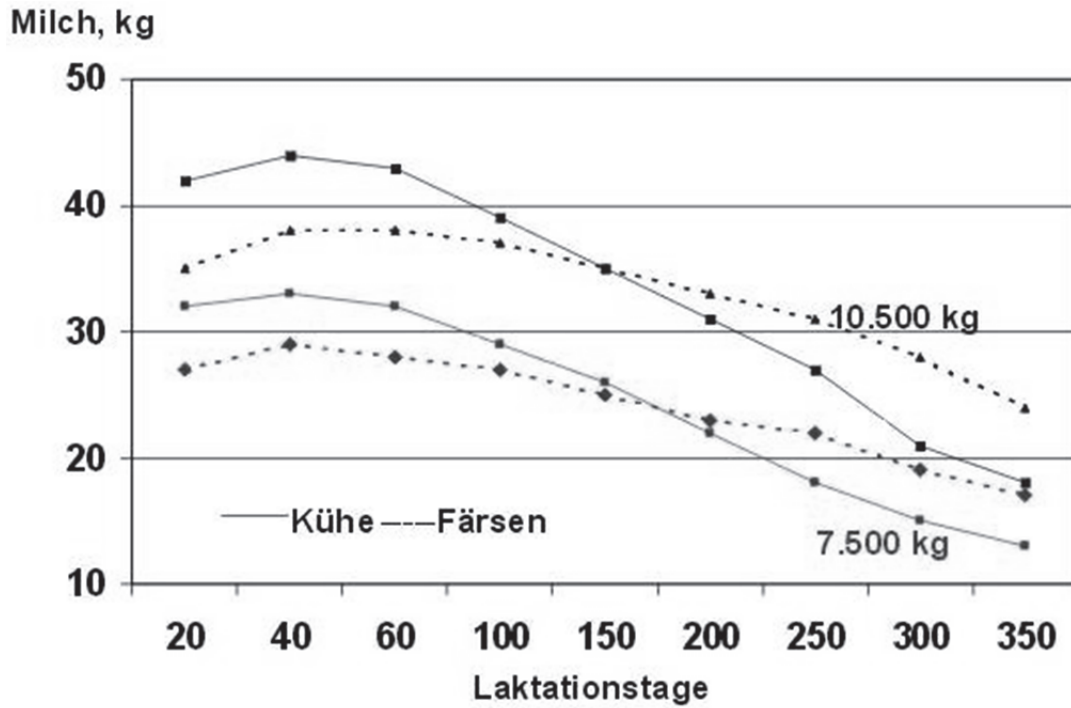


Abb. 2-2: Vergleich der Laktationskurven bei erstlaktierenden (- -) und mehrlaktierenden (—) Kühen mit unterschiedlich hohen Milchleistungen (aus DLG, 2006)

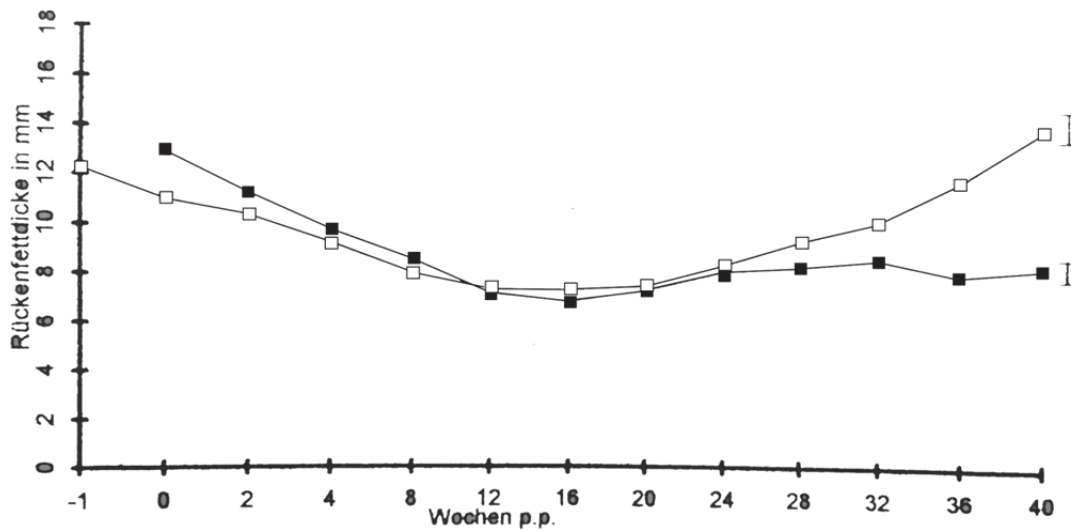


Abb. 2-3: RFD-Verlauf bei Kühen der 1. Laktation (■) und 2. Laktation (□) (Staufenbiel 1993b)

2.2 Methoden der Körperkonditionsbeurteilung bei Färsen

Obwohl bereits über Jahrzehnte bekannt war, dass Milchkühe im Verlauf der Laktation Körperkondition verlieren und wieder aufbauen, war bis in die 1970er Jahre keine einfache Methode zur Messung der Energiereserven der Milchkuh bekannt (Stockdale 2001).

Die Hauptreserve zur Kompensation von Energiemängeln und für laktationsbedingte Konditionsveränderungen stellt dabei quantitativ das Fettgewebe dar (Bauman und Currie 1980, McNamara 1991, Staufenbiel 1992b, Bell et al. 2010, Roche et al. 2009). Obwohl die Milchkuh in der Früh-laktation auch Proteine mobilisiert und Mineralstoffe verwertet, spielen diese Vorgänge energetisch nur eine untergeordnete Rolle (Staufenbiel et al. 1991, Staufenbiel 1997, Klawuhn und Staufenbiel 1997, Roche et al. 2009). So kann aus dem Abbau von 10 kg Protein nur die benötigte Energie für 65 kg Milch freigesetzt werden, wohingegen aus 50 kg eingeschmolzenen Fettes energetisch 550 kg Milch synthetisiert werden können (Schröder und Staufenbiel 2004). Da Körperfett dynamischer ist als Körperprotein und zudem eine direkte Beziehung zum Laktationszyklus besteht (Staufenbiel und Rossow 1987a, Staufenbiel 1992b, Gallo et al. 1996), kann die Messung und Untersuchung des Fettgewebes den Energiestoffwechsel und die Energiebilanz quantifizieren (Schröder und Staufenbiel 2006). Heute stehen dafür grundsätzlich folgende drei Methoden zur Verfügung, die einzeln oder auch in Kombination ein wichtiges Hilfsmittel in der Bestandsbetreuung darstellen:

- 1) Messung der Rückenfettdicke
- 2) Body Condition Scoring (BCS)
- 3) Lebendmasse-Wägung

Alle drei Methoden können als Instrument einer routinemäßigen Bestandsuntersuchung und als wichtiges Management-Hilfsmittel zur Beurteilung einer leistungsgerechten Fütterung herangezogen werden. Dabei ist es jedoch wichtig, die Werte immer in Zusammenhang mit der jeweiligen Milchleistung sowie dem Laktations- oder Trächtigkeitsstatus zu betrachten. Von großem Interesse ist die Konditionsbeurteilung bei besamungswürdigen und trächtigen Färsen, um einer zu starken Verfettung vorzubeugen sowie bei Kühen zu Beginn der Trockenstehperiode, um die Kondition bis zum Kalbezeitpunkt stabil zu halten. Auch eine überstürzte Konditionsabnahme im postpartalen Zeitraum bis zum 100. Laktationstag kann erkannt und quantifiziert werden. Empfehlenswert ist es, bereits im Aufzucht- und Jungrinderalter regelmäßige Gewichts- und Konditionsmessungen zur Kontrolle eines optimalen Wachstums durchzuführen (Mahlkow-Nerge 2002).

Erleichtert wird die Konditionsbeurteilung dadurch, dass zwischen der BCS-Note und dem RFD-Wert hochsignifikante Korrelationen mit Korrelationskoeffizienten zwischen 0,68 und 0,74 bestehen (Garnsworthy und Topps 1982, Fietze 2004). Die beiden Messgrößen können einander zugeordnet und ineinander überführt werden (Staufenbiel et al. 1993b). Eine BCS-Einheit entspricht dabei ungefähr 10 mm RFD (Schröder und Staufenbiel 2003b). 1 mm RFD entspricht wiederum 5 kg Körperfett (Wiedemann 1989, Klawuhn 1991, Klawuhn und Staufenbiel 1997). Entsprechende Richtwerte sind in der Tab. 2-1 dargestellt:

Tab. 2-1: Beurteilung der Körperkondition verbal, mittels BCS und RFD (Staufenbiel 2004)

Verbal BCS-Werte	BCS 1 - 5	RFD in mm	Körperfettgehalt in kg
extrem schlecht	1,0	< 5	< 50
sehr schlecht	1,5	5	50
schlecht	2,0	10	76
mäßig	2,5	15	98
gut	3,0	20	122
sehr gut	3,5	25	146
fett	4,0	30	170
verfettet	4,5	35	194
extrem verfettet	5,0	> 35	> 194

BCS-System nach EDMONSON et al. (1989)

Körperfettgehalt (kg) = $4,77 \cdot \text{RFD (mm)} + 26,8$ nach Klawuhn (1992)

2.2.1 Messung der Rückenfettdicke

Unter RFD versteht man die Dicke der subkutanen Fettauflagerung im Rückenbereich. Sie stellt qualitativ und quantitativ ein gutes Maß für den Körperfettgehalt dar und spiegelt diesen mit hoher Genauigkeit wider (Staufenbiel 1992b, Staufenbiel et al. 1993a). Da die Änderung der RFD ein Maß für die mittlere Lipolyse- bzw. Lipogeneserate ist, kann bei einer RFD-Änderung von 1 mm von einer Zu- bzw. Abnahme des Körperfettgehaltes um ca. 0,75 % bzw. 5 kg Fett bzw. 200 MJ Nettoenergie ausgegangen werden (Staufenbiel et al. 1993b, Schröder und Staufenbiel 2006).

Nach zahlreichen sonografischen Untersuchungen im Bereich der gesamten Rückenregion haben Staufenbiel und Klawuhn (Staufenbiel 1992b, Klawuhn und Staufenbiel 1997) den sakralen Messpunkt für die ultrasonografische Messung der RFD festgelegt.

Dieser befindet sich auf einer gedachten Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Rand des Tuber coxae und dem dorsalen Punkt des Tuber ischiadicum, am Übergang vom caudalen Fünftel zum caudalen Viertel (Abb. 2-4).

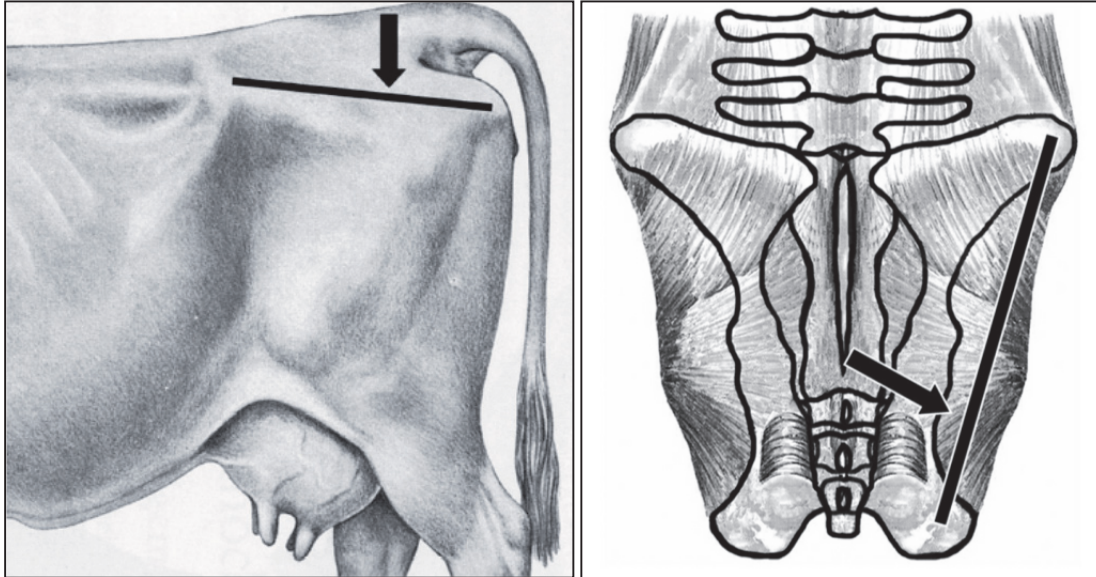


Abb. 2-4: Sakraler Messpunkt für die ultrasonografische Messung der RFD (Schröder, Staufenbiel 2006)

Staufenbiel und Schröder (Staufenbiel 1992b, Schröder 2000, Schröder und Staufenbiel 2006) eruierten, dass an diesem Punkt sowohl die höchste Fettauflage im Rückenbereich als auch hochsignifikante Korrelationen zum Körperfettgehalt ($r = 0,9$) bestehen. Dieser Messpunkt ist leicht aufzufinden und die RFD bleibt auch dann relativ konstant, wenn wenige Zentimeter von der vorgeschriebenen Position abgewichen wird. Für die Durchführung der Messung wird die unrasierte Haut mit 80 %igem Alkohol befeuchtet. Anschließend wird der Linearschallkopf eines transportablen 5 MHz-Ultraschallgerätes in craniodorsaler Richtung mit leichtem Druck aufgelegt. Der Bereich von der Hautoberfläche bis zur Fascia profunda, welcher der Dicke des subkutanen Fettpolsters entspricht, wird ultrasonografisch ausgemessen und in „mm“ RFD abgelesen (illustriert in Abb. 2-5 und Abb. 2-6). Die Eigendicke der Haut von 3 mm bis 5 mm ist dabei im Messwert inbegriffen (Klawuhn und Staufenbiel 1997).

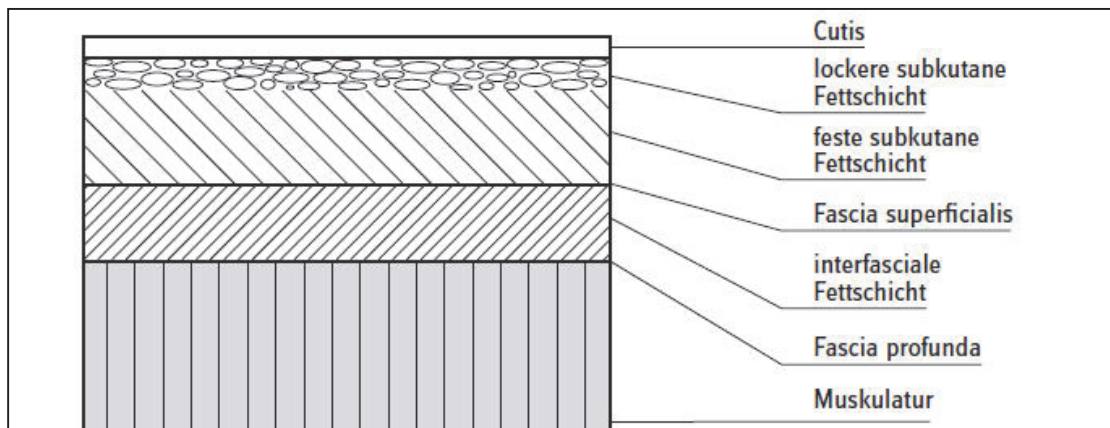


Abb. 2-5: Stratigraphie der Haut am RFD-Messpunkt (Staufenbiel 1997)

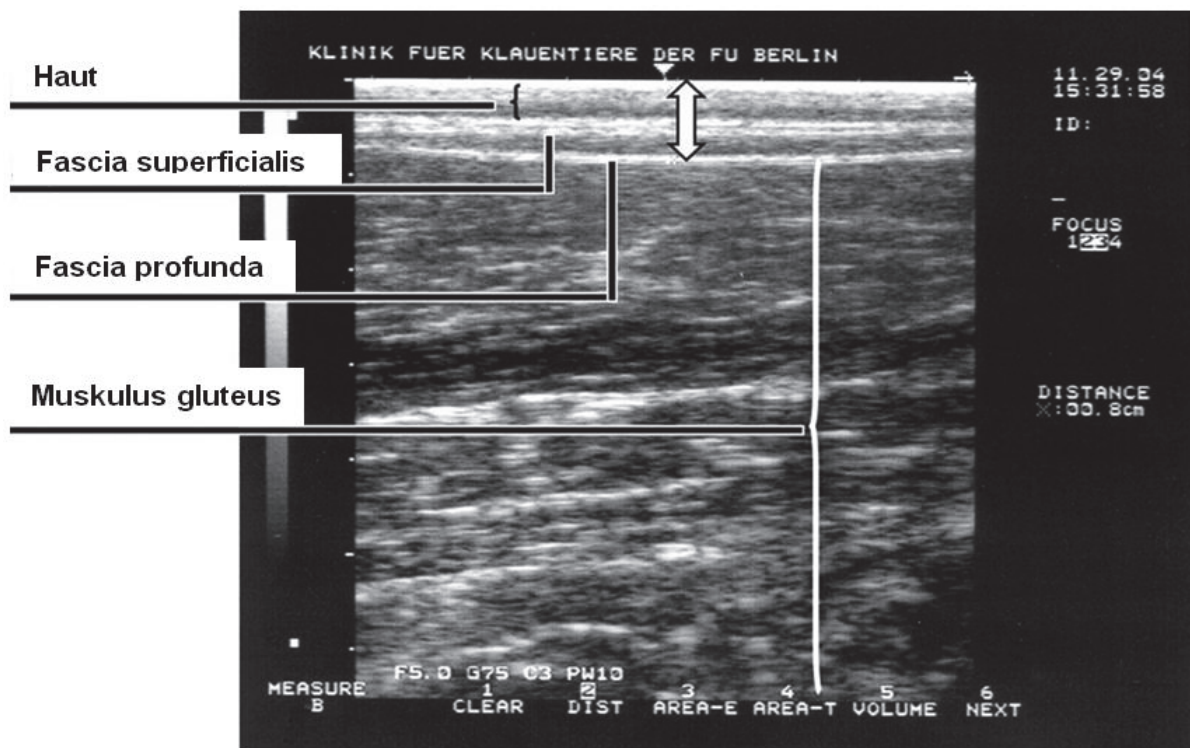


Abb. 2-6: Ultraschongrafische Darstellung der RFD-Messung am sacralen Messpunkt bei einem gering konditioniertem Tier mit einer RFD = 8 mm (Schröder und Staufenbiel 2006)

Die ultraschongrafische Messung der RFD ist eine objektive, einfach zu erlernende und schnell durchzuführende Messtechnik. Da zudem eine sehr enge Korrelation zum Körperfettgehalt besteht, ist sie der Lebendmassewägung deutlich überlegen und kann effektiv für große Tierzahlen im Rahmen einer Bestandsbetreuung eingesetzt werden. Durch die Arbeiten von Schröder und Staufenbiel (2000, 2003b), die mit RFD-Messungen an über 46.000 Tieren grundlegende Referenzwerte für den jeweiligen Laktationszeitpunkt ermittelten, stehen zudem Referenzkurven zur einfacheren Konditionsbeurteilung zur Verfügung.

Ein weiterer Vorteil der RFD-Messung liegt darin begründet, dass auch bei primiparen, wachsenden und hochtragenden Tieren eine Beurteilung der Körperkondition unabhängig von Laktationszahl, Alter, Rahmengröße und Konzeption erfolgen kann (Wappner 1997, Staufenbiel et al. 1993b). Jedoch können sowohl das BCS als auch die RFD-Messung nicht analog von mehrlaktierenden Kühen auf Färsen bzw. Erstkalbinnen übertragen werden, da deutliche Unterschiede in der Körpermassezusammensetzung bestehen. Jungkühe weisen einen höheren Anteil der Komponenten Wasser und Protein auf, so dass Konditionsänderungen vorwiegend durch einen Proteinansatz und –abbau erfolgen.

Mit zunehmendem Alter nimmt der Anteil des Wassers zugunsten des Fettes ab (Staufenbiel und Rossow 1987a, Staufenbiel 2014). In der zweiten Laktation laufen dann Protein- und Fettansatz als parallele Vorgänge ab. Sobald das Wachstum ab der dritten Laktation endgültig abgeschlossen ist, vollziehen sich KM-Änderungen größtenteils nur noch über den Auf- und Abbau von Körperfett (Staufenbiel et al. 1991, Schröder 2000, Roche et al. 2007c). Weiterhin sollte beachtet werden, dass individuelle Unterschiede der Fettverteilungsmuster bestehen. Bei Jungkühen mit gleicher RFD ist bei den leichteren Tieren ein höherer relativer Fettgehalt aufgefallen (Staufenbiel 1992b).

Der einzige Nachteil der RFD-Messung besteht in der ungenauen Aussagekraft bei sehr mageren Kühen. Bei solchen Tieren wird die verstärkt ablaufende Proteinmobilisation von der RFD-Messung nicht erfasst. In diesem Fall sollte die Lebendmassewägung bevorzugt angewendet werden (Staufenbiel et al. 1993b).

2.2.2 Body-Condition-Scoring

Das Body-Condition-Scoring bezeichnet eine Methode, mit der man den Körperkonditionszustand von Tieren durch visuelle und palpatorische Beurteilung der subkutanen Fettauflagen an definierten Körperpartien bewerten kann. Der Bewertungsschlüssel variiert dabei weltweit von einer 5-Punkte-Skala (USA, Irland) über eine 8-Punkte-Skala (Australien) bis zu einer 10-Punkte-Skala (Neuseeland) (Roche et al. 2004, Roche et al. 2009). Übereinstimmend steht die niedrigste Zahl für kachektisch und die höchste Zahl für stark verfettet. In der von Wildmann et al. (1982) und Edmonson et al. (1989) entwickelten 5-Punkte-Skala können zudem Viertelpunkte vergeben werden, um eine genauere Einstufung der Kondition zu erreichen (Metzner et al. 1993).

Das BCS hat sich in den letzten 20 Jahren als einfache, praxisnahe und kostengünstige Methode zur Beurteilung der Körperkondition sowohl auf Herdenebene als auch für die Einzeltierbeurteilung etabliert. Zudem ist es ein fester Bestandteil des Herdenmanagements und der integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung (Metzner et al. 1993, Mansfeld et al. 2000). Vor allem zum Partus, in der Früh-, Mittel- und Spätlaktation sowie zum

Trockenstellen liefert es wertvolle Informationen (Heuwieser und Mansfeld 1992, Domecq et al. 1997). Auch Färsen sollten vor der ersten Kalbung gemessen werden, um eine zu hohe Kondition zum Partus zu vermeiden (Metzner et al. 1993). Als Herdenmittelwert kann zudem der Körperkonditionsindex berechnet und mit den empfohlenen Normwerten im jeweiligen Laktationsabschnitt verglichen werden (Heuwieser und Mansfeld 1992).

Aufgrund der vorgegebenen Beurteilungsschritte und der dazugehörigen Abbildungen und Schemata ist das BCS auch von Laien leicht erlernbar und korrekt durchführbar (Heuwieser und Mansfeld 1992; Metzner et al. 1993, Domecq et al. 1997). Außerdem ist es sehr kostengünstig sowie schnell in kleinen als auch großen Tierbeständen anwendbar (Heuwieser 1991). Wie zuvor erwähnt, kann auch bei dieser Methode eine enge Korrelation zur subkutanen Fettauflage und dem Körperfettgehalt nachgewiesen werden (Garnsworthy und Jones 1987, Staufenbiel et al. 1993b). Dies macht das BCS wiederum mit der RFD vergleichbar.

Einschränkungen dieser Konditionsbeurteilungsmethode ergeben sich dahingehend, dass durch die Subjektivität die ermittelten Werte schwerer vergleichbar sein können (Heuwieser und Mansfeld 1992, Staufenbiel et al. 1993b, Kleiböhmer et al. 1998). Dies trifft insbesondere auf Tiere mit sehr geringen oder sehr starken subkutanen Fettauflagen zu (Roche et al. 2009). Zudem sollte die flachere BCS-Verlaufskurve und der höhere BCS-Wert am konditionellen Tiefpunkt bei primiparen Tieren beachtet werden.

2.2.3 Lebendmassewägung

Die einfachste und älteste Methode zur Körperkonditionsbeurteilung ist die Lebendmassewägung. Im Gegensatz zur ultrasonografischen Messung der RFD können mit dieser Methode sowohl die Protein- als auch die Fettreserven erfasst (Staufenbiel et al. 1993b, Schröder 2000) und das Gewicht der Tiere schnell, einfach und ohne Fachkenntnis gemessen werden.

Begrenzt wird die Aussagekraft der Lebendmassewägung allerdings dadurch, dass die KM von verschiedenen Faktoren abhängig ist. Dazu gehören der Füllungszustand des Abdomens (Füllung des Verdauungstraktes sowie der Masse des Kalbes bei Trächtigkeit), das Geschlecht und damit der Umfang der Bemuskulung sowie die Körperkondition (Metzner et al. 1993, Staufenbiel et al. 1993b). Weiterhin muss das ermittelte Gewicht immer in Relation zur Rahmengröße gesehen werden. Diese ist jedoch rasseabhängig (Metzner et al. 1993) und vor allem für wachsende Tiere der ersten und zweiten Laktation problematisch anzuwenden.

Diese Jungkühe zeigen einen höheren Proteinansatz und demnach einen geringeren Anteil von Körperfett an der LM-Änderung, wodurch keine signifikante Korrelation zum Körperfettgehalt nachweisbar ist (Staufenbiel et al. 1993b, Klawuhn und Staufenbiel 1997). Folglich kann nur bei adulten Tieren ab der dritten Laktation eine ausreichend genaue Aussage zur Änderung des Körperenergiegehaltes über die Lebendmassewägung erfolgen (Staufenbiel et al. 1991, Wappner 1997, Klawuhn und Staufenbiel 1997).

Da der Energiegehalt pro kg LM-Änderung durch die sich ändernden Anteile an Fett, Protein und Wasser großen Variationen unterliegt, ist zudem keine genaue Aussage über den Umfang der mobilisierten und deponierten Energie möglich (Staufenbiel et al. 1987b, Staufenbiel et al. 1993b). Die Lebendmassewägung ist demnach für die Erfassung des Körperfettgehaltes weniger geeignet. Sie wird aber häufig im Jungtierbereich zur regelmäßigen Kontrolle der Gewichtszunahmen eingesetzt und zur indirekten Erfassung des Körperrahmens herangezogen (Staufenbiel 2014).

2.3 Körperkondition von Färsen im peripartalen Zeitraum

Die laktationsbedingte Änderung der Energiebilanz des Milchrindes geht direkt mit einem dynamischen Wechsel von Mobilisation und Deposition der vorhandenen Energiereserven einher (Gallo et al. 1996). Die im Verlauf eines Reproduktionszyklus gemessenen Änderungen der BCS- und RFD-Werte können somit direkt als Spiegelbild der dazugehörigen Laktationskurve gesehen werden (Waltner et al. 1993, Roche et al. 2007a, Roche et al. 2009). Staufenbiel et al. (1989a) beschreiben diese für zweitlaktierende Kühe wie folgt: Ein Abbau der RFD in der Größenordnung von etwa 1 mm pro Woche beginnt etwa 14 Tage vor der Geburt und hält bis zur 4. bis 6. Laktationswoche an. Danach vermindert sich die Abnahme der RFD auf etwa 0,25 mm pro Woche, bis diese in der 8. bis 12. Woche p.p. völlig stagniert. Anschließend beginnt die RFD wieder langsam und gleichmäßig um durchschnittlich 0,15 mm pro Woche anzusteigen. In der Zeit vom Trockenstellen bis zum konditionellen Tiefpunkt schmelzen Kühe durchschnittlich etwa 10 mm RFD ein. Bei primiparen Tieren beobachtet man nur geringfügig kleinere Veränderungen der RFD (Schröder 2000).

2.3.1 Körperkondition in der Vorbereitungsperiode

Für die RFD eines Milchrindes in der Vorbereitungsperiode wird in der Literatur ein Optimalbereich von 15 mm bis 30 mm angegeben (Tab. 2-2). Dieser gilt unabhängig von Alter und Laktationszahl, wobei sich Färsen und Kühe ab der vierten Laktation eher im oberen Bereich bewegen und Zweit- bzw. Drittlaktierende diesen eher unterschreiten (Staufenbiel et al. 1991). Es wird angeraten, dass die Körperkondition der hochtragenden Tiere während der zweiten Hälfte der Trockenstehperiode möglichst auf einem annähernd konstanten Niveau gehalten wird (Heuwieser und Mansfeld 1992, Staufenbiel et al. 1993a, Spiekers et al. 2000, Spiekers 2002). RFD-Abnahmen von mehr als 1 mm sollen ebenso vermieden werden wie starke RFD-Zunahmen, da sie die Futteraufnahmedepression in der Früh-laktation verstärken (Staufenbiel et al. 1991). Bei unterkonditionierten Tieren kann sich, im Vergleich zu adipösen Tieren, jedoch eine geringfügige Konditionszunahme als Folge einer höheren Trockensubstanzaufnahme ergeben.

Daetz (2009) konnte in seinen Untersuchungen nachweisen, dass hochtragende Färsen einen ähnlichen Konditionsverlauf zeigen wie mehrlaktierende Kühe. Einer initialen Zunahme der Körperkondition zu Beginn der Vorbereitungsperiode folgt eine kontinuierliche Abnahme der Kondition bis über die Kalbung hinaus. Jedoch beginnen Erstlaktierende etwa zehn Tage früher, also um den 20. Tag a.p., mit dem Abbau der Körperfettreserven (Schröder 2000). Als Ursache werden das herabgesetzte Trockensubstanzaufnahmevermögen der Färsen bei gleichzeitig steigenden Energieansprüchen der Frucht sowie hormonelle Veränderungen genannt. Ingwartsen, Andersen und Foldager (1992) beobachteten bei tragenden Färsen

bereits in den letzten 14 Wochen der Trächtigkeit eine kontinuierlich um 1,5 % pro Woche sinkende Trockensubstanzaufnahme. Dies liefert eine mögliche Erklärung dafür, dass primipare Kühe auch die geringsten Zunahmen in der späten Trockenstehperiode zeigen (Schröder 2000). Zudem sind konditionsbedingte Unterschiede zwischen den primiparen Tieren ersichtlich. Stärker konditionierte Färsen beginnen bereits zwei Wochen a.p. mit der Fettmobilisation, während die antepartale Lipolyse bei Färsen mit einer RFD < 20 mm erst in der letzten Woche vor der Kalbung eintritt (Daetz 2009, Sorge 2006). Folglich ist die Mobilisation der Körperfettreserven in der Vorbereitungsperiode bei den dünneren Färsen von geringerer Intensität (Daetz 2009, Goerigk 2011).

Tab. 2-2: Anzustrebende Körperkondition für mehrlaktierende Kühe in der Vorbereitungsperiode

Autor	Optimale Körperkondition in der Vorbereitungsperiode	
	BCS	RFD (mm)
Rossow et al.(1989)	3,0 - 3,5	16 - 24
Staufenbiel et al. (1993b)	-	20 - 25
Heuwieser u Mansfeld (1992)	3,5 (3,25 - 3,75)	-
Metzner et al. (1993)	3,5 (3,25 - 3,75)	-
Rossow u Bolduan (1994)	-	15 - 20
Schröder u Staufenbiel (2003b)	-	22 - 23
Staufenbiel et. al(2004)	-	20 - 25
Daetz (2009)	-	20 - 25

Insbesondere in den letzten Wochen vor der Geburt nimmt die Fütterung eine zentrale Rolle für die Aufrechterhaltung eines stabilen Gesundheitsstatus ein. Dementsprechend häufig wurde in der Literatur der Frage nach dem Einfluss einer variierten Vorbereitungsdauer bzw. einer variierten Vorbereitungsration auf die Konditionsentwicklung der Färsen bis zur Kalbung nachgegangen. Eine Intensivierung der Fütterung durch Erhöhung des Energie- oder Proteingehaltes über den Bedarf führt zu einer erhöhten Akkumulation von Fett und einem erhöhten Wachstum des Muttertieres. Dies ist in einem Anstieg der RFD bzw. dem Körpergewicht (Sorge 2006, Brakmann 2011) sowie der Widerristhöhe (WRH, Goerigk 2011) ersichtlich. Geiger (2007) konnte dagegen belegen, dass weder eine differenzierte Energie- und Proteinversorgung noch eine unterschiedliche Dauer der Vorbereitungszeit einen Einfluss auf die Entwicklung der Körperkondition der hochtragenden Färsen hat.

Im Idealfall beträgt die Dauer der Vorbereitungsfütterung bei hochtragenden Färsen nur ein bis zwei Wochen, da nachweislich im Zuge der Ausbildung von Fettreserven mit zunehmender Vorbereitungszeit und -intensität das Risiko von Dystokien (Sorge 2006, Staufenbiel et al. 2007) und einer länger andauernden NEB (Geiger 2007) ansteigt.

Es ist zudem ratsam, Färsen während dieser Zeit getrennt von mehrlaktierenden Kühen zu halten, da sie aufgrund ihres geringeren Körpergewichtes und Alters rangniedriger sind und durch die Dominanz der Altkühe nachweislich Stress- und Konkurrenzsituationen am Futtertisch entstehen können (Spiekers 2002, Mahlkow-Nerge 2002, Spiekers 2002, Kesting 2003, Jahn und Mahlow-Nerge 2013).

Es hat sich zudem als vorteilhaft erwiesen, eine eigene Färsenration anzubieten, da Jungkühe mit durchschnittlich 8 kg bis 10 kg etwa 1 kg bis 3 kg weniger Trockensubstanz pro Tag aufnehmen als mehrlaktierende Kühe (Engelhard und Fischer 2001, Kesting 2003, Janssen 2006, Spiekers et al. 2006, DLG 2006, Fischer et al. 2011, Jahn und Mahlow-Nerge 2013). Zudem fressen Färsen häufiger, je Mahlzeit ca. 800 g weniger und benötigen eine längere Zeit für die Futteraufnahme (Mahlkow-Nerge 2002, Jahn und Mahlow-Nerge 2013). Eine bedarfsgerechte Fütterung mit einer um etwa 20 % höheren Nährstoffdichte als bei Kühen ist daher für Färsen zu empfehlen (Kesting 2003). Ein Energie- bzw. Proteinmangel sollte vermieden werden, damit keine vorzeitige katabole Stoffwechsellage und Lipolyse provoziert wird. Die Richtwerte für die energetische Versorgung in der Vorbereitungsperiode liegen für hochtragende Färsen zwischen 6,7 MJ und 6,8 MJ NEL/ kg Trockensubstanz mit einem Anteil von mindestens 15,5 % Rohprotein (XP) pro kg Trockensubstanz bzw. 150 g/ kg im Darm nutzbaren Proteins (nXP, Mahlkow-Nerge 2002, Spiekers 2002, Dummer 2008, De Kruif et al. 2014). Eine Senkung des Energiegehalts auf 5,9 MJ NEL pro kg Trockensubstanz kann zu einer starken NEB, verbunden mit deutlichen Leistungseinschränkungen, führen (DLG 2006). Zur Prophylaxe von Euterödemen bei Erstkalbinnen sollte in der Ration kein Natrium- und Kaliumüberschuss auftreten (Spiekers 2002).

2.3.2 Körperkondition zum Zeitpunkt der Abkalbung

Eine Zusammenfassung der Richtwerte zur optimalen Körperkondition zum Partus ist in der folgenden Tab. 2-3 dargestellt.

Tab. 2-3: Anzustrebende Körperkondition für Kühe und Färsen* zum Zeitpunkt der Abkalbung

Autor	optimaler BCS-Wert zur Kalbung	optimaler RFD-Wert zur Kalbung (mm)
Rossow u Bolduan (1994)	-	20 - 25
Rossow et al.(1989)	3,0 - 3,5	-
Staufenbiel (1991, 1993b)	3,0 - 4,0	25 (20 - 30)
Klawuhn (1991)	-	25
Waltner et al.(1993)	4,0	-
Metzner et al.(1993)	3,5 (3,25 - 3,75)	-
Heuwieser u Mansfeld (1992)	3,5 (3,25 - 3,75)	-
Mansfeld et al. (2000)	3,5 (3,25 - 3,75)	-
Schröder (2000)		20 - 25
Mahlow-Nerge (2002)*	3,5 (3,25 - 3,75)	
Hanselmann (2004)	3,0	-
Daetz (2009)*	-	20 - 30
Roche et al. (2009)	3,0 - 3,25	-
Fischer et al.(2011)	3,0 - 3,5	-
Staufenbiel (2014)*	2,5 - 3,0	15 - 20

Im Unterschied zu mehrlaktierenden Kühen ist es notwendig bei den noch im Wachstum befindlichen Erstlaktierenden zusätzlich zur Konditionsbeurteilung zwingend auf eine entsprechende Rahmengröße und eine ausreichende Erstkalbemasse zu achten (Tab. 2-4). Geht man davon aus, dass das durchschnittliche EKA bei 24 bis 26 Monaten liegt (Fischer et al. 2011, Harms 2012, Naumann 2013, Staufenbiel 2014), sind die Färsen zumindest in ihrem skelettalen Wachstum fast ausgewachsen. Steinhöfel (2009) empfiehlt, eine Widerristhöhe von 140 mm und ein Körpergewicht von 650 kg (mit Kalb) zum Zeitpunkt des Partus nicht zu unterschreiten. Auch Hanselmann (2004) ist der Meinung, dass bei Eintritt in die erste Laktation vor allem das Gewicht der bedeutende Faktor ist. Das Körpergewicht eines erstlaktierenden schwarzbunten Milchrindes beträgt zum Partus idealerweise 81 % bis 86 % des Endgewichts eines adulten Rindes (Warzecha et al. 2002, Van Amburgh und Meyer 2005, De Kruif et al. 2014). Der Optimalbereich des Körpergewichts unmittelbar nach der ersten Kalbung variiert dabei je nach Autor zwischen 540 kg und 570 kg und sollte unbedingt eingehalten werden, um Geburtskomplikationen zu vermeiden.

Da jedes Tier jedoch ein individuelles, genetisch determiniertes Wachstumspotenzial besitzt, ist dieses nur in gewissem Maße durch Management und Fütterung beeinflussbar (Heinrichs und Hargrove 1987). Es ist deshalb sinnvoll, die Gewichtsempfehlungen zum einen immer in Zusammenhang mit dem prozentualen Anteil des zu erwartenden Endgewichts zu betrachten und zum anderen herdenspezifisch festzulegen (Van Amburgh und Meyer 2005). Ein beginnender Fettansatz kann durch eine angepasste Jungrinderration nicht verhindert, aber zumindest etwas verzögert werden. Ab einer KM von 200 kg (Staufenbiel und Rossow 1987a) bzw. 250 kg (Staufenbiel 2014) ist eine signifikant höhere Fettansatzrate bei schwarzbunten Milchrindern zu erwarten.

Tab. 2-4: Anzustrebendes Körpergewicht sowie weitere Parameter für Färsen zum Zeitpunkt der Abkalbung

Autor	Körperkondition		Sonstige Parameter		
	EKM (kg)	% KM	BCS	WRH (cm)	EKA (Mon)
Van Amburgh (2005)	-	85	-	-	-
Steinhöfel (2009)	650	-	-	-	-
Hoffmann (1997)	620	-	-	-	-
Warzecha et al.(2002)	540 - 570*	85	-	-	-
Mahlow-Nerge (2002)	630 - 640	80 - 85	3,5	137 - 142	-
	540 - 570*	-	(3,25 - 3,75)		
Kesting (2003)	570	-	3,25	132 - 142	24 - 25
Sutter (2006)	610	80 - 90	-	-	-
	540*	80	-	-	-
Fischer et al. (2011)	630 (560*)	-	-	-	24 - 26
Staufenbiel (2014)	600 - 650	-	-	-	24 - 27
De Kruif (2014)	650	-85	-	-	> 22

*nach der Abkalbung ohne Kalb

EKM = Erstkalbemasse, WRH = Widerristhöhe, EKA = Erstkalbealter

Die eben genannten Angaben verdeutlichen, dass zur Festlegung des Zeitpunktes der ersten Kalbung keineswegs nur das Alter der ausschlaggebende Punkt sein darf, sondern vielmehr die Parameter der KM und Körpergröße herangezogen werden sollten. Mit einer intensiven Fütterung und hohen täglichen Zunahmen lässt sich das Erstbesamungsalter (EBA) und folglich auch das EKA vorverlegen und somit der Zeitraum der kostenintensiven Färsenaufzuchtphase verkürzen. Trotz des damit verbundenen wirtschaftlichen Vorteils ist es wichtig, die vermeidlichen Auswirkungen eines zu frühen Nutzungsbeginns kritisch in Bezug

auf das Abkalbeverhalten und die spätere Milchleistung, Fruchtbarkeit und Tiergesundheit zu beurteilen. Die wichtigsten Kriterien hierfür sind in der Tab. 2-5 zusammengestellt.

Tab. 2-5: Betriebswirtschaftliche Vor- und Nachteile eines frühen EKA von 22 – 24 Monaten

Vorteile	Nachteile bzw. Risiken
+ Reduzierung der Aufzuchtkosten	- wirtschaftlicher Vorteil der früheren Nutzung ist abhängig von den Produktionskosten im Betrieb
+ Reduzierung der Remontierung	- setzt eine hohe Aufzuchtintensität und eine gute körperliche Entwicklung der Färsen voraus
+ Überbelegung im JR-Stall sinkt	- ev. zu geringe EKM bei Zunahmen < 800g/d
+ längere Nutzungsdauer	- dadurch geringere ML möglich, die ev. nicht durch geringere Aufzuchtkosten ausgeglichen werden kann
+ höhere Lebensleistung	- ev. vermehrt Schweregeburten durch juveniles Becken
+ hohe Einstiegsleistung	- sehr gutes Management für Erstlaktierende nötig, falls eine gemischte Gruppe mit Altkühen aus organisatorischen Gründen nicht vermeidbar ist
+ sehr gute FR (↓ GZ/ BI)	(Rangordnungskämpfe, Rationzusammensetzung)
+ weniger Schweregeburten, da ↓ Verfettung und ↑Elastizität des weichen Geburtsweges	
+ geringere Abgangsraten	
+ physiologisch unbedenklich	

JR-Stall = Jungrinderstall, FR = Fruchtbarkeit, GZ = Günstzeit, BI = Besamungsindex, ML = Milchleistung
modifiziert nach (Sutter 2006)

2.3.3 Körperkondition zu Beginn der Laktation

Die Früh-laktation ist die Phase, in der die Milchkuh am meisten an Körperkondition verliert (Gearhart et al. 1990, Staufenbiel et al. 1992a, Waltner et al. 1993, Ruegg und Milton 1995, Gallo et al. 1996). Die maximale Lipolyserate wird dabei zwischen dem 20. und 40. Laktationstag erreicht (Metzner et al. 1993, Schröder und Staufenbiel 2002, Schröder und Staufenbiel 2006).

Nach allgemeiner Auffassung bauen Erstlaktierende schneller Körperkondition ab als multipare Kühe (Gallo et al. 1996), wobei die Lipolyserate insgesamt jedoch von geringerer Intensität ist (Waltner et al. 1993, Ruegg und Milton 1995, Wilke 2011, Klingbeil 2015). Es wird daher von einem Einfluss des Alters auf die Fettabbaurate ausgegangen (Waltner et al. 1993, Gallo et al. 1996). Schröder (2000) macht jedoch darauf aufmerksam, dass der Einfluss des Alters auf die durchschnittliche maximale Lipolyserate mit einem Anstieg von 0,02 mm RFD pro Tag verhältnismäßig gering ausfällt und Unterschiede demnach vor allem

durch das unterschiedliche Milchleistungsniveau bedingt sind. Laut Waltner, Mc Namara und Hillers (1993) bestehen keine Unterschiede in der Fettabbaurate zwischen Tieren der ersten und zweiten Laktation. Erst ab der dritten Laktation bauen die Kühe mehr Körperkondition bei sonst gleichen Fütterungs- und Leistungsbedingungen ab. Daraus lässt sich ein entscheidender Einfluss des Körperkonditionszustandes auf das Ausmaß der Fettmobilisationsrate ableiten. Abb. 2-7 und Abb. 2-8 verdeutlichen, dass der postpartale Körperkonditions- bzw. Gewichtsverlust umso größer ist, je besser konditioniert die Tiere zum Partus waren (Roche et al. 2007a, Geiger 2007).

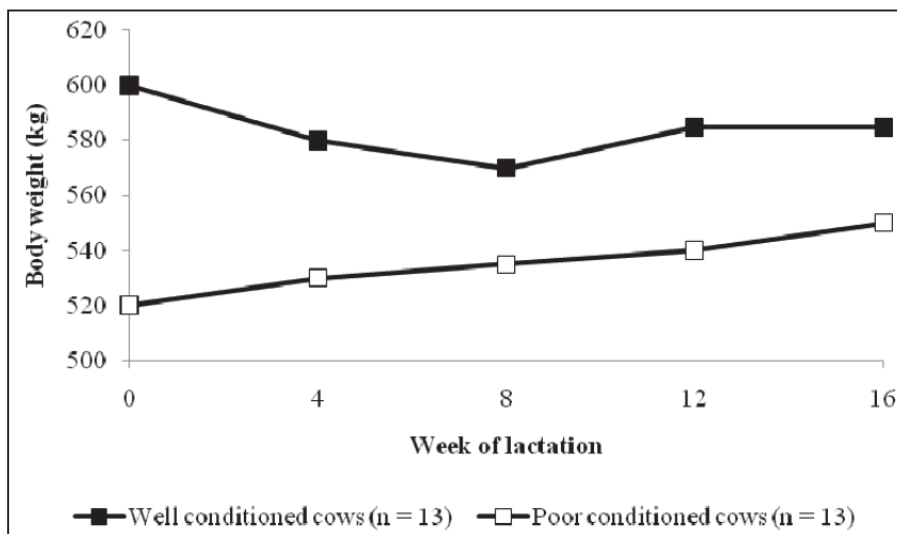


Abb. 2-7: Vergleich der Körpergewichtsentwicklung in den ersten 16 Laktationswochen bei gut und gering konditionierten Milchkühen (Garnsworthy und Jones, 1993)

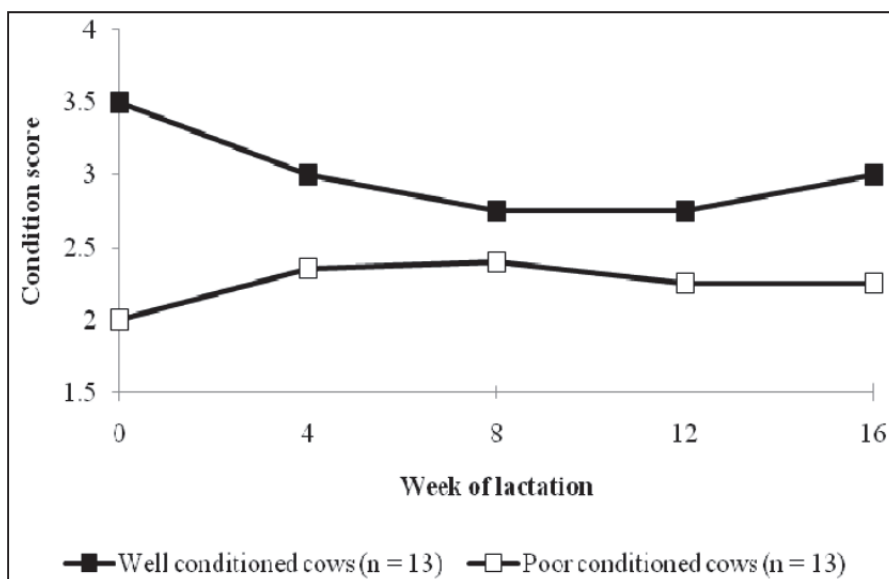


Abb. 2-8: Vergleich der Entwicklung des BCS in den ersten 16 Laktationswochen bei gut und gering konditionierten Milchkühen (Garnsworthy und Jones 1993)

Aufgrund der natürlichen Insulinresistenz des Fettgewebes kann der physiologische Abbau von Körperfettreserven in den ersten vier Laktationswochen auch durch ein gutes Fütterungsmanagement nur in geringem Maße beeinflusst werden (Roche et al. 2009). Zu beachten sind jedoch die bei Jungkühen im Vergleich zu pluriparen Kühen geringer ausgeprägte Trockensubstanzaufnahme und das postpartal erst viel spätere Erreichen der maximalen Futtermittelaufnahme (Mahlkow-Nerge 2002). Durch Optimierung des Managements ist die Vermeidung einer überstürzten Lipolyse in Hinblick auf die Stoffwechselfgesundheit zwingend erforderlich. Auch für die Ausschöpfung des milchleistungsfördernden Potenzials des Fettgewebes ist eine langsame Lipolyse unabdingbar (Staufenbiel et al. 1992a).

Die maximale Fettabbaurate in den ersten zwei bis vier Laktationswochen sollte demnach eine Abnahme von 3 mm RFD (Staufenbiel et al. 1993a, Rossow et al. 1994) bzw. 0,5 BCS-Punkten (Heuwieser und Mansfeld 1992, Metzner et al. 1993) pro Woche oder 0,14 mm (Schröder 2000) bis 0,2 mm pro Tag (Kupsch 2005) nicht überschreiten (Tab. 2-6). Dies entspricht einer Mobilisation von bis zu 1 kg Körperfett pro Tag. Bis zu 10 % bzw. 30 kg bis 40 kg KM-Verlust liegt dabei im physiologischen Anpassungsbereich der Milchkuh auf ein vorübergehendes Energiedefizit und wird vom Körper gut toleriert (Staufenbiel et al. 1987b, Spiekers 2002). Erst eine RFD-Abnahme von mehr als 16 mm von der 2. bis zur 16. Laktationswoche wirkt sich negativ auf die Milchleistung aus (Staufenbiel et al. 1992a).

Idealerweise sollte gegen Ende der Früh-laktation die Kondition bei einem BCS-Wert von 3,0 (2,5 bis 3,25) liegen (Heuwieser und Mansfeld 1992) und eine RFD von 12 mm bis 15 mm nicht unterschritten werden (Rossow et al. 1994, Schröder 2000, Kupsch 2005, Tab. 2-7). Bei geringeren Körperfettreserven werden vermehrt metabolische Erkrankungen, schlechtere Fruchtbarkeitsleistungen und höheren Abgangsraten beobachtet (Staufenbiel et al. 1992a, Schröder 2000).

Tab. 2-6: Richtwerte der maximal anzustrebenden Konditionsveränderungen in der Frühlaktation bei mehrlaktierenden Kühen

Autor	Zeitpunkt p.p.	maximale Abnahme von RFD-/ BCS
Staufenbiel et al. (1992a)	1 - 16 Wo	< 20 mm
Staufenbiel (1993a)	2 - 4 Wo	< 3 mm/ Woche
Rossow u Bolduan (1994)	2 - 4 Wo	< 3 mm/ Woche
Neuer (1993)	1 - 4 Wo	< 7,5 mm
Heuwieser u Mansfeld (1992)	1 - 4 Wo	< 0,5 BCS
Schröder (2000)	1 - 4 Wo	< 10 mm
Schröder (2000, 2003b)	1 - 4 Wo	< 0,14 mm/ d
Staufenbiel u Schröder (2004)	1 - 4 Wo	< 4 mm
Kupsch (2005)		< 0,2 mm/ d

Tab. 2-7: Richtwerte der minimal anzustrebenden Körperkondition in der Frühlaktation bei mehrlaktierenden Kühen

Autor	Zeitpunkt p.p.	minimaler RFD-/ BCS Wert
Heuwieser u Mansfeld (1992)	frühe Laktation	BCS 3,0 (2,5 bis 3,25)
Metzner et al. (1993)	30 – 50 d	BCS 2,75 bis 3,5
	51 – 90 d	BCS 2,5 bis 3,25
Rossow u Bolduan (1994)	100 d	12 - 15 mm
Schröder (2000)		13 mm
Staufenbiel u Schröder (2004)	100 d	12 mm
Kupsch (2005)		14 mm

2.4 Einfluss der Körperkondition von Färsen auf verschiedene Parameter

2.4.1 Körperkondition und Geburtsverlauf

In vielen Milchviehbetrieben Europas und Nordamerikas wurde in den letzten Jahrzehnten das gehäufte Auftreten von Schwer- und Totgeburten insbesondere bei primiparen Kühen beschrieben (Meyer et al. 2001, Steinbock et al. 2003, Berry und Lee 2007, Olson et al. 2009, Kausch 2009, Brakmann 2011). In Mecklenburg-Vorpommern lag die Totgeburtenrate 2012 für Erstlaktierende mit 7,6 % etwas niedriger als zehn Jahre zuvor (Harms 2012). Dennoch hatte sie sich bereits in den Jahren 1991 bis 2002 von 5,7 % auf 11,5 % verdoppelt (Sorge 2006).

Im Vergleich zu mehrlaktierenden Kühen sind bei Färsenabkalbungen etwa doppelt so häufig Totgeburten zu verzeichnen (Martinez et al. 1983, Essmeyer 2006, Olson et al. 2009). Johanson und Berger (2003) sprechen sogar von einem 4,7-fach höheren Risiko. Da bei rund 50 % aller Färsengeburt helfend in den Geburtsablauf eingegriffen werden muss (Meyer et al. 2001) und Totgeburten zudem mit dem Grad der Dystokie zunehmen (Bellows und Short 1978, Drew 1986, Meyer et al. 2000), sollte auf die Senkung der Schweregeburtenrate ein besonderes Augenmerk gelegt werden. Ein optimales Abkalbmanagement hat dabei nachweislich einen entscheidenden Einfluss auf den Erfolg (Kausch 2009).

Die Risikofaktoren, die den natürlichen Geburtsablauf beeinträchtigen und eine Schwer- bzw. Totgeburt hervorrufen können, sind vielfältig. Als Hauptursachen für die Stagnation der Geburt bei Färsen werden das fetopelvine Missverhältnis (Rice und Wiltbank 1972, Bellows und Short 1978, Essmeyer 2006, De Kruif et al. 2014) sowie eine geburtsbedingte Nervosität bzw. Stresssituation (Kausch 2009, Ackermann et al. 2013b) der Tiere genannt.

2.4.1.1 Einfluss der maternalen Körperkondition

Mehrere Autoren beschreiben einen Zusammenhang zwischen der maternalen Körperkondition eines primiparen Milchrindes und dem gehäuften Auftreten von Schwer- und Totgeburten (Laster 1974, Staufenbiel und Rossow 1987a, Mahlkow-Nerge 2002, Staufenbiel et al. 2007, Steinhöfel 2009, Daetz 2009, Steinhöfel 2010, Schuldt und Dinse 2012, Lardy und Stoltenow 2012). Es ist demnach von Vorteil, wenn hochtragende Färsen zum Zeitpunkt der ersten Kalbung weder mager noch verfettet sind und idealerweise einen BCS-Wert zwischen 2,5 und 3,0 bzw. eine RFD von 15 mm bis 25 mm erreichen (siehe Tab. 2-3, Tab. 2-4).

Überkonditionierte Kühe mit einem BCS > 3,75 zeigen ein erhöhtes Risiko für Geburtsstörungen (Metzner et al. 1993, Essmeyer 2006). So ermittelten Chassagne, Barnouin und Charcomac (1999) eine um 3,9 % höhere Totgeburtenrate für Tiere mit einem BCS > 4 im Vergleich zu Tieren mit einem BCS < 3,5. Auch Steinhöfel (2010) errechnete

eine Totgeburtenrate von über 30 % für überkonditionierte Färsen mit einer Fettauflage von mehr als 29 mm. Daetz (2009) konnte diesbezüglich sowohl bei hoch konditionierten Färsen zur Kalbung als auch bei Färsen mit einer starken Fettmobilisation im gesamten peripartalen Zeitraum eine signifikant höhere Schweregeburtenrate beobachten. Gleichzeitig weist er jedoch auch auf einen höheren Grad an Dystokien bei Färsen mit RFD-Werte im oberen Normalbereich (> 20 mm) hin. In einer weiteren Studie stellten Staufenberg et al. (2007) einen Rückgang an Spontangeburt und eine Zunahme an Schweregeburten bei Färsen bereits ab einer RFD von 20 mm bis 22 mm fest. Die Autoren postulieren, dass eine darüber hinausgehende Kondition mit einer verzögerten Geburt und Wehenschwäche einhergeht. Auch Drew (1986) beobachtete bereits ab einem BCS > 3 häufigere Eingriffe in den Geburtsablauf. Steinhöfel (2009) hebt diesbezüglich hervor, dass auch zu junge Färsen mit einem EKA von 23 Monaten und einer RFD < 17 mm mit einem erhöhten Risiko abkalben und Färsen mit einer RFD < 12 mm vermehrt Frühgeburten (< 270 d Tragezeit) zeigen.

In diesem Zusammenhang haben mehrere Autoren untersucht, ob anhand der äußerlich sichtbaren Körperfettreserven bzw. Körpermaße auch Rückschlüsse auf die Ausprägung innerer Fettreserven und die Körperkonstitution gezogen werden kann. Essmeyer (2006) stellte diesbezüglich eine negative Korrelation zwischen dem BCS und der inneren Beckenweite fest und schlussfolgerte daraus, dass der BCS als indirektes Maß für die innere Fettauflagerung gesehen werden kann. In ihrer Studie zeigten hochtragende Färsen mit einer starken Verfettung im Beckenraum im Vergleich zu mittelmäßig bis gering konditionierten Färsen signifikant häufiger Totgeburten, und sie benötigten fast doppelt soviel Zeit für den Geburtsvorgang. Eine massive Fetteinlagerung in den weichen Geburtsweg wird somit als ein weiterer negativer Effekt auf den Geburtsvorgang bewertet und als entscheidendes Geburtshindernis beschrieben. Infolge des akkumulierten Fettes im Becken- und Vaginalbereich kommt es zu einer teils stark ausgeprägten Einengung des Beckeninnenraumes (Abeni et al. 2000, Philipsson 1976c).

Laster (1974), der in seinen Untersuchungen an 943 Färsen einen signifikanten Einfluss der Beckengröße auf die Inzidenz von Dystokien beobachtete, konnte eine signifikant positive Korrelation zwischen der KM und der Beckengröße nachweisen. Bei größeren, schwereren Färsen ermittelte er auch größere Beckenweiten und berechnete bei 1 % KM-Zuwachs einen 0,01 %igen Beckengrößenzuwachs. Für die größten Variationen der Beckenmaße sind hierbei vor allem die maternale KM und die Rassenzugehörigkeit von Vater- und Muttertier verantwortlich. Auch Kausch (2009) bestätigt, dass die im Vergleich zu Kühen leichteren Färsen signifikant kleinere Beckenmaße aufweisen.

Bereits im Jahr 1972 ermittelte Duffy (1972), dass neben der KM auch der Abstand der Hüfthöcker und die Beckenlänge positiv mit der inneren Beckenweite korrelieren. Demnach kann nicht nur der BCS, sondern auch die äußeren Beckenmaße als Indikatoren zur Einschätzung der inneren Beckenweite herangezogen werden. Zu beachten sind auch hierbei die bei Färsen im Vergleich zu Kühen kleineren Maße. Kausch (2009) ermittelte in diesem Zusammenhang bei primiparen Kühen einen um 7 cm geringeren Hüfthöckerabstand, einen um 5 cm kürzeren Sitzbeinhöckerabstand und eine 3 cm kürzere Beckenlänge. Weiterhin konnte sie bei Erstlaktierenden mit tot geborenen Kälbern signifikant kürzere Abstände zwischen den Sitzbeinhöckern (36 cm vs. 38 cm) im Vergleich zu Tieren mit Lebendgeburten nachweisen. Eine geringere Inzidenz an Schweregeburten wird zudem beobachtet, wenn die Beckengröße mindestens 260 cm² bis 270 cm² misst (Hoffman et al. 1996).

Eine ausreichende Entwicklung der Beckengröße setzt jedoch ein gewisses Alter und Gewicht der Färsen voraus, wobei bei der Erstbesamung vor allem letzteres von großer Bedeutung ist. Jungrinder sollten mindestens zwei Drittel des Gewichtes eines adulten Tieres, also rasseabhängig in etwa 300 kg bis 400 kg, erreicht haben, bevor sie mit 16 bis 18 Monaten zum ersten Mal belegt werden (Lotthammer 1996). Vor allem in Bezug auf das fetopelvinen Missverhältnis, welches bei Färsen die Hauptursache für Dystokien darstellt (Rice und Wiltbank 1972, Bellows und Short 1978, Essmeyer 2006), wird über den geeigneten Zeitpunkt der ersten Belegung kontrovers diskutiert (siehe Tab. 2-11). Hierbei steht das erhöhte Risiko von Schweregeburten infolge des juvenilen Beckens bei zu jungen Färsen dem erhöhten Risiko einer Verfettung der Geburtswege bei zu alten Färsen gegenüber.

Schuldt und Dinse (2012) sehen in der Entwicklung der Körperkondition bis zur ersten Besamung den entscheidenden Einflussfaktor auf den Kalbeverlauf. Eine erhöhte Schwer- und Totgeburtenrate konnten sie bei jenen Jungrindern feststellen, die bis zum 10. Monat unterkonditioniert (BCS = 2,1) und anschließend zur Zuchtreife im 11. bis 15. Monat überkonditioniert sind (BCS = 3,3). Eine geringe Inzidenz von Totgeburten sowie leichte Geburtsverläufe sind dagegen bei jenen Färsen ersichtlich, die während der gesamten Aufzuchtperiode gut konditioniert sind und zum Partus einen optimalen BCS-Wert von 3,0 aufweisen.

In diesem Zusammenhang haben sich auch andere Autoren mit der postpubertalen Aufzuchtintensität von Jungrindern und den damit verbundenen Folgen für den Abkalbeprozess beschäftigt. Erwartungsgemäß können intensiv aufgezogene Färsen etwa zwei Monate früher besamt werden und sind zur Kalbung jünger, kleiner und schwerer (Hoffman et al. 1996, Steinhöfel 2008, Goerigk 2011). Unterschiede ergeben sich jedoch hinsichtlich der Assoziation zwischen Körperkondition und Geburtsverlauf.

Während Hoffmann et al. (1996) für die moderat aufgezogenen, älteren, großrahmigeren Tiere mit höheren BCS-Werten zur Kalbung eine höhere Inzidenz für Dystokien ermittelten, beobachtete Goerigk (2011) vermehrt Geburtskomplikationen bei den intensiv aufgezogenen Tieren. Steinhöfel (2008) stellte dagegen eine doppelt so hohe Totgeburtenrate und eine erhöhte Abgangsrate bei jenen Färsen fest, die zur Besamung kleiner, schwerer und besser konditioniert waren, zum Partus dann aber eine geringere RFD und EKM zeigen.

Eine Zusammenfassung jener Faktoren, für die ein erhöhtes Risiko für Dystokien bei Färsen beschrieben wurde, sind in der Tab. 2-8 dargestellt:

Tab. 2-8: Literaturangaben zu Kennwerten für das erhöhte Risiko von Schwer- und Totgeburten bei Färsen

Autor	Körperkondition zum Partus		Sonstige Parameter
	BCS	RFD	
Drew (1986)	BCS > 3,0	> 25 mm*	-
Metzner et a. (1993)	BCS > 3,75	> 27,5 mm*	-
Chassagne et al. (1999)	BCS > 4	> 30 mm*	-
Steinbock et al. (2003)	-	-	EKA > 30 Mon.
Essmeyer (2006)	BCS > 3,75	> 27,5 mm*	-
Staufenbiel et al. (2007)		> 20 - 22 mm	
Steinhöfel (2009)	-	< 17 mm	EKA < 23 Mon
		< 12 mm	
		> 29 mm	
Schuld u Dinse (2012)	BCS > 3	25 mm*	BCS > 3,1 zum EBA

*= umgerechneter Wert gemäß Tab. 2-1

EKA = Erstkalbealter, EBA = Erstbesamungsalter, KBH = Kreuzbeinhöhe

Andere Autoren setzen den Fokus ihrer Studien dagegen auf die Zeit kurz vor der Kalbung. Sie untersuchten den Einfluss einer variierten Vorbereitungs fütterung bzw. einer variierten Vorbereitungs dauer auf die konditionelle Entwicklung der hochtragenden Färse und dem damit verbundenen Geburtsverhalten (Sorge 2006, Brakmann 2011, Goerigk 2011). Die in der Tab. 2-9 in Kapitel 2.4.2. aufgeführten Studien zeigen, dass das Auftreten von Dystokien völlig unbeeinflusst vom maternalen Konditionszustand ist, obwohl dieser im Zuge des erhöhten Energie- und Proteingehaltes signifikant angestiegen ist (Brakmann 2011). Die Körperkondition des Muttertieres allein scheint demnach nicht der entscheidende Faktor für das Auftreten von Schwer- und Totgeburten zu sein. Stattdessen ist ein Anstieg der Schweregeburtenrate mit zunehmender Dauer der Vorbereitungsperiode erkennbar (Sorge 2006, Brakmann 2011), auch wenn diese weder einen Einfluss auf die Entwicklung der maternalen Kondition, Widerristhöhe und Blutparameter noch auf die Gewichts- und Größenentwicklung der Kälber hat (Sorge 2006).

2.4.2 Körperkondition und Kälbergeburtssmasse

Einheitlich in der Literatur beschrieben ist die Auffassung, dass das Geburtsgewicht und die Größe der Kälber negativ mit dem Geburtsverlauf korrelieren. Obwohl Kälber von Erstkalbinnen 7 % bis 8 % (Kertz et al. 1997) bzw. 3,5 kg (Johanson und Berger 2003, Olson et al. 2009) leichter sind als jene von Kühen der zweiten oder dritten Laktation, ist dieser Zusammenhang bei den noch im Wachstum befindlichen Färsen viel stärker ausgeprägt als bei Kühen (Rice und Wiltbank 1972, Bellows et al. 1982, Martinez et al. 1983).

Die Wahrscheinlichkeit, Geburtsstörungen zu entwickeln, steigt linear mit zunehmendem Geburtsgewicht des Kalbes an (Berry und Lee 2007). Johanson und Berger (2003) konnten dies sogar noch konkretisieren und ermittelten je kg Geburtssmasse ein Anstieg der Dystokien um 13 %. Da das durchschnittliche Geburtsgewicht von Bullenkälbern 8,5 % (Kertz et al. 1997) bzw. 1 kg bis 3 kg (Bourdon und Brinks 1982, Prior und Laster 1979, Johanson und Berger 2003, Olson et al. 2009, Kausch 2009) höher als das von weiblichen Kälbern liegt, und sie zudem eine größere Scheitel-Steiß-Länge sowie einen größeren Kopf- und Brustumfang als Färsenkälber aufweisen (Olson et al. 2009, Brakmann 2011), kommt es bei männlichen Kälbern signifikant häufiger zu Geburtskomplikationen im Sinne einer Schwer- oder Totgeburt (Philipsson 1976a, Martinez et al. 1983, Kertz et al. 1997, Chassagne et al. 1999, Johanson und Berger 2003, Sorge 2006, Olson et al. 2009, Brakmann 2011).

Von zentraler Bedeutung bei primiparen Tieren hat sich in diesem Zusammenhang das Verhältnis von Größe und Geburtsgewicht des Kalbes zum körperlichen Entwicklungszustand (Rahmen, Körpergewicht) des Muttertieres herausgestellt (Bellows et al. 1982). Dieses Verhältnis sollte idealerweise 1:14 betragen und die Kälbergeburtssmasse 7 % bis 8 % des maternalen Gewichtes unmittelbar nach der Kalbung nicht überschreiten (Holland und Odde 1992, De Kruif et al. 2014). Ausgehend von einer Erstkalbemasse von 550 kg entspricht dies einem Geburtsgewicht des Kalbes von 38 kg bis 44 kg. Analog dazu ermittelte Kausch (2009) in ihrer Studie eine erhöhte Totgeburtenrate bei einer Kälbergeburtssmasse > 45 kg, aber auch bei jenen Kälbern mit einem Geburtsgewicht < 35 kg. Als physiologisches Geburtsgewicht für Holstein-Friesian Kälber werden 40 kg bis 45 kg beschrieben (Fischer et al. 2011).

Angesichts der genannten Erkenntnisse kommt die Frage auf, inwiefern die Kälbergeburtssmasse mit der maternalen Körperkondition assoziiert ist und welche Möglichkeiten der Beeinflussung sich seitens der Fütterung in der Trächtigkeit ergeben.

Staufenbiel et al. (1993a) postulieren, dass zwischen dem Gewicht der Frucht und den vorhandenen Energiedepots der Mutterkuh sowie deren Futteraufnahmevermögen eine

positive Beziehung besteht. Auch Spitzer et al. (1995) eruierten in ihrer Studie, dass das Geburtsgewicht der Kälber bei gut konditionierten Färsen mit einem BCS > 4 zur Abkalbung mit steigender Kondition signifikant zunimmt. Gleichzeitig wird die Körperkondition des hochtragenden Muttertieres in den letzten acht Wochen der Trächtigkeit auch durch den Hauptgewichtszuwachs der Frucht beeinflusst. In dieser Zeit finden 75 % des Gesamtmassezuwachses statt (Staufenbiel et al. 1987b, Naumann 2013), wobei die höchste tägliche Gewichtszunahme des Fötus am 232. Trächtigkeitstag (TT) und die maximale Proteinsyntheserate am 243. TT stattfindet (Prior und Laster 1979).

Durch die gesteigerten Nährstoffbedürfnisse des Fetus steigt der Glukose,- Protein- und Energiebedarf in dieser Zeit auf über das Doppelte des Erhaltungsbedarfes an (Brakmann 2011). Zusätzlich müssen genügend Energievorräte und Proteine für den eigenen Grund- und Erhaltungsbedarf sowie für die Umstellung des Stoffwechsels auf die bevorstehende Laktation und Laktogenese aufgebracht werden. Bei Färsen kann sich infolge des noch andauernden Wachstums von Muskulatur und Euteranlage schnell ein Nährstoffdefizit einstellen. Daher ist es in dieser Zeit besonders wichtig, Konditionsabnahmen zu vermeiden (Banos et al. 2007) und diesen durch eine entsprechende Fütterung entgegenzuwirken.

Wie in Tab. 2-9 ersichtlich, wurden etliche Studien an tragenden Färsen durchgeführt, in denen es anhand von Variationen in der Fütterung der letzten 30 bis 100 Trächtigkeitstage möglich war, Einfluss auf die maternale Körperkondition, die fetale Entwicklung und das Geburtsgewicht der Kälber zu nehmen. Eine höhere Energiedichte der Ration geht mit signifikant höheren Kälbergeburtmassen einher (Laster 1974, Corah et al. 1975, Bellows und Short 1978, Wiltbank und Remmenga 1982). Anderen Studien zufolge hat die Intensität der Vorbereitungs- und Trächtigkeitsernährung jedoch keinen signifikanten Einfluss auf das Kälbergeburtsgewicht, obwohl dieses teilweise in einem signifikanten Anstieg der maternalen RFD zum Partus resultierte (Prior und Laster 1979, Bellows et al. 1982, Sorge 2006, Goerigk 2011, Brakmann 2011). Stattdessen ist eine verlängerte Vorbereitungs- und Trächtigkeitsdauer mit höheren Kälbergeburtsgewichten assoziiert. Diese positive Korrelation wird vor allem bei den männlichen Kälbern deutlich (Brakmann 2011).

Tab. 2-9: Einfluss einer variierten antepartalen, maternalen Energieversorgung auf das Geburtsgewicht des Kalbes und das Auftreten von Dystokien bei hochtragenden Färsen

Autor	Zeitraum (Anzahl Färsen)	Fütterung	Auswirkungen
Laster ¹ (1974)	letzten 90 TT	RE: 4,9 TDN/ d NE: 6,2 TDN/ d HE: 7,7 TDN/ d	KMK: RE < HE k.A. auf DYS, KGK
Corah et. al. ¹ (1975)	letzten 100d TT	RE: 65 % der NRC HE: 100 % der NRC	KMK: RE < HE k.A. auf DYS
Bellows and Short ¹ (1978)	letzten 90 TT	RE:3,2 - 3,4 TDN/ d NE:6,3 - 6,4 TDN/ d	KMK: RE < HE
Prior and Laster ¹ (1979)	35. TT bis max.255.TT	RE (0,1 kg TGZ) NE(0,5 kg TGZ) HE (1 kg TGZ)	k.A. auf KMK/ KGK
Wiltbank and Remmenga ¹ (1982)	letzten 116 TT	RE:7,3 Mcal/ ME HE:13,3 Mcal/ ME	KMK: RE < HE k.A. auf DYS, TGR
Bellows et al. ¹ (1982)	letzten 90 TT	RE: 3,6 TDN/ d HE: 6,8 TDN/ d	k.A. auf KMK
Spitzer et al. ¹ (1995)	letzten 90 TT	RE, NE, HE (bei Abkalbung BCS 3,4,5)	KMK mit steigenden BCS, k.A. auf DYS
Goerigk (2009)	gesamte Trächtigkeit	NE: 0,7kg TGZ (9,0 MJ/ kg) HE: 1,0 kg TGZ (10,7 MJ/ kg)	k.A. auf KMK DYS: NE < HE
Sorge (2006)	Gr.1: letzten 7 TT Gr.2: letzten 14 TT Gr.3: letzten 21 TT	6,1-6,6 MJ NEL/kg TS	k.A. auf KMK/ KMM: DYS:Gr.3 > Gr.2 > Gr.1
Brakmann (2011)	letzten 21 TT	NE = 6,84 MJ/ d HE = 6,84 MJ/ d + 8 versch.Kombinationen von Rationszusätzen	RFD: NE < HE k.A. auf KMK/ KGK DYS: k.A. TGR: NE < HE

¹nach Sorge (2006), RE = reduzierter Energiegehalt, NE = normaler Energiegehalt, HE = erhöhter Energiegehalt, TT = Trächtigkeitstage, KMK = Körpermasse Kalb, KGK = Körpergröße Kalb, KMM = Körpermasse Muttertier, DYS = Dystokie, TGR = Totgeburtenrate, TDN = totale digestible nutrients, TGZ = tägliche Gewichtszunahme

2.4.3 Körperkondition und Kolostrumqualität

Im Unterschied zur umfassenden Analyse verschiedenster Einflussfaktoren auf die qualitativen bzw. quantitativen Kolostrumparameter von Kühen und Färsen (Erbers 2005, Conneely et al. 2013, Klingbeil 2015) haben nur wenige Studien ihren Fokus direkt auf die Körperkondition als Einflussfaktor gelegt (Stockdale und Smith 2004).

In Übereinstimmung mehrerer Autoren beeinflussen Körperfettreserven den Immunglobulin-Gehalt positiv im Sinne einer Zunahme (Shearer et al. 1992, Nardone et al. 1997, Lardy und Stoltenow 2012, Rasby 2014, Klingbeil 2015). Shaerer et al. (1992) stellten diesbezüglich fest, dass gut konditionierte Kühe mit einem BCS-Wert von 3 zum Partus sowie jene Kühe, die in der Trockenstehperiode Körperfettreserven anlegen, signifikant höhere IgG-Werte aufweisen. Auch Klingbeil (2015) errechnete ein Anstieg von 0,15 g IgG/l je mm zusätzlicher RFD zu Beginn der Trockenstehperiode. Ebenso konnten zwei amerikanische Spezialisten, die schwerpunktmäßig Konditionsuntersuchungen an Fleischrindern durchführen, bei dünnen Färsen mit einem BCS < 4 (9-Punkte-Skala) geringere Kolostrummengen und IgG-Gehalte nachweisen (Lardy und Stoltenow 2012, Rasby 2014). Nardone et al. (1997) belegten mit ihren Untersuchungen zudem den negativen Einfluss von Hitzestress in der Vorbereitungsperiode auf die Futteraufnahme und die Körperkondition von hochtragenden Färsen, was sich in signifikant geringeren IgG-, IgA-, Protein-, Fett-, Laktose-, Casein- und Laktalbuminwerten widerspiegelt.

Dennoch konnte Klingbeil (2015) in ihrer Studie mit Hilfe von multifaktoriellen Regressionsanalysen nachweisen, dass die antepartale und partale RFD als Einflussfaktoren zusammen nur 4,3 % der Variabilität im IgG-Gehalt erklären, die Genetik des Vätertieres dagegen als wichtigster Faktor hervorgeht. Über die gezielte Auswahl von Vätern, die hohe IgG-Gehalte vererben, könnte somit die Qualität des Kolostrums der Töchter verbessert werden.

Es wurden zudem einige Studien durchgeführt, die den Einfluss einer variierten Fütterung während der Trockenstehperiode auf den Ig-Gehalt im Kolostrum analysieren (Stockdale und Smith 2004, Brakmann 2011). Während ein Zusammenhang zum Energiegehalt in den meisten Fällen nicht feststellbar ist (Overton 2005), kann eine Proteinsupplementation den Ig-Gehalt im Erstgemelk erhöhen. In der Untersuchung von Stockdale und Smith (2004) war ein erhöhter Energiegehalt sogar mit einem signifikanten Absinken der IgG-Konzentration um 0,4 g IgG je MJ verbunden, wohin gegen eine Erhöhung des Proteingehalts in einem Anstieg von 10 g IgG pro kg Protein resultierte. Auch Zugaben von Maisschrot, Sojaschrot und Harnstoff verbessern nachweislich den Ig-Gehalt bei tragenden Färsen (Geiger 2007). Eine Proteinrestriktion in den letzten 100 Trächtigkeitstagen hat dagegen keinerlei Einfluss auf den IgM- und IgG-Gehalt (Blecha et al. 1981).

Nach allgemeiner Auffassung ist von einer guten Kolostrumqualität auszugehen, wenn der IgG-Gehalt > 50 g/l liegt (Müller und Ellinger 1981, Shearer et al. 1992, Conneely et al. 2013). In Anbetracht einer guten passiven Versorgung der Kälber mit ausreichend Immunglobulinen nimmt die Bestimmung der Kolostrumqualität eine wichtige Rolle ein (Shearer et al. 1992). Durch den Einsatz von Kolostrometern oder Brix-Refraktometern kann auch vor Ort auf den Betrieben kostengünstig und ohne großen Arbeitsaufwand der ungefähre IgG-Gehalt bestimmt werden. Kolostrum mit schlechter Qualität < 25 g/l sollte verworfen und nicht an Kälber verfüttert werden, da eine ausreichende Versorgung mit Immunglobulinen nicht mehr sicher gewährleistet werden kann.

Der durchschnittlich ermittelte IgG-Gehalt im Kolostrum von Erstlaktierenden liegt zwischen 9,3 g/l (Shearer et al. 1992), 49 g/l (Heyn 2002), 65 g/l (Geiger 2007) und 66 g/l (Tyler et al. 1999) und verdeutlicht die von Tyler (1999) beschriebenen starken individuellen Unterschiede. Da die Parität zudem als wichtiger Einflussfaktor positiv mit der kolostralen Zusammensetzung assoziiert ist, erscheint die Ig-Messung insbesondere bei primiparen Tieren sinnvoll. Übereinstimmend wurde festgestellt, dass der Ig-Gehalt proportional zur Laktationszahl ansteigt, wobei in den meisten Studien nur bedingt Unterschiede zwischen der ersten und zweiten Laktation bestehen. Erst- und Zweitlaktierende weisen signifikant geringere IgG- (Heyn 2002, Knutzen et al. 2011) und IgA- (Müller und Ellinger 1981) Konzentrationen auf, als Tiere höherer Laktationen. Auch der Fett-, Protein-, Laktose und Trockensubstanzgehalt ist im Kolostrum von primiparen Kühen niedriger als bei pluriparen Kühen (Strekozov et al. 2008).

Eine positive Assoziation der Laktationszahl wird auch für die Kolostrummenge beschrieben, wobei 7,2 % der Variationen über diesen Faktor erklärt werden können. Primipare Tiere erbringen signifikant geringere Mengen an Erstgemelk (Klingbeil 2015). Ein Zusammenhang zur Körperkondition ist in der Literatur jedoch nicht einheitlich bewiesen. Stockdale und Smith (2004) konnten in Untersuchungen an 72 Versuchstieren eine identische Menge an Kolostrum (10,4 kg vs. 10,5 kg) trotz signifikanter Gewichts- und Konditionsunterschiede (561 kg vs. 672 kg, BCS 3,9 vs. 5,7) feststellen.

Dahingegen ist in der Studie von Klingbeil (2015) ein signifikanter Anstieg der Kolostrummenge der Kühe mit steigender RFD ersichtlich. Je mm RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus steigt die Menge um 0,1 kg an. Weiterhin stellte die Autorin fest, dass sich die Kolostrummenge der untersuchten Tiere signifikant in Abhängigkeit von der Auswahl der Väter um bis zu 5 kg unterscheidet. Overton (2005) resümiert zudem, dass die Kolostrummenge im Gegensatz zur Qualität eher dem Einfluss des Energie- und Proteingehaltes der Fütterung unterliegt.

2.4.4 Körperkondition und Fruchtbarkeit

Wie in Tab. 2-10 ersichtlich, wurde der bedeutende Einfluss optimal ausgebildeter Fettreserven und einer ausgeglichenen Energiebilanz auf die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen bereits in vielen Studien ausgiebig untersucht und bewiesen.

Während weitgehende Einigkeit darüber herrscht, dass eine starke und lang anhaltende NEB, verbunden mit einem hohen postpartalen Konditionsverlust, negativ mit der Fruchtbarkeitsleistung korreliert (Butler und Smith 1989, Staples et al. 1990, Staufenbiel et al. 1991, Lucy et al. 1991, Roche et al. 2007c, Roche et al. 2009), bestehen in Hinblick auf den genauen Effekt auf das Reproduktionsgeschehen unterschiedliche Ansichten mit zum Teil gegensätzlichen Aussagen. In diesem Zusammenhang wurde die zentrale Stellung der NEB als Ursache einer reduzierten Sekretion des luteinisierenden Hormons (LH) sowie Störungen von Follikelreifung und -wachstum und dem verzögerten Wiedereinsetzens der zyklischen Ovaraktivität fokussiert (Butler und Smith 1989, Lucy et al. 1991, Fürll 2011, Kanitz et al. 2003). Die genauen biochemischen und pathophysiologischen Mechanismen, insbesondere die Rolle von IGF-1, Leptin, Insulin und Prolaktin, wurden zwar bereits ausführlich beschrieben, jedoch konnte auch hierbei noch keine abschließende Einigkeit erreicht werden.

Die genannten Zusammenhänge gelten in ihren Grundmechanismen auch für Erstkalbinnen (Fürll 2011). Jedoch weisen mehrere Autoren auch auf einen Zusammenhang zwischen Alter und Fruchtbarkeit hin. Harnisch (2013) macht in seiner Dissertation darauf aufmerksam, dass bei Jungkühen ein geringerer Duldungsreflex, aber intensivere Brunstsymptome im Vergleich zu älteren Kühen zu verzeichnen sind. Anderen Studien zufolge zeigen primipare Tiere einen besseren Erstbesamungserfolg (MacMillan et al. 1996, Fietze 2004, Heckel 2009) sowie kürzere Gützeiten (GZ) und Zwischenkalbezeiten (ZKZ, Heckel 2009) als pluripare Kühe und erkranken seltener an Ovarialzysten (Fietze 2004). Daher wird eine negative Korrelation zwischen der Laktationsleistung und der Fruchtbarkeit vermutet. Fritze (2003) kommt zu gegensätzlichen Ergebnissen. In seinen Untersuchungen erzielen ältere Tiere signifikant bessere Reproduktionsergebnisse (Rastzeit (RZ), GZ, Anzahl der Besamungen). Den positiven Einfluss des Alters begründet er damit, dass den mehrlaktierenden Kühen aufgrund ihres abgeschlossenen Wachstums mehr Energie für Reproduktionsleistungen zur Verfügung steht.

Im Unterschied zum vorherrschenden Einfluss der Körpermasse in Hinblick auf die Milchleistung der Erstlaktierenden scheinen für das Fruchtbarkeitsgeschehen Fettreserven die wichtigere Einflussgröße zu sein. Geiger (2007) konnte in seiner Arbeit gewichtsabhängige Unterschiede feststellen und bei schweren Färsen eine signifikant längere RZ nachweisen. Laut Staufenbiel et al. (1989b) nimmt jedoch weder die Lebendmasse noch die

Widerristhöhe einen direkten Einfluss auf die Fruchtbarkeitsleistung der Erstlaktierenden, obwohl beide Größen eng mit der RFD korrelieren. Die Autoren empfehlen daher für eine Beurteilung der Fruchtbarkeit bevorzugt die RFD-Messung anzuwenden. Auch andere Autoren fanden Zusammenhänge zur Körperkondition. Unterkonditionierte Färsen mit einer geringen RFD bzw. einem geringen BCS-Wert zur Kalbung zeigen tendenziell einen höheren Trächtigkeitsindex (TI), eine längere GZ und eine längere ZKZ (Daetz 2009) sowie eine signifikant längere RZ und GZ (Bastin et al. 2010).

Die Entwicklung der Kondition in der Vorbereitungsperiode und in der Früh-laktation hat dagegen keinen signifikanten Einfluss auf die Fruchtbarkeitsleistung (Daetz 2009). Chagas et al. (2006) stellten jedoch fest, dass eine geringe Körperkondition (BCS 4 auf einer 10-Punkte-Skala) in Kombination mit einer restriktiven Fütterung in den letzten sechs Wochen der Trächtigkeit das Anöstrusintervall in der Folgelaktation verlängert sowie eine geringere LH-Pulsfrequenz (am 35. Tag p.p.) und eine um 90 % geringere Ovulationsrate (am 77. Tag p.p.) zur Folge hat. Gleichzeitig hat eine Energierestriktion zu Beginn der Laktation bei optimal konditionierten Färsen (BCS 5,5 auf einer Skala von 1-10) nicht zu einer Verlängerung des anovulatorischen Intervalls, stattdessen aber zu einer Reduktion der Milchleistung geführt (Chagas et al. 2008).

Auch Markusfeld, Galon und Ezra (1997) fanden heraus, dass sich je zusätzliche BCS-Einheit zum Zeitpunkt der Kalbung die GZ der Erstlaktierenden um 6 Tage verkürzt. Ein höherer BCS zur Kalbung sowie postpartale KM-Zunahmen wirken sich demnach förderlich auf die Lutealaktivität, den Östrusbeginn und den schnellen Wiedereintritt der Trächtigkeit aus (Spitzer et al. 1995). Staufenbiel und Rossow (1987a) begründen dies mit der fruchtbarkeitsstabilisierenden Wirkung einer langsamen Lipolyse in der zweiten bis vierten Laktationswoche bei moderat konditionierten Jungkühen. Eine Überkondition mit einer stark ausgeprägten Lipolyse führt dagegen zu verlängerten GZ (Staufenbiel et al. 1990). Im Gegensatz zu den genannten Erkenntnissen wurde in anderen Studien kein Zusammenhang zwischen der NEB sowie Dauer und Peak des Östrus bzw. der Östruserkennung nachgewiesen (Villa-Godoy et al. 1990, Geiger 2007).

Tab. 2-10: Zusammenhänge zwischen der Körperkondition bzw. der Änderung der Körperkondition im peripartalen Zeitraum und der Fruchtbarkeitsleistung bei mehrlaktierenden Kühen

Kondition	Zeitpunkt/ Zeitraum	BSC/ RFD	Parameter Fruchtbarkeit	Autoren
Abnahme	TSP	BCS	↑ RZ, ↑ LP	Peake et al. (2011)
	TSP	BCS	↑ GZ, ↓ OA	Markusfeld, Galon, Ezra (1997)
	peripartal	RFD	↑ RZ, ↑ GZ	Brand (2006), Kupsch (2005)
	peripartal	RFD	↑ OZ	Fritze (2003), Gossen et al.(2006)
	p.p.	BCS	↓ OA	Wathes et. al(2007), Roche(2007c)
	p.p.	BCS	↑ OZ	Fietze (2004)
	p.p.	BCS	k.A.	Peake et al. (2011)
	p.p.	BCS	↑ RZ, ↑ GZ	Mayne et al. (2002)
	p.p.	BCS > 1	↓ TR	Heuwieser u Mansfeld (1992)
	p.p.	BCS > 0,5	↓ TR	Butler and Smith (1989)
	p.p.	BCS > 0,25	↑ RZ, ↑ GZ, ↓ OA	Hoedemaker (2009)
	bis 2. Wo p.p. ab 2. Wo p.p	RFD	↑ RZ, ↑ GZ	Staufenbiel (1992a)
	RFD	↓ FS	Staufenbiel (1992a, 1993)	
hoch	TSP	BCS	↑ FS, ↑ OZ	Gearhart et al. (1990)
	TSP1	RFD	k.A.	Schröder (2000)
	Partus	BCS	↓ GZ	Wildmann (1982), Spitzer (2005)
	peripartal	RFD	↑ OZ	Evertz (2006)
	Partus	RFD	↑ RZ, ↑ GZ	Staufenbiel (1991,1993a)
	p.p.	BCS	↑ GZ	Heuer (1999), Domecq (1997)
	peripartal	RFD	↓ RZ, ↓ GZ	Rossow (1989), Staufenbiel(1992)
gering	TSP		↓ RZ, ↓ GZ	Mayne et al. (2002)
	TSP	RFD	↓ RZ, ↓ GZ, ZKZ	Schröder u Staufenbiel (2003a)
	Partus	BCS < 3	↓ TR, ↑ GZ, ↑ BI	Waltner (1993)
	Partus	BCS < 3	↑ IB	Fritze (2003)
	Partus	BCS < 3,5	↑ GZ, ↓ OA	Markusfeld, Galon, Ezra (1997)
	90d p.p.	RFD	↑ RZ, ↓ TI	Gossen et al.(2006), Fietze (2004)
	90d p.p.	BCS < 2,5	↓ EBE/ TI	Fietze (2004)
	p.p.	RFD	↑ GZ	Schröder (2000)
	p.p.	RFD < 10mm	↑ GZ	Brand (2006)

Δ = Änderung der Kondition, TSP = Trockenstehperiode, ↑ = verlängert/ verstärkt, ↓ = verkürzt/ vermindert, LP = Lutealphase RZ = Rastzeit, GZ = Günstzeit, OA = Ovaraktivität, OZ = Ovarialzysten, k.A. = keine Auswirkung, TR = Trächtigkeitsrate, FS = Fruchtbarkeitsstörungen, ZKZ = Zwischenkalbezeit, BI = Besamungsindex, TI = Trächtigkeitsindex, EBE = Erstbesamungserfolg

Da man den Einfluss der Körperkondition eines hochtragenden primiparen Milchrindes auf die spätere Fruchtbarkeit nicht isoliert betrachten kann, sondern vor allem die vorherige körperliche Entwicklung der Färse ausschlaggebend ist, beginnen viele Studien in der Literatur bereits im Jungrinderalter. Sie beschäftigen sich primär mit der Aufzuchtintensität

bis zum Erreichen der Pubertät bzw. des EBA und den damit verbundenen Folgen für die spätere Fruchtbarkeitsleistung in der ersten Laktation (siehe Tab. 11-1 im Anhang).

Die KM, die Körperkondition und das Alter eines Jungrindes haben einen signifikanten Einfluss auf den Pubertätsbeginn (Archbold et al. 2012), das spätere EKA sowie die Körpermasseentwicklung und die Fruchtbarkeitsparameter in der ersten Laktation (Abeni et al. 2000, Mlaouhi 2010, Archbold et al. 2012). Dementsprechend kann die Fruchtbarkeit von Färsen und Erstlaktierenden über die Kontrolle dieser drei Parameter in positivem Maße beeinflusst werden, sofern auf eine intensive Fütterung bis zum 10. Monat und einer anschließenden restriktiven Fütterung bis zur ersten Besamung geachtet wird. Hierbei ist ein stetiger Anstieg der Kondition sehr wichtig. Vom 8. bis 11. Monat sollte mindestens ein BCS von 2,8 und zur ersten Besamung ein BCS von 3,0 bis max. 3,2 erreicht werden. Konditionseinbrüche sind zu vermeiden (Mahlkow-Nerge 2002, Losand 2011, Schuldt und Dinse 2012).

Neben dem Alter ist jedoch vor allem das Körpergewicht der primäre Auslöser der Geschlechtsreife (Van Amburgh et al. 1998, De Kruif et al. 2014). Diese wird im Allgemeinen zwischen dem 9. bis 11. Monat eingeleitet, wenn die Jungrinder 30 % bis 45 % ihres Endgewichts (Heinrichs 1993, Van Amburgh et al. 1998, Mahlkow-Nerge 2002) bzw. 220 kg bis 250 kg KM erreicht haben (Sejrsen und Purup 1997, De Kruif et al. 2014).

Mit hohen täglichen Zunahmen von 0,8 kg/ d bis 1 kg/ d im Alter von 4,5 bis 9,5 Monaten kann ein vorzeitiger Pubertätsbeginn induziert werden (Sejrsen und Purup 1997, Lammers et al. 1999, Warzecha et al. 2002, Macdonald et al. 2005, Goerigk 2011). Schwerere Tiere erreichen früher die Pubertät, zeigen eine stärker ausgeprägte Uterus- und Ovarentwicklung (Monteiro et al. 2013) und können dementsprechend bis zu zwei Monaten früher besamt werden. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass zu hohe tägliche Zunahmen negativ mit der späteren Fruchtbarkeitsleistung korrelieren und diese sich mit steigendem EBA deutlich verbessert (Rudolphi et al. 2010). Da die Geschlechtsreife zudem nicht mit der Zuchtreife gleichzusetzen ist, sollte die erste Besamung frühestens nach dem dritten Brunstintervall vollzogen werden (Van Amburgh et al. 1998).

Im Hinblick auf die spätere Fruchtbarkeit wird der Zeitpunkt der ersten Besamung idealerweise gewichts- und konditionsabhängig und nicht allein auf Grundlage eines bestimmten Alters ausgewählt. Empfohlen wird im Allgemeinen eine EBM von durchschnittlich 400 kg bzw. 60 % - 65 % des erwarteten Endgewichtes (Tab. 2-11). In einer neueren Studie aus dem Jahr 2012 empfehlen Archbold et al. (2012), ausgehend von einem adulten Endgewicht von 550 kg, sogar eine EBM von nur 330 kg, da sie bereits ab einer EBM von 343 kg schlechtere Fruchtbarkeitsergebnisse in der ersten Laktation feststellten. Verzögerungen der ersten Besamung sind kritisch zu betrachten, da bereits ein

Gewichtszuwachs von 400 auf 450 kg nachweislich die Verfettung in der Trächtigkeit um 10 kg bis 15 kg steigert (Losand 2007).

Tab. 2-11: Anzustrebendes Körpergewicht sowie weitere anzustrebende Parameter für Jungrinder zum Zeitpunkt der ersten Besamung

Autor	Körperkondition		Sonstige Parameter		
	EBM (kg)	% KM	EBA(Mon)	WRH (cm)	BCS/ BU(cm)
Metzner et al. (1993)	-	-	-	-	2,75 - 3,25
Van Amburgh (1998)					
Mahlow-Nerge (2002)	≥ 400	-	15 - 16	122 - 127	2,75 - 3,25
Warzecha et al.(2002)	380 - 420	63	-	-	-
Kesting (2003)	350 - 420	-	12 - 15	-	-
Sutter (2006)	400	60	-	-	-
Losand (2007)	400	-	-	-	-
Steinhöfel (2008)	≥ 400			KBH = 134	BU = 170
Berger (2011)	390 - 400	60	-	KBH = 133	BU = 175
Fischer et al. (2011)	400 - 420		14 - 16	135	BU = 175
				BB = 45 cm	
Schuld u Dinse(2012)	-	-	-	-	3,1 - 3,2
Archbold et al.(2012)	330	60 - 65	-	-	-
Staufenbiel (2014)	415		14 - 15	-	-
De Kruif (2014)	400		16 - 18	-	-

EBM = Erstbesamungsmasse, % KM = prozentualer Anteil vom Endgewicht einer adulten Kuh, EBA = Erstbesamungsalter, WRH = Widerristhöhe, BU = Brustumfang, KBH = Kreuzbeinhöhe, BB = Beckenbreite

2.4.5 Körperkondition und Milchleistung

Die Zusammenhänge zwischen der Körperkondition und der Milchleistung wurden in der Literatur bei pluriparen Kühen bereits intensiv untersucht, wobei hinsichtlich der Art bzw. Richtung des Zusammenhangs noch keine einheitliche, allgemeingültige Aussage getroffen werden kann. Je nach Autor werden nicht lineare (Roche et al. 2007b) bzw. kurvenförmige (Stockdale 2001) und quadratische (Waltner et al. 1993) Zusammenhänge zur Kondition beschrieben. Ebenso wird eine negative (Garnsworthy und Topps 1982) bzw. positive Assoziation (Stockdale 2001) zwischen BCS und Höhe der Milchleistung vermutet. Übereinstimmend wird ein Optimum bei einem BCS von 3,5 (3,0 – 4,25) gesehen (Roche et al. 2007a, Roche et al. 2007b, Berry und Lee 2007, Roche et al. 2009). Gleichzeitig weisen mehrere Autoren darauf hin, dass starke Konditionsabnahmen die ML in einem höheren Maße beeinflussen als die Kondition zum Partus selbst (Staufenbiel et al. 1989b, Staufenbiel et al. 1990, Domecq et al. 1997, Schröder 2000).

Die Zusammenhänge zwischen der RFD, der Änderung der RFD und der Milchleistung gelten laut Staufenbiel et al. (1993a) unabhängig von der Laktationszahl und dem Produktionsniveau. Laut Waltner, McNamara und Hillers (1993) ist die Laktationszahl bzw. das Alter stärker mit der Milchleistung und dem Milchfettgehalt korreliert als der Konditionszustand selbst, da mit steigendem Alter auch der Konditionsverlust p.p. ansteigt. Vor allem bei jungen, niedrig konditionierten Erstkalbinnen treten Wachstum und Milchleistung verstärkt in Konkurrenz um die vorhandenen Energiereserven. Diese Tiere legen in der Früh-laktation eher an KM zu und zeigen eine deutlich geringere ML als besser konditionierte Färsen, die an KM abbauen (Fisher et al. 1983). Auch Mackle et al. (1996) bestätigen, dass bei schweren, besser konditionierten Erstlaktierenden mit hohen KM-Verlusten von Tag 30 bis 56 p.p. eine höhere ML, jedoch geringere Milchfett- und Milcheiweißmengen ermittelt werden können. Laut Daetz (2009) hat jedoch weder die Körperkondition der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Zeitpunkt der Kalbung noch die Änderung der RFD in diesem Zeitraum einen signifikanten Einfluss auf die zukünftige Milchleistung in den ersten 100 Laktationstagen.

Auch eine ad libitum Fütterung bzw. eine Ration mit erhöhter Energiedichte in der Trächtigkeit (Lacasse et al. 1993) bzw. peripartalen Zeitraum (Vandelaar et al. 1999, Janovick und Drackley 2010) hat keine signifikante Auswirkung auf die Milchleistung oder die Milchzusammensetzung, obwohl diese bei den hochtragenden Färsen mit einer höheren Körperkondition zum Partus einhergeht. Durch eine postpartale Erhöhung der Energiezufuhr, bedingt durch die Supplementierung von 2,8 % zusätzlichen Fettes, lässt sich die ML nur geringfügig um 1,5 kg/d steigern und das auch nur ab der 7. Wo p.p. (Grummer et al. 1995).

Ähnliche Ergebnisse erhielten auch Sklan et al. (1992), die bei Erstkalbinnen eine geringe ML-Steigerung in Abhängigkeit von der Art des Fettes nachweisen konnten. Ebenso führt auch ein antepartal höherer Proteingehalt zu keiner (Vandelaar et al. 1999) bzw. nur zu bedingter (Geiger 2007) Verbesserung der Milchmenge oder der Milchhaltsstoffe bei den Versuchsfärsen. Geiger (2007) konnte diesbezüglich eine um 388 kg höhere 100-Tage-Milchleistung bei der zusätzlichen Fütterung von Triticale und Harnstoff in den letzten sechs Wochen der Trächtigkeit beobachten. Eine Zusammenfassung der fütterungsbedingten Einflussfaktoren im letzten Trächtigkeitsdrittel auf die Milchleistung in der ersten Laktation erfolgt in Tab. 11-3 im Anhang.

Weitaus häufiger als die alleinige Betrachtung des Körperfettgehalts wurde der Einfluss der Körpermasse auf die ML thematisiert, da diese bei Jungkühen der wichtigere Faktor von beiden zu sein scheint (Tab. 2-12). Das Körpergewicht stellt dabei das primäre Beurteilungskriterium für die Färsenqualität dar (Staufenbiel und Rossow 1987a).

Dennoch empfehlen Staufenbiel und Rossow (1987a) zur Verbesserung der Färsenqualität als dynamische Komponente zusätzlich die Messung des Körperfettgehalts heranzuziehen. Zielführend ist die Aufzucht von Färsen mit einer hohen EKM bei gleichzeitig niedrigem Fettgehalt. Die Tatsache, dass nicht die RFD, sondern die KM der hochtragenden Färsen bereits sechs Wochen a.p. einen signifikanten Einfluss auf die ML ausübt, unterstreicht die vorherrschende Rolle einer optimalen Gewichtsentwicklung (Geiger 2007).

Auch zum Partus besteht nachweislich bei Erstkalbinnen eine positive Korrelation zwischen der EKM und der Milchleistung in der ersten Laktation (Fisher et al. 1983, Keown und Everett 1986, Staufenbiel et al. 1989b, Hoffman und Funk 1992, Hoffman 1997, Staufenbiel et al. 2004, Macdonald et al. 2005, Geiger 2007). Ein linearer Zusammenhang zwischen KM und ML ist zwischen 400 kg und 500 kg KM feststellbar. Eine um 1 kg höhere EKM geht in diesem Bereich mit einer 8 kg höheren Milchleistung einher (Staufenbiel und Rossow 1987a). Keown und Everett (1986) ermittelten eine optimale Einstiegsleistung für jene primiparen Rinder, die zum Partus ein Körpergewicht von 544 kg bis 567 kg und ein BCS von 3,5 aufwiesen.

Um negative Auswirkungen auf die Milchleistung zu verhindern, gibt die Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft als Richtwert eine KM zur Kalbung von 550 kg bis 600 kg an (DLG 2006). Analog dazu bestätigen mehrere Autoren, dass oberhalb einer EKM von 635 kg (Keown und Everett 1986), 658 kg (Waltner et al. 1993) bzw. 660 kg und einem BCS von 3,5 (Grummer et al. 1995) zum Zeitpunkt der Abkalbung die Milchleistung nicht mehr gesteigert werden konnte, sondern sogar ein Rückgang zu verzeichnen war. Staufenbiel und Rossow (1987a) sehen dies in einer Verfettung der Euteranlage bei überkonditionierten Färsen begründet. Anderen Autoren zufolge besteht dagegen gar kein (Pirlo et al. 1997) bzw. nur einen sehr schwachen (Markusfeld und Ezra 1993) Zusammenhang zwischen der EKM und

der zukünftigen ML und Milchzusammensetzung. Auch Markusfeld und Ezra (1993) stellten stattdessen einen signifikanten Einfluss der Körpergröße auf die Milchleistung mit einem signifikanten Anstieg des ML-Peak um 0,19 kg Milch je cm Körperhöhe fest. Diese Beobachtung konnte jedoch in der Studie von Geiger (2007) nicht bestätigt werden.

Tab. 2-12: Anzustrebende Körpermasse und Körperkondition zur Abkalbung und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Milchleistung bei Färsen und Kühen*

Autor	Kondition zum Partus		Auswirkung auf die Milchleistung
	EKM in kg	BCS	
Staufenbiel (1987a)	400 - 500	-	je ↑kg EKM ↑ ML (+8 kg)
Keown und Everett (1986)	544 - 567 > 635**	3,5 -	optimale ML ↓ ML
Hoffmann (1992)	opt. EKM mit	22 - 24 Mon.	optimale ML
Waltner, Mc Namara, Hillers (1993)	> 658** -	> 3,5 ↑ von 1 auf 2	↓ ML ↑ML (+619 kg)
Lacasse et al. (1993)	500 -	- > 3,8	optimale ML. neg. A.
Markusfeld und Ezra (1993)	je kg ↑ EKM je cm Höhe	- -	↑ ML-Peak (+0,013 kg) ↑ ML-Peak (+0,19 kg)
Grummer et al. (1995)	> 660**	> 3,5	↓ ML
Domeqc et al. (1997)	-	↑ um 1 in TSP	↑ ML (+545,5 kg)
Lammers (1999)	> 550	↑ um 1+in TSP passend zur KM	↓ ML (-300 kg/BCS-Punkt) -

** EKM mit Kalb, neg. A = negative Auswirkung, TG = Tiergesundheit

Die genannten Ergebnisse verdeutlichen, dass nicht allein das EKA, sondern vielmehr die Kombination aus Körperkondition, EKM, Größe, Rahmenentwicklung, Genetik und Aufzucht fütterung für die Höhe der Einstiegsleistung ausschlaggebend ist (Staufenbiel und Rossow 1987a, Dummer 2008). Folglich wird der Fokus der Forschung ebenso auf die Kälber- und Jungrinderentwicklung gelegt und einer optimalen Aufzuchtstrategie eine sehr große Bedeutung beigemessen.

Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter und der damit verbundenen Auswirkung auf die Gewichts-, Konditions- und Euterentwicklung der Jungrinder sowie der zukünftigen ML (Tab. 11-3). Primär im Mittelpunkt stehen dabei die Festlegung von optimalen Wachstumskurven und die damit verbundene Einstiegsleistung. Aus Tab. 11-3 im Anhang geht hervor, dass die Resultate der einzelnen Studien breit streuen und man in diesem Feld noch nicht zu einer einheitlichen Meinung gekommen ist.

Ursachen dafür werden in den Arbeiten von Macdonald et al. (2005) und Hoffmann et al. (1996) diskutiert. Auch Sejrsen und Purup (1997) sowie Janssen (2006) geben einen sehr umfassenden Überblick zum Themengebiet.

Ein Großteil der Autoren ist der Meinung, dass eine energiereiche Fütterung vor der Pubertät, verbunden mit exzessiven Wachstumsraten einen negativen Effekt auf das Euterparenchymwachstum (Silva 2002) und die spätere ML hat (Little und Kay 1979, Hoffman et al. 1996, Lammers et al. 1999, Radcliff et al. 2000, Goerigk 2011). Besonders im Bereich zwischen 90 kg und 300 kg übt eine zu schnelle Gewichtszunahme einen negativen Effekt auf die Euterentwicklung aus, da sich das Milchdrüsenwachstum doppelt so schnell wie das Körperwachstums vollzieht und empfindlich auf KM-Zunahmen reagiert (Sejrsen et al. 1982).

Einige Autoren vertreten dagegen den Standpunkt, dass moderate tägliche KM-Zunahmen in dieser Phase einen signifikant fördernden Einfluss auf das Euterwachstum haben, sofern ein bestimmter Grenzwert nicht überschritten wird (Sejrsen 1978, Sejrsen et al. 1982, Gardner et al. 1977). Dieser variiert je nach Studie jedoch sehr. Präpubertale tägliche Zunahmen oberhalb von 0,7 kg (Sejrsen und Purup 1997), 0,8 kg (Bouška et al. 2007) oder sogar 1,0 kg (Sejrsen et al. 1982, Lammers et al. 1999, Losand 2011) für Holstein Färsen führen zu einer signifikant geringeren Einstiegsleistung mit ML-Einbußen von 10 % bis zu 48 % (Sejrsen et al. 1982, Little und Kay 1979, Sejrsen und Purup 1997, Radcliff et al. 2000).

Dem widersprechen jedoch die Ergebnisse anderer Autoren, da in diesen Studien übermäßig hohe präpubertale Gewichtszunahmen von 0,8 kg bis 1 kg pro Tag nicht wachstumsdepressiv bzw. milchleistungshemmend wirken (Pirlo et al. 1997, Van Amburgh et al. 1998, Bouška et al. 2007). Im Gegensatz zu den genannten Fütterungsstudien untersuchten Bouska et al. (2007) an 2576 Jungrindern den Einfluss des natürlichen Wachstumsverhaltens bis zum 14. Lebensmonat auf die spätere ML. Jene Tiere mit dem schnellsten Wachstum erbringen zwar in der ersten Laktation, nicht aber in den Folgelaktationen, eine etwas höhere ML, einschließlich höheren Milchfett- und Milcheiweißgehalten.

Auf der anderen Seite ist in der Literatur beschrieben, dass eine energiereiche postpuberale Fütterung einen stärkeren Einfluss auf die spätere Milchleistung in der ersten Laktation hat, als jene vor der Pubertät (Van Amburgh et al. 1998, Abeni et al. 2000, Macdonald et al. 2005). Vor allem die Körperkondition und die KM zum Zeitpunkt der ersten Besamung korrelieren positiv mit der Milchleistung und der späteren Konditionsentwicklung in der ersten Laktation (Archbold et al. 2012). Bei gleichem EBA erbringen schwerere Färsen mit höheren täglichen Zunahmen eine höhere Milchleistung, bei gleicher EBM sind es die früh besamten Färsen mit 12 - 14 Monaten, die höhere Leistungen erzielen (Rudolphi et al. 2010). Ein gewisser Körperfettgehalt wird demnach als fördernd auf das Euterwachstum beschrieben

(Silva 2002) und kann sogar leistungssteigernd wirken (Sejrsen et al. 1982, Harrison RD 1983). Sejrsen et al. (1982) begründen dies damit, dass nach der Pubertät (320 kg - 400 kg KM) das Wachstum von Milchdrüse und Körper mit gleicher Geschwindigkeit ablaufen.

Allerdings raten auch einige Autoren von einer energiereichen Fütterung nach der Pubertät ab, da dadurch die Gefahr einer Verfettung der Euteranlage erheblich ansteigt (Staufenbiel und Rossow 1987a, Abeni et al. 2000) und die Insulinwirkung auf den Stoffwechsel in diesem Zeitraum stärker ausgeprägt ist als vor der Pubertät (Mlaouhi 2010). Ob die Einlagerung von Fettgewebe die Entwicklung der Milchdrüse tatsächlich hemmt, oder ob das Wachstum in der allometrischen bzw. isometrischen Phase der Euterentwicklung davon unberührt bleibt, ist umstritten. Auch ein inhibitorischer Effekt von extramammären Körperfett auf das Milchdrüsenwachstum wäre möglich (Sejrsen et al. 1982).

2.4.6 Körperkondition und Tiergesundheit

2.4.6.1 Stoffwechselfparameter bei Färsen und Erstkalbinnen

Insbesondere im peripartalen Zeitraum kann die begrenzte Energieverfügbarkeit zu einer erhöhten Belastung des Stoffwechsels führen und eine Reihe an gesundheitlichen Problemen nach sich ziehen. Einheitlich in der Literatur beschrieben ist das vermehrte Auftreten von metabolischen Störungen und anderen gesundheitlichen Problemen, vor allem bei Tieren mit Überkondition bzw. Übergewicht und starker postpartaler Lipolyse (Staufenbiel et al. 1987b, Gearhart et al. 1990, Lacasse et al. 1993, Grummer et al. 1995, Fürll et al. 1999, Roche et al. 2009). Prädestiniert sind vor allem verfettete Färsen, die im letzten Trächtigkeitsdrittel zu energiereich gefüttert werden und zum Partus einen BCS-Wert $> 3,5$ und eine EKM > 650 kg aufweisen (Grummer et al. 1995, Cassady et al. 2009). Ein hoher Körperfettgehalt geht bei diesen Tieren mit einer proportional höheren Leptinproduktion einher (León et al. 2004). Leptin wirkt hemmend auf die Trockensubstanzaufnahme, woraus wiederum eine überschießende Lipolysesteigerung resultiert.

In Kombination mit einer individuell geringen Anpassungsfähigkeit an die NEB (Kaske et al. 2013) sind sinkende Glukose-, Albumin- und IGF-1-Konzentrationen, eine starke Anflutung von NEFA in der Leber sowie ein Anstieg von BHB im Zuge einer ausgeprägten Ketogenese die Folge (Staufenbiel et al. 1987b, Coppock 1985, Domecq et al. 1997). Dadurch ist das Risiko, am Fettmobilisationssyndrom zu erkranken, erhöht. Primipare Tiere scheinen im Vergleich zu mehrlaktierenden Kühen jedoch weniger anfällig zu sein. Trotz der geringeren Trockensubstanzaufnahme und der antepartal früher einsetzenden Lipolyse zeigen Erstlaktierende einen größeren Toleranzbereich für hohe NEFA- und BHB-Gehalte (Grummer et al. 2004, Ackermann et al. 2013a). Als Ursache für die oftmals nur mäßig erhöhten BHB-Werte wird ein geringeres Energiedefizit infolge niedrigerer Milchleistungen vermutet (Hoops 2007).

Weiterhin tritt der Peak der Konzentration an NEFA und Harnstoff postpartal bei den primiparen Kühen etwas früher ein und es bestehen positive Korrelationen dieser beiden Parameter mit der Milchleistung. Bei den älteren, mehrlaktierenden Kühen ist stattdessen ein negativer Zusammenhang zwischen der Milchleistung und BHB nachweisbar und Harnstoff korreliert stärker mit der Körperkondition (Wathes et al. 2007).

Die im Rahmen weiterer Studien ermittelten Unterschiede im Hormon- und Metabolitenhaushalt zwischen primiparen und multiparen Tieren (Evertz 2006, Wathes et al. 2007, Hoops 2007, Heckel 2009, Daetz 2009, Sander 2010, Wilke 2011, Ackermann et al. 2013b) sind in der Tab. 2-13 zusammengefasst:

Tab. 2-13: Unterschiede im Hormon- und Metabolitenhaushalt von Färsen im peripartalen Zeitraum im Vergleich zu mehrlaktierenden Kühen

Serumparameter	Vergleich Färsen – Kühe			mögliche Ursachen der Abweichungen bei Färsen	Autor
	10d a.p.	1-3d p.p.	28d p.p.		
Energiestoffwechsel					
NEFA	↑	↓(↑)	↓	Konditionsabbau a.p. früher	Daetz, Evertz, Hoops, (Wilke), Ackermann
BHB	↓	↓(=)	↓	↓ML, daher ↓ Energiemangel	Daetz, Evertz, Heckel, Hoops, Sander, (Wilke),
Glukose	↑	↑	↑	↓ML, ↑ Geburtsstress	Evertz, Hoops, Sander, Ackermann
Proteinstoffwechsel					
Harnstoff	↓	↓	↓	↓ML, ↓ Proteinabbau	Daetz, Heckel, Hoops
Gesamtprotein	↓	↓	↓		Evertz, Hoops
Albumin	=	=	=		Evertz
Leberstoffwechsel					
Bilirubin	= (↓)	↑/(↓)	=		Evertz, Heckel, Hoops, (Daetz, Sander), Acker
Cholesterin	↓	↑	↓	↓ Futtermittelaufnahme	Daetz, Evertz, Heckel, Hoops, Ackermann
GLDH	↓	↓	=	↓ ML, ↓ p.p. Lipolyse,	Daetz, Evertz
AST	=/↓	=/↓	=/↓	Leberstoffwechsel weniger belastet	Hoops/ Evertz
GGT	↓	=	↓		
Mineralstoffwechsel					
Ca	↑/↓	↑/↓	↑/↓	betriebsspez. Fütterung, ↓ML	Daetz, Ebertz, Heckel, Hoops
P	↑/↓	↑/=	↑/=	betriebsspez. Fütterung	Daetz, Evertz, Heckel, Hoops
Mg	↑/↓	↓/=	↑/↓	betriebsspez. Fütterung	Daetz, Evertz, Heckel, Hoops
Muskelstoffwechsel					
CK	↑	↓/(↑)	↑	↑Dystokie/ Belastung erstgravider Uterus	Daetz, Heckel, Hoops, (Evertz), Ackermann
Sonstige					
AP	↑	↑	↑	Belastung erstgravider Uterus,	Evertz
LDH	↑	↑	↑	Belastung erstgravider Uterus	Evertz
IGF-1	↑ (=)	= (↑)	= (↑)	geringere ML, ↑ Nährstoffdichte Futter?	Heckel, Taylor (Sander)
Insulin	↓ (↑)	↑	↓	keine neg. Korrelation zur ML	Heckel, (Sander)

↑ höhere Werte, ↓ niedrigere Werte, = keine Unterschiede im Vergleich zu pluriparen Kühen

2.4.6.2 Energiebilanzparameter bei Färsen und Erstkalbinnen

Insbesondere Färsen bzw. Erstlaktierende zeigen nachweislich im geburtsnahen Zeitraum erhöhte Stesswerte sowie eine erhöhte Stoffwechselbelastung, auch bei klinisch gesunden Tieren (Ackermann et al. 2013b, Finn 2014). Eine Kontrolle des antioxidativen Status ist daher zu empfehlen, da Mangelzustände die Erkrankungsinzidenz unmittelbar post partum begünstigen (Finn 2014).

Die Prädispositionen bestimmter Krankheiten manifestieren sich bereits frühzeitig auf metabolischer Ebene. Daher können erhöhte Werte an NEFA, BHB, Bilirubin sowie niedrige Werte an Albumin, Cholesterol und Kalzium bei Erstlaktierenden für die Frühdiagnostik von Stoffwechselbelastungen herangezogen werden (Euler 2009, Ackermann et al. 2013b, Finn 2014). Die frühzeitige Überwachung der genannten Parameter ist vor allem bei überkonditionierten Färsen sinnvoll, da bei diesen Tieren nachweislich höhere Werte an NEFA, BHB und Bilirubin beobachtet wurden (Daetz 2009, Goerigk 2011, Finn 2014).

Vor diesem Hintergrund nimmt die tägliche Bewertung der energetischen Situation eine zentrale Bedeutung für die Erhaltung eines stabilen Gesundheitsstatus der Erstkalbinnen ein. Neben der direkten Körperkonditionsmessung (RFD, BCS, KM) untersuchten mehrere Autoren den praxistauglichen Einsatz weiterer Energiebilanzparameter, die in engem Zusammenhang mit den ablaufenden Konditionsveränderungen stehen (Heuer et al. 1999, León et al. 2004, Buttchereit 2011, Goerigk 2011).

Der **Fett-Eiweiß-Quotient** (FEQ) in der Milch kann in der Früh-laktation als einfaches und kostengünstiges Hilfsmittel herangezogen werden, um die Ausprägung der Lipomobilisation und der NEB zu erfassen (Roche et al. 2009, Toni et al. 2011, Buttchereit 2011). Heuer, Schukken und Dobbejaar (1999) schätzten den FEQ in der Milch sogar als weitaus zuverlässiger in Bezug auf die Feststellung von Energiemangelzuständen und Erkrankungen ein als den BCS bzw. die Abnahme des BCS. Insbesondere in den ersten 100 Laktationstagen, in denen hohe Korrelationen mit der Energiebilanz bestehen (Kupsch 2005), ist dieser besser geeignet als die Messung der Trockensubstanzaufnahme oder die separate Bestimmung des Fett- und Eiweißgehaltes (Buttchereit 2011).

Ein starkes postpartales Energiedefizit, verbunden mit einer ausgeprägten Lipolyse, geht mit signifikant geringeren Milcheiweiß- bzw. erhöhten Milchfettgehalten einher. Wie in Abb. 2-9 ersichtlich, kann der höchste FEQ mit Werten $> 1,5$ in den ersten Tagen nach der Kalbung gemessen werden, bevor die Werte langsam abfallen und um den 90. Laktationstag bei 1,1 stagnieren. Bei primiparen Kühen werden hierbei zum Teil geringere Werte ermittelt als bei Kühen höherer Laktationen (Buttchereit 2011, Abb. 2-9).

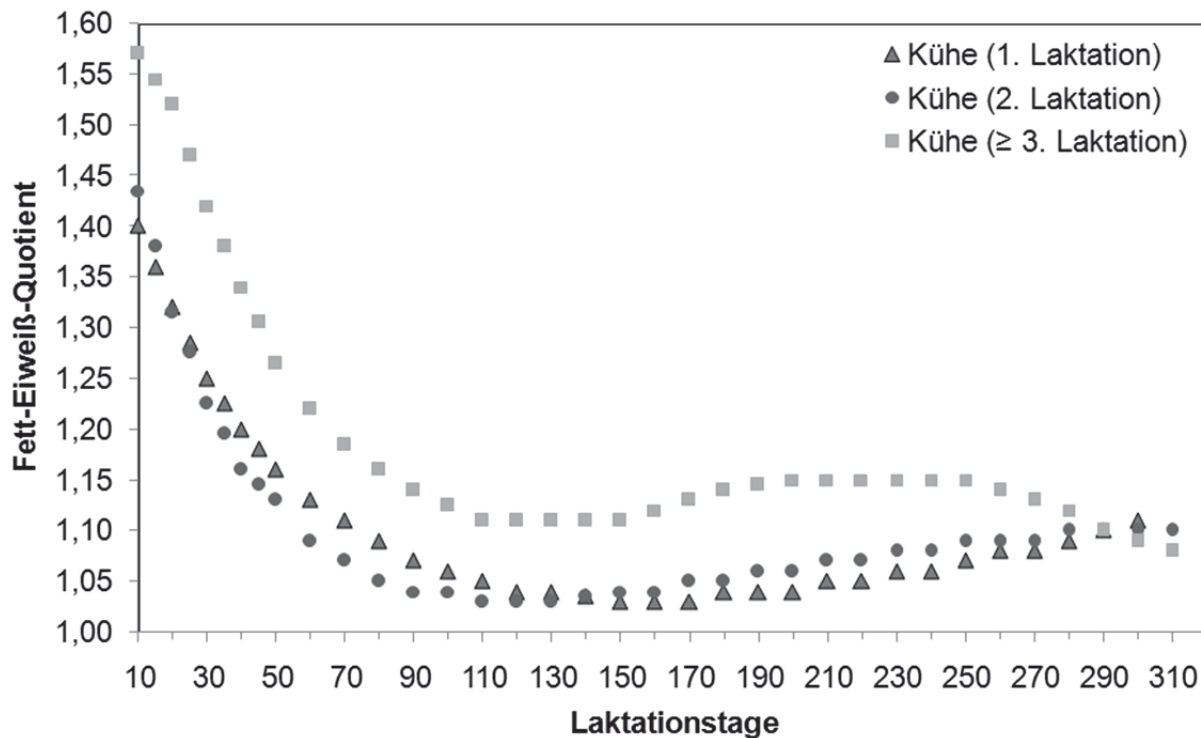


Abb. 2-9: Laktationskurve des Fett-Eiweiß-Quotienten für Kühe der 1./ 2./ 3+ Laktation (modifiziert nach Buttchereit 2011)

Ein FEQ > 1,5 oder < 1,0 in der Frühlaktation zeigt ein starkes Energiedefizit an und erhöht das Risiko für Erkrankungen (Heuer et al. 1999, Fischer et al. 2011). Schoepke et al. (2013) konnten einen erniedrigten FEQ vor allem bei Färsen feststellen, bei denen eine Laminitis diagnostiziert worden war. Zudem besteht nachweislich eine erhöhte Inzidenz an Nachgeburtsverhaltung, Metritis und Labmagenverlagerung bei Milchrindern mit einem FEQ > 2 (Toni et al. 2011) sowie ein gehäuftes Auftreten von Lahmheit, Mastitis und Ovarialzysten bei einem FEQ > 1,5 (Heuer et al. 1999). Auch andere Autoren ermittelten einen signifikanten Zusammenhang zwischen einem erhöhten (Brade et al. 2008, Roche et al. 2009, Toni et al. 2011) bzw. einem erniedrigten FEQ (Bergk und Swalve 2011) und einer erhöhten Abgangsrate, insbesondere bei Erstkalbinnen.

In Ergänzung zu den bisherigen Erkenntnissen auf phänotypischer Ebene untersuchten Buttchereit et. al (2011) in ihrer Studie den genetischen Zusammenhang zwischen der Energiebilanz und dem FEQ ($r = -0,62$ an Tag 15 p.p.) und ermittelten eine Heritabilität des FEQ von 0,5 zu Beginn der Laktation. Sie kamen zu der Auffassung, dass durch eine züchterische Selektion auf einen optimalen FEQ die Krankheitsanfälligkeit gesenkt und die Stoffwechselgesundheit von Hochleistungskühen positiv verbessert werden könnte. Da die höchsten Korrelationen (> 0,98) an den Tagen 15, 30 und 45 p.p. nachgewiesen wurden, ist eine Selektion auf das gewünschte Merkmale zu Laktationsbeginn am sinnvollsten.

Neben dem FEQ sind auch die **Leptin- und IGF-1-Konzentrationen** bei Färsen als Parameter der Energiebilanz geeignet. Da Leptin dynamischer ist als der BCS allein, kann es laut Leon et.al (2004) sowohl als Indikator für die Ausprägung des Körperfetts als auch zur Abschätzung eines guten Ernährungsstatus bei Färsen herangezogen werden. Die Autoren stellten in ihrer Studie an 19 zweijährigen Färsen fest, dass Leptin positiv mit IGF-1, Insulin, dem BCS und der KM korreliert ist. In Zeiten einer Energierestriktion fällt Leptin mit abnehmenden BCS-Werten ebenfalls ab bzw. steigt in Zeiten höherer Energieverfügbarkeit auch wieder an. Auch Chelikani et al. (2009) konnten für Leptin einen synchronen Verlauf sowohl zur Trockensubstanzaufnahme, als auch zu KM- und RFD-Änderungen nachweisen und erklären 40 % der Leptinvariationen über diese drei Faktoren. Im Vergleich zu pluriparen Kühen weisen primipare Tiere a.p. höhere Leptinkonzentrationen auf, die in einem stärkeren Zusammenhang zur Körperkondition stehen (Wathes et al. 2007).

Positive Beziehungen bestehen auch zwischen IGF-1 und der Körperkondition. Goerigk (2011) beschreibt IGF-1 als geeigneten Indikator für die Energieversorgung der Färse. Niedrigere Werte a.p. bzw. höhere Werte p.p. treten vor allem bei jenen Färsen auf, die intensiv aufgezogen wurden und zur Kalbung besser konditioniert sind (Vandehaar et al. 1999, Goerigk 2011, Chelikani et al. 2009). Auch Tiere, die in der ersten Laktation erkrankten weisen a.p. niedrigere IGF1- Werte auf (Sander 2010).

Eine weitere Möglichkeit, die Prädisposition für metabolische Erkrankungen bei Färsen und Erstkalbinnen abzuschätzen, ist die Bestimmung des Revised Quantitative Insulin Sensitivity Check Index“ (**RQUICKI**, Goerigk 2011). Dieses Analysemodell wird bei Kühen bereits seit einigen Jahren zur Bestimmung der peripartal auftretenden Insulinsensitivität angewendet. Berechnet wird der RQUICKI-Wert aus den Serumkonzentrationen von Glukose, NEFA und Insulin. Niedrige Indexwerte zeigen eine verminderte Insulinsensitivität an. Goerigk (2011) stellte in ihren Untersuchungen an 45 Färsen fest, dass der RQUICKI antepartal signifikant negativ mit der RFD korreliert. Insbesondere intensiv aufgezogene Färsen mit einer höheren RFD zur Kalbung wiesen bereits im antepartalen Zeitraum niedrigere Werte auf. Daraus schloss sie, dass für verfettete Tiere ein höheres Risiko besteht, postpartal eine Insulinresistenz und unter Umständen metabolische Erkrankungen zu entwickeln.

2.4.6.3 Erkrankungen bei Färsen und Erstkalbinnen

Die Zusammenhänge zwischen dem Körperkonditionszustand und der Erkrankungsinzidenz von Stoffwechsel-, Euter- und Klauenerkrankungen sind für pluripare Tiere bereits intensiv erläutert. Ein umfassenden Überblick hierzu geben Roche et al. (2009) sowie Bewley und Schulz (2008). Jene für primipare Kühe werden im Folgenden erläutert:

Ketose

Übereinstimmend wird ein erhöhtes Ketoserisiko mit steigender Körperkondition aber auch bei sehr mageren Tieren beschrieben. Staufenbiel et al. (2007) berichteten über die höchste Inzidenz bei Tieren, die zum Partus eine RFD > 28 mm und in der Vorbereitungsperiode mehr als 3 mm an RFD abgebaut haben. Erhöhte NEFA-Konzentrationen sind dabei signifikant mit der postpartalen Inzidenz an Ketose assoziiert und am besten zur Einschätzung des Risikos dieser Krankheit geeignet (Sander 2010). Betrachtet man nun die ketoseassoziierten Serumparameter in Abhängigkeit von der Intensität der präpubertalen Fütterung, so fallen bei Jungkühen mit einer sehr energiereichen Fütterung, infolge einer erhöhten Trockensubstanzaufnahme, KM und RFD, peripubertal höhere Glukose-, Insulin-, Leptin- und IGF-1-Werte sowie ein geringerer Gehalt an NEFA auf (Chelikani et al. 2009, Sander 2010). Auch Goerigk (2011) erhielt ähnliche Ergebnisse. Sie konnte feststellen, dass die Färsen bei einer intensiven Aufzucht fütterung vom 4. Monat bis zur Konzeption antepartal größer und besser konditioniert sind als normal bzw. restriktiv aufgezogene Tiere und postpartal eine höhere Fettmobilisation zeigen. Eine Woche a.p. sind bei diesen Tieren signifikant geringere IGF-1 Konzentrationen bzw. signifikant höhere Insulin- und NEFA-Werte und vier Wochen p.p. erhöhte NEFA- und Bilirubinkonzentration nachweisbar. Dies spricht für eine stärkere Belastung des Stoffwechsels.

In Hinblick auf die genetischen Zusammenhänge besteht nachweislich zwischen der KM bzw. der Änderung der KM und dem Ketoserisiko eine hohe genetische Korrelation ($r = 0,51$ bzw. $0,7$). Erstere ist am stärksten am 60. d p.p. ausgeprägt, wohingegen KM-Veränderungen vor allem vom 5. d bis 20. d nach der Kalbung den größten Einfluss auf die Ketoseinzidenz nehmen (Frigo et al. 2010). Auch zwischen dem BCS von primiparen Tieren und Ketose bzw. LMV bestehen auf genotypischer Ebene moderate negative Korrelationen ($r = -0,44$). Dünne Erstkalbinnen sind nachweislich anfälliger für Stoffwechselerkrankungen (Loker et al. 2012). Ebenso wurde bei Untersuchungen an Färsen eine positive genetische Korrelationen ($r = 0,16$) zwischen der Energiebilanz und der Stoffwechselgesundheit festgestellt. Dies verdeutlicht, dass für eine stabile Stoffwechselgesundheit eine Selektion auf einen hohen energetischen Zuchtwert unabdingbar ist (Buttchereit 2011).

Dislocatio abomasi

Fürll, Dabbagh und Jakel (1999) stellten in ihrer Studie den signifikanten Einfluss der Körperkondition auf die Tiergesundheit fest. Demnach erkrankten überkonditionierte Kühe mit einer RFD > 30mm, insbesondere aber Erstkalbinnen nach Schweregeburten mit Bullenkälbern, häufiger an einer Dislocatio abomasi (DA). Gleichzeitig litt fast die Hälfte der erkrankten Färsen zusätzlich an einer Mastitis oder zeigte eine Retentio secundinarum. Auch Lacasse et al. (1993) und Goerigk (2011) bestätigen, dass Färsen, die nach der Pubertät eine ad-libitum-Fütterung erhielten und dadurch eine höhere Körperkondition erreichten, nach der Abkalbung vermehrt an einer DA erkrankten. Andere Autoren konnten dagegen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Körperkondition (Evertz 2006, Sander 2010) bzw. der antepartalen Fütterung (Vandehaar et al. 1999) und der erhöhten Inzidenz an DA ermitteln.

Metritis, Retentio secundinarum

Während einige Autoren keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Körperkonditionszustand im peripartalen Zeitraum und der Inzidenz von Retentio secundinarum (NGV) und Metritis bei Kühen und Färsen sehen (Gearhart et al. 1990, Waltner et al. 1993, Euler 2009), stellte Evertz (2006) vermehrte Puerperalstörungen und Ovarialzysten bei jenen Färsen fest, die in der Vorbereitungsperiode wenig Fett mobilisieren. Auch Roche et al. (2009) sind der Meinung, dass sowohl eine Unterkondition als auch starke Konditionsverluste p.p. das Risiko für Uterusinfektionen erhöhen. Der damit verbundene Anstieg an Ketonkörpern korreliert wiederum negativ mit der Kontraktilität der glatten Muskulatur. Dies hat wiederum eine Uterusatonie und somit auch eine verzögerte Uterusrückbildung zur Folge (Staufenbiel et al. 1987b). Euler (2009) hat in diesem Zusammenhang Grenzwerte für BHB ($\geq 0,69$ mmol/l), AST ($\geq 80,8$ U/l) und Albumin ($\geq 80,8$ U/l) am ersten Tag p.p. ermittelt, anhand derer sie ein erhöhtes Risiko für Metritiden bei pluriparen Kühen sieht.

Mastitis

Über die Zusammenhänge zwischen der Energiebilanz und der Inzidenz von Mastitis liegen nur sehr wenige Erkenntnisse vor (Roche et al. 2009). Das norwegische Forscherteam um Valde (2007) führte in Herden mit unterschiedlichem Mastitisrisiko Konditionsmessungen durch. Sie konnten nachweisen, dass ein geringerer BCS-Wert im peripartalen Zeitraum in einem signifikanten Zusammenhang mit einer geringeren Mastitisrate steht. Glindemann (2006) stellte in seiner Untersuchung tendenziell geringere RFD- und IGF-1-Werte bei gesunden Kühen im Vergleich zu mastitiskranken Kühen fest. Auch die Untersuchung von Loker et al. (2012) an über 13.000 Erstlaktierenden zeigte eine höhere Inzidenz an Mastitis

(10,4 % vs. 8,5 %) bei Tieren mit einem BCS > 2 im Vergleich zu Tieren mit einem BCS ≤ 2. Allerdings lag der Fokus der Studie auf den genetischen Zusammenhängen. Die Autoren ermittelten für die gesamte Laktation eine starke negative genetische Korrelation zwischen dem BCS und Mastitis ($r = -0,7$) und postulieren, dass Tiere mit einem geringen BCS für Eutererkrankungen stärker anfällig sind. Buttchereit (2011) sieht dagegen keine Korrelation zwischen den Zuchtwerten für Energiebilanz bzw. FEQ und jenen für Eutergesundheit. Auch Little und Kay (1979) konnten eher einen Zusammenhang zur Höhe der Milchleistung als zur Körperkondition feststellen. Sie fanden heraus, dass Färsen, die intensiv aufgezogen wurden und infolgedessen eine geringere Milchleistung erbrachten, auch seltener an Mastitis erkrankten.

Klauenerkrankungen

Ähnlich wie bei den mehrlaktierenden Kühen treten auch bei Färsen und Erstkalbinnen nachweislich deutliche Zusammenhänge zwischen Erkrankungen der Klauen und den verschiedenen Körperkonditionsmerkmalen auf (Capion et al. 2008, Daetz 2009, Schoepke et al. 2013, Weber 2013).

Insbesondere Erstlaktierende, die in der Früh-laktation stark an Körperkondition abnehmen, zeigen signifikant häufiger Klauenprobleme (Daetz 2009). Sohlenulzerationen und eine Dermatitis digitalis werden dabei vor allem bei unterkonditionierten Tieren mit einem BCS < 2,5 am konditionellen Tiefpunkt beobachtet (Schoepke et al. 2013). Auch die Tatsache, dass die höchste Inzidenz an Laminitis bei Erstlaktierenden zwischen dem 50. und 100. Laktationstag auftritt, lässt einen Zusammenhang zur postpartalen Lipolyserate und zu etwaigen Spätfolgen des ersten Laktationseintritts vermuten (Daetz 2009, Schoepke et al. 2013). Antepartale Konditionsveränderungen haben bei hochtragenden Färsen dagegen keinen signifikanten Einfluss auf die Prävalenz von Klauenerkrankungen (Daetz 2009).

Ebenso wird der Zusammenhang zur Größe und zum Gewicht der Färsen in der Literatur beschrieben. Bereits im Jahr 1979 wiesen Little und Kay (1979) eine Laminitis vor allem bei schwereren Färsen nach, die in der Aufzuchtperiode mehr als 1 kg/d zunahmen. Auch 34 Jahre später stellten Schoepke et al. (2013) fest, dass schwere Tiere (> 550 kg) öfter an einer Laminitis und an Weißen-Linie-Defekten erkrankten, leichte Tiere (< 500 kg) dagegen eher einen Limax entwickeln. Die Autoren untersuchten intensiv subklinisch und klinisch auftretende Klauenerkrankungen bei insgesamt 1.962 Färsen aus sieben Herden in Norddeutschland, gekoppelt mit regelmäßigen Größe-, Gewichts- und Körperkonditions-messungen. Weber (2013) beobachtete eine erhöhte Anfälligkeit für Klauenerkrankungen bei schweren, großen Färsen und begründet dies mit der positiven genetischen Korrelation, die zwischen der Klauengesundheit und dem Körpergewicht nachweisbar ist. Chapion, Thamsborg und Enevoldsen (2008) konnten mit Hilfe ihrer dänischen Studie an

122 hochtragenden Färsen belegen, dass bei gering konditionierten Färsen vermehrt eine „cow-hocked-conformation“ auftritt, welche wiederum mit einem signifikant gehäuften Auftreten von Sohlenhämmorrhagien assoziiert ist. Ein Anstieg des BCS um einen Punkt senkte die Prävalenz der „cow-hocked-conformation“ um 0,17.

Die Ergebnisse mehrerer Autoren verdeutlichen, dass für Klauenerkrankungen im Allgemeinen keine einheitlichen Zusammenhänge bestehen, sondern je nach Erkrankung zum Teil gegensätzliche Assoziationen zur Körperkonditionszustand nachweisbar sind. Diese liegen laut Schoepke et al. (2013) auch in der Ätiologie der Krankheit begründet. Nichtinfektiöse Klauenerkrankungen treten demnach primär in Abhängigkeit von Größe und Gewicht der Tiere auf, wohingegen für alle anderen Krankheiten eher ein Zusammenhang zur Körperkondition nachweisbar ist.

Klauenprobleme und Lahmheiten, die bereits antepartal auftreten und auch während der ersten Laktation weiter bestehen bleiben, haben vor allem bei Erstkalbinnen einen signifikant negativen Einfluss auf die Milchleistung, Fruchtbarkeit, den Gesundheitsstatus und die Abgangsrate (Orgel 2010, Schoepke et al. 2013). Für eine langfristige Verbesserung der Klauengesundheit von Jungkühen, die eine allgemeine Reduktion der Anfälligkeit für Klauenprobleme mit einschließt, scheint die Genetik ein geeigneter Ansatzpunkt zu sein. Einerseits ist die direkte züchterische Beeinflussung der Klauengesundheit möglich, da diverse moderate Heritabilitäten innerhalb des Komplexes Klauengesundheit nachgewiesen wurden. Diese werden ausführlich in der Veröffentlichung von Weber (2013) diskutiert. Da die Klauengesundheit zudem genetisch mit der Gliedmaßenstellung assoziiert ist, kann diese als Indikator für eine gute Klauengesundheit genutzt werden (Weber 2013). Andererseits kann auch eine Selektion auf einen guten Zuchtwert für den FEQ in Betracht gezogen werden, da nachweislich auch eine Korrelation zwischen dem Zuchtwert für den FEQ und jenem für Klauengesundheit besteht (Buttchereit 2011).

Abgänge

Übereinstimmend werden in der Literatur Fruchtbarkeits-, Euter- und Klauenprobleme, gefolgt von mangelnder Milchleistung und Stoffwechselproblemen als Ursachen für das vorzeitige Ausscheiden von primiparen Kühen aus der Herde genannt (Fetrow et al. 2006, Kesting 2006, Wangler et al. 2009, Dummer 2008, Brade et al. 2008, Bell et al. 2010, Brickell und Wathes 2011, Harms 2012, Naumann 2013, VIT 2015).

Häufiger als bei pluriparen Tieren scheint bei Erstkalbinnen primär eine mangelnde Fruchtbarkeitsleistung Probleme zu bereiten. Das Abgangsrisiko ist bei Färsen nachweislich positiv mit der Anzahl an Aborten und anovulatorischen Intervallen und negativ mit der Konzeptionsrate assoziiert (Bach 2011). Als Ursachen hierfür werden die im Zusammenhang mit einem erhöhten Geburtsstress und einer energetischen Unterversorgung auftretenden

Stoffwechselabweichungen genannt (Ackermann et al. 2013a). Daher bergen vor allem die ersten 60 Laktationstage für die Erstkalbinnen ein erhöhtes Abgangsrisiko (Kesting 2006, Bach 2011), sodass der Prozentsatz jener Tiere, die die zweite Laktation erreichen, oftmals bei weniger als 75 % liegt (Brade et al. 2008, Dummer 2008, Römer 2011, Brickell und Wathes 2011). Zudem ist der Anteil an freiwilligen Merzungen infolge schlechter Milchmengenleistungen bei Erstlaktierenden im Vergleich zu Kühen höherer Laktation deutlich größer (Kesting 2006, Ackermann et al. 2013b).

Auf die Körperkondition als möglichen Einflussfaktor für das frühzeitige Ausscheiden aus der Herde wird in der Literatur in den letzten Jahren vermehrt hingewiesen. Ackermann et al. (2013a) eruierten bei dünnen Färsen mit einer mittleren RFD von 16 mm zu Beginn der Vorbereitungsperiode neben einer signifikant geringeren Milchleistung und einem tendenziell höheren Besamungsaufwand je Tier die kürzeste Nutzungsdauer mit weniger als zwölf Monaten. Im Gegensatz dazu weisen andere Autoren darauf hin, dass auch eine Überkondition negativ mit der Abgangsrate assoziiert ist. Schröder (2000) konnte die geringsten Abgänge bei Kühen mit einer moderaten RFD von 15 mm bis 19 mm sowie eine positive Korrelation zwischen RFD und Merzungsrisiko nachweisen. Auch Staufenbiel et al. (2007) beobachteten bei Färsen mit einer RFD > 22 mm zum Partus und jenen Erstlaktierenden, die in den ersten Wochen p.p. mehr als 5 mm RFD abbauten, signifikant höhere Abgangsrate von bis zu 30 %.

Rudolphi (2010) ermittelte einen Zusammenhang zwischen der Aufzuchtintensität und dem Abgang aus der Herde. Färsen mit einer Erstbesamungsmasse > 450 kg und täglichen Zunahmen > 900 g zeigen hierbei die höchsten Abgangsrate in der ersten Laktation. Bach (Bach 2011) beobachtete dagegen, dass Färsen mit täglichen Zunahmen < 700 g in den ersten zwei Lebensmonaten nicht die zweite Laktation erreichten. Einen signifikanten Zusammenhang zur KM konnte er dagegen nicht feststellen. Auch Steinhöfel (2009) konnte nachweisen, dass verfettete Färsen mit einer RFD > 29 mm und alte Färsen mit einem EKA > 28 Monaten die höchsten Verluste in der ersten Laktation mit Abgangsrate von 37 % zeigen. Kesting (2006) bestätigt dies und gibt ein 0,65 % erhöhtes Risiko für einen vorzeitigen Abgang aus der Herde je Monat höheren EKA an. Eine längere Nutzungsdauer wird dagegen bei Färsen beobachtet, bei denen peripartal eine RFD < 20 mm (Abb. 2-10) sowie bereits a.p. ein stabilerer Energiestoffwechsel (\uparrow Insulin, \downarrow FFS, \downarrow Lactat) nachweisbar ist (Ackermann et al. 2010).

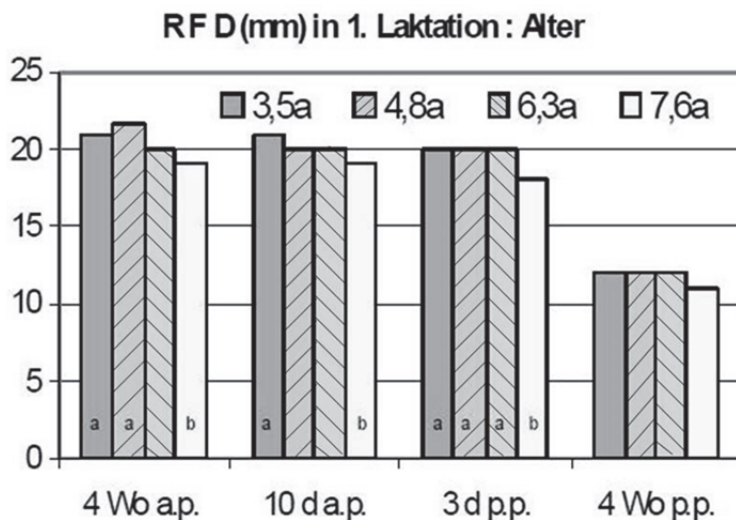


Abb. 2-10: Nutzungsdauer (in Jahren) von Erstlaktierenden in Abhängigkeit von der RFD im peripartalen Zeitraum (Ackermann et al. 2010)

Den entscheidenden Einfluss auf das Abgangsrisiko hat dabei nicht allein das Produktions- und Leistungsniveau einer Herde, sondern vielmehr das Gesamtmanagement des Betriebes (Brade et al. 2008, Rudolphi 2012). Die regelmäßige Kontrolle der Körperkondition könnte demnach zur Senkung der Abgangsraten bei Jungkühen beitragen. Mahlow-Nerge (2012) empfiehlt diesbezüglich mindestens fünf Konditionsmessungen bis zur Abkalbung. Laut Ackermann et. al (2013b) können auch bei Jungkühen Abweichungen bestimmter Serumparameter als Screening-Parameter für ein erhöhtes Abgangsrisiko im peripartalen Zeitraum genutzt werden. Dazu zählen erniedrigte Cholesterol- und Albuminwerte sowie erhöhte NEFA- und Bilirubinkonzentrationen.

Laut Pieper (2010) ist auch die Zucht auf einen hohen Zuchtwert für Milchleistung in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit empfehlenswert. Bei diesen Tieren ermittelte die Autorin nicht nur eine längere Nutzungsdauer, sondern gleichzeitig auch eine geringere RFD im Vergleich zu Tieren mit einem niedrigen Zuchtwert. Daraus schließt sie, dass hohe Milchleistungen infolge hoher Zuchtwerte, gekoppelt mit einer genetisch bedingten geringen Anlage der Körperfettreserven, auf natürliche Weise eine Verfettung der Tiere verhindert. Auch Staufenberg, Rossow und Jakobi (1987b) sind der Auffassung, dass das Hauptaugenmerk auf die züchterische Reduktion der postpartalen NEB gelegt werden sollte, da diese als zentrales Bindeglied ursächlich für das Auftreten der verschiedenen postpartalen Fruchtbarkeits- und Gesundheitsstörungen verantwortlich ist. Da die Vererbbarkeit und direkte züchterische Beeinflussung vieler Erkrankungen jedoch gering ist, sollte der Optimierung von Halte- und Fütterungsbedingungen eine besondere Bedeutung beigemessen werden (Pieper 2010, Butchereit 2011).

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungszeitraum

Die Probenentnahme wurde im Zeitraum vom 09.04.2012 bis 28.03.2013 durchgeführt. Weitere Datenaufzeichnungen fanden noch bis Ende Dezember 2013 statt.

3.2 Untersuchungsbetrieb

3.2.1 Allgemeine Betriebsdaten

Als Untersuchungsbetrieb dient ein Milchviehbetrieb in Mecklenburg-Vorpommern, der zu Versuchsbeginn einen Bestand von 2177 Milchkühen und 1472 Jungtieren umfasst. Die Färsen stammen aus eigener Aufzucht. Die Remontierungsrate liegt bei 28 %. Der Milchviehsektor des Betriebes produziert jährlich 20 Millionen kg Milch. Im Jahr 2012 liegt die Durchschnittsleistung der Erstlaktierenden bei 28 kg pro Tier und Tag mit einem Milchproteingehalt von 3,3 %, einem Milchfettgehalt von 3,9 %. Je nach Leistung werden die Kühe zwei- oder dreimal täglich im Dreischichtsystem in zwei Side-by-Side-Melkständen gemolken. Abkalbungen finden das ganze Jahr über statt, mit einem Höhepunkt im August und September. Die durchschnittliche Totgeburtenrate der Erstkalbinnen des Betriebes liegt bei 9 % - 11 %. Der Anteil an Zwillingsgeburten bei den primiparen Tieren beträgt 2 %. Die mittlere Kälberverlustrate bei den Färsen liegt mit 2 % unter dem empfohlenen Wert von 5 % (Fischer et al. 2011).

3.2.2 Gruppierung und Haltung

Ab dem 180. Trächtigkeitstag sind die Färsen in betonbefestigten Liegeboxen-Laufställen mit getrocknetem Gülleseparat untergebracht. Nach der Durchführung einer funktionellen Klauenpflege durch den betriebseigenen Klauenpfleger sowie einer kombinierten Vakzinierung gegen Rota-/ Coronaviren und E. coli werden die hochtragenden Färsen zwei Wochen vor dem errechneten Kalbedatum (ab dem 259. Trächtigkeitstag) in den Transitstall, einen befestigten Laufstall mit Sandliegeboxen und separaten Melkstand, eingestallt. Die Aussortierung erfolgt einmal wöchentlich. Dort erhalten die Färsen in einer von den Kühen abgetrennten Close-up-Gruppe bis zur Kalbung eine energiereichere Vorbereitungs-fütterung. Nach der Abkalbung erfolgt die Überwachung der erst- und mehrlaktierenden Kühe in getrennten Gruppen bis etwa 14 Tage p.p.. Jeden Morgen wird der Allgemeinzustand der Frischmelker geprüft und dabei insbesondere auf Fieber, Anzeichen für Ketose und Gebärpause sowie auf Milchleistungsabfall und abnormales Puerperalverhalten geachtet. Bei guter Uterusinvolution und entsprechender Einstiegsleistung erfolgt 10 d bis 20 d p.p. die Umstallung der Färsen aus dem Transitstall in eine der drei Erstlaktierendengruppen.

3.2.3 Fütterung

Die Fütterung im Transitstall erfolgt ad libitum als TMR. Mit einem Futtermischwagen wird das Futter vormittags frisch vorgelegt und mehrmals am Tag auf dem Futtertisch erneut vorgeschoben. Es werden täglich vier verschiedene Färsen- bzw. Jungkuhrationen angemischt. Nähere Informationen zu den Energie- und Proteingehalten sind der Tab. 3-1 zu entnehmen. Im Transitstall steht jedem Tier ein Fressplatz zur Verfügung. In den anderen Ställen liegt das Tier-Fressplatz-Verhältnis bei 2:1.

Tab. 3-1: Zusammensetzung der TMR der Färsen und Jungkühe

Inhaltsstoff (Einheit)	TU+ > 180.d	Close-up	Fresh	1. / 2. Lakt.
TS (g/ kg)	242	481	437	420
XP (g/ kg TS)	155	138	165	162
nXP (g/ kg TS)	130	145	156	156
UDP (g/ kg TS)			477	468
XS+XZ (g/ kg TS)	13	213	237	216
NEL (MJ/ kg)	5,8	6,6	7,2	6,9
XF (g/ kg TS)	263	212	173	183
ADF (g/ kg TS)	317	269	208	223
NDF (g/ kg TS)	540	411	334	356

TU+ >180.d = hochtragende Färsen ab dem 180. Trächtigkeitstag, Close-Up = Vorbereitungsfütterung, Fresh = Frischabkalber bis max. 20 d p.p., 1./2. Lakt. = Hochleistungsgruppe 1./2. Laktation (20 – 30 kg Tagesmilchmenge), TS = Trockensubstanz, XP = Rohprotein, nXP = im Dünndarm nutzbares Rohprotein, UDP = im Pansen nicht nutzbares Protein, XS = Stärke, XZ = Zucker, NEL = Netto-Energie-Laktation, XF = Rohfaser

Die Rationszusammensetzung wird einmal im Monat in einem Analyselabor für Futterproben kontrolliert und analysiert. Die Überprüfung des Trockensubstanzgehaltes der Ration erfolgt zwei- bis dreimal wöchentlich (Q-Dry, Firma HCS Herdenmanagement, Dr. Georg Eller, Hofheim). Desweiteren liefert die stichprobenartige Kontrolle von Harnproben, die regelmäßig alle zwei bis drei Tage durchgeführt wird, wichtige Informationen zum Säure-Basen-Haushalt. Auf Grundlage dieser Daten werden Nährstoffberechnungen und Rationsanpassungen vorgenommen.

3.2.4 Reproduktionsmanagement

Die Brunstbeobachtung wird zweimal täglich für je 10 min bis 15 min in den Kuh- und Färsengruppen durchgeführt. Zur besseren Brunsterkennung kommt die „Tail-Paint“-Methode zur Anwendung. Hierfür werden alle Tiere mit einem farbigen Spray entlang der Schwanzwurzel gekennzeichnet. Alle Färsen, die bei der täglichen Kontrolle keine farbliche Markierung mehr aufweisen und zudem Brunstsymptome (ödematisierte Vulva, Abgang von klarem Brunstschleim, Duldungsreflex) zeigen, werden durch die betriebseigenen Besamer besamt. Für die Anpaarung der Färsen kommt dabei stickstoffgekühltes Sperma von verschiedenen leichtkalbigen Färsenbulln zum Einsatz. Voraussetzung für die erstmalige Besamung ist ein geschätztes Mindestgewicht von 400 kg Lebendmasse. Das EBA der Jungrinder liegt bei durchschnittlich 11 bis 13 Monaten. Die Trächtigkeitsuntersuchungen führt der Tierarzt zwischen dem 32. und 38. Tag nach der Besamung mittels sonographischer Darstellung der embryonalen Fruchtblase durch.

Die freiwillige Rastzeit im Betrieb beträgt 50 Tage. Am 34. und 48. Tag p.p erhalten alle Tiere unabhängig von der Laktationszahl je eine $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion. Bei Erstkalbinnen, die daraufhin Brunstsymptome zeigen, schließt sich am 50. Tag die Besamung an. Alle nichtbrünstigen Tiere durchlaufen im Folgenden ein Ovulationssynchronisationsprogramm, welches in dem Betrieb nach dem in Tab. 3-2 dargestellten Schema stattfindet.

Tab. 3-2: Standardmäßig durchgeführte Fruchtbarkeitsprogramme

Programm	Zeitpunkt p.p. (Tagen)	Hormon
Pre-Synch-14	34	$\text{PGF}_{2\alpha}$
	48	$\text{PGF}_{2\alpha}$
Ov-Synch-56	50	Besamung
	62	GnRH
	69	$\text{PGF}_{2\alpha}$
	71	GnRH
	72	Besamung

3.3 Probandinnen

In die Untersuchung werden alle hochtragenden und aus Eigennachzucht des Betriebes stammenden Färsen der Rasse Holstein Friesian einbezogen, die im genannten Versuchszeitraum abgekalbt haben. Die Aufnahme in die Untersuchungsgruppe erfolgt ab dem 259. Trächtigkeitstag, also zwei Wochen vor dem errechneten Kalbetermin, sofern die Tiere zu diesem Zeitpunkt frei von äußerlich sichtbaren Krankheitsanzeichen sind. Die dreizehn Färsen mit Zwillingsgeburten sowie jene Tiere, von denen weniger als zwei RFD-Messwerte vorliegen, werden von der statistischen Auswertung ausgeschlossen. Für die Auswertung des Geburtsverlaufes wird die einzige Färse mit dem Kaiserschnitt nicht berücksichtigt. Da zudem nicht für jede Probandin der komplette Datensatz vollständig vorliegt, ergeben sich je nach Untersuchungsgegenstand von $n = 646$ abweichende Stichprobenzahlen.

3.4 Datenerhebung

3.4.1 Messung der Rückenfettdicke

Die ultrasonografische Messung der Rückenfettdicke erfolgt zu vier verschiedenen Zeitpunkten, die unter Berücksichtigung der Arbeitsabläufe des Betriebes gewählt worden sind. Der erste Messwert wird zum Zeitpunkt der Umstallung der hochtragenden Färsen in die Vorbereitergruppe genommen (RFD_vp). Weitere Messungen folgen an Tag 1 (RFD_p) nach der Geburt sowie an Tag 10 (bis 20) p.p. vor der Umstallung in die Hochleistungsgruppe (RFD_a). Der letzte Wert wird sechs Wochen nach der Kalbung in der Hochleistungsperiode ermittelt (RFD_6Wo). Als Messgerät kommt ein tragbarer, akkubetriebener Ultraschallapparat (ESAOTE, Firma Biomedica Deutschland GmbH) mit einem 5-MHz-Linearschallkopf zur Anwendung. Die Messung wird nach dem von Staufenbiel (1992b) beschriebenen Verfahren am sakralen Messpunkt auf der rechten Körperseite durchgeführt. Dafür wird die behaarte Haut mit 80 %igen Alkohol benetzt und der Schallkopf mit leichtem Druck in cranioldorsaler Richtung aufgelegt. Anhand einer Skala auf dem Gerät kann die RFD in Millimetern abgelesen werden (Abb. 2-6).

3.4.2 Blutprobenentnahme

Neben der Messung der Rückenfettdicke erfolgt bei den Probanden an drei Tagen eine Blutprobenentnahme aus der Vena coccygea mediana. Probe 1 wird direkt zum Zeitpunkt der Abkalbung entnommen, die Proben 2 und 3 an den Tagen 1 und 7 p.p. Die direkte Entnahme der Blutproben immer morgens zwischen 8 Uhr und 10 Uhr nach dem Melken während der Fütterung soll hierbei eine gleichmäßige Messung mit begrenzter zeitlicher Schwankungsbreite gewährleisten.

Die mittels 9 ml EDTA-Röhrchen (Monovetten[®], Sarstedt AG &Co., Nümbrecht) und sterilen 18 G Injektionskanülen (Sterican[®], Braun AG, Melsungen) gewonnenen Blutproben werden im Stalllabor für zehn Minuten bei 4000 U/ Min zentrifugiert und das gewonnene Serum anschließend in fortlaufend beschriftete 5 ml Röhrchen (Tubes[®], Sarstedt AG &Co., Nümbrecht) abpipettiert. Die doppelte Rückstellprobe wird für die weitere Analyse im Labor der Klinik für Kleintiere der Freien Universität Berlin eingefroren. Dort erfolgt die Bestimmung des Gehaltes an Kalzium, Phosphat, BHB und NEFA. Diese Werte dienen als Auswertungsgrundlage für die Erfassung der wichtigsten postpartal auftretenden Krankheiten. Die jeweiligen Analysemethoden und Referenzwerte sind in Tab. 3-3 dargestellt.

Tab. 3-3: Analyse der Blutparameter

Blutparameter	Referenzwert (mmol/l)	Untersuchungsgerät	Untersuchungsmethode
BHB	< 1,0	Roche Cobas Mira plus Randox Testkit FA 115	kinetisch- enzymatisch
NEFA	< 0,8	Roche Cobas Mira plus Randox Testkit RB 1007	colorimetrisch
Kalzium	2,00-2,54	AAS Solaar M6	Atomabsorptionsspektrometrie
Phosphat	1,26 – 2,13	Roche Cobas Mira plus	photometrisch, colorimetrisch

3.4.3 Kolostrumprobenentnahme

Das Kolostrum wird unmittelbar nach der Abkalbung (max. 60 min p.p.) von jedem Tier mit Hilfe einer Handmelkmaschine gewonnen und die Menge an abgemolkenem Kolostrum anschließend in einem Messzylinder per Wägung ermittelt.

Für die weitere Analyse im Labor der Kleintierklinik der Freien Universität Berlin wird je eine Rückstellprobe mit fortlaufender Nummerierung bei -18 C in Serumröhrchen (5 ml, Sarstedt AG &Co., Nümbrecht) eingefroren. Mittels Brix-Refraktometer (QUIDEE GmbH, Homberg) wird der Brechungsindex der aufgetauten Kolostrumprobe ermittelt und die Brix-Werte nach Anleitung in IgG-Werte umgerechnet (Tab. 3-4).

Tab. 3-4: Zusammenhang zwischen Kolostrumqualität und IgG-Gehalt*

Brix %	Ig-Gehalt (g/l)	Kolostrumqualität
< 15 %	< 28	schlecht
15 – 20 %	28 - 50	mäßig
20 – 30 %	50 - 80	gut bis sehr gut
> 30 %	> 80	hervorragend

*Angaben nach QUIDEE Gebrauchsanweisung

Eine zusammenfassende Darstellung über die Gesamtheit der Probenentnahmen gibt die folgende Abbildung (Abb. 3-1):

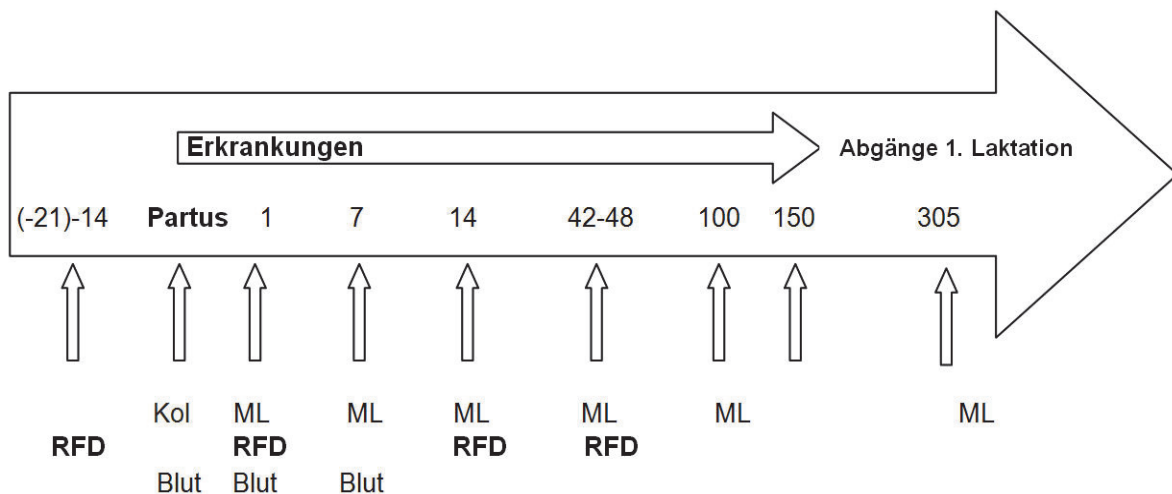


Abb. 3-1: Zeitpunkt der Probenentnahmen

ML = Milchleistung, Kol = Kolostrum

3.4.4 Beurteilung von Geburtsverlauf, Fruchtbarkeit, Tiergesundheit und Leistung

3.4.4.1 Geburtsüberwachung und Beurteilung des Geburtsverlaufes

Die Überwachung der hochtragenden Färsen in der Close-Up-Gruppe findet durch geburtshilflich geschulte Mitarbeiter 24 Stunden am Tag in einem Dreischichtsystem statt. Halbstündlich wird die Herde beobachtet und Tiere mit vorgeburtlichen Anzeichen (geschwollene Rima vulvae, Abgang von rötlichem Schleim, Platzen der Fruchtblase, Unruhe, Aufeutern) notiert. Sobald die Fruchthüllen oder Klauen im Geburtskanal zu sehen sind, wird das Tier zur besseren Überwachung in eine separate mit Stroh eingestreute Abkalbebucht gebracht. Der Stallverantwortliche kann dann gegebenenfalls mit

geburtshilflichen Maßnahmen bzw. manuellem Weiten des Geburtsweges eingreifen. Bei Färsen ist dies der Fall, wenn 30 bis 40 Minuten nach dem Platzen der Fruchtblase noch keine fetalen Fruchtteile im Geburtskanal zu sehen sind. Bei mangelnder Weite des weichen Geburtsweges werden ein- oder, wenn nötig, auch mehrmalig 12 ml Denaverinhydrochlorid (Sensiblex[®], Veyx Pharma) i.m. injiziert und nach ca. 20 bis 30 Minuten erneut versucht, das Kalb zu entwickeln.

Für die Beurteilung des Geburtsverlaufes wird im Betrieb der in Tab. 3-5 angegebene Bewertungsschlüssel verwendet. Es werden zudem alle Geburtskomplikationen, Lage-, Stellungs- und Haltungsabweichungen des Kalbes notiert sowie das Geburtsgewicht der Kälber per Wägung ermittelt und deren Geschlecht bestimmt.

Tab. 3-5: Bewertungsschlüssel zur Beurteilung des Geburtsverlaufes

Score	Definition des Geburtsverlaufes
0	Spontane, unbemerkte Geburt in der Close-Up-Gruppe
1	Geburt ohne Hilfe in der Abkalbebox
2	Geburt unter leichter Zughilfe von 1 Person
3	Geburt unter schwerer Zughilfe von bis zu 2 Personen
4	Sectio ceasarea, Fetotomie

3.4.4.2 Fruchtbarkeitsbeurteilung

In Anlehnung an die Empfehlungen von De Kruif, Mansfeld und Hoedemaker (2014) werden als Parameter der Fruchtbarkeitsleistung die in der Tab. 3-6 aufgezeigten Fruchtbarkeitskennzahlen herangezogen:

Tab. 3-6: Fruchtbarkeitskennzahlen

Parameter	Definition	Referenzwert
Rastzeit	Anzahl Tage (Kalbung - 1.Besamung)	< 85 – 90
Güstzeit	Anzahl Tage (Kalbung - 1.Trächtigkeitstag)	≤ 115
Besamungsindex	$\frac{\text{Anzahl aller Besamungen}}{\text{Anzahl tragender Tiere}}$	≤ 1,7 - 2,2
Trächtigkeitsindex	Anzahl der Besamungen pro tragend gewordenem Tier	≤ 2
Erstbesamungserfolg	$\frac{\text{Anzahl tragender Tiere aus EB} \times 100}{\text{Anzahl der EB}}$	≥ 50 %
Gesamträchtigkeitsrate	$\frac{\text{Anzahl tragender Tiere} \times 100}{\text{Anzahl Gesamtbesamungen}}$	≥ 90 %
Abgänge Unfruchtbarkeit	$\frac{\text{Anzahl Abgänge durch Unfruchtbarkeit}}{\text{Anzahl Abkalbungen}}$	≤ 7 %

Für jede besamte Färse wird der Name des verwendeten Bullen notiert. Das verwendete Sperma entstammt Alta Genetics (Alta GmbH, Uelzen).

Erfassung der Tiergesundheit

Um die Tiergesundheit der primiparen Kühe innerhalb der ersten 150 Laktationstage zu charakterisieren, erfolgt eine Auflistung postpartal auftretender Krankheiten in den Zeiträumen 1. – 3. d p.p., 4. - 14. d p.p, 15. - 48.d p.p und 49. - 150.d p.p. Die jeweiligen Erfassungskriterien sind der Tab. 3-7 zu entnehmen. Als Auswertungsgrundlage dient das Herdenmanagementprogramm Dairy Comp 305[®] (Version 8, Firma Vally Agricultural Software, Tulare, CA USA), welches die Diagnosen und Behandlungen des betreuenden Tierarztes, des Klauenpflegers und des Herdenmanagers für jedes einzelne Tier archiviert. Zudem werden die Laborwerte aus den Blutanalysen hinzugezogen. Rezidiverkrankungen der Tiere werden innerhalb des gleichen Erfassungszeitraumes als eine Erkrankung gezählt. Mehrfacherkrankungen je Tier sind möglich. Tiere, die bis zum 150. Laktationstag nicht erkrankt sind, werden der Gruppe „keine Krankheit“ zugeordnet. Tiere, die die zweite Laktation erreichen, werden in die Kategorie „kein Abgang“ gezählt.

Tab. 3-7: Erfassungskriterien der ausgewerteten postpartal auftretenden Erkrankungen

Erkrankung	Symptome
Klinische Ketose	gestörtes AB, geringe Wiederkäuertätigkeit, Einbruch in der ML, BHB > 1,9 mmol/l im Blut (Schnelltest), Ketongeruch
Hypocalcämie	<u>subklinisch</u> : kalte Ohren/ Akren, reduzierter Appetit, gestörtes AB <u>klinisch</u> : zusätzlich Festliegen in Sternal- oder Seitenlage
Retentio secundinarum	Nachgeburt > 24 h p.p. nicht abgegangen
Metritis	stinkender rotbrauner, purulenter Vaginalausfluss, RT > 39,5°C, gestörtes AB → Behandlung wenn 2 der 3 Symptome festgestellt wurden
Pyometra	chronischer purulenter Vaginalausfluss nach dem 40. d p.p. (trotz PGF _{2α} am 34. d p.p.), vergrößerter Uterus mit fluktuierendem Inhalt
Mastitis	makroskopische Sekret- und Euterveränderung, 3 Schweregrade → geringgradig (A): nur Flockenbildung im Sekret → mittelgradig (B): zusätzlich Verhärtung /Schwellung/ Wärme/ Dolenz der Euterviertel → hochgradig (C): wässriges, teils jauchig riechendes Milchsekret, hartes Euterviertel, RT > 39,5°C, gestörtes AB
Klauenerkrankungen	Lahmheit, Dolenz, makroskopische Veränderungen des Klauenapparates (Schwellung, Risse, Verformungen, blutiges bzw. eitriges Sekret) → DD, EU, PI, WLD, DS, PA, Limax

RT = Rektaltemperatur, AB = Allgemeinbefinden, DD = Dermatitis digitalis, EU = Erosio unguulae, PI= Panaritium interdigitale, WLD = Weiße-Linie-Defekt, DS = dünne Sohle, PA = Pododermatitis circumscripta aseptica

3.4.4.3 Erfassung der Milchleistung

Um den Leistungseinstieg zu beurteilen, wird die aktuell gemolkene Milchmenge in kg an den Tagen 1 bis 7 sowie an Tag 14 nach dem Kalben notiert. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt bei jedem Melkdurchgang über einen am Ohr befindlichen Transponder. Milchmengen von exakt Null kg Milch wurden als fehlende Werte nicht in die Auswertung einbezogen, da es sich um Aufzeichnungsfehler des Transponders handelt. Zusätzlich wurde die vom Dairy Comp 305 errechnete 100-Tage-Milchleistung und 305-Tage-Milchleistung sowie der Tag (Peaktag) und die Menge der höchsten Milchleistung (Peak-Leistung) erfasst.

3.5 Statistische Auswertung

Die Erfassung, Sammlung und Codierung aller erhobenen Daten erfolgt täglich mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms MS Excel 7.0 (Microsoft Office Excel 2010, USA). Für die weitere statistische Auswertung wird das Programm SPSS 21.0 (IBM SPSS Statistics 21, USA) verwendet.

- (1) Im Rahmen einer explorativen Datenanalyse werden alle Variablen auf eine Normalverteilung hin untersucht. Diese liegt vor, wenn im Histogramm $\frac{3}{4}$ der Balkenflächen unterhalb der Normalverteilungskurve bzw. im Q-Q-Diagramm die Punkte weitgehend auf der eingezeichneten Geraden (theoretische Normalverteilung) liegen. Als deskriptive Kenngrößen finden arithmetischer Mittelwert (\bar{x}), Standardabweichung (s), Median, Modus, minimaler Wert (x_{\min}) und maximaler Wert (x_{\max}) Berücksichtigung.
- (2) Der Verlauf der RFD wird durch die Errechnung der Differenz der RFD-Werte (ΔRFD) zwischen den jeweiligen Messzeitpunkten ermittelt. In einem zweiten Schritt wird der RFD-Verlauf in Abhängigkeit von der Ausgangskondition gruppiert (< 10 mm, $10 - 14$ mm, $15 - 20$ mm, > 20 mm) betrachtet und ergänzend im Boxplott dargestellt. In jedem der sechs Themenkomplexe wird die RFD den erhobenen Untersuchungsparametern gegenübergestellt. Anhand der optischen Verteilung der RFD-Werte im jeweiligen Streudiagramm werden diese für jeden zu untersuchenden Parameter neu in Teilgruppen zusammengefasst. Eine Beispielgrafik zeigt die Abb. 3-2.

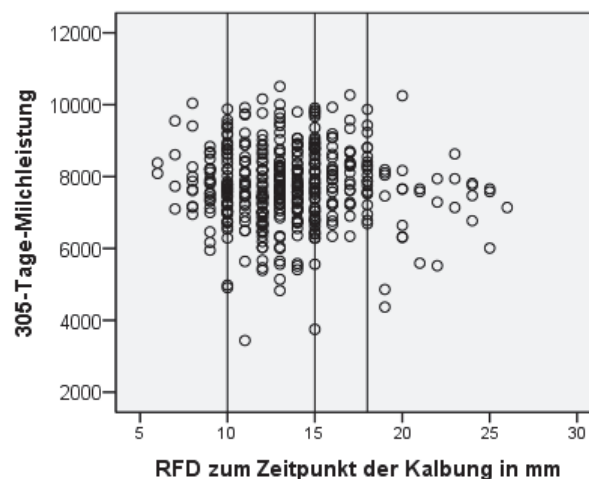


Abb. 3-2: Einteilung der RFD-Werte in 4 RFD-Gruppen (< 10 mm, $10 - 15$ mm, $16 - 18$ mm, > 18 mm) anhand der optischen Verteilung im Streudiagramm mit der zugehörigen 305-Tage-Milchleistung

- (3) Signifikante Zusammenhänge zwischen ordinalen und metrischen Daten (z.B. RFD gruppiert und Kälbergeburtsmasse) werden mit Hilfe einer einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) durch Mittelwertvergleiche der Teilgruppen geprüft. Treten signifikante Unterschiede im Mehrfachvergleich auf, wird mit Hilfe des Levène-Tests auf eine eventuelle Varianzgleichheit der Parameter geprüft (Tab. 11-6 im Anhang). Bei gegebener Varianzgleichheit ($p > 0,05$) wird als Posthoc-Test die LSD-Prozedur angeschlossen. Bei Ungleichheit der Varianzen ($p < 0,05$) wird die Tamhane-Korrektur gewählt.
- (4) Signifikante Zusammenhänge zwischen zwei ordinalen Merkmalen (z.B. RFD gruppiert und Geburtsverlauf 0-4) werden mit Hilfe von Kreuztabellen und dem nichtparametrischen Chi²-Test ermittelt. Die Ergebnisse werden in absoluten und relativen Zahlen angegeben.
- (5) Um Zusammenhänge zwischen zwei metrischen Datengruppen (z.B. RFD und Milchleistung) zu prüfen, wird eine bivariate Korrelationsanalyse durchgeführt und der Korrelationskoeffizient nach Pearson (r) bzw. nach Spearman-Rho (r_s) ermittelt. Zusätzlich wird eine Regressionsanalyse mit schrittweiser Auswahl im linearen bzw. quadratischen Modell durchgeführt sowie die Höhe der Einflüsse mit Hilfe der linearen Regressionsgleichung ($y = bx + a$) berechnet.
- (6) Die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) wird bei allen Signifikanzprüfungen auf 0,05 ($\alpha = 5\%$) festgelegt und Unterschiede dann als signifikant bzw. hochsignifikant angesehen, wenn sich für p ein Wert $< 0,05$ bzw. $< 0,001$ ergibt. Unterschiede im Signifikanzniveau zwischen den Teilgruppen werden mit verschiedenen kleinen Buchstabenindizes gekennzeichnet. Liegt $p < 0,10$, so wird von einem tendenziellen Zusammenhang ausgegangen.

4 Ergebnisse

4.1 Übersicht der RFD-Werte

4.1.1 Statistische Beschreibung der RFD

Im Untersuchungszeitraum wurden an 646 Färsen Konditionsmessungen zu vier verschiedenen Zeitpunkten durchgeführt (Tab. 4-1).

Tab. 4-1: Statistische Kennzahlen der RFD zu den vier Messzeitpunkten

RFD (mm)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
RFD_vp	541	14,6 ^a	3,45	14	15	6	26
RFD_p	618	13,9 ^b	3,59	13	13	6	28
RFD_a	495	12,3 ^c	3,45	12	10	6	25
RFD_6Wo	508	9,4 ^d	2,84	9	8	5	25

a, b, c, d verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstallung, RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p.p.

Der Verlauf und die Streuung der RFD-Werte sind ergänzend im Boxplott dargestellt (Abb. 4-1). Die RFD-Werte unterscheiden sich zu den vier Messzeitpunkten signifikant ($p < 0,001$).

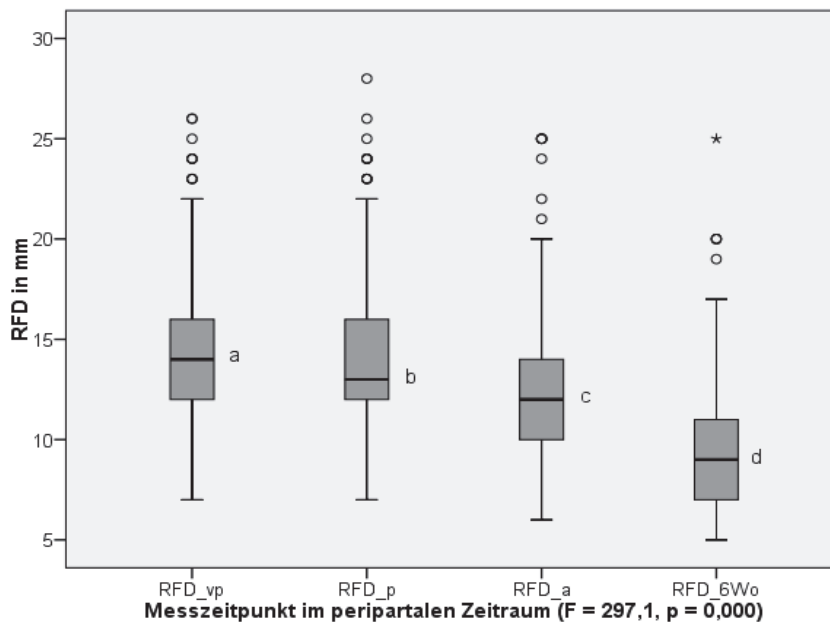


Abb. 4-1: Verlauf der RFD auf Herdenebene von Beginn der Vorbereitungsperiode bis zur 6. Wo p.p.

a, b, c, d verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Ergebnisse

Die abnehmenden Herdenmittelwerte der RFD von 14,6 mm zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf 9,4 mm sechs Wochen p.p. verdeutlichen die Lipolyse im peripartalen Zeitraum. Von der ersten bis zur letzten Messung schmelzen 93,1 % der Färsen Körperfett ein. 4,5 % der Tiere legen dagegen Fettreserven an. Bei 10 Tieren (2,4 %) bleibt die Körperkondition unverändert (Tab. 11-12 im Anhang).

Ausgehend von der Höhe des RFD-Wertes zu Beginn der Vorbereitungsperiode erfolgte die Einteilung der Färsen in vier RFD-Gruppen (Tab. 11-11 im Anhang). Zwischen der Ausgangskondition der Färsen und der Lipolyserate besteht eine signifikante Beziehung ($p < 0,001$). Insgesamt schmelzen Erstkalbinnen mit einer RFD > 20 mm durchschnittlich 8,6 mm mehr Rückenfett ein als magere Tiere mit einer RFD < 10 mm (Tab. 4-2, Abb. 4-2).

Tab. 4-2: Ante- und postpartale RFD-Änderung in Abhängigkeit von der Ausgangskondition zu Beginn der Vorbereitungsperiode

Δ RFD (mm)	RFD_vp (mm)			
	< 10	10 - 14	15 - 20	> 20
ΔRFD_p-vp				
n	28	253	227	27
$\bar{x} \pm s$	1,3 \pm 2,72 ^a	-0,1 \pm 2,50 ^a	-1,2 \pm 2,88 ^b	-2,7 \pm 3,01 ^b
F		16,6		
p		0,000		
ΔRFD_a-p				
n	26	204	78	23
$\bar{x} \pm s$	-1,3 \pm 1,98	-1,2 \pm 2,56	-1,8 \pm 3,13	-2,3 \pm 3,84
F		2,2		
p		0,082		
ΔRFD_6Wo-a				
n	23	162	141	19
$\bar{x} \pm s$	-1,0 \pm 1,36 ^a	-2,6 \pm 2,23 ^b	-3,8 \pm 2,78 ^c	-4,8 \pm 3,47 ^{b,c}
F		14,1		
p		0,000		
ΔRFD_6Wo-vp				
n	24	199	172	23
$\bar{x} \pm s$	-1,3 \pm 1,27 ^a	-4,0 \pm 2,25 ^b	-6,4 \pm 3,06 ^c	-9,9 \pm 3,98 ^d
F		64,2		
p		0,000		

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

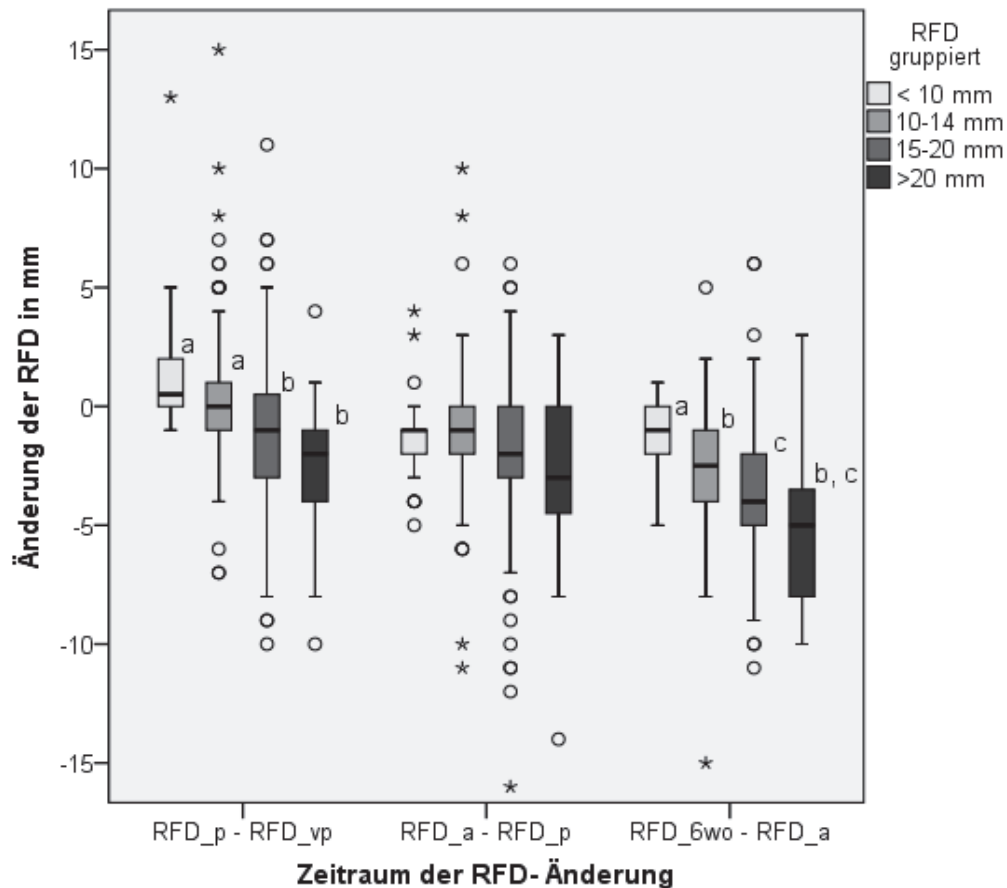


Abb. 4-2: Verlauf der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis zum 48. Tag p.p in Abhängigkeit von der Ausgangskondition

a, b, c verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

4.1.2 RFD und Δ RFD in der Vorbereitungsperiode

Zu Beginn der Vorbereitungsperiode liegt die RFD im Herdenmittel bei 14,6 mm mit einer Streuung von 20 mm. Bei 52,2 % der hochtragenden Färsen ($n = 279$) ist bereits antepartal eine beginnende Lipolyse nachweisbar ($-2,5 \pm 1,80$ mm RFD). 105 Tiere zeigen keine Veränderung ihrer Körperkondition. Die restlichen Färsen ($n = 151$) legen bis zur Kalbung Körperfettreserven an ($+2,6 \pm 2,25$ mm RFD). Insgesamt gesehen bleibt die RFD der hochtragenden Färsen bis zur Kalbung jedoch annähernd konstant ($-0,6 \pm 2,82$ mm).

Es bestehen signifikante Beziehungen ($p < 0,001$) zwischen der Fettabbaurrate und der Ausgangskondition. Mit steigender RFD nimmt die antepartale Lipolyse zu. Magere Tiere legen Fettreserven an, während gut konditionierte Färsen ($RFD \geq 15$ mm) bereits Fettreserven abbauen (Tab. 4-2).

4.1.3 RFD zum Partus

Bis zum Zeitpunkt der Kalbung liegt der Herdenmittelwert der RFD bei 13,9 mm mit einer Spannweite von 22 mm. Im Histogramm mit eingezeichneter Normalverteilungskurve (Abb. 4-3) ist eine leichte Linkssteilheit und eine starke Häufung im Bereich 10 mm bis 15 mm RFD erkennbar.

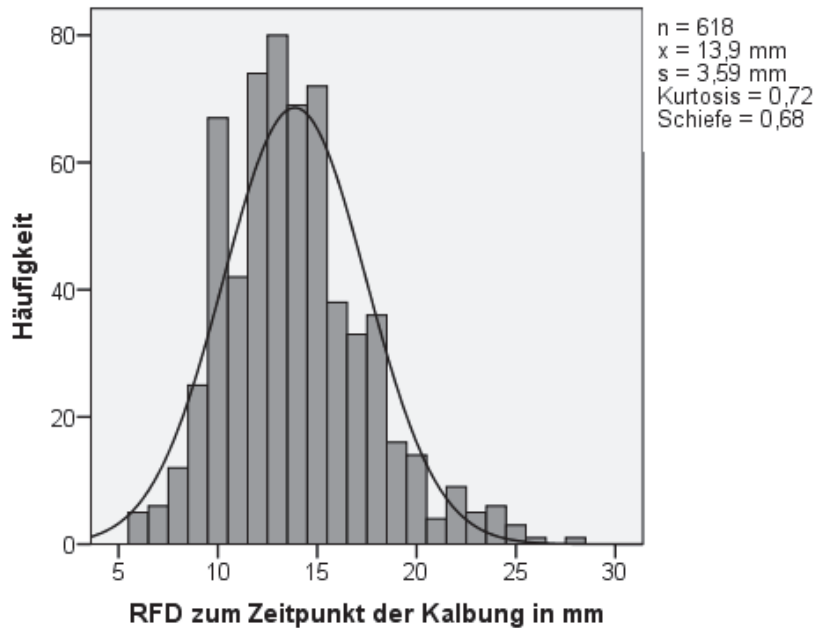


Abb. 4-3: Absolute Häufigkeitsverteilung der RFD-Werte zum Zeitpunkt der Kalbung

4.1.4 RFD und Δ RFD in der Frühlaktation

Bis zum Zeitpunkt der Umstallung ist der Herdenmittelwert weiter auf 12,3 mm abgesunken. Die Lipolyse verstärkt sich in den ersten zwei bis drei Wochen p.p. Ausgehend vom Zeitpunkt der Kalbung schmelzen zwei Drittel der Erstlaktierenden (n = 326) Körperfett ein ($-2,9 \pm 2,52$ mm). 85 Tiere (17,3 %) legen Körperfettreserven an ($+2,2 \pm 1,63$ mm RFD). Die Änderung der RFD ist in diesem Zeitraum nicht signifikant mit der Körperkondition assoziiert (Tab. 4-2).

Bis zum 42. bis 48. Laktationstag sinkt der Herdenmittelwert auf 9,4 mm. Nach der Umstallung in die Hochleistungsgruppe ist bei 87 % der Erstlaktierenden eine Lipolyse ($-3,6 \pm 2,21$ mm) nachweisbar.

Es bestehen signifikante Beziehungen ($p < 0,001$) zwischen der Änderung der RFD und der Körperkondition. Im Gruppenvergleich bauen Erstlaktierende mit einer RFD > 20 mm durchschnittlich 3,8 mm mehr RFD ab als magere Tiere mit einer RFD < 10 mm (Tab. 4-2).

4.2 Einflussfaktoren auf die RFD der Färsen

Faktoren, die die Höhe der RFD im peripartalen Zeitraum beeinflussen, sind in der Tab. 4-3 zusammengefasst.

Tab. 4-3: Statistische Kennzahlen der Einflussfaktoren auf die RFD

Parameter	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
EKA	632	22,4	1,65	22	22	19	33
Tragezeit	646	273	7,0	274	275	217	313
Dauer VP	639	14,6	7,05	14	12	0	71
Umstallung (TT)	639	259	7,3	260	259	200	318

VP = Vorbereitungsperiode, TT = Trächtigkeitstag

Das **EKA** hat einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$) auf die Körperkondition der Tiere zum Partus. Mit jedem Monat steigt die RFD kontinuierlich um 0,4 mm an (R^2 linear = 0,038, $p = 0,000$). 3,8 % der Variationen in der Höhe der RFD können über den Einfluss des EKA erklärt werden (Abb. 4-4).

Ältere Färsen mit einem $EKA \geq 25$ Monate sind mit durchschnittlich 3,6 mm signifikant ($p < 0,001$) dicker als Tiere mit einem sehr geringeren $EKA \leq 20$ Monaten. Bei Tieren im Alter von 21 bis 22 Monaten sowie 23 bis 24 Monaten unterscheidet sich die RFD stattdessen nicht signifikant (Tab. 4-4).

Tab. 4-4: RFD zum Partus in Abhängigkeit vom EKA

RFD_p (mm)	EKA (Mon)			
	< 20	21 - 22	23 - 24	≥ 25
n	48	301	203	54
$\bar{x} \pm s$	$12,7 \pm 2,53^a$	$13,8 \pm 3,37^a$	$13,8 \pm 3,69^a$	$16,3 \pm 4,07^b$
F	10,8			
p	0,000			

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (Tamhane) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

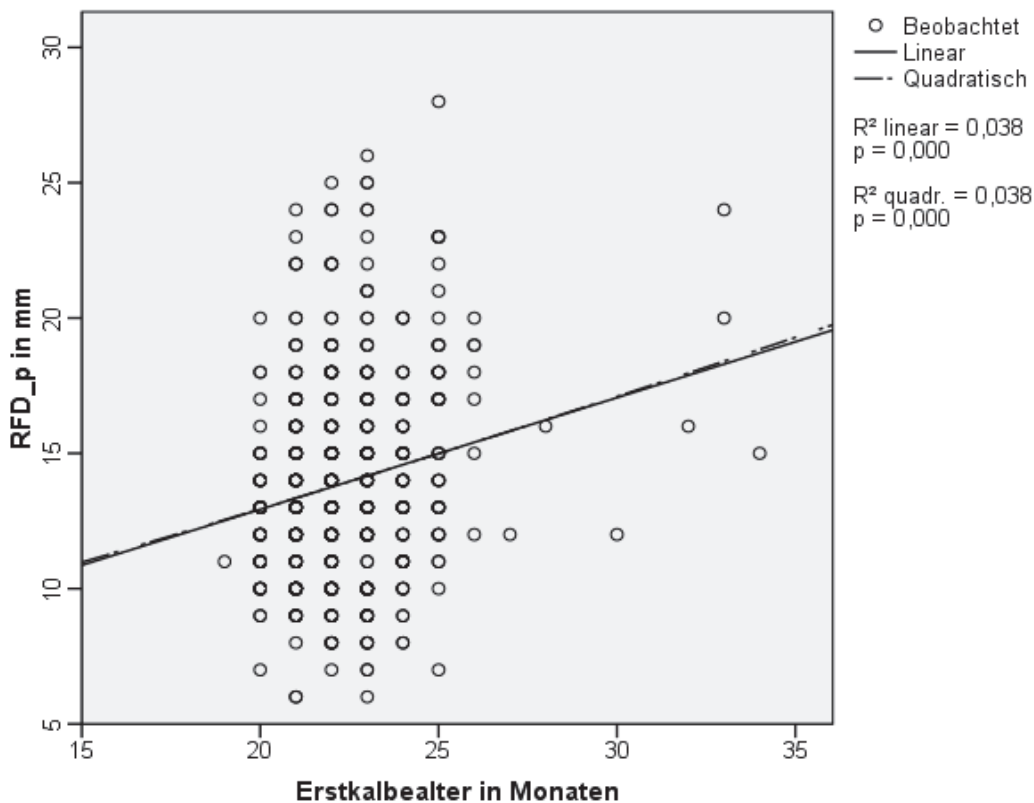


Abb. 4-4: RFD zum Partus in Abhängigkeit vom EKA ($RFD_p = 4,672 + 0,413 \cdot EKA$)

Für die **Tragezeit** kann dagegen keine signifikante Auswirkung auf die RFD der Färsen ermittelt werden, mit Ausnahme der RFD zur Ausstallung (Tab. 4-5). Die Trächtigkeitsdauer beträgt 273 d im Herdenmittel, wobei männliche Kälber durchschnittlich 0,6 d länger ausgetragen werden als weibliche Kälber.

Auch die Länge der **Vorbereitungsperiode** steht in keinem signifikanten Zusammenhang zur RFD der Färsen (Tab. 4-5). Die Vorbereitungsdauer unterliegt einer starken Streuung, da die Umstellung der hochtragenden Färsen in die Close-up-Gruppe einheitlich ab dem 259. Trächtigkeitstag erfolgt, die Trächtigkeitsdauer jedoch zwischen den Tieren erheblich variiert.

Zwischen den **RFD-Werten der vier Messzeitpunkte** können signifikante Zusammenhänge ($p < 0,001$) nachgewiesen werden (Tab. 4-6). Die RFD zu Beginn der Vorbereitungsphase hat einen starken Einfluss auf die RFD-Werte zur Kalbung ($r = 0,683$) und in der Früh lactation ($r = 0,649$). Es bestehen lineare Zusammenhänge (R^2 linear = 0,446, Abb. 4-5). 46,6 % der Variationen der RFD zum Partus werden somit durch die antepartale RFD erklärt.

Tab. 4-5: Korrelation verschiedener Faktoren mit der RFD im peripartalen Zeitraum

Parameter		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
EKA	r	0,192	0,164	0,196	0,189
	p	0,000	0,000	0,000	0,000
	n	531	606	488	500
Tragezeit	r	0,055	0,69	0,098	0,50
	p	0,201	0,860	0,030	0,259
	n	541	618	495	508
Dauer VP	r	0,050	0,010	0,056	0,030
	p	0,243	0,811	0,213	0,507
	n	541	611	488	502

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-6: Korrelationen zwischen den RFD-Werten im peripartalen Zeitraum

Parameter		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
RFD_vp	r	1	0,683	0,649	0,481
	p	-	0,000	0,000	0,000
	n	541	535	436	418
RFD_p	r	0,683	1	0,652	0,593
	p	0,000	-	0,000	0,000
	n	535	618	490	486
RFD_a	r	0,649	0,652	1	0,662
	p	0,000	0,000	-	0,000
	n	436	490	495	397
RFD_6Wo	r	0,481	0,593	0,662	1
	p	0,000	0,000	0,000	-
	n	418	486	397	508

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

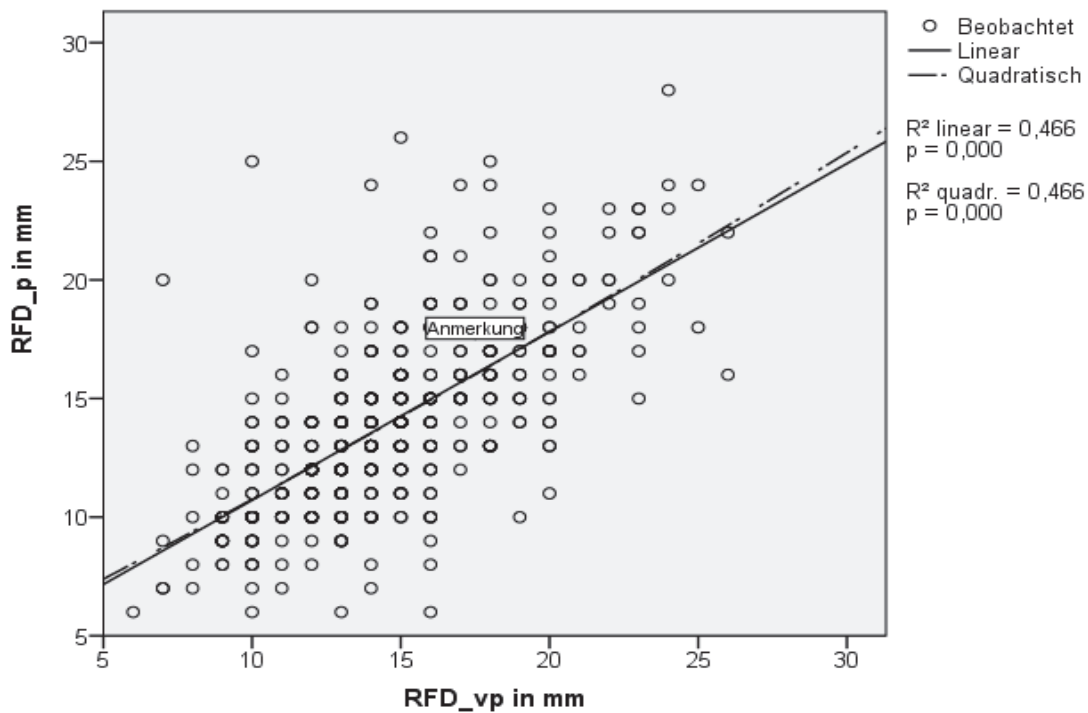


Abb. 4-5: RFD zum Partus in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (RFD_p = 3,617 + 0,710 * RFD_vp)

Betrachtet man den Einfluss der **Väter** auf die Ausprägung der Fettreserven der Färsen im Untersuchungszeitraum, so sind auch hier signifikante Zusammenhänge ($p < 0,05$) ersichtlich (Tab. 4-7). Insgesamt werden für die 646 Färsen 65 verschiedene Väter ermittelt. Die Häufigkeitsverteilungen und die Mittelwertvergleiche der neun wichtigsten Väter ($n > 20$ Töchter) sind in Tab. 11-13 und Tab. 11-14 im Anhang ersichtlich sowie in Abb. 4-6 vergleichend dargestellt. Auch die Änderung der RFD der Erstkalbinnen im gesamten peripartalen Zeitraum wird signifikant von der Väterauswahl beeinflusst (Tab. 4-8).

Tab. 4-7: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen im peripartalen Zeitraum

Parameter		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Väter	F	3,956	3,216	2,097	1,912
	p	0,000	0,002	0,036	0,058
	n	313	352	487	499

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-8: Einfluss der Väter auf die Änderung der RFD der Färsen im peripartalen Zeitraum

Parameter		Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a	Δ RFD_6Wo-vp
Väter	F	1,481	0,764	1,083	2,919
	p	0,163	0,635	0,376	0,004
	n	309	287	245	258

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

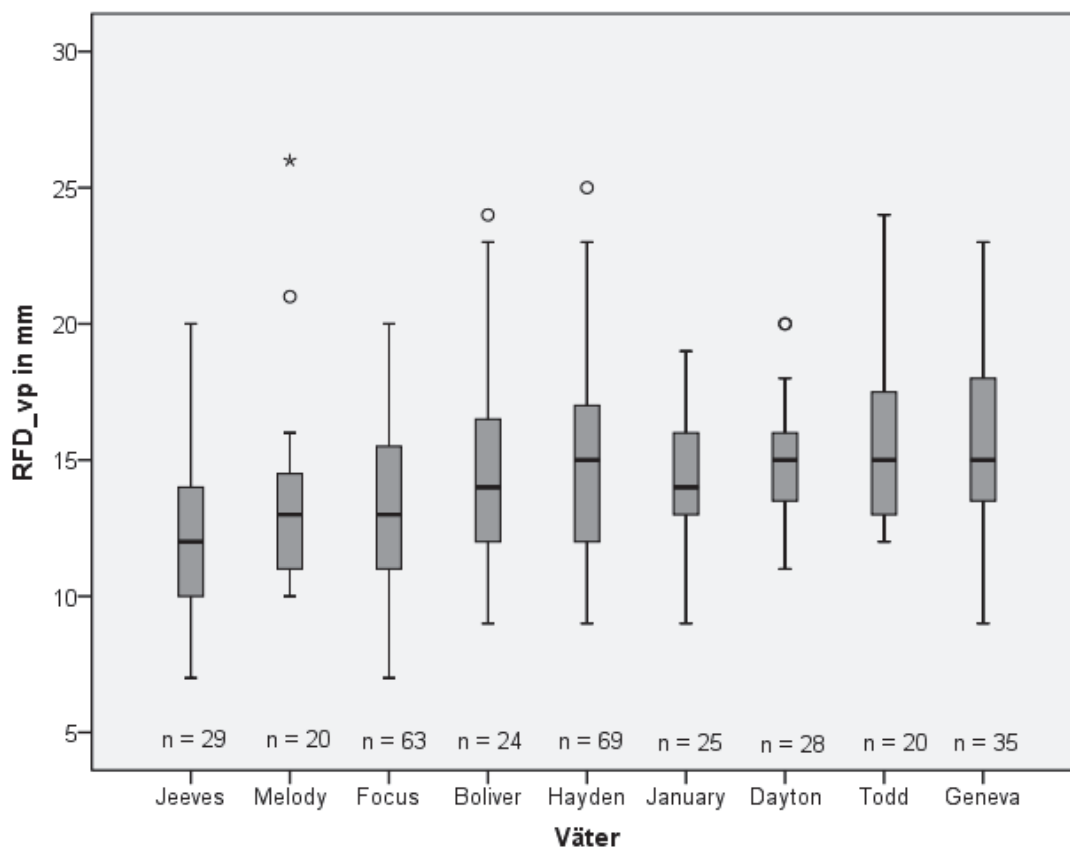


Abb. 4-6: Antepartale RFD der hochtragenden Färsen in Abhängigkeit von der Auswahl der Väter (F = 4,9, p = 0,000)

4.3 Einfluss der RFD und Δ RFD in der Vorbereitungsperiode auf den Geburtsverlauf

4.3.1 Statistische Beschreibung des Geburtsverlaufes

Über die Hälfte der Färsen (52,4 %) kalben spontan in der Gruppe bzw. ohne Hilfe in der Abkalbebox. Weitere 32,6 % entwickeln das Kalb unter leichter Zughilfe. Schweregeburten unter starker Zughilfe treten bei 14,9 % der Tiere auf. Bei einem Tier muss ein Kaiserschnitt durchgeführt werden. Das Geschlecht des Kalbes hat einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$) auf den Verlauf der Abkalbung (Tab. 4-9). Bei der Geburt von männlichen Kälbern treten signifikant häufiger Geburtskomplikationen auf. Mit 20 % liegt der Schweregeburtenanteil bei der Geburt von Bullenkälbern doppelt so hoch wie bei der Geburt von Färsenkälbern. Auch die Kälbergewichtsmasse ist mit der Inzidenz von Schweregeburten assoziiert. Mit zunehmendem Gewicht der Kälber nimmt auch der Schweregrad der Geburt signifikant ($p < 0,001$) zu (Tab. 4-10).

Tab. 4-9: Geburtsverlauf in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes

Geschlecht	Schweregrad der Geburt									
	spontan		ohne Hilfe		leichte Hilfe		schwere Hilfe		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	32	5,0	306	47,4	210	32,6	96	14,9	644	100
männlich	13	4,2	124	40,0	111	35,8	62	20,0	310	100
weiblich	19	5,7	182	54,3	99	29,6	34	10,1	334	100
χ^2						20,1				
p						0,000				

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-10: Geburtsverlauf in Abhängigkeit vom Geburtsgewicht des Kalbes

Gewicht (kg)	Schweregrad der Geburt			
	spontan	ohne Hilfe	leichte Hilfe	schwere Hilfe
n	32	305	202	91
$\bar{x} \pm s$	38,5 \pm 4,10 ^a	40,0 \pm 4,01 ^a	42,7 \pm 3,48 ^b	43,8 \pm 5,82 ^b
F	28,2			
p	0,000			

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Die ermittelte **Totgeburtenrate** liegt bei 10,5 %. Von insgesamt 646 Kälbern werden 26 Färsenkälber und 42 Bullenkälber tot geboren. Es kann ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,05$) zwischen dem Geschlecht der Kälber und dem Auftreten von Totgeburten ermittelt werden. Im Vergleich zu Färsenkälbern kommen Bullenkälber fast doppelt so häufig tot zur Welt (Tab. 4-11).

Tab. 4-11: Auftreten von Totgeburten in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes

Geschlecht	Lebendgeburt		Totgeburt		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
gesamt	579	89,6	68	10,5	646	100
männlich	268	86,5	42	13,5	310	100
weiblich	311	92,6	26	7,7	336	100
χ^2			6,5			
p			0,011			

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Zahl an tot geborenen Kälbern nimmt zudem mit der Schwere des Geburtsablaufes signifikant ($p < 0,001$) zu. Während die Totgeburtenrate bei einer spontanen Geburt 0 % beträgt, wird bei einer Schweregeburt jedes zweite Kalb tot geboren (Tab. 4-12).

Tab. 4-12: Auftreten von Totgeburten in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf

Ausgang Geburt	Schweregrad der Geburt								gesamt	
	spontan		ohne Hilfe		leichte Hilfe		schwere Hilfe			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	32	5,0	306	47,4	210	32,6	96	14,9	644	100
lebend	32	5,5	297	51,4	186	32,2	63	10,9	578	100
tot	0	0,0	9	13,4	24	35,8	33	49,3	66	100
χ^2					82,5					
p					0,000					

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Auswahl der Bullen hat einen hochsignifikanten Einfluss auf den Schweregrad der Geburt (Tab. 11-15 im Anhang), aber nicht auf die Totgeburtenrate (Tab. 11-16 im Anhang).

4.3.2 Zusammenhang zwischen der RFD und dem Geburtsverlauf

Vergleicht man die durchschnittliche RFD der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus in Bezug auf das jeweilige Abkalbeverhalten, so sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Färsen ermittelbar, die mit bzw. ohne Geburtshilfe abkalben (Tab. 4-13, Tab. 4-14).

Numerisch kann jedoch bei Färsen mit Bullenkälbern bei einer Schweregeburt eine etwas höhere RFD gemessen werden. Umgekehrt weisen Färsen mit weiblichen Kälbern bei einer Spontangeburt numerisch geringere RFD-Werte zu Beginn der Vorbereitungsperiode (Tab. 4-13), aber höhere RFD-Werte zum Zeitpunkt der Kalbung auf (Tab. 4-14).

Tab. 4-13: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern

RFD_vp (mm)	Schweregrad der Geburt			
	spontan	ohne Hilfe	leichte Hilfe	schwere Hilfe
Bullenkälber				
n	11	107	98	55
$\bar{x} \pm s$	14,5 ± 3,44	14,1 ± 3,54	14,7 ± 3,48	15,2 ± 3,10
F			1,4	
p			0,252	
Färsenkälber				
n	13	145	82	28
$\bar{x} \pm s$	13,5 ± 4,47	14,4 ± 3,37	14,9 ± 3,63	14,4 ± 3,17
F			0,8	
p			0,496	
gesamt				
n	24	252	180	83
$\bar{x} \pm s$	14,0 ± 3,97	14,3 ± 3,44	14,8 ± 3,54	14,9 ± 3,13
F			1,5	
p			0,233	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-14: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern

RFD_p (mm)	Schweregrad der Geburt			
	spontan	ohne Hilfe	leichte Hilfe	schwere Hilfe
Bullenkälber				
n	12	119	108	60
$\bar{x} \pm s$	13,9 ± 4,56	13,6 ± 3,79	13,9 ± 3,31	14,4 ± 4,03
F			0,5	
p			0,673	
Färsenkälber				
n	18	169	97	33
$\bar{x} \pm s$	14,2 ± 3,79	13,8 ± 3,64	13,9 ± 3,25	14,0 ± 3,53
F			0,1	
p			0,948	
gesamt				
n	30	288	205	93
$\bar{x} \pm s$	14,1 ± 4,04	13,7 ± 3,70	13,9 ± 3,27	14,3 ± 3,84
F			0,5	
p			0,660	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Im Gruppenvergleich ist numerisch mit zunehmender RFD der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode eine Abnahme der problemlosen Geburten und eine kontinuierliche Zunahme der Geburten mit leichter bzw. schwerer Hilfe ersichtlich (Tab. 4-15). Jedoch sind auch diese Ergebnisse statistisch nicht signifikant.

Tab. 4-15: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode

RFD_vp (mm)	Schweregrad der Geburt					
	ohne Hilfe		mit Hilfe		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
gesamt	276	51,1	264	48,9	540	100
< 15	149	52,8	133	47,2	282	100
15 - 20	117	50,6	114	49,4	231	100
> 20	10	37,0	17	63,0	27	100
χ^2				2,5		
p				0,287		

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Ergebnisse

Zum Zeitpunkt der Kalbung können weder signifikante noch numerische Unterschiede zwischen den Gruppen ermittelt werden (Tab. 4-16).

Tab. 4-16: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der maternalen RFD zum Partus

RFD_p (mm)	Schweregrad der Geburt					
	ohne Hilfe		mit Hilfe		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
gesamt	30	4,9	93	15,1	616	100
< 15	197	52,0	182	48,0	379	100
15 - 20	106	51,0	103	49,0	209	100
> 20	15	51,7	14	48,3	29	100
χ^2			0,1			
p			0,958			

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch in Bezug auf die Prävalenz von Totgeburten können keine signifikanten Zusammenhänge zur maternalen RFD festgestellt werden (Tab. 4-17). Numerisch weisen Färsen mit tot geborenen Kälbern sowohl antepartal als auch zum Partus minimal höhere Fettauflagen auf.

Tab. 4-17: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus auf den Ausgang der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern

RFD_vp (mm)	Geburtsverlauf		RFD_p (mm)	Geburtsverlauf	
	lebend	tot		lebend	tot
Bullenkälber			Bullenkälber		
n	230	41	n	258	41
$\bar{x} \pm s$	14,5 ± 3,36	15,3 ± 3,83	$\bar{x} \pm s$	14,7 ± 3,55	15,0 ± 4,40
F	2,2		F	4,2	
p	0,136		p	0,041	
Färsenkälber			Färsenkälber		
n	250	20	n	295	24
$\bar{x} \pm s$	13,6 ± 3,44	13,9 ± 3,87	$\bar{x} \pm s$	13,9 ± 3,41	13,8 ± 4,50
F	0,7		F	0,0	
p	0,412		p	0,881	
gesamt			gesamt		
n	480	61	n	553	65
$\bar{x} \pm s$	14,5 ± 3,40	14,9 ± 3,87	$\bar{x} \pm s$	13,8 ± 3,48	14,5 ± 4,44
F	0,5		F	2,4	
p	0,464		p	0,120	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

4.3.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und dem Geburtsverlauf

Die antepartale Änderung der RFD hat bei den hochtragenden Färsen keinen signifikanten Einfluss auf den Geburtsverlauf. In Hinblick auf den Schweregrad der Geburt unterscheidet sich die Fettabbaurate auch nicht signifikant in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes (Tab. 4-18).

Numerisch treten Schweregeburten mit Bullenkälbern jedoch bei Färsen mit höherer antepartaler Lipolyse und Schweregeburten mit Färsenkälbern bei Färsen mit geringer antepartaler Lipolyse auf.

Tab. 4-18: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern

Δ RFD_p-vp (mm)	Schweregrad der Geburt			
	spontan	ohne Hilfe	leichte Hilfe	schwere Hilfe
Bullenkälber				
n	11	106	97	54
$\bar{x} \pm s$	-0,6 \pm 3,78	-0,5 \pm 2,94	-0,8 \pm 2,56	-0,8 \pm 2,92
F			0,3	
p			0,801	
Färsenkälber				
n	13	143	82	27
$\bar{x} \pm s$	0,9 \pm 3,80	-0,5 \pm 2,74	-0,9 \pm 2,47	-0,3 \pm 2,82
F			1,7	
p			0,159	
gesamt				
n	24	249	179	81
$\bar{x} \pm s$	0,3 \pm 3,78	-0,5 \pm 2,82	-0,9 \pm 2,51	-0,6 \pm 3,11
F			1,4	
p			0,240	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Im Gruppenvergleich sind zudem keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Geburtsverlauf zwischen Färsen ersichtlich, die in der Vorbereitungsperiode Fettreserven mobilisieren (Δ RFD < 0) und jenen, die Fettreserven anlegen (Δ RFD > 0).

Numerisch zeigen jedoch Färsen, deren RFD sich bis zur Kalbung nicht verändert hat (Δ RFD = 0), eine um 7 % geringere Schweregeburtenrate sowie eine um 5,3 % höhere Rate an Geburten ohne Hilfestellung (Tab. 4-19).

Tab. 4-19: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode

Δ RFD_p-vp (mm)	Schweregrad der Geburt									
	spontan		ohne Hilfe		leichte Hilfe		schwere Hilfe		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	24	4,5	249	46,7	179	33,6	81	15,2	533	100
< 0	8	2,9	127	45,7	97	34,9	46	16,5	278	100
0	6	5,8	53	51,0	35	33,7	10	9,6	104	100
> 0	10	6,6	69	45,7	47	31,1	25	16,6	151	100
χ^2					7,1					
p					0,315					

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch die Inzidenz an Totgeburten steht in keinem signifikanten Zusammenhang mit der antepartalen Änderung der maternalen RFD. Tendenziell ist die Lipolyse jedoch bei Färsen mit lebend geborenen Kälbern intensiver (Tab. 4-20).

Tab. 4-20: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf den Ausgang der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern

Δ RFD_p-vp (mm)	Ausgang der Geburt	
	lebend	tot
Bullenkälber		
n	228	40
$\bar{x} \pm s$	-0,8 \pm 2,65	-0,2 \pm 3,70
F	1,5	
p	0,227	
Färsenkälber		
n	247	20
$\bar{x} \pm s$	-0,6 \pm 2,70	0,3 \pm 3,97
F	1,9	
p	0,168	
gesamt		
n	475	60
$\bar{x} \pm s$	-0,7 \pm 2,67	-0,2 \pm 3,77
F	3,0	
p	0,086	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

4.4 Einfluss der RFD und Δ RFD in der Vorbereitungsperiode auf das Kälbergeburtsgewicht

4.4.1 Statistische Beschreibung des Kälbergeburtsgewichtes

Die durchschnittlichen Geburtsgewichte von Bullen- und Färsenkälbern sowie von lebend und tot geborenen Kälbern sind in Tab. 4-21 zusammengefasst. Abb. 4-7 zeigt ergänzend die grafische Darstellung der Geburtsgewichte im Histogramm. Eine starke Häufung ist bei einem Gewicht von 40 kg und 42 kg erkennbar.

Tab. 4-21: Statistische Kennzahlen der Geburtsgewichte der Kälber

Gewicht (kg)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
Bullenkalb	303	42,7 ^a	4,90	42	42	15	55
Färsenkalb	329	40,1 ^b	4,24	40	40	27	53
Lebendgeburt	568	41,3	4,53	41	40	26	55
Totgeburt	64	41,6	6,33	41	42	15	55
gesamt	632	41,3	4,74	41	40	15	55

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

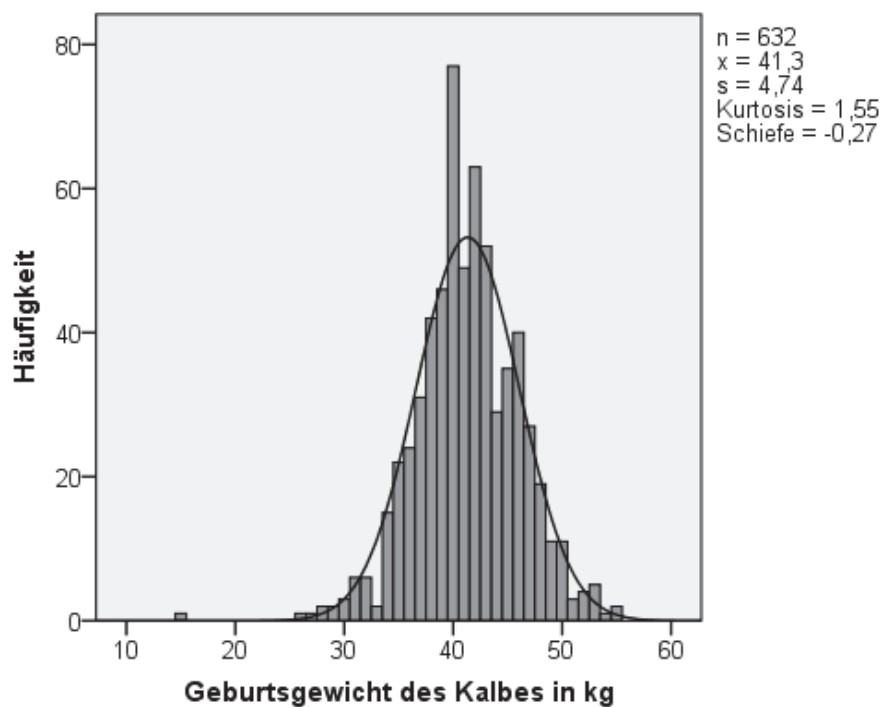


Abb. 4-7: Absolute Häufigkeitsverteilung der Kälbergeburtsgewichte

Bullenkälber sind mit durchschnittlich 2,5 kg signifikant ($p < 0,001$) schwerer als Färsenkälber. Das Geburtsgewicht von tot geborenen und lebend geborenen Kälbern unterscheidet sich dagegen nicht signifikant ($\bar{x} = 41$ kg). Abb. 4-8 und Abb. 4-9 zeigen ergänzend die grafische Darstellung der Ergebnisse im Boxplot.

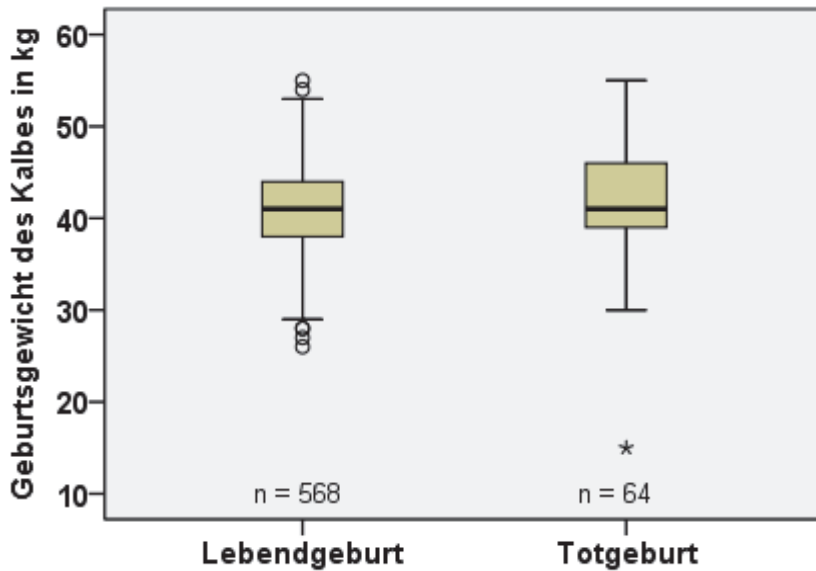


Abb. 4-8: Kälbergeburtsgewichte in Abhängigkeit von einer Lebend- und Totgeburt ($F = 0,2$, $p = 0,776$)

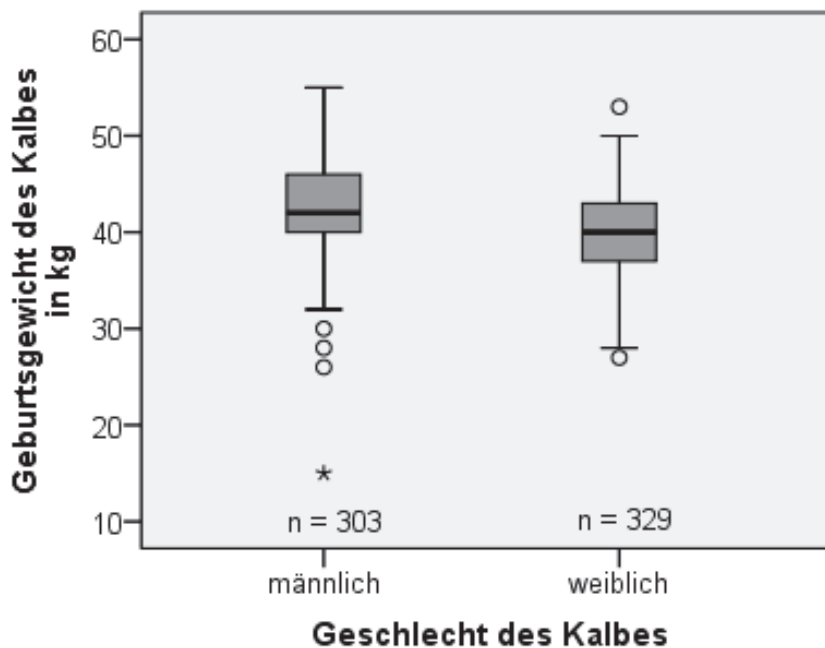


Abb. 4-9: Kälbergeburtsgewichte in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes ($F = 48,6$, $p = 0,000$)

Es kann eine schwach positive Korrelation ($r = 0,243$) zwischen der Trächtigkeitsdauer und der Kälbergeburtsgewichte nachgewiesen werden. Kälber, die länger als 280 d ausgetragen werden, sind mit durchschnittlich 5,1 kg signifikant ($p < 0,001$) schwerer als jene mit einer kurzen Tragezeit < 270 d (Tab. 4-22, Abb. 4-10).

Obwohl zudem hochsignifikante Gewichtsunterschiede zwischen Bullen- und Färsenkälbern bestehen, unterscheidet sich die Tragezeit zwischen männlichen ($274 \pm 8,3$) und weiblichen ($273 \pm 5,4$) Kälbern nicht signifikant.

Tab. 4-22: Zusammenhang zwischen der Tragezeit und dem Geburtsgewicht der Kälber

Gewicht (kg)	Tragezeit (d)			
	< 270	270 - 274	275 - 280	> 280
gesamt				
n	91	261	246	34
$\bar{x} \pm s$	$38,3 \pm 4,34^a$	$40,6 \pm 4,10^b$	$42,9 \pm 4,65^c$	$43,4 \pm 5,68^c$
F	29,2			
p	0,000			

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

a, b, c verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

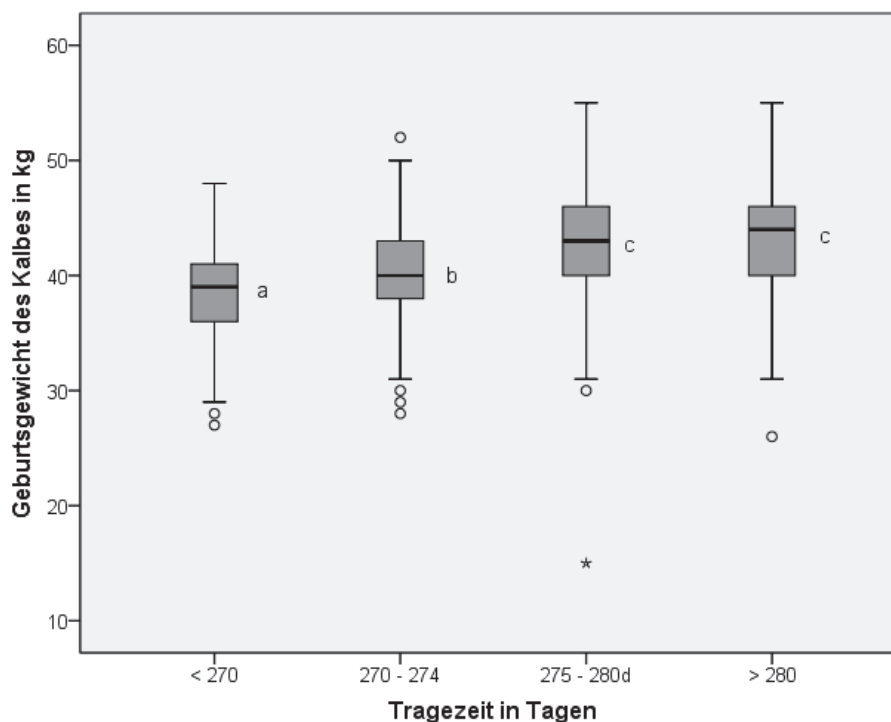


Abb. 4-10: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der Tragezeit

a, b, c verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Die Väter der Färsen haben einen signifikanten Einfluss ($p < 0,001$) auf das Geburtsgewicht der Kälber (Tab. 11-17 im Anhang). Die leichtesten Kälber mit durchschnittlich 40,4 kg werden bei den Vätern Focus, Melody und Jeeves beobachtet.

Ebenso steht die Auswahl der Bullen in einen signifikanten Zusammenhang ($p < 0,001$) zum Kälbergeburtsgewicht (Tab. 11-18 im Anhang). Während die Bullen Garret und Cricket niedrige Geburtsgewichte von durchschnittlich 38,7 kg bzw. 39,7 kg vererben, sind die Nachkommen von Caliber im Mittel 44,0 kg schwer.

4.4.2 Zusammenhang zwischen der RFD und dem Kälbergeburtsgewicht

Das Geburtsgewicht der Kälber korreliert signifikant positiv ($p < 0,05$) mit der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (Tab. 4-23).

Untersucht man diesen Zusammenhang allerdings getrennt nach Geschlechtern, so wird deutlich, dass die signifikanten Zusammenhänge ($p < 0,05$) nur bei Bullenkälbern, aber nicht bei Färsenkälbern nachweisbar sind. Gleiches gilt auch für die Unterscheidung zwischen Lebend- und Totgeburten. Die signifikanten Korrelationen ($p < 0,05$) können nur für lebend geborene Kälber ermittelt werden (Tab. 4-23).

Tab. 4-23: Korrelationen zwischen der maternalen RFD und der Kälbergeburtsmasse

Gewicht		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
gesamt	r	0,112	0,061	0,038	-0,027
	p	0,010	0,134	0,403	0,542
	n	527	604	484	594
Bullenkalb	r	0,139	0,089	0,000	-0,076
	p	0,024	0,128	0,997	0,250
	n	264	292	238	231
Färsenkalb	r	0,080	0,028	0,085	0,35
	p	0,195	0,627	0,182	0,568
	n	263	312	246	263
Lebendgeburt	r	0,010	0,051	0,055	0,042
	p	0,017	0,237	0,250	0,378
	n	469	541	437	452
Totgeburt	r	0,118	0,103	-0,098	0,103
	p	0,376	0,424	0,512	0,517
	n	58	62	47	42

r= Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Je zusätzlichem mm RFD der Mutter nimmt die Geburtsmasse der Bullenkälber linear um 0,1 kg zu (R^2 linear = 0,019; $p = 0,024$, Abb. 4-11).

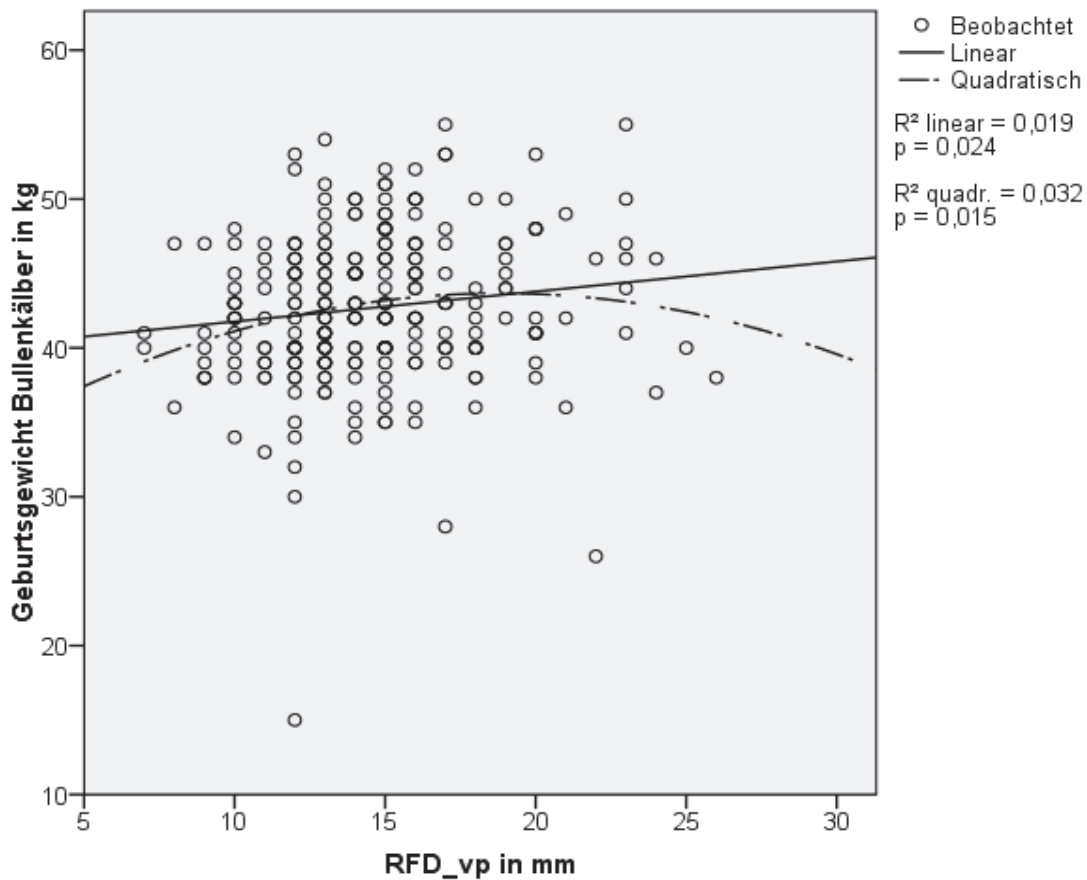


Abb. 4-11: Geburtsgewicht von Bullenkälbern in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (Geburtsgewicht_Bullen = $38,539 + 0,10 \cdot \text{RFD_vp}$)

Der Gruppenvergleich zeigt, dass Bullenkälber von gut konditionierten Färsen mit einer antepartalen RFD im Bereich von 15 – 20 mm signifikant ($p < 0,05$) schwerer sind (Tab. 4-24, Abb. 4-12). Bei Färsenkälbern sind diese Unterschiede nur numerisch sichtbar, statistisch aber nicht signifikant.

Tab. 4-24: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern

Gewicht Kalb (kg)	maternale RFD_vp (mm)			
	≤ 9	10 – 14	15 – 20	>20
Bullenkälber				
n	11	129	109	15
$\bar{x} \pm s$	40,5 ± 3,56 ^a	42,1 ± 4,93 ^a	43,6 ± 4,76 ^b	42,9 ± 7,00 ^{a, b}
F	2,8			
p	0,043			
Färsenkälber				
n	16	122	115	10
$\bar{x} \pm s$	39,0 ± 3,01	39,5 ± 4,64	40,7 ± 3,98	39,0 ± 4,47
F	2,1			
p	0,102			
gesamt				
n	27	251	227	25
$\bar{x} \pm s$	39,6 ± 3,26	40,8 ± 5,00	42,1 ± 4,61	41,4 ± 6,27
F	4,3			
p	0,005			

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau p < 0,05 hin

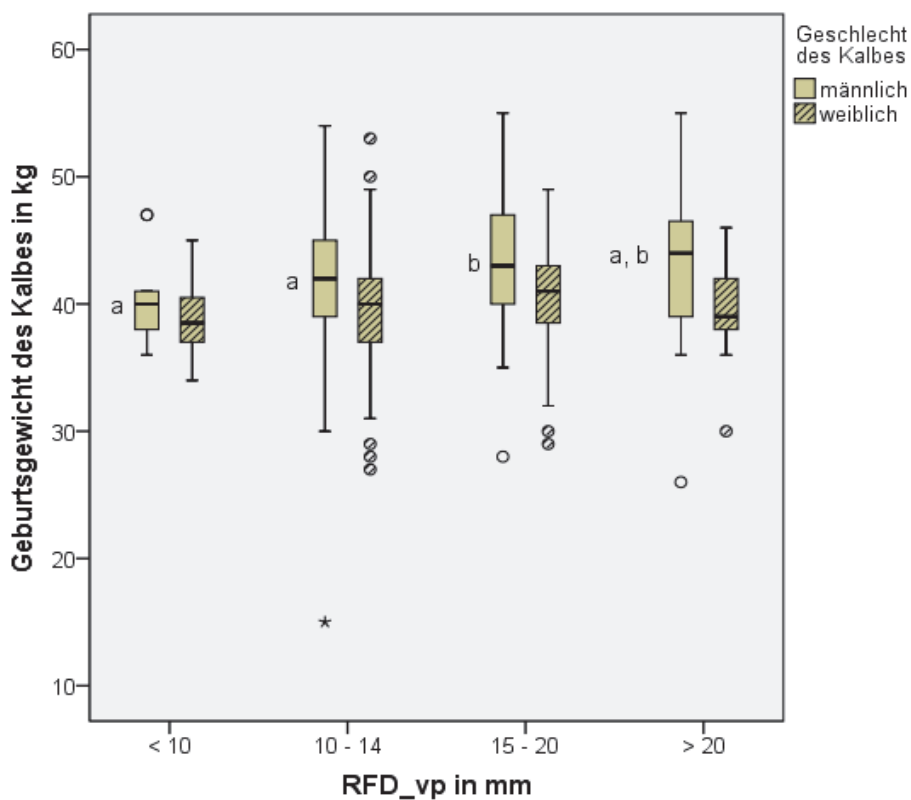


Abb. 4-12: Geburtsgewicht der Kälber in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau p < 0,05 hin

Zum Zeitpunkt der Kalbung hat die maternale RFD jedoch keinen signifikanten Einfluss mehr auf das Kälbergeburtsgewicht (Tab. 4-23, Tab. 4-25). Dennoch werden bei den Bullenkälbern numerisch schwerere Kälber von Müttern mit einer RFD von 15 mm bis 20 mm geboren. Bei den Färsenkälbern sind die Geburtsgewichte unabhängig von der maternalen RFD mit durchschnittlich 40 kg sogar annähernd identisch.

Tab. 4-25: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern

Gewicht Kalb (kg)	maternale RFD_p (mm)			
	≤ 9	10 – 14	15 – 20	> 20
Bullenkälber				
n	23	158	93	18
$x \pm s$	41,0 ± 3,74	42,4 ± 4,83	43,3 ± 5,05	42,8 ± 6,01
F			1,6	
p			0,180	
Färsenkälber				
n	25	168	109	10
$x \pm s$	40,2 ± 3,80	40,1 ± 4,34	40,1 ± 4,24	40,7 ± 4,30
F			0,1	
p			0,974	
gesamt				
n	48	326	202	28
$x \pm s$	40,5 ± 3,75	41,2 ± 4,73	41,6 ± 4,89	42,1 ± 5,48
F			0,9	
p			0,418	

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

4.4.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und dem Kälbergeburtsgewicht

Die antepartale Entwicklung der maternalen RFD korreliert schwach negativ mit dem Geburtsgewicht der Kälber. Signifikante Korrelationen treten jedoch nicht auf (Tab. 4-26).

Tab. 4-26: Korrelation zwischen der Änderung der maternalen RFD im peripartalen Zeitraum und der Kälbergeburtssmasse

Gewicht		Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a
gesamt	r	-0,072	-0,031	-0,086
	p	0,099	0,499	0,091
	n	521	479	386
Bullenkalb	r	-0,072	-0,135	-0,063
	p	0,243	0,038	0,395
	n	261	235	182
Färsenkalb	r	-0,061	0,116	-0,156
	p	0,330	0,070	0,025
	n	260	244	204
Lebendgeburt	r	-0,076	0,009	-0,078
	p	0,100	0,857	0,145
	n	464	433	353
Totgeburt	r	-0,083	-0,200	-0,175
	p	0,540	0,184	0,330
	n	57	46	33

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Geburtssmasse der Bullenkälber unterscheidet sich nicht signifikant in Abhängigkeit von der antepartalen Mobilisation bzw. Retention der maternalen Fettreserven (Tab. 4-27).

Im Gegensatz dazu treten bei den weiblichen Kälbern signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) auf. Färsen mit einem moderaten Auf- bzw. Abbau der Fettreserven von 1 mm – 5 mm in der Vorbereitungsperiode bringen signifikant schwerere Färsenkälber zur Welt (Abb. 4-13).

Zudem sind diese Kälber mit durchschnittlich 40 kg unabhängig von einer Mobilisation oder Retention gleich schwer.

Primipare Tiere, deren RFD sich mehr als 5 mm bzw. überhaupt nicht ändert, gebären Färsenkälber, die durchschnittlich 2,3 kg leichter sind (Tab. 4-27).

Tab. 4-27: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern

Gewicht Kalb (kg)	Änderung der maternalen RFD_p-vp (mm)				
	> -5	-5 - -1	0	1 - 5	> 5
Bullenkälber					
n	9	130	52	65	5
$\bar{x} \pm s$	43,6 ± 3,91	43,2 ± 4,59	42,2 ± 4,43	42,0 ± 6,32	42,2 ± 3,96
F	0,8				
p	0,539				
Färsenkälber					
n	9	124	51	69	7
$\bar{x} \pm s$	37,2 ± 4,24 ^a	40,8 ± 3,89 ^b	38,1 ± 4,74 ^a	40,2 ± 4,26 ^b	39,4 ± 3,36 ^{a,b}
F	5,1				
p	0,001				
gesamt					
n	18	254	103	134	12
$\bar{x} \pm s$	40,4 ± 5,12 ^a	42,0 ± 4,41 ^{a,b}	40,2 ± 5,02 ^{a,c}	41,1 ± 5,41 ^a	40,6 ± 3,73 ^a
F	3,2				
p	0,013				

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

a, b, c verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

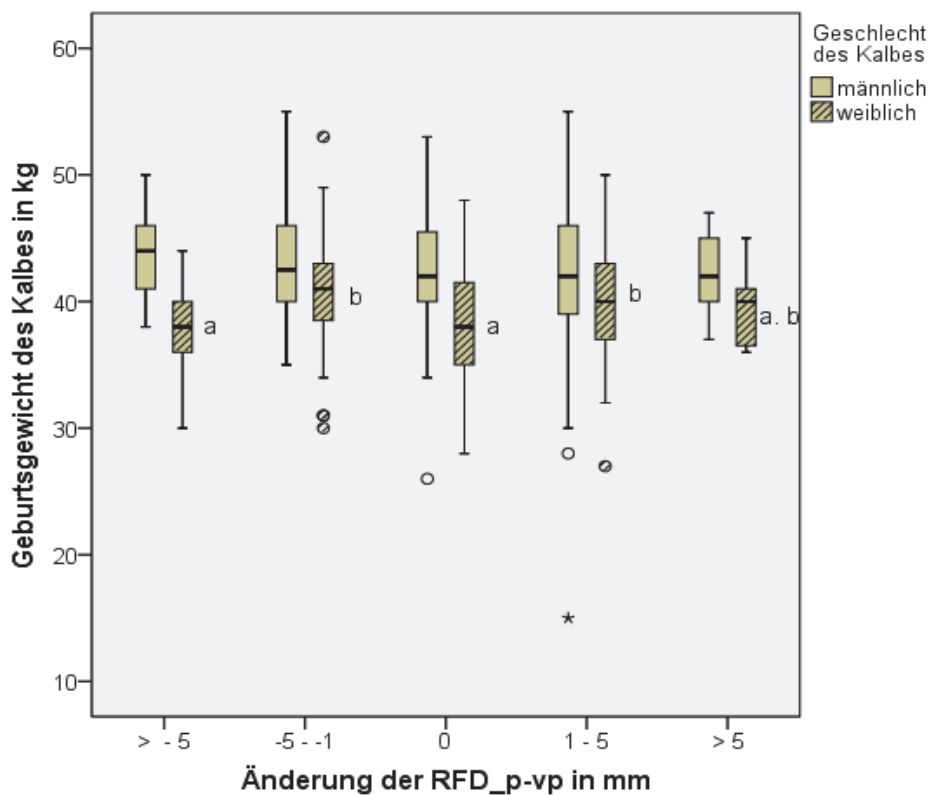


Abb. 4-13: Geburtsgewicht der Kälber in Abhängigkeit von der Änderung RFD_p-vp

a, b, c verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

4.5 Einfluss der RFD und Δ RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität

4.5.1 Statistische Beschreibung der Kolostrumparameter

Im Untersuchungszeitraum wurde von 593 Färsen die Kolostrummenge ermittelt und von 536 Färsen die IgG-Konzentration mit Hilfe eines Brix-Refraktometers bestimmt (Tab. 4-28, Tab. 4-29). Die Häufigkeitsverteilung der Kolostrummenge bzw. der -qualität sind in Abb. 4-14 und Abb. 4-15 dargestellt. Eine starke Häufung fällt im Bereich von 2 kg und 4 - 5 kg bzw. im Bereich von 63 – 65 g/l auf.

Sowohl die Kolostrummenge ($F = 3,314$, $p = 0,069$) als auch die IgG-Konzentration ($F = 0,183$, $p = 0,669$) werden dabei nicht signifikant vom Geschlecht des Kalbes beeinflusst.

Tab. 4-28: Statistische Kennzahlen der Kolostrummenge

Menge (kg)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
gesamt	593	4,2	2,40	4,0	4,0	0,1	15,0
Bullenkalb	277	4,3	9,56	4,0	4,0	0,1	13,1
Färsenkalb	316	4,0	2,37	3,9	4,0	0,1	15,0

Tab. 4-29: Statistische Kennzahlen des IgG-Gehaltes des Kolostrums

IgG (g/l)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
gesamt	536	65,9	9,56	65,0	65,0	2,8	80,0
Bullenkalb	247	66,0	9,51	65,0	65,0	2,8	80,0
Färsenkalb	289	65,9	9,62	65,0	65,0	24,3	80,0

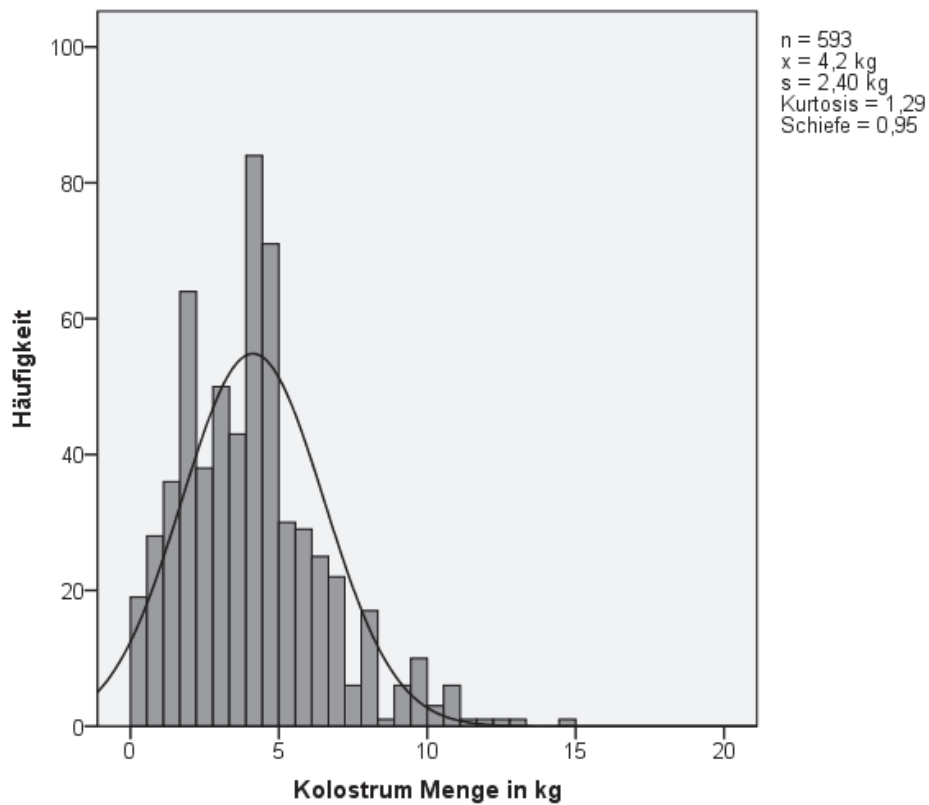


Abb. 4-14: Absolute Häufigkeitsverteilung der Kolostrummenge

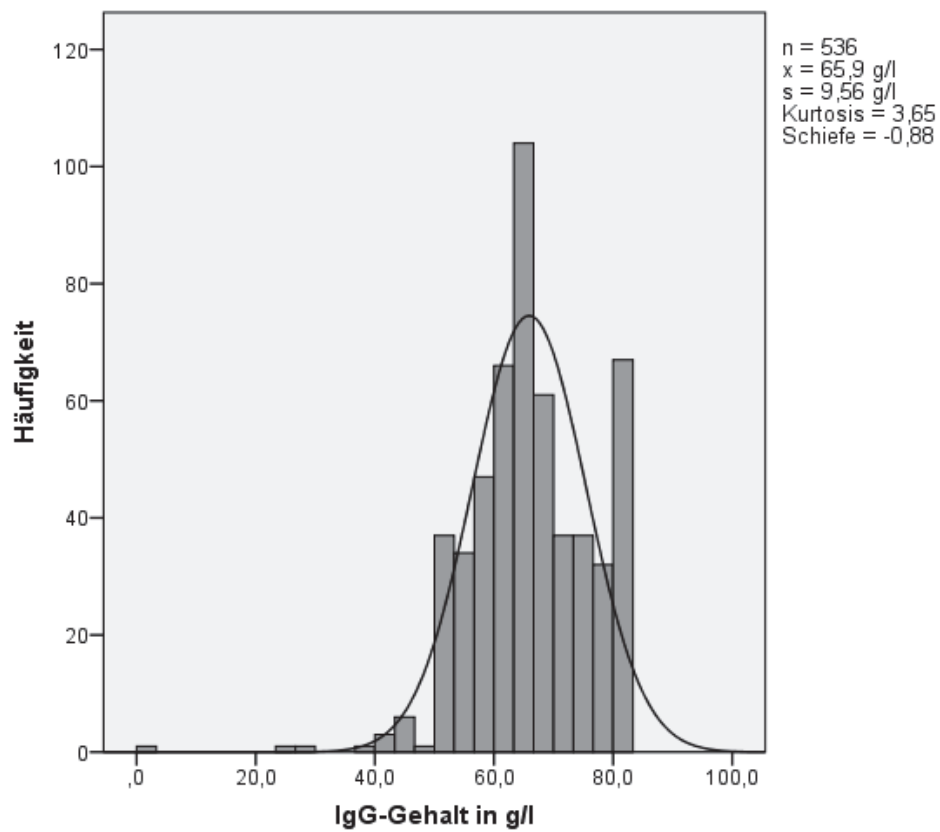


Abb. 4-15: Absolute Häufigkeitsverteilung des kolostralen IgG-Gehaltes

4.5.2 Zusammenhang zwischen der RFD und den Kolostrumparametern

Die maternale Kondition der hochtragenden Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode hat einen signifikanten Einfluss ($p < 0,05$) auf die Menge an gebildetem Kolostrum und den kolostralen IgG-Gehalt (Tab. 4-31). Die RFD korreliert dabei schwach positiv mit der gebildeten Kolostrummenge und schwach negativ mit der Konzentration an IgG im Erstgemelk (Tab. 4-30).

Tab. 4-30: Korrelation zwischen der RFD und den Kolostrumparametern

Kolostrum		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Menge	r	0,146	0,081	0,007	-0,101
	p	0,001	0,054	0,879	0,028
	n	499	570	459	472
IgG-Gehalt	r	-0,044	-0,095	-0,098	-0,096
	p	0,341	0,029	0,044	0,046
	n	463	532	421	428

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-31: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität

RFD_vp (mm)	n	Menge (kg)	n	IgG-Gehalt (g/l)	IgG-Gehalt Gesamtgemelk
< 10	27	3,1 ± 2,09 ^a	26	70,9 ± 11,08 ^a	219,8 ± 23,16
10 - 14	232	4,0 ± 2,46 ^{a, b}	214	65,3 ± 10,23 ^b	261,2 ± 25,17
15 - 20	216	4,5 ± 2,38 ^b	201	65,3 ± 8,93 ^b	293,9 ± 21,25
> 20	24	4,6 ± 2,11 ^b	22	64,1 ± 8,83 ^b	294,9 ± 18,63
gesamt	499	4,2 ± 2,40	463	65,6 ± 9,73	275,5 ± 23,35
F		3,0		2,9	
p		0,028		0,034	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Die Kolostrummenge nimmt linear (R^2 linear = 0,021, $p = 0,001$) mit zunehmender RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode zu (Tab. 4-31, Abb. 4-16). Je mm zusätzlicher RFD kann 0,1 kg mehr Kolostrum gemolken werden.

Gut konditionierte Tiere mit einer antepartalen RFD > 20 mm erbringen mit durchschnittlich 1,5 kg signifikant mehr Kolostrum als unterkonditionierte Tiere mit einer RFD < 10 mm. 2,1 % der Streuung der Werte kann hierbei über die maternale RFD erklärt werden.

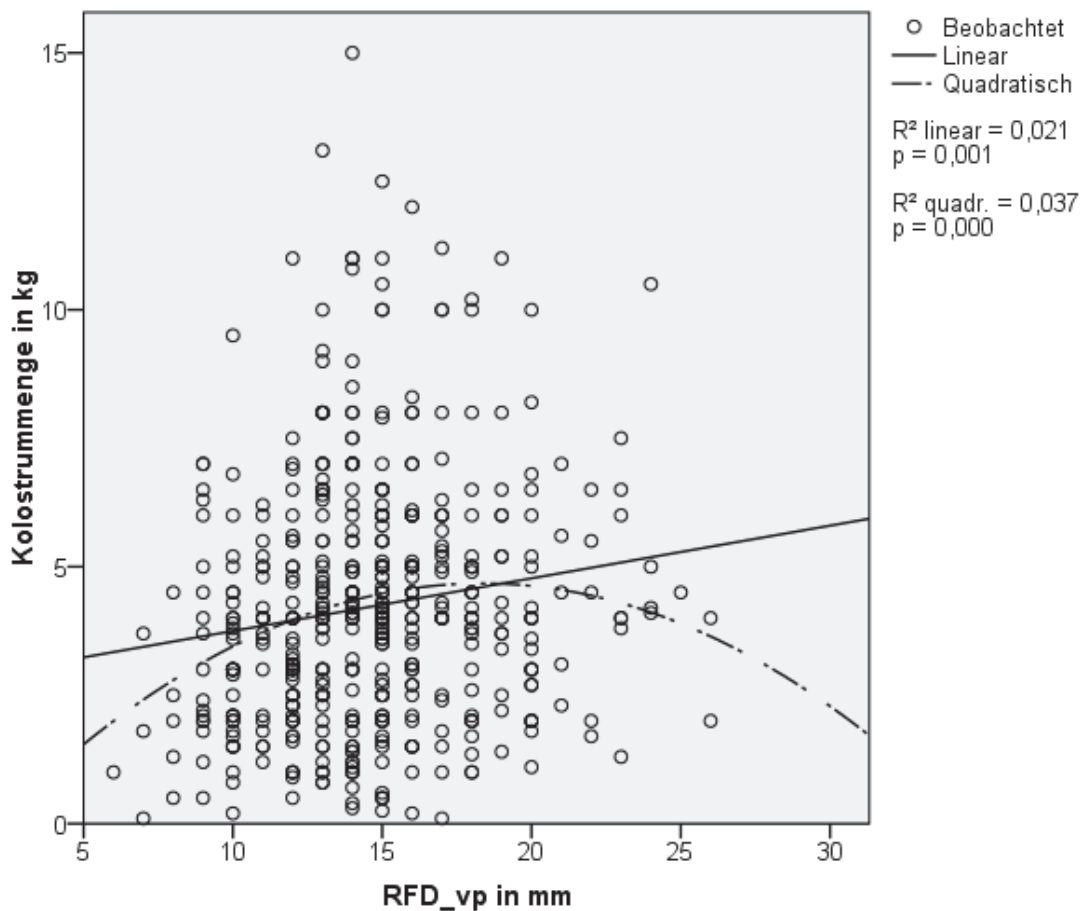


Abb. 4-16: Kolostrummenge in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (Kolostrummenge = $2,741 + 0,095 \cdot \text{RFD}_{\text{vp}}$)

Im Gegensatz zur Kolostrummenge nimmt der mittels Refraktometer ermittelte IgG-Gehalt mit zunehmender RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode signifikant ($p < 0,05$) ab (Tab. 4-31).

Es können signifikant negative Korrelation ($r = -0,211$, $p < 0,001$) zwischen Kolostrummenge und -dichte nachgewiesen werden. Auf das Gesamtgemelk bezogen nimmt die Menge an IgG mit steigender RFD zu.

Zum Zeitpunkt der Kalbung unterscheiden sich im RFD-Gruppenvergleich weder die Menge an gemolkenem Kolostrum noch die IgG-Konzentration signifikant (Tab. 4-32).

Tendenziell ist die Kolostrummenge bei Färsen mit einer RFD von 15 mm bis 20 mm jedoch etwas höher. Die geringste Menge erbringen die mageren Tiere mit einer RFD < 10 mm.

Tab. 4-32: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf die Kolostrummenge und -qualität

RFD_p (mm)	n	Menge (kg)	n	IgG-Gehalt (g/l)	IgG-Gehalt Gesamtmelk
< 10	40	3,5 ± 2,68	42	68,5 ± 11,75	239,8 ± 31,49
10 - 14	309	4,0 ± 2,35	287	66,1 ± 9,42	264,4 ± 22,14
15 - 20	196	4,4 ± 2,42	180	65,5 ± 9,19	288,2 ± 22,24
> 20	25	4,0 ± 2,05	23	63,1 ± 9,63	252,4 ± 19,74
gesamt	570	4,1 ± 2,39	532	66,0 ± 9,58	270,6 ± 23,0
F		2,1		1,8	
p		0,095		0,137	

F = Streuungsquotient ANOVA, p= Irrtumswahrscheinlichkeit

Der kolostrale IgG-Gehalt nimmt linear mit steigenden Fettreserven zum Partus ab (R^2 linear = 0,009, $p = 0,029$). Je mm zusätzlicher RFD zum Partus sinkt die IgG-Konzentration um 0,3 g/l (Abb. 4-17). Es besteht hierbei eine signifikant negative Korrelation (Tab. 4-30).

9 % der Variationen im IgG-Gehalt können über die RFD zur Kalbung erklärt werden.

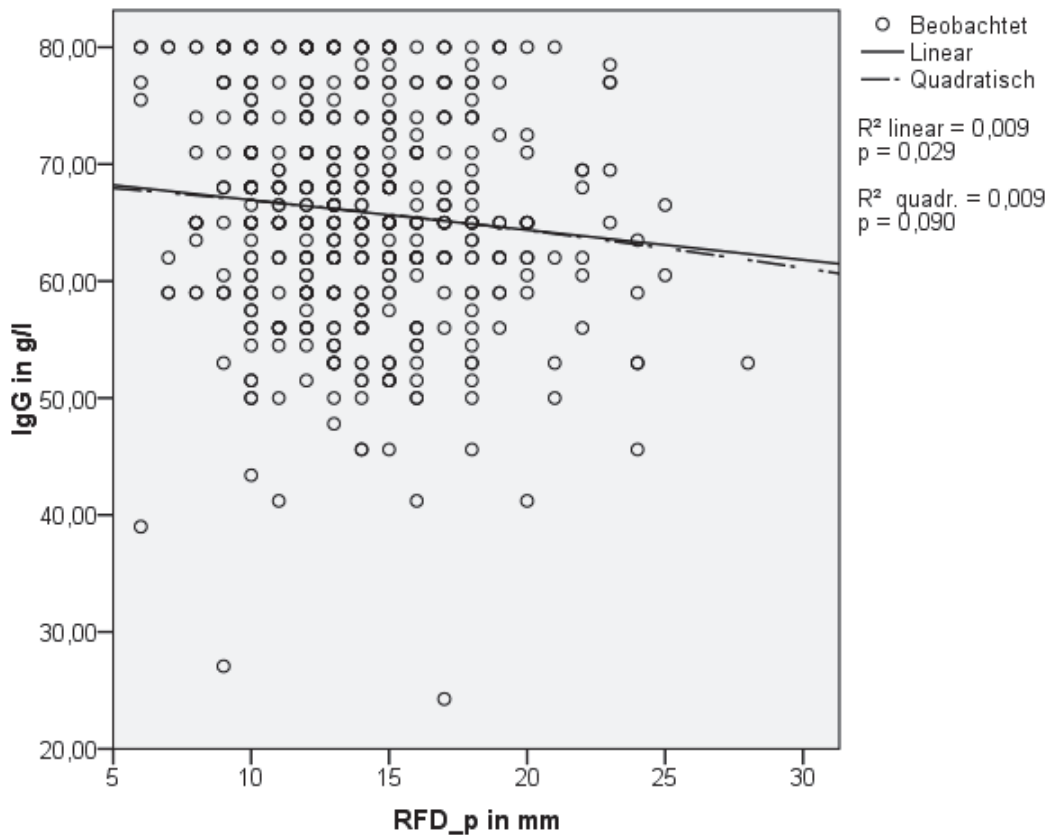


Abb. 4-17: kolostraler IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der maternalen RFD zum Partus
 $(\text{IgG} = 69,494 - 0,256 * \text{RFD}_p)$

4.5.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD in der Vorbereitungsperiode und den Kolostrumparametern

Die antepartale Änderung der RFD steht in einem signifikanten Zusammenhang ($p < 0,05$) zur Kolostrummenge (Tab. 4-34). Es werden hierbei negative Korrelationen beobachtet (Tab. 4-33). Färsen, die bereits in der Vorbereitungsperiode Fettreserven einschmelzen, erbringen die höchste Menge an Erstgemelk. Ebenso kann bei Tieren, die Fettreserven angelegt haben, immer noch durchschnittlich ein halber Liter mehr Kolostrum gemolken werden als bei jenen, deren RFD sich in den letzten zwei bis drei Wochen nicht ändert.

Tab. 4-33: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und den Kolostrumparametern

Kolostrum		Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a
Menge	r	-0,076	-0,025	-0,062
	p	0,090	0,008	0,229
	n	494	454	373
IgG-Gehalt	r	-0,046	0,029	-0,007
	p	0,330	0,550	0,896
	n	459	417	343

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Der IgG-Gehalt bleibt dagegen unbeeinflusst von der maternalen Körperkonditionsänderung. Numerisch weisen jedoch Färsen mit antepartal Lipolyse eine etwas höhere IgG-Konzentration auf (Tab. 4-34).

Tab. 4-34: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität

RFD_p-vp (mm)	n	Menge (kg)	n	IgG-Gehalt (g/l)	IgG-Gehalt Gesamtgemelk
< 0	259	4,4 ± 2,48 ^a	239	68,5 ± 11,75	301,4 ± 29,14
0	97	3,7 ± 1,93 ^b	89	66,1 ± 9,42	244,6 ± 18,18
> 0	138	4,2 ± 2,49 ^{a, b}	131	65,5 ± 9,19	275,1 ± 22,88
gesamt	494	4,2 ± 2,40	459	65,6 ± 9,76	275,5 ± 23,42
F		3,6		1,0	
p		0,028		0,370	

F = Streuungsquotient ANOVA, p= Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

4.6 Einfluss der RFD und Δ RFD Änderung im peripartalen Zeitraum auf die Fruchtbarkeit

4.6.1 Statistische Beschreibung der Fruchtbarkeitsparameter

Die statistischen Kennzahlen der erhobenen Fruchtbarkeitsparameter der 646 untersuchten Färsen sind in der folgenden Tab. 4-35 zusammengefasst.

Die Rastzeit ist ergänzend im Histogramm dargestellt (Abb. 4-18). Auffällig ist eine Bimodalität im Balkenverlauf, die sich dadurch ergibt, dass der Zeitpunkt der Besamung nicht durch natürliche Brunst, sondern durch Ovulationssynchronisationsprogramme künstlich determiniert ist (Tab. 3-2). Folglich beträgt die Rastzeit mindestens 50 Tage.

Tab. 4-35: Statistische Kennzahlen der Fruchtbarkeitsparameter

Parameter	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
Rastzeit	601	62,6	9,80	58	54	50	78
Güstzeit	607	111,8	91,75	77	54	50	747
n Bes/ Tier	443	1,8	1,15	1	1	1	7

n Bes/ Tier = Anzahl der Besamungen je tragend gewordenen Tier

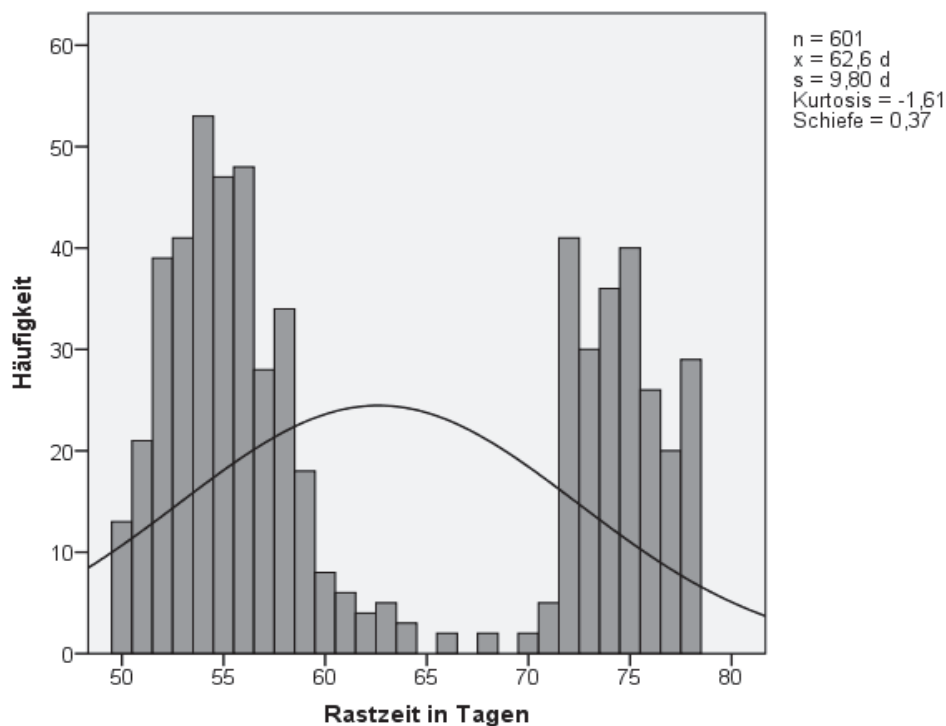


Abb. 4-18: Absolute Häufigkeitsverteilung der Rastzeit

Bei 234 von 463 Erstlaktierenden kann nach der ersten Besamung eine Trächtigkeit festgestellt werden. Dies entspricht einem Erstbesamungserfolg von 50,5 %. Die Konzeptionsrate nach 7 Nachbesamungen beträgt 95,5 %, d.h. von allen 463 besamten Tieren sind insgesamt 443 Tiere tragend geworden (Tab. 4-36, Abb. 4-19). Hierfür waren insgesamt 965 Besamungen nötig. Dies entspricht einem Besamungsindex von 2,2 und einem Trächtigkeitsindex von 1,8.

20 Tiere wurden auch nach der 7. bis 10. Besamung nicht tragend und dadurch als zuchtuntauglich definiert. Für diese Tiere liegt keine genaue Besamungsanzahl vor, wodurch sie bei der Anzahl der besamten Tiere in Tab. 4-35 nicht mit erfasst werden.

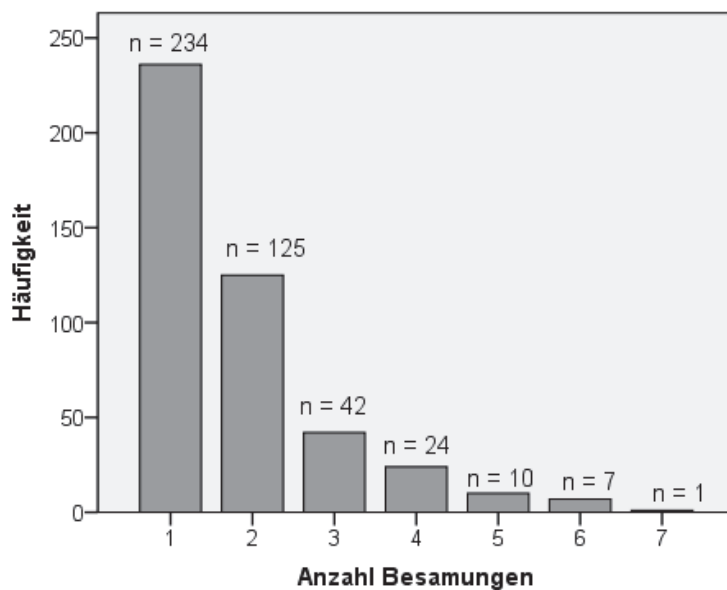


Abb. 4-19: Absolute Häufigkeitsverteilung der durchgeführten Besamungen

Tab. 4-36: Häufigkeitsverteilungen der besamten und tragenden Erstkalbinnen

Besamungen	besamte Tiere (n_{bT})	tragende Tiere nach n Besamungen (n_{tT})	$KR (\%) = \frac{n_{tT} \times 100}{n_{bT}}$	KR (%) gesamt
Erstbesamung	463	234	50,5	50,5
2. Zyklus	229	125	54,8	51,8
3. Zyklus	104	42	40,4	77,5
4. Zyklus	62	24	38,7	86,6
5. Zyklus	38	10	26,3	94,0
6. Zyklus	28	7	25,0	95,5
7. Zyklus	21	1	5,8	95,5
ab 8. Zyklus	20	0	0	95,7

KR = Konzeptionsrate

4.6.2 Zusammenhang zwischen RFD und Fruchtbarkeit

Zwischen der RFD der Erstlaktierenden zur Ausstallung bzw. am 42. - 48. Laktationstag und der Rast- und Gützeit bestehen signifikant ($p < 0,05$) negative Korrelationen (Tab. 4-37).

Tab. 4-37: Korrelation zwischen der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern

Parameter		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Rastzeit	r_s	-0,049	-0,075	-0,066	-0,158
	p	0,269	0,073	0,152	0,000
	n	502	577	466	495
Gützeit	r_s	-0,072	-0,080	-0,100	-0,133
	p	0,107	0,053	0,029	0,003
	n	506	582	473	498
n Besamungen	r_s	-0,102	-0,106	-0,200	-0,104
	p	0,050	0,030	0,000	0,043
	n	372	425	345	375

r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Es treten hierbei signifikant lineare Zusammenhänge ($p < 0,05$) auf (Tab. 4-38, Abb. 4-20). Je mm RFD zum Zeitpunkt sechs Wochen p.p. verkürzt sich die Rastzeit um 0,5 d und die Gützeit um 3,5 d.

2,2 % der Variationen in der Länge der Rastzeit können im linearen Modell über die RFD_6Wo p.p. erklärt werden; bei der Gützeit sind es 1,2 %.

Tab. 4-38: Regression zwischen der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern

Parameter	$R^2 = \text{linear}$	p	b	$R^2 = \text{quadrat.}$	p
RFD_6Wo-RZ	0,022	0,001	-0,534	0,022	0,004
RFD_6Wo-GZ	0,012	0,016	-3,516	0,012	0,051

p = Irrtumswahrscheinlichkeit, b = Regressionskoeffizient

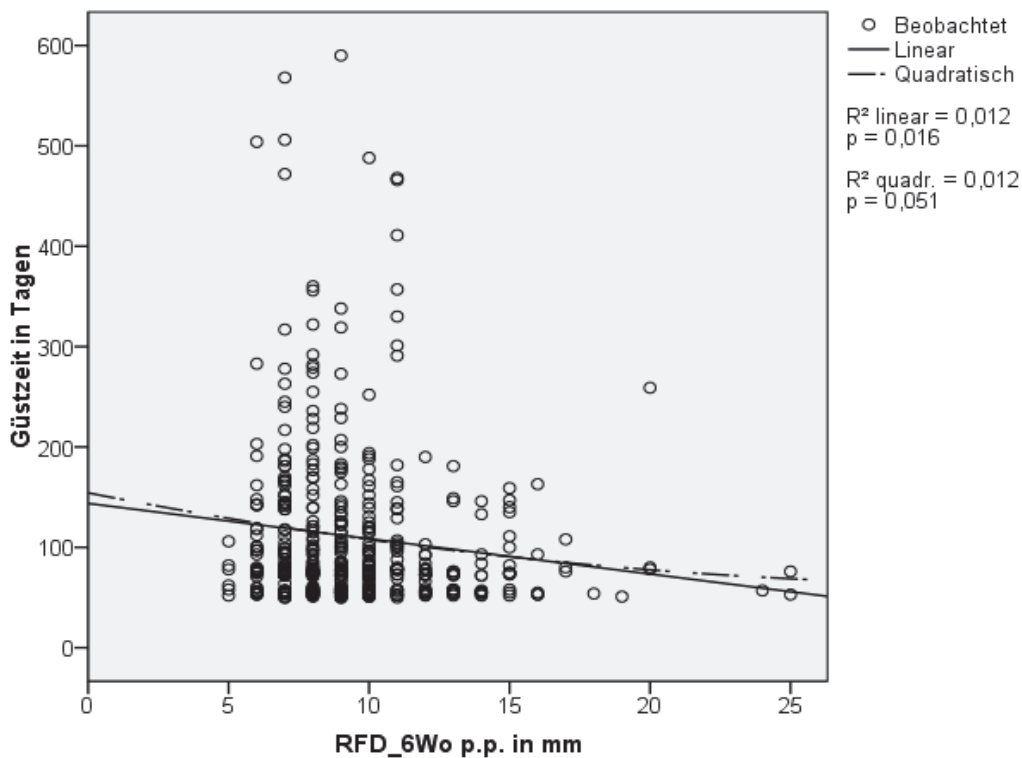


Abb. 4-20: Gützeit in Abhängigkeit von der RFD 6 Wochen p.p. (Gützeit = $143,7 - 3,5 \cdot \text{RFD}_{6\text{Wo}}$)

Auch im Gruppenvergleich wird die signifikant ($p < 0,05$) negative lineare Korrelation deutlich. Mit steigender RFD der Erstlaktierenden nimmt der Anteil jener Tiere mit einer Rastzeit < 65 d zu. Während bei den mageren Erstkalbinnen nur jedes zweite Tier vor dem 65. Laktationstag tragend wird, sind es bei den Tieren mit einer RFD ≥ 11 mm schon mehr als zwei Drittel (Tab. 4-39).

Tab. 4-39: Einfluss der RFD 42-48 Tage p.p. auf die Rastzeit

RFD_6wo (mm)	Rastzeit (d)					
	≤ 65		> 65		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
gesamt	313	61,6	195	38,4	508	100
≤ 6	26	53,1	23	46,9	49	100
7 - 10	200	59,0	139	41,0	339	100
≥ 11	87	72,5	33	27,5	120	100
χ^2						8,5
p						0,014

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Ebenso korreliert die maternale RFD im gesamten Messzeitraum signifikant ($p < 0,05$) negativ mit der Anzahl der Besamungen (Tab. 4-37). Zum Zeitpunkt der Ausstellung sind Erstlaktierende mit mehr als drei Besamungen um durchschnittlich 2,7 mm dünner als jene Tiere, die beim ersten Besamungsversuch tragend wurden. Auch zu den anderen Messzeitpunkten haben diese Tiere tendenziell (RFD_vp, RFD_6Wo) bzw. numerisch (RFD_p) die geringste RFD (Tab. 4-40).

Zuchtuntaugliche Tiere und fruchtbare Tiere unterscheiden sich hinsichtlich der Ausprägung ihrer Fettreserven jedoch nicht signifikant (Tab. 11-20 im Anhang).

Tab. 4-40: Einfluss der RFD auf die Anzahl der Besamungen je Tier

RFD (mm)	n Besamungen			
	1	2	3	>3
RFD_vp				
n	203	100	34	35
$\bar{x} \pm s$	14,8 ± 3,37	15,0 ± 3,62	13,7 ± 2,33	13,6 ± 4,00
F		2,3		
p		0,074		
RFD_p				
n	224	118	41	42
$\bar{x} \pm s$	14,1 ± 3,31	13,5 ± 3,75	14,1 ± 3,84	13,2 ± 2,92
F		1,5		
p		0,207		
RFD_a				
n	183	96	31	35
$\bar{x} \pm s$	13,0 ± 3,21 ^a	12,1 ± 3,75 ^b	12,2 ± 2,70 ^{a, b, c}	10,7 ± 2,66 ^c
F		4,9		
p		0,002		
RFD_6wo				
n	190	110	37	38
$\bar{x} \pm s$	9,5 ± 2,52	9,4 ± 3,05	9,6 ± 2,67	8,3 ± 1,63
F		2,2		
p		0,092		

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

4.6.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD im peripartalen Zeitraum und der Fruchtbarkeit

Die Änderung der maternalen RFD im peripartalen Zeitraum hat keinen signifikanten Einfluss auf die Rast- und Gützeit, jedoch auf die Anzahl der Besamungen. Diese korrelieren schwach negativ mit der Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung und schwach positiv mit der Änderung der RFD von der Ausstallung bis 6 Wochen p.p. (Tab. 4-41).

Tab. 4-41: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern

Parameter		Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6wo-a
Rastzeit	r_s	-0,070	0,006	-0,029
	p	0,118	0,902	0,570
	n	497	461	389
Gützeit	r_s	-0,026	-0,037	0,080
	p	0,561	0,428	0,111
	n	501	468	394
n Besamungen	r_s	0,66	-0,138	0,018
	p	0,210	0,011	0,044
	n	365	340	294

r_s = Korrelationskoeffizient nach Spearman-Rho, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch der Gruppenvergleich zeigt keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Änderung der maternalen RFD und der Länge der Gützeit (Tab. 4-42, Tab. 4-43). Numerisch verkürzt sich jedoch die Gützeit mit der Zunahme der antepartalen Lipolyse und der Abnahme der postpartalen Lipolyse.

Tab. 4-42: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung auf die Gützeit

Δ RFD_p-vp (mm)	n	Gützeit (d)	Δ RFD_a-p (mm)	n	Gützeit (d)
≥ -4	65	95,4 \pm 59,86	≥ -5	43	113,4 \pm 88,48
-3 bis 1	351	112,8 \pm 84,34	-4 bis 1	377	109,8 \pm 86,12
≥ 2	85	116,4 \pm 110,33	≥ 2	48	102,4 \pm 69,63
gesamt	501	111,2 \pm 86,72	gesamt	468	109,4 \pm
F		1,3	F		0,2
p		0,276	p		0,805

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-43: Einfluss der Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Laktationswoche auf die Gützeit

Δ RFD_6Wo-a (mm)	n	Gützeit (d)
≥ -6	53	97,8 \pm 61,14
-3 bis -1	289	110,8 \pm 88,82
≥ 0	52	75,58 \pm 75,58
gesamt	394	108,5 \pm 83,89
F		0,555
p		0,574

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Erstkalbinnen, die beim ersten Besamungsversuch tragend wurden, zeigen ante- und postpartal geringe RFD-Abnahmen. Nach der Kalbung steigt die Anzahl an Besamungen mit zunehmender Lipolyse in den ersten zwei bis drei Wochen an. Nach der Ausstallung haben Konditionsänderungen keinen signifikanten Einfluss mehr auf die Besamungsanzahl (Tab. 4-44).

Tab. 4-44: Einfluss der Änderung der RFD auf die Anzahl der Besamungen je Tier

Δ RFD (mm)	n Besamungen			
	1	2	3	>3
ΔRFD_p-vp				
n	203	100	34	35
$\bar{x} \pm s$	-0,5 \pm 2,69 ^a	-1,3 \pm 2,33 ^b	0,5 \pm 3,43 ^c	0,0 \pm 4,05 ^{a, c}
F			4,6	
p			0,003	
ΔRFD_a-p				
n	224	118	41	42
$\bar{x} \pm s$	-1,2 \pm 2,12 ^a	-1,3 \pm 2,97 ^a	-1,9 \pm 3,82 ^{a, b}	-2,5 ^b \pm 3,32
F			2,8	
p			0,042	
ΔRFD_6wo-a				
n	150	86	28	30
$\bar{x} \pm s$	-3,5 \pm 2,52	-2,9 \pm 2,87	-2,7 \pm 1,84	-2,7 \pm 2,41
F			1,8	
p			0,142	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau p < 0,05 hin

Ebenso steht die Änderung der RFD in keinem signifikanten Zusammenhang mit der Klassifizierung als zuchtuntauglich. Tendenziell bauen zuchtuntaugliche Tiere jedoch nach der Ausstallung durchschnittlich 1,6 mm weniger Fett ab als fruchtbare Tiere (Tab. 11-39 im Anhang).

4.7 Einfluss der RFD und Δ RFD im peripartalen Zeitraum auf die Milchleistung

4.7.1 Statistische Beschreibung der Milchleistung

Die Tab. 11-19 im Anhang gibt eine Übersicht über die Entwicklung der Milchleistung der primiparen Tiere in den ersten sieben Laktationstagen. Die Herdenmittelwerte unterscheiden sich signifikant ($p < 0,001$) und lassen kontinuierlich ansteigende Milchleistungen von 13,9 kg am 1. Tag p.p. auf 23,4 kg am 7. Laktationstag erkennen. Sieben Erstlaktierende (2,0 %) zeigen bereits am 1. Laktationstag eine Einstiegsleistung > 30 kg. Am 7. Laktationstag sind es 14,4 % ($n = 64$). Es können signifikant positive Korrelationen ($p < 0,05$) zwischen den Milchleistungen der ersten 7 Laktationstage festgestellt werden.

Die Abb. 4-21 zeigt ergänzend die Häufigkeitsverteilung der summierten 7-Tage-Milchleistung im Histogramm mit leichter Linkssteilheit und einer Häufung im Bereich von 130 kg bis 170 kg. Ausreißerwerte, die mehr als das 3-fache vom Mittelwert abweichen, treten vor allem im unteren Milchleistungsbereich ≤ 50 kg auf.

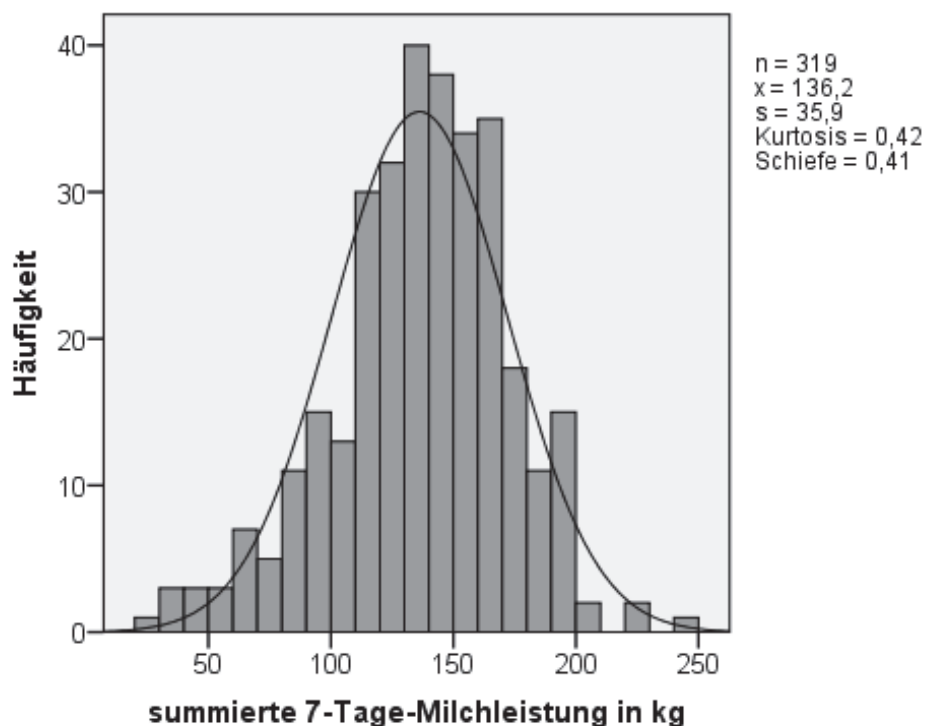


Abb. 4-21: Absolute Häufigkeitsverteilung der summierten 7d-Milchleistung

Ergebnisse

Tab. 4-45 zeigt die durchschnittliche Milchleistung an Tag 14 sowie die summierte 7-d-, 100-d- und 305-d-Milchleistung einschließlich Peak-Tag und Peak-Leistung. Abb. 4-22 illustriert die Häufigkeitsverteilung der 305-d-Leistung im Histogramm.

Tab. 4-45: Statistische Kennzahlen der summierten 7-Tage-ML, 14-Tage-ML, 100-Tage-ML und 305-Tage-ML

Milchleistung (kg)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	x_{\min}	x_{\max}
Σ 7-d-ML	319	136,2	35,87	138	145	26	246
14-d-ML	488	26,4	6,73	26	26	2	55
100-d-ML	632	2686	627,1	2780	2890	170	4130
305-d-ML	459	7770	1077,6	7760	7730	3440	10580
Peak-Leistung	621	33,3	6,37	33	32	7	67
Peak-Tag	632	92,2	67,28	77,0	70	7	434

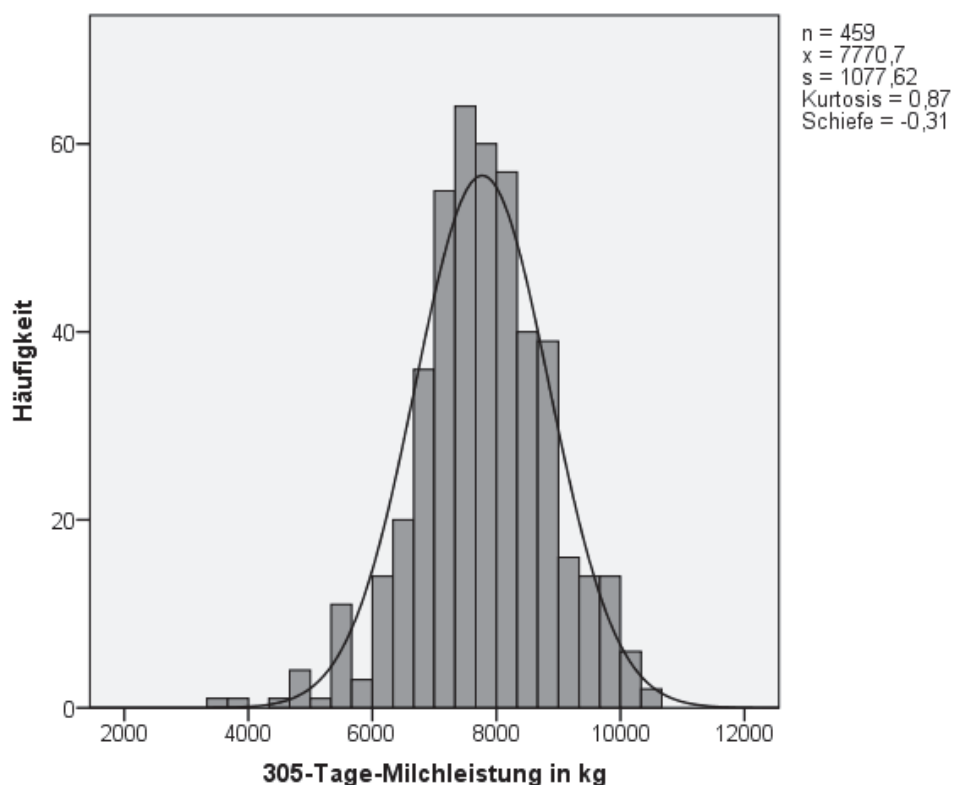


Abb. 4-22: Absolute Häufigkeitsverteilung der 305-Tage-Milchleistung

4.7.2 Zusammenhang zwischen der RFD und der Milchleistung

Die maternale Körperkondition zu Beginn der Vorbereitungsphase und zum Partus beeinflusst die Einstiegsleistung der ersten sieben Tage und jene an Tag 14 nicht signifikant. Es bestehen nur sehr schwache positive (RFD_vp, RFD_p) bzw. negative (RFD_a, RFD_6Wo) Korrelationen (Tab. 4-46).

Die 100-d-ML korreliert dagegen signifikant positiv ($p < 0,05$) mit den Fettreserven zu Beginn der Vorbereitungsperiode und signifikant negativ ($p < 0,05$) mit jenen zum Zeitpunkt 6 Wochen p.p. Letzteres gilt auch für die 305-d-ML ($p < 0,05$). Ebenso besteht eine signifikante Korrelation zwischen der maternalen RFD und dem Milchleistungspeak ($p < 0,05$). Der Tag der höchsten Milchleistung bleibt wiederum unbeeinflusst von der maternalen RFD (Tab. 4-46).

Tab. 4-46: Korrelation zwischen der RFD und der Milchleistung

Milchleistung		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
ML Σ1-7	r	0,046	0,021	-0,076	-0,195
	p	0,443	0,708	0,217	0,002
	n	283	312	269	252
ML_14	r	0,026	0,032	-0,030	-0,186
	p	0,598	0,499	0,552	0,000
	n	404	454	402	394
ML_100	r	0,136	0,059	-0,003	-0,286
	p	0,002	0,145	0,944	0,000
	n	527	605	487	507
ML_305	r	0,082	-0,030	-0,089	-0,221
	p	0,116	0,537	0,098	0,000
	n	366	439	377	409
Peak-ML	r	0,183	0,113	0,077	-0,194
	p	0,000	0,006	0,094	0,000
	n	518	594	479	506
Peak-Tag	r	0,058	0,040	0,039	0,003
	p	0,180	0,327	0,389	0,954
	n	528	605	485	507

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Bezüglich des Milchleistungspeaks können signifikant lineare Zusammenhänge (R^2 linear = 0,034, $p = 0,000$, Abb. 4-23) ermittelt werden. Je mm zusätzliche RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus steigt die höchste Milchleistung um 0,3 kg bzw. 0,2 kg.

3,4 % bzw. 1,3 % der Unterschiede in der Peakleistung können hierbei über die RFD_vp und RFD_p erklärt werden.

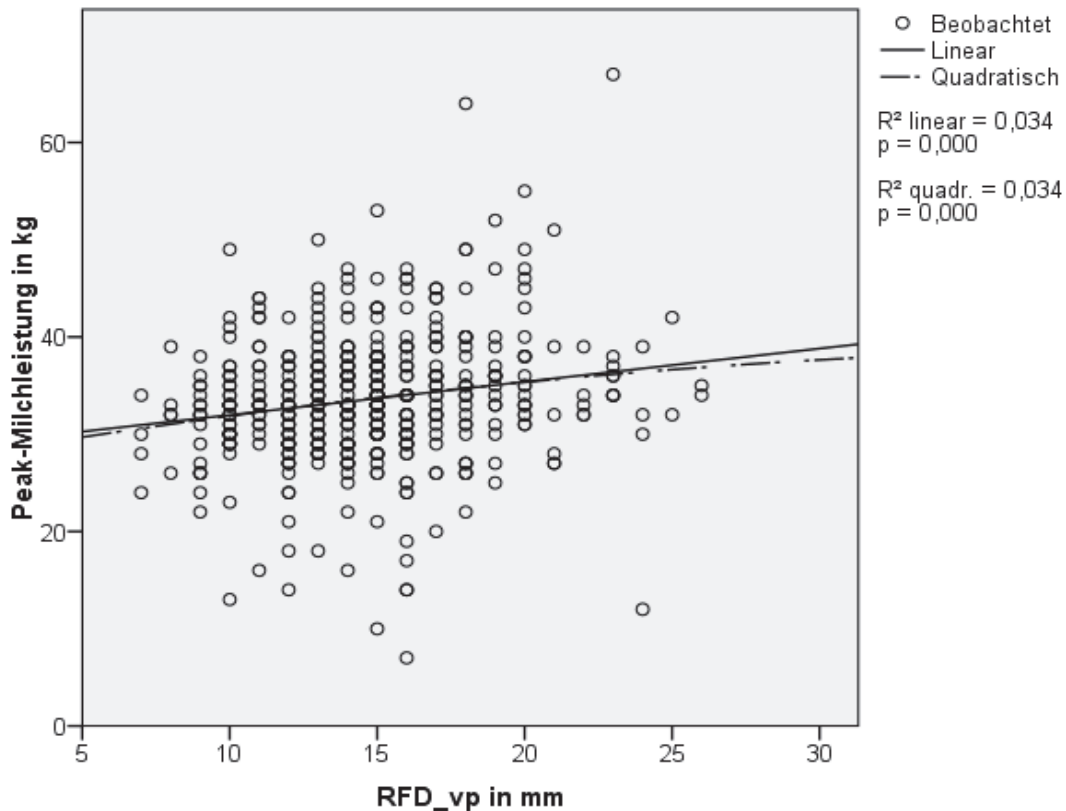


Abb. 4-23: Peak-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (Peak-ML = $28,6 + 0,3 \cdot \text{RFD_vp}$)

Zu Beginn der Vorbereitungsperiode bestehen zudem lineare Zusammenhänge (R^2 linear = 0,019, $p < 0,001$) zwischen der 100-d-ML und der Körperkondition. Je mm RFD_vp steigt die 100-d-ML um 23,8 kg (Abb. 4-24). 1,9 % der Variationen der 100-d-ML sind in diesem Modell durch die RFD_vp bedingt.

Im Zeitraum 42 d bis 48 d p.p. fällt die 100-d-ML je mm RFD um 51,7 kg linear (R^2 linear = 0,082) ab (Abb. 4-25). 8,2 % der Variationen der 100-d-ML können in diesem Modell durch die RFD_6Wo erklärt werden. Die 305-d-ML sinkt je mm RFD um 89 kg linear ab (R^2 linear = 0,049). 4,9 % der Variationen der 305-d-ML sind durch den Faktor RFD_6Wo p.p. bedingt.

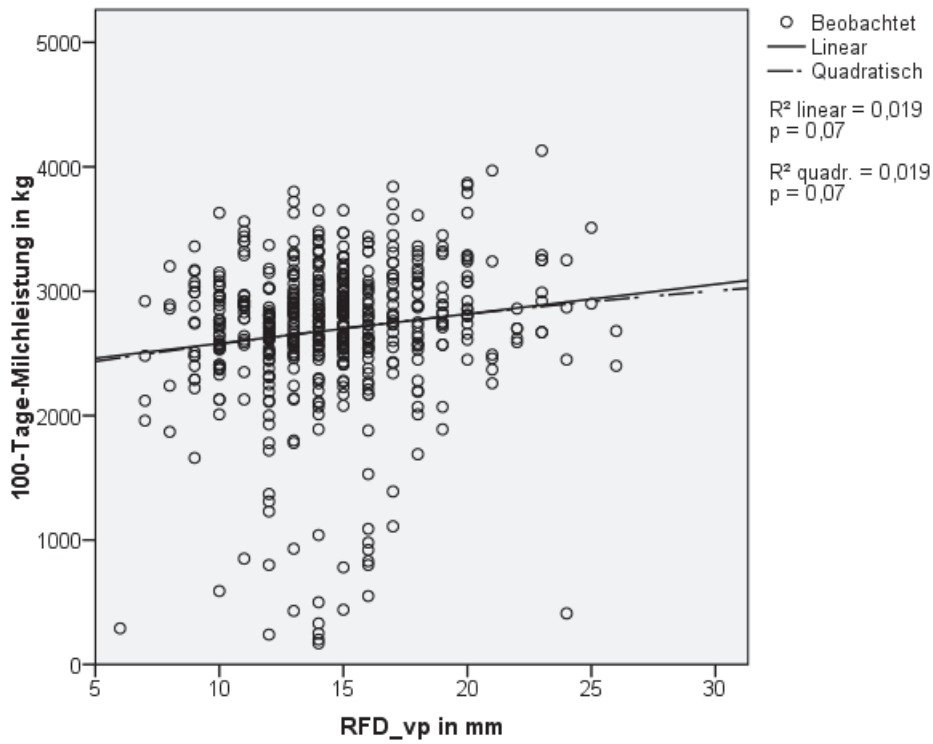


Abb. 4-24: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($100\text{-d-ML} = 2341,9 + 23,8 \cdot \text{RFD}_{\text{vp}}$)

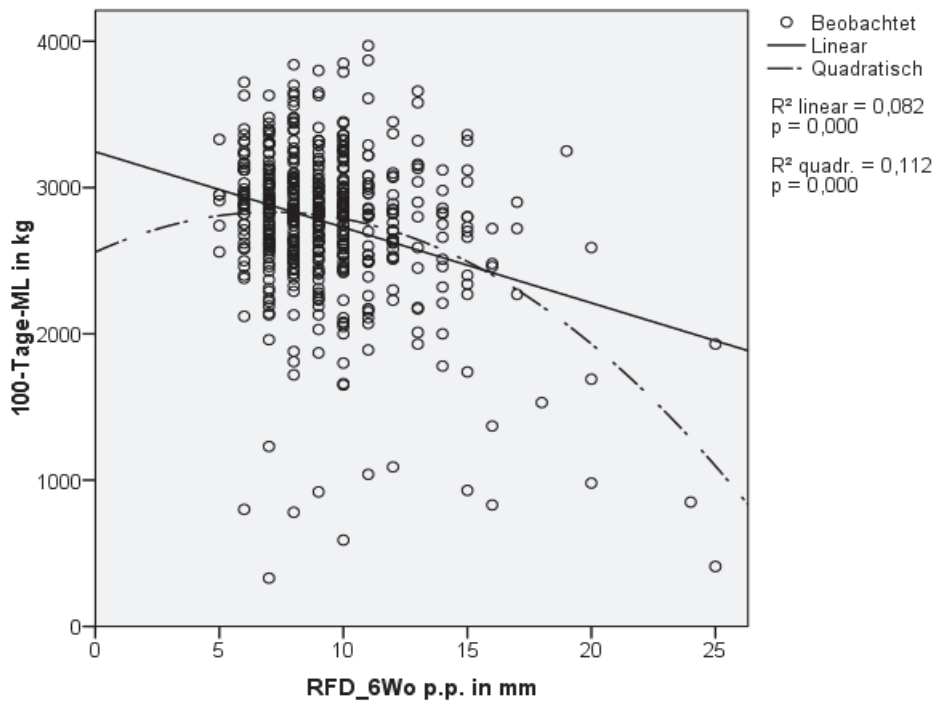


Abb. 4-25: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD 6 Wochen p.p. ($100\text{-d-ML} = 3244,1 - 51,7 \cdot \text{RFD}_{6\text{Wo}}$)

Ergebnisse

Im Gruppenvergleich bestehen keine signifikanten Unterschiede der summierten 7-d-ML in Bezug auf die maternale RFD. Zu Beginn der Vorbereitungsperiode erbringen die Erstlaktierenden mit einer RFD im Bereich von 15 mm bis 20 mm sowie jene Tiere mit einer sehr geringen RFD < 10 mm jedoch numerisch eine um 9,3 kg bzw. 10,4 kg höhere Milchleistung (Tab. 4-47).

Tab. 4-47: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der summierten Milchleistung der ersten 7 Laktationstage

RFD_vp (mm)	n	∑1-7d_ML (kg)	RFD_p (mm)	n	∑1-7d_ML (kg)
< 10	16	141,4 ± 30,44	< 10	23	135,7 ± 27,49
10 – 14	135	132,2 ± 36,92	10 – 14	161	134,3 ± 37,15
15 – 20	117	140,3 ± 33,19	15 – 20	111	139,9 ± 32,73
>20	15	129,7 ± 41,59	>20	17	132,6 ± 40,1
gesamt	283	135,9 ± 35,42	gesamt		
F		1,4	F	0,6	
p		0,250	p	0,603	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Auch zwischen der maternalen Körperkondition und der Milchleistung an Tag 14 können im Gruppenvergleich keine signifikanten Zusammenhänge nachgewiesen werden (Tab. 4-48).

Tab. 4-48: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 14-d-Milchleistung

RFD_vp (mm)	n	14d-d-ML (kg)	RFD_p (mm)	n	14d-d-ML (kg)
< 10	22	27,2 ± 3,42	< 10	37	26,5 ± 5,39
10 – 14	197	25,8 ± 6,61	10 – 14	251	25,7 ± 6,95
15 – 20	164	26,8 ± 6,87	15 – 20	146	27,4 ± 5,61
>20	21	25,6 ± 9,05	>20	20	25,9 ± 11,55
gesamt	404	26,3 ± 6,82	gesamt	454	26,4 ± 6,73
F		0,9	F	1,9	
p		0,424	p	0,121	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Die 100-d-ML ist nicht signifikant mit den maternalen Fettreserven zu Beginn der Vorbereitungsperiode assoziiert (Tab. 4-49). Tiere mit einer antepartalen RFD > 20 mm erbringen aber tendenziell eine um 140 kg höhere 100-d-ML als magere Tiere mit einer

RFD < 10 mm. Hinsichtlich der RFD zur Kalbung ist bei Erstlaktierenden mit 15 mm - 20 mm die signifikant ($p < 0,05$) höchste 100-d-Milchleistung ermittelbar.

Tab. 4-49: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 100-d-Milchleistung

RFD_vp (mm)	n	100-d-ML (kg)	RFD_p (mm)	n	100-d-ML (kg)
< 10	28	2546 ± 624,8	< 10	46	2610 ^a ± 618,6
10 – 14	250	2631 ± 623,8	10 – 14	330	2635 ^a ± 626,9
15 – 20	222	2753 ± 565,5	15 – 20	201	2798 ^b ± 477,4
>20	27	2811 ± 667,3	>20	28	2579 ^{a,b} ± 753,1
gesamt	501	2687 ± 604,9	gesamt	605	2685 ± 591,6
F		2,5	F		3,8
p		0,054	p		0,010

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Zur Ausstallung wirken sich die Körperfettreserven nicht signifikant auf die Milchleistung der ersten 100 Laktationstage aus, wohingegen im Zeitraum 42. - 48. d p.p. signifikante Zusammenhänge ($p < 0,001$) auftreten (Tab. 4-50). Magere Tiere mit einer RFD ≤ 6 mm erbringen eine um 300 kg höhere 100-d-ML als moderat konditionierte Tiere.

Tab. 4-50: Zusammenhang zwischen der RFD zur Ausstallung bzw. zur 6. Laktationswoche und der 100-Tage-Milchleistung

RFD_a (mm)	n	100-d-ML (kg)	RFD_6Wo (mm)	n	100-d-ML (kg)
< 10	94	2743 ± 402,3	< 7	48	2892 ^a ± 446,8
10 – 14	279	2644 ± 627,0	7 – 10	339	2801 ^a ± 461,9
>14	114	2789 ± 572,2	>10	120	2592 ^b ± 630,4
gesamt	487	2687 ± 579,6	gesamt	507	2760 ± 513,7
F		2,9	F		9,3
p		0,056	p		0,000

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (Tamhane) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Die 305-d-ML wird signifikant ($p < 0,05$) von der Körperkondition zur Kalbung beeinflusst. Tiere mit einer RFD > 18 mm erbringen 600 kg weniger Milch als Tiere mit einer RFD < 10 mm. Die höchste Milchleistung wird bei einer Kondition im Bereich von 16 mm bis 18 mm ermittelt (Tab. 4-51).

Tab. 4-51: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 305-d-Milchleistung

RFD_vp (mm)	n	305-d-ML (kg)	RFD_p (mm)	n	305-d-ML (kg)
< 10	27	7562 ± 1249,5	< 10	38	7850 ± 860,6 ^a
10 – 15	233	7725 ± 1023,4	10 – 15	305	7720 ± 1103,0 ^a
16 – 18	66	7794 ± 1163,7	16 – 18	66	8057 ± 880,3 ^{a,c}
>18	40	7976 ± 1012,1	>18	30	7251 ± 1176,9 ^b
gesamt	366	7753 ± 1066,0	gesamt	439	7750 ± 1070,8
F		1,0	F		4,3
p		0,414	p		0,005

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau p < 0,05 hin

Auch zur Ausstallung bzw. in der sechsten Laktationswoche wirkt sich die Körperkondition tendenziell bzw. signifikant auf die 305-d-ML aus. Magere Tiere mit einer RFD_6Wo < 7 mm erbringen im Gruppenvergleich 620 kg mehr Milch als Erstlaktierende mit einer RFD > 11 mm (Tab. 4-52).

Tab. 4-52: Zusammenhang zwischen der RFD zur Ausstallung bzw. zur 6. Laktationswoche und der 305-Tage-Milchleistung

RFD_a (mm)	n	305-d-ML (kg)	RFD_6Wo (mm)	n	305-d-ML (kg)
< 8	20	8253 ± 674,5	< 7	42	8081 ± 876,8 ^a
8 – 10	115	7824 ± 1064,5	7 – 11	307	7859 ± 1000,1 ^{a, b}
11 - 15	166	7636 ± 1058,7	> 11	60	7462 ± 1356,9 ^b
> 15	43	7660 ± 1232,7			
gesamt	344	7737 ± 1072,7	gesamt	409	7823 ± 1058,7
F		2,4	F		5,0
p		0,069	p		0,007

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (LSD) auf dem Niveau p < 0,05 hin

4.7.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD und der Milchleistung

Es bestehen fast ausschließlich negative Korrelationen zwischen der Änderung der maternalen RFD und der Milchleistung, wobei diese nur im postpartalen Zeitraum von der Ausstallung bis zum Ende der 6. Laktationswoche statistisch signifikant ($p < 0,05$) sind. Eine Ausnahme bildet die 305-d-ML. Der Tag der höchsten Milchleistung korreliert dagegen im gesamten Untersuchungszeitraum nicht signifikant mit der RFD-Änderung (Tab. 4-53).

Tab. 4-53: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Milchleistung

Milchleistung		Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a
ML Σ1-7	r	-0,008	-0,140	-0,178
	p	0,890	0,022	0,008
	n	282	268	217
ML_14	r	0,011	-0,068	-0,215
	p	0,827	0,177	0,000
	n	400	398	343
ML_100	r	-0,052	-0,076	-0,300
	p	0,234	0,096	0,000
	n	522	482	397
ML_305	r	-0,127	-0,082	-0,105
	p	0,015	0,130	0,066
	n	362	340	307
Peak-ML	r	-0,036	-0,087	-0,268
	p	0,422	0,057	0,000
	n	513	474	397
Peak-Tag	r	-0,011	0,009	-0,054
	p	0,800	0,836	0,282
	n	523	480	397

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Zwischen der Änderung der RFD nach der Ausstallung und der summierten 7-d-, der 14-d- und der 100-d-Milchleistung bestehen signifikant lineare Beziehungen.

Je mm RFD-Abbau steigt die summierte 7-d-, die 14-d- bzw. die 100-d-Milchleistung um 2,3 kg, 0,5 kg bzw. 57 kg (Abb. 4-26). Die 305-d-ML steigt dagegen je mm antepartaler RFD-Abnahme um 46 kg.

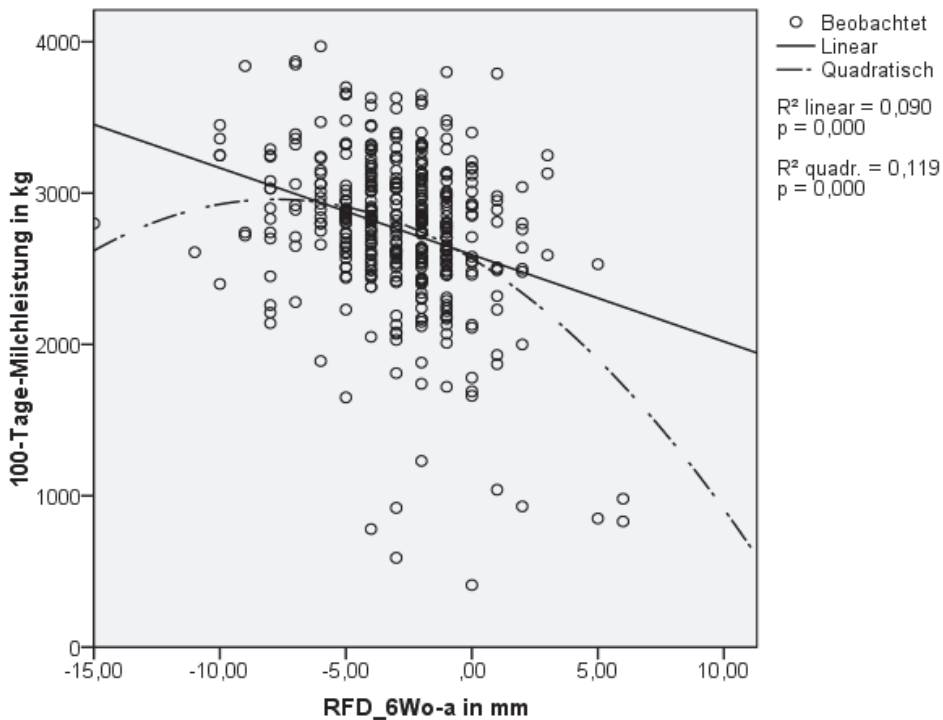


Abb. 4-26: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der Änderung der RFD von der Ausstattung bis zur 6. Woche p.p. ($100\text{-d-ML} = 2592,8 - 57,4 \cdot \Delta\text{RFD}_{6\text{Wo-a}}$)

Auch im Gruppenvergleich kann kein signifikanter Einfluss der RFD-Entwicklung bis zur Kalbung auf die Höhe der Milchleistung in den ersten sieben Laktationstagen und jene an Tag 14 festgestellt werden. Numerisch erbringen jedoch Tiere mit einem geringen (1 mm bis 5 mm) bzw. mittleren (> 5 mm) Aufbau der Fettreserven in der Vorbereitungsperiode die höchste 7-d- bzw. 14-d-Milchleistung (Tab. 4-54).

Tab. 4-54: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Milchleistung der ersten 7 Laktationstage bzw. am 14.Laktationstag

$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$ (mm)	n	$\Sigma 1\text{-}7\text{d_ML}$ (kg)	$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$ (mm)	n	14-d-ML (kg)
> -5	9	131,9 ± 22,75	> -5	14	27,0 ± 8,51
-5 bis -1	130	135,0 ± 34,14	-5 bis -1	200	25,9 ± 6,35
0	56	132,8 ± 41,23	0	78	26,9 ± 7,77
1 bis 5	79	139,9 ± 34,28	1 bis 5	99	26,2 ± 6,85
> 5	8	132,3 ± 37,32	> 5	9	28,0 ± 5,81
gesamt	282	135,7 ± 35,37	gesamt	400	26,3 ± 6,82
F		0,418	F		0,526
p		0,795	p		0,717

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Bezüglich der 100-d-ML sind keine signifikanten Unterschiede zwischen Tieren ersichtlich, die in der Vorbereitungsperiode bzw. von der Kalbung bis zur Ausstallung Fettreserven anlegen oder abbauen. Numerisch erbringen jedoch die Tiere mit einer Lipolyse > 5 mm RFD die höchste Milchleistung (Tab. 4-55).

Tab. 4-55: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung und der 100-Tage-Milchleistung

Δ RFD_p-vp (mm)	n	100-d-ML (kg)	Δ RFD_a-p (mm)	n	100-d-ML (kg)
> -5	19	2828 ± 584,2	> -5	27	2784 ± 449,4
-5 bis -1	256	2691 ± 651,7	-5 bis -3	106	2736 ± 532,8
0	103	2608 ± 595,9	-2 bis 0	264	2684 ± 598,0
1 bis 5	132	2708 ± 531,2	> 1	85	2635 ± 611,0
> 5	12	2623 ± 377,4			
gesamt	522	2682 ± 604,4	gesamt	482	2692,3 ± 578,9
F		0,8	F		0,7
p		0,548	p		0,539

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Bezüglich der 305-d-ML und der antepartalen RFD-Abnahme sind tendenzielle Unterschiede ersichtlich. Tiere mit einer Lipolyse > 5 mm erbringen durchschnittlich 858 kg mehr Milch als Tiere mit einer RFD-Zunahme > 2 mm. Nach der Kalbung bis zur Ausstallung treten nur numerische Unterschiede zwischen Tieren mit starker Lipolyse > 4 mm und jenen ohne Lipolyse auf (Tab. 4-56).

Tab. 4-56: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung und der 305-Tage-Milchleistung

Δ RFD_p-vp (mm)	n	305-d-ML (kg)	Δ RFD_a-p (mm)	n	305-d-ML (kg)
> -5	15	8391 ± 824,4	> -4	73	7953 ± 938,0
-5 bis -3	58	7840 ± 938,5	-4 bis 0	251	7720 ± 1087,3
-2 bis 2	251	7720 ± 1087,3	> 0	38	7532 ± 1122,6
> 2	38	7532 ± 1122,6			
gesamt	362	7747 ± 1066,4	gesamt	362	7747,0 ± 1066,4
F		2,6	F		2,2
p		0,054	p		0,109

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Entwicklung der RFD der Erstlaktierenden, die sich in der Hochleistungsgruppe bis zum 42. bis 48. Tag p.p. vollzieht, wirkt sich signifikant ($p < 0,001$) auf die Milchleistung der ersten 100 Laktationstage aus (Tab. 4-57).

Ergebnisse

Erstlaktierende, die mehr als 5 mm RFD abgebaut haben, erbringen im Durchschnitt 527 kg mehr Milch als jene Tiere ohne Lipolyse. Die 305-d-ML wird dagegen nicht signifikant beeinflusst.

Tab. 4-57: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der 3. - 6. Laktationswoche und der 100-Tage-Milchleistung bzw. der 305-Tage-Milchleistung

Δ RFD_6Wo-a (mm)	n	100-d-ML (kg)	Δ RFD_6Wo-a (mm)	n	305-d-ML (kg)
> -5	53	2976 \pm 436,7 ^a	> -5	34	7897 \pm 836,3
-5 bis -1	292	2779 \pm 444,6 ^b	-5 bis -1	232	7835 \pm 988,5
≥ 0	51	2449 \pm 736,8 ^c	≥ 0	41	7532 \pm 1426,6
gesamt	397	2762 \pm 509,4	gesamt	307	7801 \pm 1047,9
F		15,8	F		1,6
p		0,000	p		0,199

F= Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b, c} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede im Mehrfachvergleich (Tamhane) auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

4.8 Zusammenhang zwischen der RFD und Δ RFD im peripartalen Zeitraum und postpartal auftretenden Erkrankungen

4.8.1 Statistische Beschreibung der Blutparameter und Erkrankungen

Die statistischen Kennzahlen der Kalzium-, Phosphat-, NEFA- und BHB-Messwerte sind in Tab. 11-21 bis Tab. 11-24 im Anhang zusammengefasst.

Der niedrigste Kalzium- und NEFA-Wert sowie der höchste Phosphatwert werden am ersten Tag nach der Kalbung erreicht. Die BHB-Konzentrationen steigen vom Zeitpunkt der Kalbung bis 7 d p.p. kontinuierlich an. Alle Herdenmittelwerte liegen innerhalb der jeweils angegebenen Referenzbereiche. Die relative Häufigkeit jener Tiere mit abweichenden Werten vom Referenzbereich ist bei Phosphat (73 %) und NEFA (48 %) größer als bei Kalzium (17,8 %) und BHB (4 %).

Bis zum 150. Laktationstag kann bei insgesamt 392 Erstlaktierenden (60,7 %) eine Erkrankung diagnostiziert werden. Tab. 4-58 zeigt die Prävalenz der wichtigsten Krankheiten.

Tab. 4-58: Absolute und relative Häufigkeiten der wichtigsten postpartal auftretenden Erkrankungen der Erstkalbinnen (n = 646)

	NGV		Metritis		Ketose		Mastitis		Klauen	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
erkrankt	33	5,1	159	24,6	10	1,6	49	7,6	195	30,2
gesund	613	84,9	487	75,4	636	98,4	597	92,4	451	69,8

49 Tiere sind an einer **Mastitis** erkrankt, wobei bei 17 Tieren eine leichte Form (A), bei 18 Tieren eine Mastitis vom Schweregrad B und bei sechs Tieren eine schwerwiegende Mastitis (C) klinisch festgestellt wurde. Für die übrigen acht Tiere liegen keine Angaben zur Mastitiseinteilung vor.

Eine Erkrankung der Klauen kann im Untersuchungszeitraum bei insgesamt 195 Erstlaktierenden beobachtet werden. 80 % treten zwischen dem 49. und 150. Laktationstag auf. 5,1 % der Tiere erkranken mehrmals im Untersuchungszeitraum (n = 10). Für 139 Tiere lagen Angaben zur Art der **Klauenerkrankung** vor.

Es dominieren: Pododermatitis circumskripta aseptica (n = 50, 36,2 %), Erosio unguulae (n = 43, 31,2 %), Dermatitis digitalis (n = 17, 12,3 %), Weiße-Linie-Defekte (n = 17, 12,3 %). Vereinzelt treten auf (n = 11, 8 %): dünne Sohlen, Panaritium interdigitale, Hyperplasia interdigitalis.

Ergebnisse

Die Klauen der Hintergliedmaßen sind dreizehnmal häufiger betroffen als die Vorderklauen, wobei in 63,6 % der Fälle mehrere Klauen gleichzeitig erkrankt sind.

Die höchste Prävalenz an kranken Tieren tritt vom 4. - 14. Laktationstag (n = 167) sowie vom 49. - 150. Laktationstag (n = 177) auf (Tab. 4-59).

Tab. 4-59: Absolute und relative Anzahl gesunder und erkrankter Tiere in der Früh- und Mittellaktation

	Laktationstag									
	1. - 3.		4. - 14.		15. - 48.		49. - 150.		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
krank*	111	17,2	167	25,9	63	9,8	177	27,4	392	60,7
gesund	535	82,8	479	74,1	583	90,2	469	72,6	254	39,3

* Mehrfacherkrankungen während der ersten Laktation möglich

Ebenso ist die höchste Inzidenz an Erkrankungen in den Zeiträumen vom 4. - 14. (n = 184) sowie vom 49. - 150. Laktationstag (n = 194) zu verzeichnen (Tab. 4-60). Bei insgesamt 571 festgestellten Erkrankungen entspricht dies durchschnittlich 1,5 Erkrankungen je Tier.

In den ersten drei Laktationstagen dominieren geburtsbedingt Erkrankungen des Uterus (42,5 %) sowie sonstige Erkrankungen, die antibiotisch behandelt werden mussten (49,6 %). Auch bis zum Ende der zweiten Laktationswoche treten fast ausschließlich Metritiden (75,5 %) auf.

An Mastitis, Pyometra sowie infektiösen und nicht infektiösen Klauenveränderungen erkranken die primiparen Tiere vor allem ab der dritten Laktationswoche. Bei weiteren 15 Tieren konnte eine Pneumonie, bei einem Tier eine Torsio uteri und bei zwei Tieren eine linksseitige bzw. eine rechtsseitige Labmagenverlagerung diagnostiziert werden.

Tab. 4-60: Inzidenz der wichtigsten postpartal auftretenden Erkrankungen (Kalbinnen n = 646)

Erkrankung	Laktationstag									
	1. - 3.		4. - 14.		15. - 48.		49. - 150.		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
NGV	29	93,5	2	6,5	-	-	-	-	31	100
Metritis	25	14,9	139	82,7	4	2,4	-	-	168	100
Ketose	2	20,0	7	70,0	1	10,0	-	-	10	100
Digest ¹⁾	1	10,0	7	60,0	1	10,0	3	20	12	100
Mastitis	2	4,4	6	13,3	20	40,0	21	42,3	49	100
Klauen	1	0,5	7	3,5	31	15,4	162	80,6	201	100
Pyometra	-	-	-	-	10	62,5	6	37,5	16	100
Pneumonie	4	26,7	8	53,3	2	13,3	1	6,7	15	100
Sonstige ²⁾	63	86,2	8	11,0	1	1,4	1	1,4	73	100
Gesamt ³⁾	127	22,0	184	32,0	70	12,2	194	33,7	575	

¹⁾ Digest = Erkrankung im Verdauungstrakt (Labmagen, Pansen, Leber)

²⁾ sonstige Erkrankung, mit Antibiotikum behandelt

³⁾ Anzahl an Erkrankungen (Mehrfacherkrankungen je Tier möglich)

93 von 646 der Erstlaktierenden haben nicht die zweite Laktation erreicht, wobei neun Tiere verendet (1,4 %) sind und 84 Tiere (13 %) gemerzt wurden. Dies entspricht einer **Gesamtabgangsrate** von 14,4 %. Die verendeten Tiere verlassen die Herde durchschnittlich am $67 \pm 112,2$ Laktationstag, also 182 Tage früher als die gemerzten Tiere.

Hauptabgangsursachen sind eine mangelnde Fruchtbarkeit und eine geringe Milchleistung (je 26,9 %), gefolgt von Abgängen durch sonstige Krankheiten bzw. Operationen (19,4 %). Die statistischen Kennzahlen der Abgangsursachen und des Abgangstages sind in der Tab. 4-61 zusammengefasst:

Tab. 4-61: Statistische Kennzahlen der Abgangsursachen bzw. des Abgangstages (\bar{x}_d) aus der Herde

Abgangsursache	n	%	\bar{x}_d	s	Median	x_{\min}	x_{\max}
↓ Milchleistung	25	26,9	106	119,4	57	11	596
↓ Fruchtbarkeit	25	26,9	470	175,9	406	135	787
Mastitis	6	6,5	220	144,4	184	71	466
Lahmheit	8	8,6	196	125,7	211	11	411
OP, Krankheit	18	19,4	150	155,3	50	1	410
verendet	9	9,7	67	112,2	5	2	330
sonstiges	2	2,2	466	450,4	465	147	784
gesamt	93	100	231	216,7	184	1	787

4.8.2 Zusammenhang zwischen der RFD und postpartal auftretenden Erkrankungen

Zwischen der antepartalen RFD der hochtragenden Färsen und den **Serumparametern** bestehen positive (Kalzium) sowie positive und negative Korrelationen (Phosphat, NEFA, BHB), die bis auf wenige Ausnahmen jedoch nicht statistisch signifikant sind. Die zugehörigen Korrelationstabellen (Tab. 11-25 bis Tab. 11-28) sind im Anhang ersichtlich.

Färsen mit Serumwerten für Kalzium, Phosphat und BHB außerhalb des Referenzbereiches unterschieden sich hinsichtlich ihrer RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus nicht signifikant von Färsen mit physiologischen Serumwerten (Tab. 4-62). Numerisch sind zur Kalbung jedoch jene Tiere mit physiologischen Werten etwas dünner.

Tiere mit einer erhöhten NEFA-Konzentration weisen eine signifikant um 1 mm höhere antepartale und partale RFD auf als Tiere mit physiologischen NEFA-Werten.

Tab. 4-62: Physiologische und pathologische Serumkonzentrationen in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus

RFD (mm)	Serumparameter			
	Kalzium	Phosphat	NEFA	BHB
RFD_vp				
pathologisch				
n	98	388	248	21
$\bar{x} \pm s$	15,1 ± 3,60	14,5 ± 3,49	15,0 ± 3,37 ^a	14,4 ± 2,86
physiologisch				
n	434	142	282	509
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,41	14,8 ± 3,37	14,0 ± 3,49 ^b	14,5 ± 3,49
F	3,5	0,8	10,6	0,0
p	0,061	0,380	0,001	0,893
RFD_p				
pathologisch				
n	106	445	288	23
$\bar{x} \pm s$	14,1 ± 3,82	13,9 ± 3,54	14,4 ± 3,44 ^a	14,3 ± 3,49
physiologisch				
n	503	161	318	583
$\bar{x} \pm s$	13,8 ± 3,52	13,7 ± 3,70	13,4 ± 3,65 ^b	13,8 ± 3,59
F	0,7	0,3	11,6	0,4
p	0,394	0,585	0,001	0,549

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Im Gruppenvergleich wird deutlich, dass sich die Serumkonzentrationen an Kalzium, Phosphat, NEFA und BHB zum Zeitpunkt der Kalbung nicht signifikant in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus unterscheiden. Numerisch weisen jedoch die mageren Tiere mit einer RFD_vp < 9 mm die höchsten Phosphatkonzentrationen und die niedrigsten NEFA-Konzentrationen auf (Tab. 11-29 und Tab. 11-30 im Anhang).

Hinsichtlich des Körperkonditionszustandes der Erstkalbinnen und der **Tiergesundheit** sind signifikante Unterschiede zum Partus ($p < 0,05$) und zum Zeitpunkt der Ausstallung ($p < 0,001$) erkennbar. Kranke Tiere sind 0,7 mm bzw. 1,1 mm dünner. Auch zu Beginn der Vorbereitungsperiode sind die gesunden Färsen tendenziell dicker (Tab. 4-63, Abb. 4-27).

Tab. 4-63: Zusammenhang zwischen der RFD und der Tiergesundheit in der 1. Laktation

Tiergesundheit	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Krankheit				
n	319	369	291	294
$\bar{x} \pm s$	14,3 ± 3,47	13,6 ± 3,62 ^a	11,9 ± 3,44 ^a	9,2 ± 2,95
keine Krankheit				
n	322	249	204	214
$\bar{x} \pm s$	14,9 ± 3,41	14,3 ± 3,51 ^b	13,0 ± 3,35 ^b	9,5 ± 2,69
F	0,3	6,8	13,2	1,3
p	0,074	0,009	0,000	0,126

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau p < 0,05 hin

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstellung, RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p.p

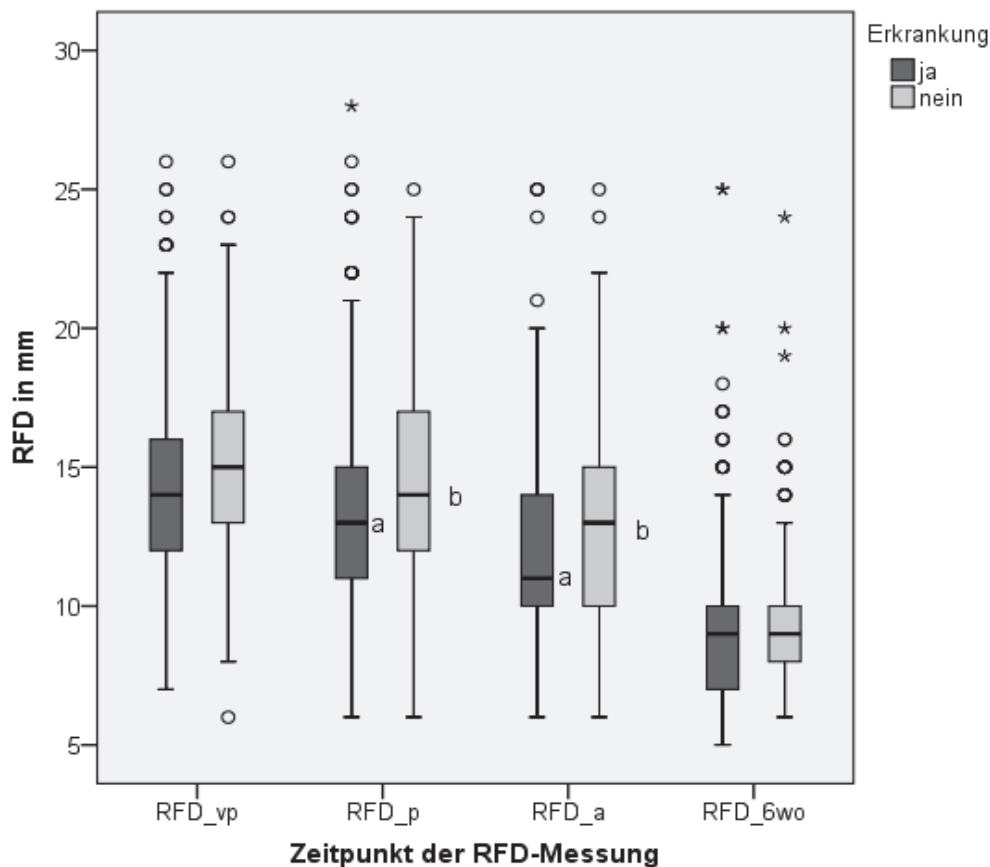


Abb. 4-27: RFD im peripartalen Zeitraum bei gesunden und kranken Tieren

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau p < 0,05 hin

Mit zunehmender RFD zum Partus bzw. zur Ausstellung nimmt die Prävalenz an Erkrankungen tendenziell bzw. signifikant (p < 0,001) ab (Tab. 4-64, Tab. 4-65). Während 74,2 % der mageren Tiere (RFD_a < 9 mm) erkranken, sind es bei den moderat konditionierten Tieren (RFD_a 15 - 20 mm) nur noch 43,9 %.

Tab. 4-64: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zum Partus

Erkrankung	RFD_p (mm)									
	≤ 9		10 - 14		15 - 20		> 20		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	48	7,8	332	53,7	209	33,8	29	4,7	618	100
ja	35	72,9	205	61,7	114	54,5	15	51,7	369	27,8
nein	13	37,1	127	38,3	95	45,5	14	48,3	249	14,4
χ^2	7,1									
p	0,068									

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 4-65: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zur Ausstallung

Erkrankung	RFD_a (mm)									
	≤ 9		10 - 14		15 - 20		> 20		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	97	19,6	283	57,2	107	21,6	8	1,6	495	100
ja	72	74,2	167	59,0	47	43,9	5	62,5	135	27,8
nein	25	25,8	116	41,0	60	56,1	3	37,5	406	14,4
χ^2	19,4									
p	0,000									

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Wie in den Tab. 11-32 bis Tab. 11-34 im Anhang ersichtlich, können jedoch keine signifikanten Konditionsunterschiede der kranken Tiere in Abhängigkeit von der jeweiligen Erkrankung ermittelt werden. Numerisch weisen Erstlaktierende, die an Metritis, Pyometra und Mastitis erkranken, eine etwas höhere RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode (≥ 15 mm) auf als Tiere mit einer Ketose oder Nachgeburtshaltung (≤ 13 mm).

Erstkalbinnen, die an einer **Metritis** erkranken, sind ab dem Zeitpunkt der Ausstallung signifikant ($p < 0,05$) dünner als jene Tiere ohne Metritis (Tab. 4-66, Abb. 4-28).

Tab. 4-66: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Metritis

Tiergesundheit	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Metritis				
n	145	155	128	123
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,12	13,7 ± 3,32	11,5 ± 3,07 ^a	8,8 ± 2,22 ^a
keine Metritis				
n	396	463	367	385
$\bar{x} \pm s$	14,6 ± 3,57	13,9 ± 3,68	12,6 ± 3,53 ^b	9,5 ± 2,99 ^b
F	0,2	0,4	9,6	6,3
p	0,646	0,528	0,002	0,013

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau p < 0,05 hin

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstellung, RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p.p

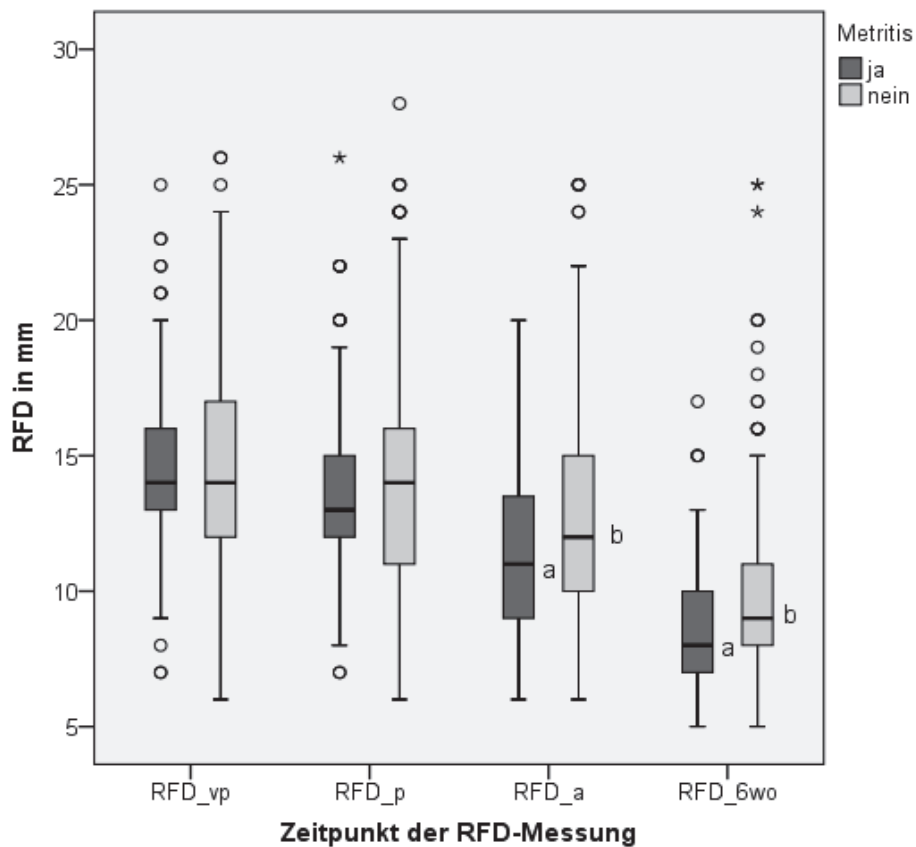


Abb. 4-28: RFD im peripartalen Zeitraum bei Tieren mit und ohne Metritis

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau p < 0,05 hin

Euterkrankte Tiere unterscheiden sich dagegen im gesamten Untersuchungszeitraum hinsichtlich ihrer Fettreserven nicht signifikant von eutergesunden Tieren. Numerisch sind die Erstkalbinnen mit einer **Mastitis** etwas besser konditioniert (Tab. 4-67).

Tab. 4-67: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Mastitis

Eutergesundheit	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Mastitis				
n	34	40	30	30
$\bar{x} \pm s$	14,9 ± 3,77	14,2 ± 3,66	12,5 ± 3,39	9,1 ± 2,66
keine Mastitis				
n	507	578	465	478
$\bar{x} \pm s$	14,5 ± 3,43	13,8 ± 3,59	12,3 ± 3,45	9,4 ± 2,85
F	0,5	0,4	0,1	0,3
p	0,492	0,516	0,825	0,571

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstellung, RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p.p

Signifikante Körperkonditionsunterschiede ($p < 0,05$) sind in Bezug auf die **Klauengesundheit** ersichtlich. Mit Ausnahme der RFD sechs Wochen p.p. kann bei klauenkranken Tieren eine um 1 mm geringere RFD gemessen werden (Tab. 4-68, Abb. 4-29). Mit zunehmender RFD der Färsen nimmt die Prävalenz tendenziell bzw. signifikant ab (Tab. 11-35 und Tab. 11-36 im Anhang). Die Art der Klauenerkrankung ist jedoch nicht signifikant mit der RFD assoziiert (Tab. 11-37 im Anhang).

Tab. 4-68: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Klauenerkrankungen

Klauengesundheit	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Erkrankung				
n	135	174	145	146
$\bar{x} \pm s$	13,8 ± 3,74 ^a	13,1 ± 3,59 ^a	11,5 ± 3,34 ^a	9,2 ± 2,89
keine Erkrankung				
n	406	444	350	362
$\bar{x} \pm s$	14,8 ± 3,32 ^b	14,2 ± 3,57 ^b	12,7 ± 3,43 ^b	9,4 ± 2,83
F	8,5	12,7	13,0	0,3
p	0,004	0,000	0,000	0,571

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstellung, RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p.p

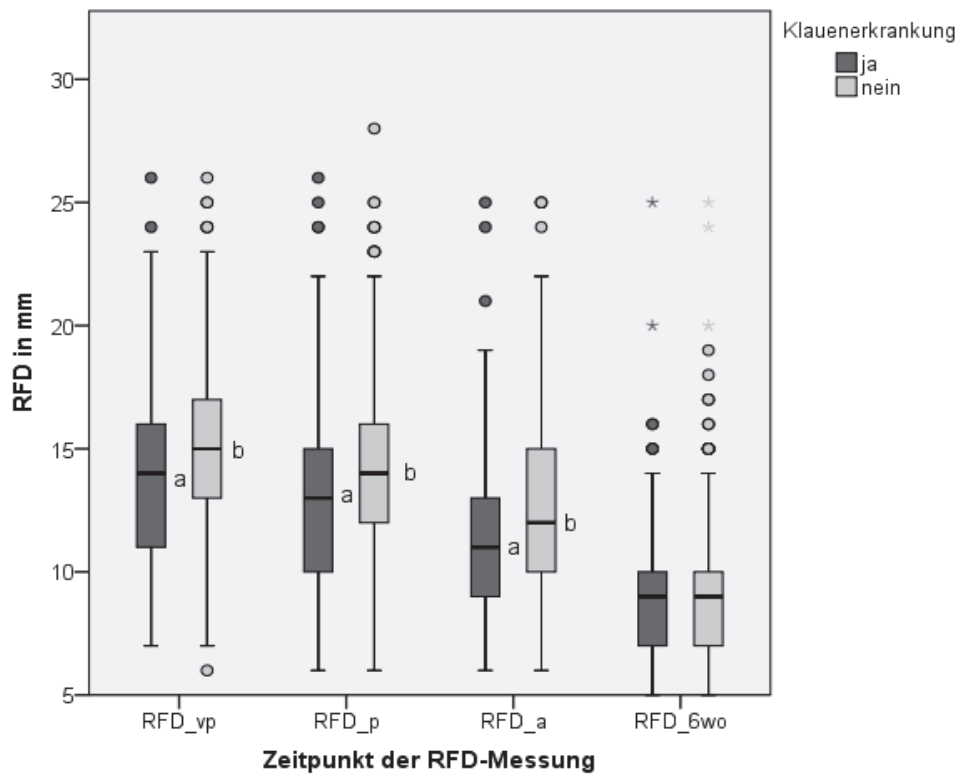


Abb. 4-29: RFD im peripartalen Zeitraum bei klauenkranken und gesunden Tieren

a, b verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

In Bezug auf das **Abgangsgeschehen** können keine signifikanten Beziehungen zur Körperkondition nachgewiesen werden. Tiere, die im Verlauf der ersten Laktation die Herde verlassen, sind genauso dünn wie Tiere, die die zweite Laktation erreichen (Tab. 4-69). Numerisch weisen die verendeten Tiere bis auf den letzten Messzeitpunkt eine um 0,5 mm bis 3 mm höhere RFD auf als die gemerzten Tiere (Tab. 11-38 im Anhang).

Tab. 4-69: Zusammenhang zwischen der RFD und dem Abgangverhalten

Abgang	maternale RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Abgang				
n	79	86	61	59
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,17	13,5 ± 3,17	12,1 ± 3,28	10,1 ± 4,01
kein Abgang				
n	462	532	434	449
$\bar{x} \pm s$	14,6 ± 3,50	13,9 ± 3,50	12,4 ± 3,47	9,3 ± 2,66
F	0,3	0,9	0,4	1,3
p	0,616	0,356	0,520	0,258

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

RFD_vp = RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, RFD_p = RFD zum Partus, RFD_a = RFD zur Ausstallung,

RFD = 6Wo = RFD 6 Wo p,p

4.8.3 Zusammenhang zwischen Δ RFD und postpartal auftretenden Erkrankungen

Die Entwicklung der RFD der hochtragenden Färsen bis zur Kalbung hat keine signifikanten Auswirkungen auf die **Serumkonzentrationen** von Kalzium, Phosphat, NEFA und BHB. Es können nur schwach positive und schwach negative Korrelationen zwischen den Untersuchungsgrößen festgestellt werden (Tab. 11-40 bis Tab. 11-43 im Anhang).

Färsen mit Serumwerten für Kalzium, Phosphat und BHB außerhalb des Referenzbereiches unterscheiden sich hinsichtlich der Änderung ihrer RFD im peripartalen Zeitraum nicht signifikant von Färsen mit physiologischen Serumwerten (Tab. 4-70).

Numerisch bauen jedoch jene Tiere mit physiologischen BHB-Werten nach der Kalbung 1 mm weniger RFD ab als Tiere mit erhöhten BHB-Werten. In Bezug auf die NEFA-Konzentration im Serum weisen Tiere mit erhöhten Werten eine signifikant um 0,5 mm höhere RFD-Abnahme als Tiere mit physiologischen NEFA-Werten auf.

Tab. 4-70: Physiologische und pathologische Serumkonzentrationen in Abhängigkeit von der Änderung RFD im peripartalen Zeitraum

Δ RFD (mm)	Serumparameter			
	Kalzium	Phosphat	NEFA	BHB
ΔRFD_p-vp				
pathologisch				
n	97	385	244	21
$\bar{x} \pm s$	-1,0 \pm 2,76	-0,5 \pm 2,85	-0,7 \pm 2,50	-0,5 \pm 3,19
physiologisch				
n	430	140	282	504
$\bar{x} \pm s$	-0,6 \pm 2,82	-1,0 \pm 2,72	-0,6 \pm 3,07	-0,6 \pm 2,80
F	1,6	2,6	0,5	0,1
p	0,211	0,110	0,470	0,788
ΔRFD_a-p				
pathologisch				
n	81	348	219	18
$\bar{x} \pm s$	-1,1 \pm 2,68	-1,5 \pm 3,05	-1,8 \pm 2,88 ^a	-2,4 \pm 2,45
physiologisch				
n	401	131	260	461
$\bar{x} \pm s$	-1,6 \pm 2,98	-1,6 \pm 2,64	-1,3 \pm 2,97 ^b	-1,5 \pm 2,96
F	2,0	0,1	4,8	1,6
p	0,196	0,771	0,028	0,204

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Ergebnisse

Im Gruppenvergleich wird deutlich, dass sich die Serumkonzentrationen an Kalzium, Phosphat, NEFA und BHB zum Zeitpunkt der Kalbung nicht signifikant in Abhängigkeit von der Höhe der antepartalen RFD-Änderung unterscheiden (Tab. 11-44 im Anhang). Numerisch weisen jedoch die Tiere mit einer Zunahme der RFD ≥ 4 mm die höchsten Phosphatkonzentrationen und die niedrigsten NEFA-Konzentrationen auf.

Die Änderung der maternalen RFD vom Zeitpunkt der Ausstallung bis zur 6. Laktationswoche steht in einer signifikanten Beziehung ($p < 0,05$) zur **Tiergesundheit**. Kranke Tiere bauen im Durchschnitt 1 mm weniger RFD ab (Tab. 4-71, Abb. 4-30).

Tab. 4-71: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Tiergesundheit in der 1. Laktation

Tiergesundheit	Änderung der RFD in mm			
	$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{a-p}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-vp}}$
Krankheit				
n	315	287	224	231
$\bar{x} \pm s$	$-0,7 \pm 2,98$	$-1,6 \pm 3,00$	$-2,5 \pm 2,31^a$	$-5,0 \pm 3,29$
keine Krankheit				
n	220	203	173	187
$\bar{x} \pm s$	$-0,5 \pm 2,57$	$-1,5 \pm 2,92$	$-3,5 \pm 2,98^b$	$-5,4 \pm 3,17$
F	0,6	0,2	15,3	2,1
p	0,451	0,682	0,000	0,153

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$ = Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode, $\Delta\text{RFD}_{\text{a-p}}$ = Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung, $\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$ = Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Woche p.p., $\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-vp}}$ = Änderung der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis 6 Wochen p.p.

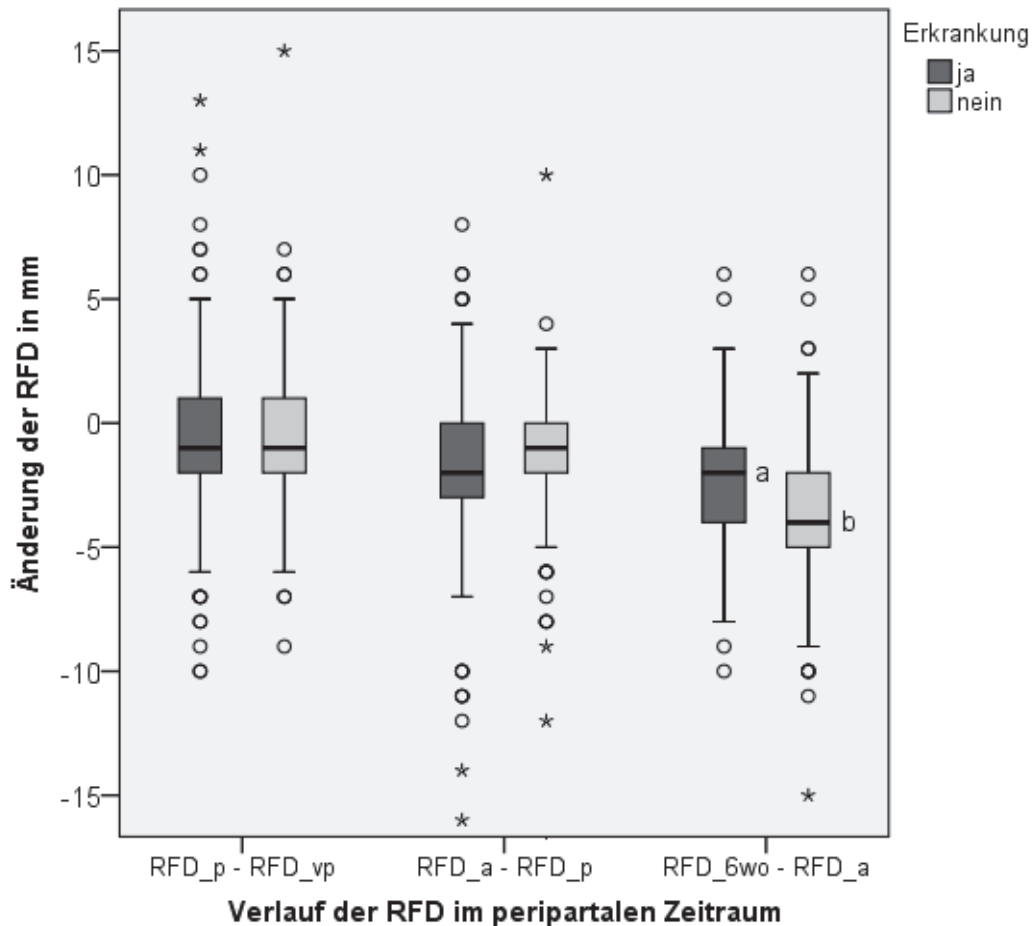


Abb. 4-30: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei kranken und gesunden Tieren

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Die ante- und postpartale Lipomobilisation der Erstkalbinnen unterscheidet sich nicht signifikant in Abhängigkeit von der auftretenden Erkrankung in den ersten 48 Tage p.p. (Tab. 11-45 bis Tab. 11-47 im Anhang). Numerisch mobilisieren jene Tiere, die bis zum 14. Laktationstag eine Lahmheit zeigen, in der Vorbereitungsperiode 1 mm bis 1,5 mm mehr Fett als jene, die an Metritis, Ketose oder Mastitis erkranken (Tab. 11-46 im Anhang).

Erstkalbinnen, bei denen eine **Metritis** diagnostiziert wurde, bauen vom Partus bis zur Ausstellung signifikant ($p < 0,05$) mehr Fett ab als jene Tiere ohne Metritis (Tab. 4-72, Abb. 4-31).

Tab. 4-72: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Metritis

Tiergesundheit	Änderung der RFD (mm)			
	ΔRFD_{p-vp}	ΔRFD_{a-p}	ΔRFD_{6Wo-a}	ΔRFD_{6Wo-vp}
Metritis				
n	142	125	103	110
$\bar{x} \pm s$	$0,8 \pm 2,58$	$-2,1 \pm 3,31^a$	$-2,7 \pm 2,01$	$-5,6 \pm 2,78$
keine Metritis				
n	393	365	294	308
$\bar{x} \pm s$	$0,5 \pm 2,90$	$-1,4 \pm 2,82^b$	$-3,0 \pm 2,86$	$-5,1 \pm 3,38$
F	1,0	5,3	1,2	2,4
p	0,315	0,021	0,273	0,125

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

ΔRFD_{p-vp} = Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode, ΔRFD_{a-p} = Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung, ΔRFD_{6Wo-a} = Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Woche p.p., ΔRFD_{6Wo-vp} = Änderung der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis 6 Wochen p.p.

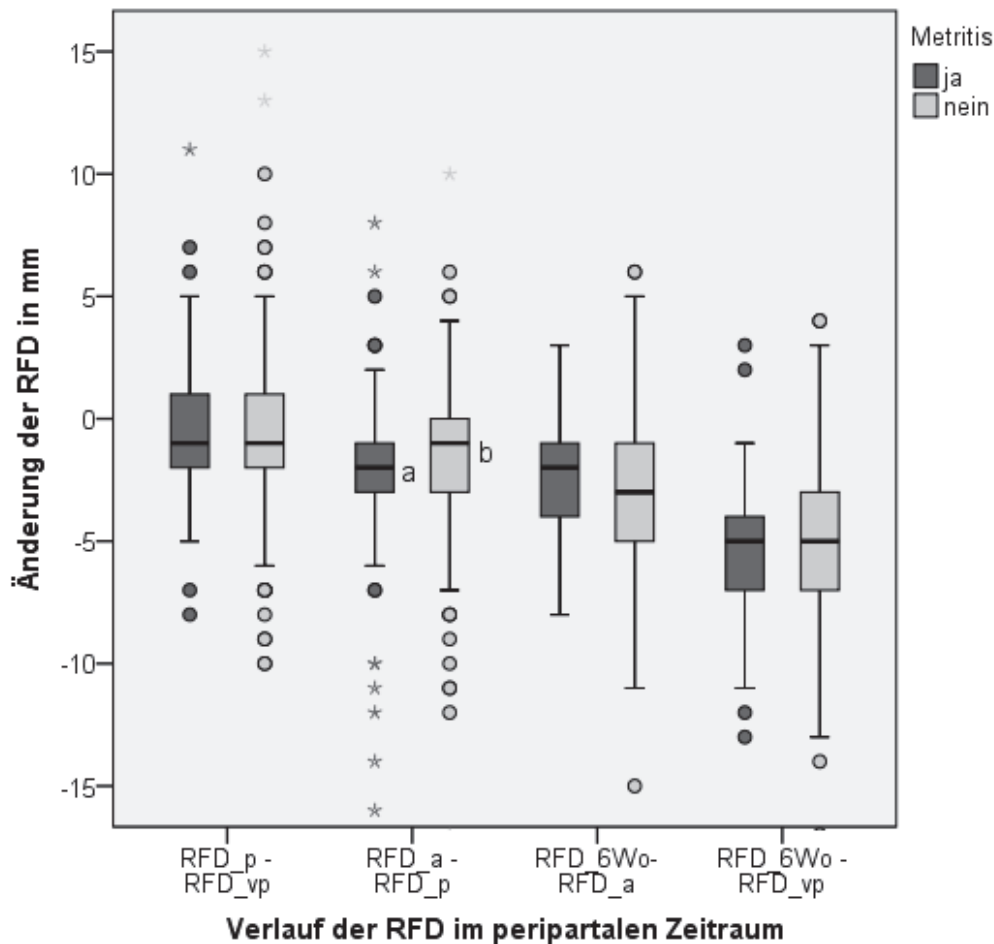


Abb. 4-31: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei metritiskranken und gesunden Tieren

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Tiere, die an einer **Mastitis** erkrankt sind, und gesunde Tiere unterscheiden sich dagegen im gesamten Untersuchungszeitraum nicht signifikant hinsichtlich der Mobilisation ihrer Fettreserven (Tab. 4-73).

Tab. 4-73: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Mastitis

Eutergesundheit	Änderung der RFD (mm)			
	Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a	Δ RFD6Wo-vp
Mastitis				
n	34	30	22	23
$\bar{x} \pm s$	0,5 \pm 2,64	-1,3 \pm 2,29	-2,7 \pm 2,50	-4,7 \pm 3,69
keine Mastitis				
n	501	460	375	395
$\bar{x} \pm s$	0,6 \pm 2,84	-1,6 \pm 3,30	-3,0 \pm 2,68	-5,2 \pm 3,21
F	0,5	0,3	0,2	0,6
p	0,773	0,597	0,632	0,476

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Δ RFD_p-vp = Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode, Δ RFD_a-p = Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung, Δ RFD_6Wo-a = Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Woche p.p., Δ RFD_6Wo-vp = Änderung der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis 6 Wochen p.p.

Es bestehen jedoch signifikante ($p < 0,05$) Unterschiede in der Fettabbaurate zwischen Tieren mit und ohne **Klauenerkrankung**. Lahme Tiere bauen vom Zeitpunkt der Ausstallung an durchschnittlich 1 mm weniger RFD ab (Tab. 4-74, Abb. 4-32).

Die meisten Klauenprobleme treten tendenziell bei Färsen auf, die bis zur Kalbung eine starke Abnahme (≥ 6 mm) bzw. Zunahme (> 5 mm) der RFD zeigen (im Tab. 11-49 Anhang).

Tab. 4-74: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Klauenerkrankungen

Klauengesundheit	Änderung der RFD (mm)			
	Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a	Δ RFD6Wo-vp
Erkrankung				
n	133	143	109	94
$\bar{x} \pm s$	-0,6 \pm 3,40	-1,4 \pm 2,78	-2,3 \pm 2,25 ^a	-4,5 \pm 3,34 ^a
keine Erkrankung				
n	402	347	288	324
$\bar{x} \pm s$	-0,6 \pm 2,61	-1,7 \pm 3,04	-3,2 \pm 2,78 ^b	-5,5 \pm 3,20 ^b
F	0,0	12,7	13,0	0,3
p	0,903	0,306	0,001	0,022

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Δ RFD_p-vp = Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode, Δ RFD_a-p = Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung, Δ RFD_6Wo-a = Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Woche p.p., Δ RFD_6Wo-vp = Änderung der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis 6 Wochen p.p.

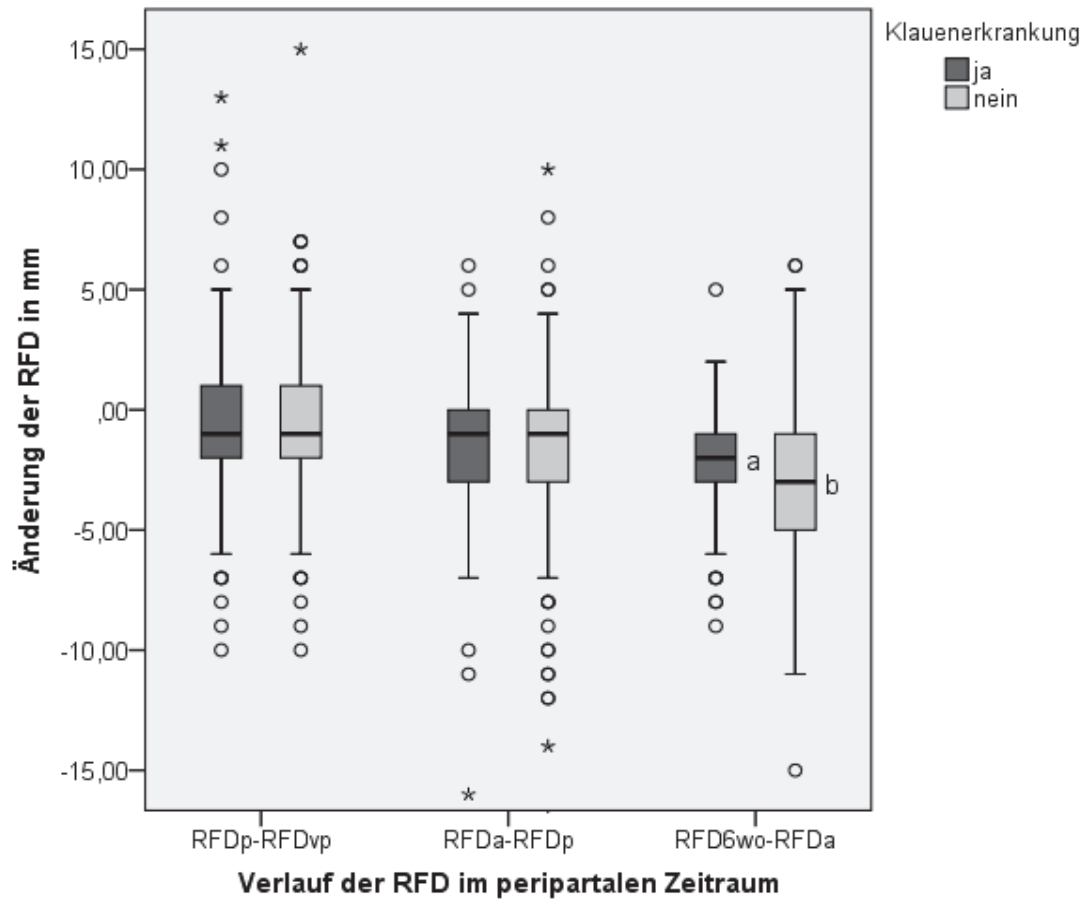


Abb. 4-32: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei klauenkranken und gesunden Tieren
^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Wie in Tab. 11-48 im Anhang ersichtlich, treten auch gewisse Zusammenhänge zwischen der Änderung der maternalen RFD und der Art der Klauenerkrankung auf. Erstkalbinnen, die an Ballenfäule erkranken, bauen in der Vorbereitungsperiode tendenziell mehr Fettreserven ab, als Tiere mit einer Dermatitis digitalis (-1,4 mm vs. +1,1 mm).

Die Änderung der maternalen RFD vom Zeitpunkt der Ausstallung bis zur sechsten Laktationswoche steht in einer signifikanten Beziehung ($p < 0,05$) zum **Abgangsverhalten**. Erstkalbinnen, die nicht die zweite Laktation erreichen, bauen im Durchschnitt 1,3 mm weniger RFD ab (Tab. 4-75, Abb. 4-33).

Signifikante Beziehungen zwischen der Körperkonditionsänderung und der Abgangsursache bestehen nicht. Tendenzuell verlieren jedoch die verendeten Tiere in den ersten zwei bis drei Laktationswochen 2,5 mm bis 5 mm mehr Rücken fett. Numerisch ist die Gesamtlipolyserate bei den Erstkalbinnen, die aufgrund von mangelnder Milchleistung gemerzt wurden, mit 3,5 mm RFD am geringsten (Tab. 11-50 im Anhang).

Tab. 4-75: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und dem Abgangsverhalten in der 1. Laktation

Abgang	Änderung der RFD (mm)			
	$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{a-p}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-vp}}$
Abgang				
n	78	61	43	50
$\bar{x} \pm s$	$-0,9 \pm 2,59$	$-1,7 \pm 3,20$	$-1,8 \pm 3,10^a$	$-4,8 \pm 3,23$
kein Abgang				
n	457	429	354	368
$\bar{x} \pm s$	$-0,6 \pm 2,86$	$-1,6 \pm 2,93$	$-3,1 \pm 2,59^b$	$-5,2 \pm 3,24$
F	1,0	0,1	7,1	0,9
p	0,323	0,826	0,008	0,347

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$ = Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode, $\Delta\text{RFD}_{\text{a-p}}$ = Änderung der RFD vom Partus bis zur Ausstallung, $\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$ = Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Woche p.p., $\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-vp}}$ = Änderung der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis 6 Wochen p.p

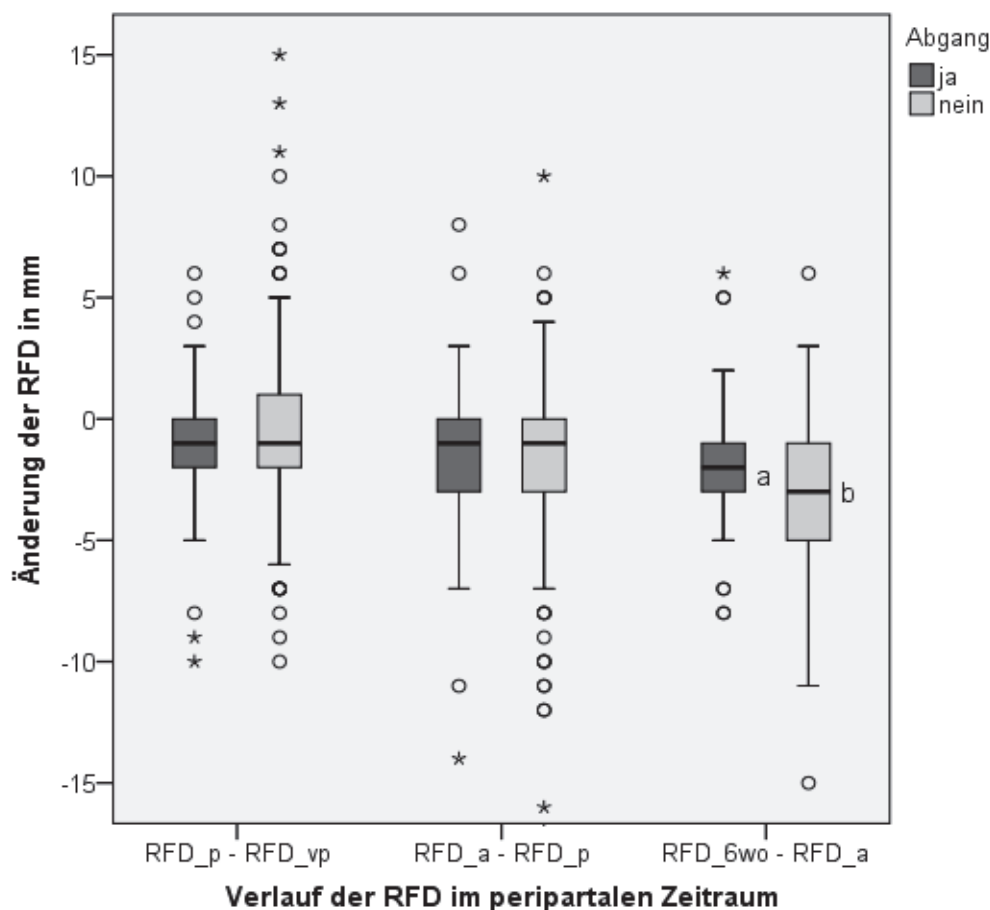


Abb. 4-33: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei abgegangenen und gesunden Tieren

^{a, b} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

5 Diskussion

5.1 Diskussion der Methoden

Die durchgeführte Auswertung wurde auf Grundlage einer Beobachtungsstudie auf einem großen Betrieb in Mecklenburg-Vorpommern durchgeführt. Um Aussagen über die Praxisrelevanz und Allgemeingültigkeit der Ergebnisse treffen zu können, müssten im Rahmen weiterer Studien Untersuchungen an unterschiedlich großen Tierbeständen in verschiedenen Bundesländern angeschlossen werden.

Die hohe Anzahl ($n = 646$) an untersuchungswürdigen jungen Färsen, welche ausschließlich aus Eigennachzucht des Betriebes stammen und unter gleichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen aufgewachsen sind, sowie ein vorbildliches betriebliches Management sind als optimale Voraussetzungen für die Durchführung dieser Studie auf dem ausgewählten Betrieb zu bewerten. Zudem wurde nicht nur zufällig eine kleine Stichprobe an Tieren ausgewählt, sondern jede Färse, die im Versuchszeitraum abgekalbt hat, in die Studie einbezogen. Daher bilden die vorliegenden Daten einen vollständigen Querschnitt eines Jahres und spiegeln den Status der hochtragenden Färsen (ab dem 259. Trächtigkeitstag) des Betriebes sehr gut wider.

Mit der Messung der RFD und dem Einsatz eines Brix-Refraktometers zur kolostralen IgG-Bestimmung wurden wissenschaftlich etablierte Methoden angewandt, die eine subjektive Beeinflussung der Ergebnisse ausschließen (Staufenbiel et al. 1993b). Die Bestimmung der IgG-Konzentration über den Brechungsindex mittels Brix-Refraktometer korreliert dabei nicht nur stark mit der Kolostrumqualität ($r = 0,97$), sondern es bestehen auch hohe Korrelationen ($r = 0,74$) zur Immundiffusions-Assay-Methode, welche als Goldstandard der kolostralen IgG-Bestimmung gilt (Bielmann et al. 2010). Das auf vielen Betrieben eingesetzte Kolostrometer zur IgG-Bestimmung über die Messung des spezifischen Gewichtes wurde in dieser Studie nicht verwendet, da die Dichte nachweislich stärker mit dem Proteingehalt ($r = 0,76$) und weniger mit dem IgG1-Gehalt ($r = 0,53$) assoziiert ist (Morin et al. 2001). Ein Einfrieren der Proben bei -18 °C führt nachweislich zu keiner Verfälschung der Kolostrumwerte (Morin et al. 2001). Die Blutproben wurden jeweils zum gleichen Zeitpunkt unmittelbar nach der Fütterung entnommen, um tageszeitliche Schwankungen der Laborparameter, insbesondere jene, die für BHB-Konzentration beschrieben werden (Evertz 2006, Hoops 2007), auszuschließen und die Vergleichbarkeit zu verbessern.

Die Messung der RFD erfolgte unter Berücksichtigung der Arbeitsabläufe des Betriebes. Daher ergeben sich für alle RFD-Messzeitpunkte für jedes Tier individuelle „Messtage“, d.h. nicht alle Tiere konnten am gleichen Trächtigkeitstag bzw. Laktationstag gemessen werden.

Für den ersten und zweiten RFD-Messzeitpunkt gilt daher Folgendes:

Angestrebt wurde ein Übergang der hochtragenden Färsen in die Vorbereitergruppe am 259. Trächtigkeitstag, also zwei bis drei Wochen vor dem errechneten Geburtstermin. Dennoch fielen erhebliche Schwankungen in der Länge der Vorbereitungsperiode auf. Dies liegt zum Einen daran, dass die Tiere immer am gleichen Wochentag umgestellt werden, also ggf. auch erst mit dem 265. Trächtigkeitstag. Zum Anderen variiert die Tragezeit mit einer Spannweite von 96 Tagen zwischen den Färsen erheblich und ist mit durchschnittlich 273 Tagen im Vergleich zu Färsen anderer Studien kurz (Essmeyer 2006, Sorge 2006, Kausch 2009, Brakmann 2011). Infolgedessen war zu beobachten, dass einige Färsen bereits nach wenigen Tagen in der Vorbereitergruppe kalbten. Dementsprechend ist der zeitliche Abstand zur zweiten Messung zum Partus bei diesen Tieren so gering, dass die Aussagekraft hinsichtlich der RFD-Veränderungen fraglich ist.

Ebenso verhält es sich mit dem dritten RFD-Messzeitpunkt, der mit der Ausstallung der Erstlaktierenden aus dem Transitstall in die Hochleistungsgruppe zusammenfällt. Die Zeitspanne vom Partus bis zur Ausstallung unterliegt individuellen zeitlichen Schwankungen, da der Übergang in die Hochleistungsgruppe erst dann erfolgt, wenn die Tiere eine gute Uterusinvolution bei gleichzeitig gutem Milchleistungseinstieg zeigen. Im Durchschnitt geschieht dies um den 14. Tag p.p. kann aber auch eine Schwankungsbreite von 8 d bis 21 d annehmen. Der vierte RFD-Messzeitpunkt fand jede Woche am gleichen Wochentag statt und liegt bei allen Tieren demnach zwischen dem 42. und 48. Laktationstag.

Da die Zielstellung darin besteht, ausschließlich konditionsbedingte Einflüsse auf den Kalbeverlauf sowie die Parameter der Leistung und Gesundheit zu untersuchen, muss ein hohes Aufzucht-, Melk- und Abkalbeniveau vorherrschen, um managementbedingte Einflussfaktoren zu minimieren. Diese Kriterien werden vom Betrieb in hohem Maße erfüllt.

Zudem wurden nur klinisch gesunde Probandinnen ausgewählt.

Hinsichtlich der statistischen Auswertung kann bei den Parametern von einer annähernden Normalverteilung der Werte ausgegangen werden. Die Beurteilungskriterien hierfür sind in Kapitel 3.5 erläutert. Es fanden die gängigen statistischen Tests Anwendung.

5.2 Diskussion der Ergebnisse

5.2.1 RFD und Δ RFD

Die RFD ist eine geeignete Messgröße, um die Energiebilanz von Milchkühen zu quantifizieren (Staufenbiel et al. 1993a). Durch wiederholte Messungen der RFD kann die Lipolyse- bzw. Lipogeneserate abgeleitet werden (Staufenbiel et al. 1991). Daher ist eine regelmäßige Konditionsbeurteilung als Baustein eines effizienten Haltungs-, Fütterungs- und Fruchtbarkeitsmanagements unabdingbar. In Ergänzung zur Lebendmassewägung ist das RFD-Monitoring bereits bei jungen Hochleistungskühen wichtig, um eine gute Herdengesundheit und einen stabilen Energiestoffwechsel zu gewährleisten (Staufenbiel 2014). Vor allem in der Früh-laktation können zu starke Konditionsabnahmen erkannt und durch ein adäquates Management kontrolliert werden (Schröder 2000). Aus diesem Grund haben sich im Untersuchungsbetrieb bereits seit mehreren Jahren regelmäßige RFD-Messungen auf Herdenebene etabliert.

In dem 350-tägigen Untersuchungszeitraum wurden Konditionsmessungen an insgesamt 646 hochtragenden Färsen durchgeführt. Die durchschnittliche RFD der Färsen zu Versuchsbeginn beträgt 14,6 mm im Herdenmittel und liegt unterhalb des empfohlenen Optimalbereichs von 15 mm bis 20 mm (Staufenbiel 2014) bzw. 20 mm bis 25 mm (Rossow et al. 1994). Zu Beginn der Vorbereitungsperiode sind somit 45,6 % der hochtragenden Färsen als unterkonditioniert (RFD < 15 mm) einzustufen, zum Zeitpunkt der Kalbung sind es sogar 61,5 %. Damit liegt der Anteil an gering konditionierten Färsen höher als in anderen Studien (Schröder 2000, Geiger 2007, Brakmann 2011) sowie ähnlich hoch wie in der Studie von Daetz (2009). In Anbetracht der genannten Zielstellung ergibt sich dahingehend eine Einschränkung, dass fast ausschließlich unter- bzw. optimal konditionierte Tiere untersucht werden konnten. Der Einfluss einer Überkondition von hochtragenden Färsen kann demnach im Rahmen dieser Arbeit nicht ausreichend ermittelt werden, da nur zwei Tiere zu Versuchsbeginn eine RFD > 25 mm aufwiesen. Ebenso war eine kombinierte Untersuchung von RFD-Messung und Lebendmassewägung im gesamten Untersuchungszeitraum nicht möglich.

Die Schwankungsbreite der RFD von durchschnittlich 20 mm zu allen vier Messzeitpunkten verdeutlicht, dass die angelegten Fettreserven der Färsen stark variieren (< 9 mm vs. > 20 mm). Dies könnte ein Hinweis auf die von Roche et al. (2009) beschriebenen genetischen Variationen in der Ausbildung der Körperkondition von bis zu 60 % sein. Bis zu 3,5 mm bzw. 3,7 mm RFD-Unterschiede zwischen den Färsen zu Versuchsbeginn bzw. zum Partus sind in dieser Studie durch den signifikanten Einfluss der Väter und des EKA der

Tiere bedingt. Auch aufzuchtbedingte Entwicklungsunterschiede zwischen den Tieren sind wahrscheinlich. Eine regelmäßige Kontrolle der Gewichtsentwicklung im Kälber- und Jungrinderalter ist daher dringend zu empfehlen. Inzwischen werden auf dem Betrieb bei jedem Tier LM-Wägungen im Alter von zwei Wochen sowie zwei, vier und neun Monaten durchgeführt, um tierindividuelle Unterschiede und ein Auseinanderwachsen der Herde rechtzeitig zu erkennen und dem entgegenzuwirken. Es wird dadurch eine optimale Entwicklung der Jungrinder sichergestellt, die wiederum eine planmäßige Erstbesamung ermöglicht.

Anders als in der Studie von Daetz (2009) kann in dieser Untersuchung der Beginn der antepartalen Lipolyse bei unterschiedlich konditionierten Tieren nicht verglichen werden, da keine wöchentlichen Messungen durchgeführt wurden. Dennoch fällt eine Divergenz der Herde in Tiere mit einer antepartalen Fettmobilisation und jenen mit einer Fettretention auf. Bei der Hälfte der hochtragenden Färsen ist bereits vor der Kalbung eine beginnende Lipolyse feststellbar, die mit zunehmender RFD der Tiere signifikant ansteigt. Färsen mit einer RFD > 20 mm bauen bereits in dieser Phase durchschnittlich 2,7 mm RFD ab. Ursache der generellen antepartalen Konditionsabnahme ist der erhöhte Nährstoffbedarf des Fötus bei gleichzeitig sinkender Trockensubstanzaufnahme der Färsen. Eine frühzeitige Fettmobilisation kann jedoch die Futteraufnahmedepression, die bereits antepartal beginnt und sich laktationsbedingt nach der Kalbung fortsetzt, noch verstärken. Daher sollten die Färsen ihren Konditionszustand bis zur Kalbung möglichst auf einem konstanten Niveau halten (Heuwieser und Mansfeld 1992, Staufenbiel et al. 1993a, Spiekers 2000). 20 % der Tiere ist dies gelungen. Die restlichen 28 % der Färsen legen stattdessen Fettreserven an. Diese vergleichsweise dünneren Tiere mit einer RFD < 10 bzw. 15 mm füllen ihre Fettdepots bis zur Kalbung weiter auf, was auf eine erhöhte Futteraufnahme dieser Tiere zurückzuführen ist.

Die von Daetz (2009) beobachtete kontinuierliche Abnahme der Körperkondition der Färsen bis über die Kalbung hinaus kann ebenfalls bei diesen Versuchstieren bestätigt werden. Im Zuge einer sich postpartal verstärkenden Lipolyse bauen die Erstlaktierenden im Herdenmittel durchschnittlich 5,2 mm RFD bis zum 48. Laktationstag ab. Dies entspricht umgerechnet 26 kg Körperfett (Staufenbiel et al. 1993b, Klawuhn und Staufenbiel 1997) bzw. ca. einer halben BCS-Einheit. Da der postpartale Konditionsverlust umso größer ist, je besser konditioniert die Färsen zum Zeitpunkt der Kalbung waren (Roche et al. 2007a, Geiger 2007), zeigen Tiere mit den größten Fettreserven erwartungsgemäß auch die größte Lipolyserate. Färsen mit einer RFD > 20 mm bauen insgesamt durchschnittlich 10 mm RFD ab, also im Mittel 8,5 mm mehr als magere Tiere mit einer RFD < 10 mm.

In den ersten 10 bis 20 Tagen p.p. liegt die Lipolyserate auch bei den dickeren Tieren (> 20 mm RFD) mit durchschnittlich 2,3 mm im Bereich der empfohlenen maximalen Fettabbaurate von 3 mm pro Woche (Staufenbiel et al. 1993a, Rossow et al. 1994) bzw. 4 mm in den ersten vier Laktationswochen (Staufenbiel et al. 2004).

Bedingt durch eine geringe Ausgangskondition (\emptyset 13,9 mm RFD) ist der Herdenmittelwert bereits zum Zeitpunkt der Umstallung in die Hochleistungsgruppe (\emptyset 12,3 mm RFD) auf einen Wert gesunken, der von mehreren Autoren als untere Konditionsgrenze zum Ende der Früh-laktation angegeben wird (Rossow et al. 1994, Schröder 2000, Kupsch 2005). Einen ähnlich niedrigen Wert von $12,5 \text{ mm} \pm 4,8 \text{ mm}$ erreichen die 10.745 Färsen in der Studie von Schröder (2000) erst vom 90. bis 100. Laktationstag. Erwartungsgemäß tritt die Unterkondition dann in der sechs Wo p.p. mit einem Herdenmittelwert von 9,4 mm RFD noch deutlicher zu Tage. Eine Minimalkondition der Herde unterhalb von 13 mm sollte vermieden werden, da sonst mit erheblichen Leistungseinbußen zu rechnen ist (Schröder 2000).

Die Tatsache, dass immerhin 4,5 % der Färsen bis zur sechsten Woche p.p. gar keine Lipolyse zeigen, kann einerseits damit begründet werden, dass die unterkonditionierten, leichten Tiere nach der Kalbung infolge einer höheren Trockensubstanzaufnahme tatsächlich KM aufbauen. Andererseits könnten aber auch geringfügige Messfehler aufgetreten sein, die fälschlicherweise eine Fettretention anzeigen. Geht man bei den 97 Tieren, die nur ein bis zwei mm RFD aufbauen, von Messabweichungen aus, so könnte man diese auch der Gruppe von 105 Tieren zuordnen, die ihre Kondition nicht verändert haben. Messfehler treten hierbei vor allem dann gehäuft auf, wenn durch tierindividuelle Unterschiede Abweichungen in der Verteilung der Fettreserven sowie Inhomogenitäten des Fettgewebes entstehen. Diese verursachen im Ultraschall wiederum Linien, die verändert verlaufen bzw. nicht eindeutig anatomischen Strukturen zugeordnet werden können (Staufenbiel 1992b). Da die Genauigkeit der RFD-Messung bei 1 mm liegt, sind Messfehler in diesem Bereich tolerierbar (Staufenbiel et al. 2004).

Zusätzlich zur Konditionsbeurteilung sollte bei wachsenden Färsen vorrangig auf eine entsprechende Rahmengröße und eine angemessene EKM geachtet werden. Dank der ergänzenden Angaben zum Körpergewicht (gemessen mit einem Brustumfang-kg-Maßband) und zur Kreuzbeinhöhe, die im Rahmen einer weiteren Studie zeitgleich ermittelt wurden ($n = 205$, Weiß, 2016), kann der Entwicklungszustand der hochtragenden Färsen des Betriebes genauer beurteilt werden. Während die Färsen mit durchschnittlich 13,9 mm zum Partus eher unterkonditioniert sind, liegen sowohl die mittlere EKM mit 586,5 kg (min = 475 kg, max = 743 kg) als auch die mittlere KBH mit 144 cm (min = 134 cm, max = 153 cm) zu Beginn der Vorbereitungsperiode annähernd im Normalbereich (Tab. 2-4). Dem Betrieb ist es demnach gelungen, die Forderung nach einer guten skelettalen

Entwicklung großrahmiger Tiere mit einer akzeptablen EKM umzusetzen. Gleichzeitig wurde einer Verfettung der besamungswürdigen und tragenden Färsen entgegengewirkt. Hilfreich hat sich in diesem Zusammenhang ein sehr geringes Erstbesamungsalter von 11 bis 13 Monaten mit einer EBM von mind. 400 kg und ein dementsprechend geringes EKA von durchschnittlich 22,4 Monaten erwiesen.

Allerdings verdeutlichen sowohl der antepartale Konditionszustand der Färsen zu Versuchsbeginn als auch das deutliche Unterschreiten der empfohlenen Konditionsgrenze in der Früh lactation, dass entweder die Futteraufnahme oder aber der Energiegehalt bzw. die Qualität der Fütterung nicht ausreichend sind, um genügend Fettreserven anzulegen. Die Trockensubstanzaufnahme der Färsen liegt mit durchschnittlich 10,2 kg für hochtragende Färsen ab dem 180. Trächtigkeitstag bzw. 11,3 kg für Tiere in der Vorbereitergruppe im Normalbereich (Spiekers 2002, DLG 2006). Auch der Energie- und Proteingehalt der Vorbereiterration mit 6,6 MJ NEL/ kg TS, 145 g XP/ kg TS und 138 nXP/ kg TS ist im unteren empfohlenen Normalbereich einzuordnen (Mahlkow-Nerge 2002, Dummer 2008, Staufenbiel et al. 2007, De Kruif et al. 2014). Bei kleinen, dünnen Färsen könnte eine energetische Unterversorgung die NEB verstärken, sodass die vorhandenen Energiereserven bereits vor der Kalbung bzw. unmittelbar danach aufgebraucht sind (Chagas et al. 2008).

Da ein Großteil der Herde bereits zur Kalbung unterkonditioniert ist und zudem der Futteraufnahmepeak bei Färsen postpartal später eintritt (Mahlkow-Nerge 2002), ist es umso wichtiger, in den ersten Wochen der Laktation auf eine ausreichende Futteraufnahme und einen ausbalancierten Energie- und Proteingehalt der Ration zu achten. Dieser liegt mit 7,2 MJ NEL/ kg Trockensubstanz für Frischabkalber und 6,9 MJ NEL/ kg Trockensubstanz für Erstlaktierende in der Leistungsgruppe im empfohlenen Bereich (DLG 2006). Demnach sollten sowohl die einsetzende Milchleistung als auch das Wachstumsbedürfnis energetisch abgedeckt werden. Als gut sind auf dem Betrieb zudem die separate Aufstallung der Färsen, getrennt von Mehrkalbskühen (Hanselmann 2004) sowie eine eigene Färsenration und ein Fressplatzverhältnis von 1:1 zu bewerten.

5.2.2 RFD und Geburtsverlauf

Ein besonderes Augenmerk dieser Studie wurde darauf gelegt, den Einfluss der maternalen Körperkondition auf das Abkalbverhalten zu untersuchen. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein gutes Abkalbmanagement im Betrieb. Anderenfalls besteht die Gefahr der Überlagerung von konditionsbedingten Effekten mit anderen Einflussfaktoren.

Die Beurteilung des Geburtsverlaufes durch die Stallverantwortlichen erfolgte gemäß der festgelegten Kriterien (Tab. 3-5). Dennoch ist zu berücksichtigen, dass zur zeitlichen Verkürzung der Geburt bei Färsen mit sehr langer Geburtsphase ein zu frühes Eingreifen zu einer Verschlechterung der Geburtsverlaufs-Klassifizierung geführt haben könnte. So wurden eventuell ein Teil der Geburten ohne Hilfe in der Abkalbebox (1) fälschlicherweise als Geburtsverlauf unter leichter Zughilfe (2) klassifiziert. Prinzipiell begünstigen die 24-stündige Überwachung der hochtragenden Färsen und die exakt vorgeschriebenen Arbeitsanleitungen zum Abkalbeprozess eine schnelle und routinierte Geburtshilfe ebenso wie das rechtzeitige Eingreifen des Personals im Falle von Geburtskomplikationen. Auch die ordnungsgemäße Einhaltung der vorgeschriebenen Hygienestandards wird bewusst kontrolliert.

Dennoch liegt die ermittelte Totgeburtenrate mit 10,5 % im Vergleich zu den in der Literatur für Färsen beschriebenen Angaben ähnlich hoch (Meyer et al. 2000) bzw. sogar 2 % - 4,5 % höher (Sorge 2006, Kausch 2009, Brakmann 2011). Im Gegensatz zu den Untersuchungen von Essmeyer (2006) sind in dieser Studie hinsichtlich des Geburtsgewichtes von tot- und lebend geborenen Kälbern (41,3 kg vs. 41,6 kg) keine signifikanten Unterschiede ermittelbar. Zu geringe Geburtmassen als Ursache der Totgeburten sind daher eher unwahrscheinlich. Ebenso konnte kein signifikanter Einfluss der Bullen auf die Totgeburtenrate ermittelt werden.

Die Tatsache, dass die Totgeburtenrate bei einer spontanen Geburt 0 % beträgt, bei einer Schweregeburt jedoch jedes zweite Kalb tot geboren wird und es sich hierbei vorrangig um Bullenkälber handelt, lässt vermuten, dass die Probleme durch ein verbessertes Management minimiert werden könnten. Dazu zählen unter anderem eine bedarfsgerechte Vorbereitungsfütterung sowie ein optimaler Zeitpunkt des Eingreifens in den Geburtsablauf und die Reduktion von Stress im geburtsnahen Zeitraum. Insbesondere der letzte Punkt hat in der Studie von Kausch (2009) nachweislich zu einer Senkung der Totgeburtenrate bei Färsen von 10 % auf 4 % geführt. Die von ihm beschriebene Stagnation der Geburt infolge der Nervosität der unerfahrenen Färsen kann sich in dieser Studie durch die Umstellung aus der Gruppe in die separat gelegene Abkalbebox unmittelbar vor der Geburt verstärkt haben. Eine Verschleppung der Geburt ist die Folge, die ein vermehrtes Eingreifen des

Stallverantwortlichen erforderlich macht. Dies würde wiederum die Zunahme von Totgeburten mit steigender Geburtshilfe erklären. Weiterhin bestätigen die Ergebnisse die bisherigen Erkenntnisse, dass eine höhere Inzidenz an Totgeburten mit zunehmenden Schweregrad der Geburt (Chassagne et al. 1999; Meyer et al. 2000, Brakmann 2011) und in Abhängigkeit vom Geschlecht (Brakmann 2011) zu verzeichnen ist. Andererseits treten Totgeburten auch durch eine antepartal erhöhte Stressglykogenolyse und Stoffwechselbelastung mit erhöhten Glukose-, FFS- und BHB-Werten (Ackermann et al. 2013b, Finn 2014) oder durch eine pränatale Schädigung des Embryos bzw. der Plazenta (Sorge 2006) auf. Infolgedessen können hormonelle Dysbalancen auftreten. Sorge (2006) und Ackermann et al. (2013a) ermittelten diesbezüglich signifikant niedrigere Östradiol-17 β -Konzentration bei Färsen mit tot geborenen Kälbern.

Philipsson (1976b) und Kausch (2009) beobachteten zudem die höchste Kälbersterblichkeit bei sehr kurzen Tragezeiten (264 – 274 d). Schenkt man dieser Aussage Beachtung, könnte dies ein weiterer Hinweis auf die relativ hohe Totgeburtenrate im Betrieb sein, da die durchschnittliche Tragezeit der Färsen mit 273 Tagen vergleichsweise kurz ist (277,8 d bei Essmeyer (2006), 278 -282 d bei Sorge (2006), 278,3 d bei Kausch (2009), 282,7 d bei Brakmann (2011)). Die wenigsten Schwer- und Totgeburten treten im Zeitraum um den 280. Tag auf (Meyer et al. 2000). Ebenso kann die Zusammensetzung der Vorbereiterration zu einer Erhöhung der Totgeburtenrate beigetragen haben. Brakmann (2011) stellte in ihren Untersuchungen eine doppelt so hohe Anzahl an tot geborenen Kälbern bei der zusätzlichen Fütterung von Mais und Triticale fest, obwohl sich die Tiere hinsichtlich ihrer Körperkondition nicht unterschieden.

Wie bereits übereinstimmend festgestellt, treten bei Bullenkälbern signifikant häufiger Geburtskomplikationen auf (Philipsson 1976a, Martinez et al. 1983, Kertz et al. 1997, Johanson und Berger 2003, Sorge 2006, Olson et al. 2009, Brakmann 2011). Die ermittelte Schweregeburtenrate der männlichen Kälber liegt in diesem Versuch mit 20 % doppelt so hoch wie die der weiblichen Kälber. Dies ist unter anderem damit zu erklären, dass männliche Kälber im Allgemeinen nicht nur eine längere Scheitel-Steiß-Länge sowie einen größeren Kopf- und Brustumfang aufweisen (Brakmann 2011, Olson et al. 2009), sondern mit durchschnittlich 2,7 kg in dieser Untersuchung auch signifikant schwerer sind als Färsenkälber. Mit zunehmendem Kälbergeburtsgewicht nimmt nachweislich auch der Schweregrad der Geburt zu (Johanson und Berger 2003). Kälber, die spontan in der Gruppe geboren werden, sind durchschnittlich 5,3 kg leichter als jene mit schweren Geburtsverläufen. Im Vergleich dazu liegt der ermittelte Gewichtsunterschied zwischen den Geschlechtern bei Sorge (2006) nur bei zwei bis drei kg. Gleichzeitig ist hierbei nicht nur der genetische Hintergrund des Kalbes ausschlaggebend, der mit einer Heritabilität

von 0,25 einen relativ großen Einfluss hat (Bourdon und Brinks 1982), sondern auch jener von Mutter- und Vatertier. Der Einfluss der eingesetzten Bullen ist in diesem Zusammenhang von besonderem Interesse. Die Auswertung ergab, dass die Wahl des Bullen sowohl einen signifikanten Einfluss auf den Geburtsverlauf als auch auf die Kälbergeburtsmasse nimmt. Die Bullen Garret (19,6 %) und Cricket (18,6 %) sind prozentual am häufigsten bei einer unassistierten Geburt vertreten, wohingegen bei Sonic-Nachkommen fast jedes zweite Kalb als Schweregeburt erfasst wurde (Tab. 11-15). Mit einer gezielten Auswahl leichtkalbiger Bullen, die geringere Geburtsgewichte bei Kälbern vererben, könnte zudem das Risiko für Schweregeburten gemindert werden (Dummer 2008, Fischer et al. 2011, De Kruif et al. 2014). Ebenso wäre der Einsatz von gesextem Sperma mit der Selektion auf Färsenkälber eine Möglichkeit.

Wie bereits mit anderen Studien an hochtragenden Färsen belegt (Sorge 2006, Brakmann 2011), können auch in dieser Untersuchung im Hinblick auf die maternale Körperkondition keine signifikanten Zusammenhänge zum Geburtsverlauf festgestellt werden. Bei Färsen nach einer Schweregeburt mit Bullenkälbern können tendenziell etwas höhere RFD-Werte gemessen werden. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant und liegen nur im Bereich von Zehntelmillimetern. In Bezug auf die stattgefundene Lipolyse zeigen Färsen, deren RFD sich bis zur Kalbung nicht verändert hat, tendenziell eine um 7 % geringere Schweregeburtenrate sowie eine um 6,35 % höhere Rate an problemlosen Geburten. Tiere, die bereits in der Vorbereitungsperiode Fettreserven mobilisieren, neigen hierbei zu schwereren Geburtsverläufen. Dies könnte über die bereits im Zusammenhang mit Totgeburten erwähnte negative Wirkung der NEFA und Ketonkörper erklärt werden (Ackermann et al. 2013b, Finn 2014). Die Unterschiede fallen jedoch nur minimal aus und können statistisch nicht durch eine Signifikanz gesichert werden. Vergleichswerte aus Untersuchungen anderer Studien liegen bisher nicht vor.

Da die Färsen mit durchschnittlich 14,6 mm RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und 13,9 mm RFD zum Partus zudem unterkonditioniert und keineswegs verfettet sind, kann eine erhöhte Schweregeburtenrate infolge einer massiven fettbedingten Einengung der weichen Geburtswege (Abeni et al. 2000, Philipsson 1976c) weitgehend ausgeschlossen werden. Eine Zunahme an Dystokien wird frühestens ab einem BCS-Wert von 3 bzw. umgerechnet einer RFD > 25 mm (Drew 1986) beschrieben. Daetz (2009) macht allerdings auch darauf aufmerksam, dass bereits bei Färsen mit einer RFD von 20 mm zum Partus vermehrt Schweregeburten im Vergleich zu unterkonditionierten Tieren auftreten. Signifikante Unterschiede im Gruppenvergleich können in dieser Studie allerdings nicht ermittelt werden. Die 26 Färsen mit einer RFD > 20 mm zu Beginn der Vorbereitungsperiode weisen tendenziell einen höheren Anteil an unterstützten Geburten und einen geringeren Anteil an

Geburten ohne Hilfestellung auf. Zum Zeitpunkt des Partus bestehen diesbezüglich jedoch keine Unterschiede mehr zwischen den Gruppen. Die restlichen Färsen sind mit RFD-Werten von 6 mm bis 20 mm eher zu gering konditioniert. Steinhöfel (2009) hebt hervor, dass auch zu junge Färsen mit einem EKA von 23 Monaten und einer RFD < 17 mm mit einem erhöhten Risiko abkalben. Dies würde die erhöhte Schweregeburtenrate erklären, die trotz guter körperlicher Entwicklung der Färsen und gutem Abkalbmanagement ermittelt worden ist.

Die These, dass eine Überkondition mit einer erhöhten Schweregeburtenrate einhergeht, konnte demnach mit diesem Datensatz nicht untersucht werden. Weiterhin war es im Rahmen dieser Studie nicht möglich, Untersuchungen zur Beckengröße sowie zur inneren Fettauflage im Beckenbereich zu integrieren. Letztere korreliert positiv mit dem BCS (Essmeyer 2006). Da die gemessene Körperkondition der Färsen jedoch sehr gering ausfällt, scheint eine übermäßige intrapelvine Fettansammlung als Ursache der Schweregeburten unwahrscheinlich, jedoch nicht unmöglich. Hoffmann (1996) beobachtete eine geringere Inzidenz an Schweregeburten, wenn die Beckengröße mindestens 260 cm^2 bis 270 cm^2 misst. Es unterliegt Vermutungen zu behaupten, dass die Färsen aufgrund ihres zum Teil geringen Erstkalbealters kein ausreichend großes Becken entwickeln konnten. Diese Vermutung wird allerdings nicht von den Werten der KBH ($\varnothing 144 \text{ cm}$) und der EKM ($\varnothing 587 \text{ kg}$) gestützt, da diese in etwa im empfohlenen Normalbereich liegen. Dabei hat insbesondere das optimale Körpergewicht zur Kalbung eine positive Auswirkung auf die Beckenentwicklung, da 1 % KM-Zuwachs mit einem 0,01 % igen Beckengrößenzuwachs einhergeht (Laster 1974). Ebenso nimmt die Genetik von Vater- und Muttertier erheblichen Einfluss auf die Beckenmaße der Färse (Laster 1974). Zudem kann nachgewiesen werden, dass die Väter zumindest in Bezug auf die Ausbildung des Körperkonditionszustandes und die Änderung der RFD der Versuchsfärsen im gesamten peripartalen Zeitraum einen hochsignifikanten Einfluss haben.

Zusammenfassend kann in dieser Studie ein negativer Einfluss der maternalen Körperkondition auf den Geburtsverlauf nicht bestätigt werden. Stattdessen besteht eine signifikante Assoziation zur Auswahl der Bullen. Auch andere Faktoren, wie die Tragezeit und die Vorbereitungs fütterung, scheinen eine Rolle zu spielen. Gleichzeitig kann anhand der Ergebnisse die Notwendigkeit von umfassenden Managementfaktoren und gut geschulten Fachpersonal betont werden.

5.2.3 RFD und Kälbergeburtsgewicht

In der Literatur konnte eine enge Korrelation zwischen der Kälbergeburtsmasse und der Inzidenz von Schweregeburten nachgewiesen werden. Daher soll in dieser Studie der Frage nachgegangen werden, inwieweit der maternale Konditionszustand Einfluss auf die pränatale Entwicklung der Frucht und das Geburtsgewicht des Kalbes nimmt. Dieser Zusammenhang ist insbesondere für Mütter von Bullenkälbern interessant, da männliche Kälber aufgrund ihrer höheren Körpermasse häufiger von Schweregeburten betroffen sind. Jedes fünfte Bullenkalb kommt in dem Versuchsbetrieb als Schweregeburt zur Welt, wohingegen bei den Färsenkälbern nur jedes zehnte Kalb betroffen ist. In der Studie von Sorge (2006) treten sogar zwei Drittel der Schweregeburten allein bei Bullenkälbern auf. In Übereinstimmung mit anderen Autoren, die für Bullenkälber 1 kg bis 3 kg höhere Geburtsgewichte angeben, sind männliche Kälber auch in dieser Studie 2,6 kg schwerer als weibliche Kälber (Bourdon und Brinks 1982, Prior und Laster 1979, Johanson und Berger 2003, Olson et al. 2009). Ein Anstieg der Kälbergeburtsmasse wird auch mit zunehmendem Schweregrad der Geburt beobachtet (Sorge 2006, Brakmann 2011, Finn 2014). Die eigene Auswertung hat gezeigt, dass Kälber mit schweren Geburtsverläufen durchschnittlich 5,3 kg schwerer sind als Kälber aus Spontangeburt.

Für einen physiologischen Ablauf der Geburt ist bei primiparen Rindern das Verhältnis von Größe und Geburtsgewicht des Kalbes zum körperlichen Entwicklungszustand des Muttertieres von zentraler Bedeutung (Bellows et al. 1982, Martinez et al. 1983). Betrachtet man in diesem Zusammenhang die durchschnittliche KM (ermittelt mit Brustumfang-kg-Maßband, Weiß 2016) der hochtragenden Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode von 586,5 kg und die mittlere Kälbergeburtsmasse von 41,3 kg, so wird auf Herdenebene ein optimales Verhältnis von 1:14 deutlich. Das Geburtsgewicht der Färsen und Bullenkälber liegt mit 6,9 % bzw. 7,3 % Anteil am maternalen Gewicht im empfohlenen Bereich (Holland und Odde 1992, De Kruif et al. 2014). Ein Großteil der Kälber ist also rein rechnerisch nicht zu schwer für die im Verhältnis normal großen und annähernd normalgewichtigen Färsen.

Dennoch sind insgesamt gesehen die Geburtsgewichte mit 40,1 kg (max. = 53 kg) bei Färsenkälbern bzw. 42,7 kg (max. = 55 kg) bei Bullenkälbern vergleichsweise hoch. Nur 48 % der Kälbergewichte liegen in dem für Holstein-Friesian Kälber empfohlenen Bereich von 40 kg bis 45 kg (Fischer et al. 2011). Knapp 20 % (n = 123) der Neonaten weisen dagegen eine Geburtsmasse über 45 kg auf, sodass im Folgenden weitere Ursachen analysiert und diskutiert werden.

Hinsichtlich der Körperkondition der Färsen und dem Geburtsgewicht der Kälber lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- (1) Das Geburtsgewicht der Bullenkälber korreliert schwach positiv mit der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und nimmt mit steigender RFD linear zu ($R^2 = 0,019$). Bullenkälber von Färsen mit einer antepartalen RFD von 15 mm bis 20 mm sind zudem signifikant schwerer. Zum Zeitpunkt der Kalbung hat die maternale RFD jedoch keinen signifikanten Einfluss mehr auf das Kälbergeburtsgewicht. Insgesamt können nur 1,9 % der Kälbergewichte im linearen Modell über den Einfluss der maternalen Kondition zu Beginn der Vorbereitungsperiode erklärt werden.
- (2) Die antepartale Entwicklung der maternalen RFD ist signifikant mit dem Geburtsgewicht der weiblichen Kälber assoziiert. Färsen mit einer moderaten Veränderung ihrer Fettreserven im Bereich von 1 mm bis max. 5 mm bringen signifikant schwerere Färsenkälber zur Welt, unabhängig davon, ob eine Lipolyse oder Lipogenese stattfindet.
- (3) Der Hauptgewichtszuwachs der Frucht vollzieht sich in etwa ab dem 232. Trächtigkeitstag (Prior und Laster 1979). Die KM und RFD der Färsen ab dem 259. Trächtigkeitstag liegen mit 586,5 kg bzw. 14,6 mm RFD auf Herdenebene sogar unterhalb des Referenzbereichs. Auch zum Partus sind die Erstkalbinnen mit 13,9 mm RFD deutlich unterkonditioniert. Der Einfluss der maternalen Körperkondition als Ursache für die zum Teil hohen Kälbergeburtmassen kann demnach weitgehend ausgeschlossen werden. Anderen Studien zufolge nimmt das Geburtsgewicht der Kälber erst bei überkonditionierten Färsen mit einem BCS > 4 zur Abkalbung, also umgerechnet 30 mm RFD, mit steigender Körperkondition signifikant zu (Spitzer et al. 1995).
- (4) Allerdings haben die Ergebnisse gezeigt, dass sowohl die Väter der Färsen als auch die Bullen einen signifikanten Einfluss auf das Geburtsgewicht der Kälber haben. Die geringsten Geburtsgewichte von durchschnittlich 40,4 kg werden bei den Vätern Focus, Melody und Jeeves ermittelt, genau jenen Vätern, die auch den Töchtern die signifikant geringste RFD vererben. Bei den Bullen sind es Garret und Cricket, die im Vergleich zum Bullen Caliber 5,3 kg bzw. 4,3 kg leichtere Kälber hervorbringen. Folglich sollten die Bullen bei der Zuchtauswahl stärker berücksichtigt werden, da sogar bei den als leichtkalbig ausgewählten Bullen noch eine große Streuung der Kälbergeburtsmasse auftritt.
- (5) Die maternale Körperkondition kann auch durch eine hoch energetische antepartale Fütterung positiv beeinflusst werden (Brakmann 2011, De Kruif et al. 2014), sodass infolgedessen indirekt auch das Kälberwachstum betroffen ist und Kälber mit einem

höheren Geburtsgewicht geboren werden (Laster 1974, Corah et al. 1975, Bellows und Short 1978, Wiltbank und Remmenga 1982). Auch das Futteraufnahmevermögen korreliert positiv mit der Kälbergeburtsmasse (Staufenbiel et al. 1993a). In dieser Studie liegen jedoch sowohl die mittlere Trockensubstanzaufnahme ab dem 180. Trächtigkeitstag (10,2 kg bis 11,3 kg), als auch der Energiegehalt der Rationen im Normalbereich. Der Einfluss der Fütterung auf das Geburtsgewicht ist daher möglich, aber nicht sehr wahrscheinlich.

- (6) Mit zunehmender Trächtigkeitsdauer und Vorbereitungszeit werden höhere Kälbergeburtsgewichte beobachtet (Brakmann 2011). Diese Entwicklung kann anhand der Ergebnisse dieser Untersuchung bestätigt werden, obwohl die Tragezeit mit 274 d neun Tage kürzer und die Vorbereitungsperiode mit 15 d drei Tage länger ist als in der Studie von Brakmann (2011).

5.2.4 RFD und Kolostrumqualität bzw. -quantität

Der Einfluss der maternalen Körperkondition auf die Kolostrumparameter ist insbesondere für primipare Kühe interessant, da diese sowohl qualitativ als auch quantitativ signifikant geringere Werte im Vergleich zu pluriparen Kühen erzielen. Einige Autoren empfehlen daher, das Erstgemelk von primiparen Tieren zu verwerfen und durch jenes von pluriparen Kühen ab der 3. Laktation zu ersetzen (Knutzen et al. 2011), um der Gefahr einer mangelnden Qualität zu entgehen. In dieser Studie weisen 97,4 % der Färsen einen IgG-Gehalt > 50 g/l und somit eine gute Kolostrumqualität auf. Bei 13 Färsen ist die Qualität als mittelmäßig (25 - 50 g/l) einzustufen und nur bei zwei Tieren kann eine unzureichende Qualität (< 25 g/l) gemessen werden. Im Herdenmittel beträgt der IgG-Gehalt der Erstlaktierenden 65,9 g/l und ist im Vergleich mit den in anderen Studien ermittelten Gehalten relativ hoch (Shearer et al. 1992, Tyler et al. 1999, Heyn 2002) bzw. liegt auf dem gleichen Niveau (Geiger 2007). Die bereits von anderen Autoren (Tyler et al. 1999) beobachtete starke Variabilität der Immunglobulingehalte wird anhand der breiten Streuung von 2,8 g/l bis 80 g/l auch in dieser Studie deutlich. Herr, Bostedt und Lack (2010) machen diesbezüglich darauf aufmerksam, dass die Synthesefähigkeit für Immunglobuline im letzten Drittel der Trächtigkeit individuell stark variiert. Ausgehend von der IgG-Konzentration im Blut zum Zeitpunkt des Trockenstellens kommt es zu einem mehr oder weniger starken Abfall der intravasalen Immunglobuline, wobei eine signifikante Korrelation zum späteren Ig-Gehalt im Kolostrum besteht. Unterschiede in der Kolostrumqualität können auch über die Einwirkung einer Reihe von Faktoren unterschiedlichster Genese erklärt werden. Insbesondere Rasse (Müller und Ellinger 1981, Shearer et al. 1992), Klima bzw. Jahreszeit (Nardone et al. 1997, Geiger 2007, Klingbeil 2015), Zufütterung von Selen (Overton 2005) sowie sämtliche Faktoren, die in Zusammenhang mit der Datenerfassung stehen (z.B. Zeitpunkt der Kolostrumentnahme, Umgebungstemperatur, Untersuchungsmethode zur IgG-Bestimmung, Art der Probenbearbeitung), können die IgG-Konzentration beeinflussen. Dadurch ist ein isolierter Vergleich mit anderen Studien allein unter dem Gesichtspunkt der Höhe der Immunglobuline schwierig.

Hinsichtlich des Zusammenhangs zur Körperkondition, kann mit dieser Studie der positive Einfluss von antepartal gut ausgebildeten Körperfettreserven auf den IgG-Gehalt auch bei Holstein-Friesian-Färsen bestätigt werden. Beschrieben wurde dieser bereits bei mehrlaktierenden Kühen (Shearer et al. 1992, Klingbeil 2015) und Färsen von Fleischrassen (Lardy und Stoltenow 2012, Rasby 2014). Klingbeil (2015) beobachtete bei Kühen einen signifikanten Anstieg der Immunglobulin-G-Fraktion von 0,15 g/l je mm RFD zu Beginn der Trockenstehperiode. Im Gegensatz dazu bestehen in dieser Untersuchung signifikant

negative Korrelationen. Bei mageren Färsen wird mit 70 g/l der höchste IgG-Gehalt beobachtet. Bezogen auf das Gesamtgemelk nimmt die IgG-Konzentration jedoch mit steigender RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode linear zu und unterstreicht somit die Vorzüge moderat ausgebildeter Fettreserven. Die beschriebene scheinbare Reduktion der Immunglobuline ist auf einen „Verdünnungseffekt“ zurückzuführen, der dadurch zustande kommt, dass eine signifikant negative Korrelation zwischen der Kolostrummenge und -dichte auftritt. Dieses Phänomen wurde bereits in anderen Studien beobachtet (Knutzen et al. 2011, Klingbeil 2015). Wird fälschlicherweise nur die IgG-Konzentration betrachtet, ohne diese mit der Kolostrummenge ins Verhältnis zu setzen, könnte der Eindruck entstehen, dass es sich bei Tieren mit hohen Kolostrummengen ggf. um Kolostrum schlechter Qualität handelt. Zur Sicherstellung einer guten Kolostrumqualität empfehlen daher einige Autoren, das Erstgemelk von Kühen mit gebildeten Mengen > 7,3 kg zu verwerfen (Knutzen et al. 2011). Bei dieser Versuchsherde ist dieses Vorgehen jedoch abzulehnen, da auch die 55 Erstkalbinnen mit hohen Mengen an Kolostralmilch von > 7,3 kg, bis auf ein Tier, noch Kolostrum von guter Qualität ($\bar{\text{IgG}} = 63,6 \text{ g/l}$) produzieren.

Auch wenn zum Zeitpunkt der Kalbung im Gruppenvergleich kein statistisch gesicherter Unterschied mehr zwischen mageren und gut konditionierten Tieren festgestellt werden kann, ist dennoch eine signifikant negative lineare Korrelation zur Körperkondition ermittelbar, sofern man nur den IgG-Gehalt unabhängig vom Gesamtgemelk betrachtet. Je zusätzlichen mm RFD, die die Färsen zum Partus angelegt haben, sinkt der IgG-Gehalt um 0,3 g/l. Auffällig ist hierbei, dass ab einer RFD > 20 mm der IgG-Gehalt im Gesamtgemelk, bedingt durch die ebenfalls sinkende Kolostrummenge, nicht mehr ansteigt, sondern absinkt. Dies könnte als Anzeichen einer beginnenden negativen Auswirkung einer Überkondition gewertet werden.

Die Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode ist dagegen nicht signifikant mit dem IgG-Gehalt assoziiert. Allerdings zeigen Färsen mit antepartaler Lipogenese tendenziell die höchsten IgG-Gehalte. Daher kann die Aussage von Shaerer et al. (1992), höhere IgG-Gehalte treten bei jenen Kühen auf, die antepartal ihre Fettreserven aufgefüllt haben, zumindest in Ansätzen bestätigt werden.

Wie bereits diskutiert, ist ein Großteil der Färsen bereits zu Versuchsbeginn unterkonditioniert. Dennoch ist der IgG-Gehalt im Erstgemelk der Herde durchaus zufriedenstellend und sogar genauso hoch wie bei den besser konditionierten Färsen in der Studie von Geiger (2007). Auch der Gruppenvergleich zu Beginn der Vorbereitungsperiode zeigt, dass sowohl magere Tiere (RFD < 10 mm) als auch dickere Tiere (RFD > 20 mm), unabhängig von ihrer produzierten Kolostrummenge, Erstgemelke von überdurchschnittlich guter Qualität produzieren. Die Aussage von Staufenbiel (2014), eine Unterkondition ist mit

einer schlechten Kolostrumqualität verbunden, kann demnach widerlegt werden. Eine weitere Verbesserung der Kolostrumqualität über eine managementbedingte Erhöhung der Körperkondition der Tiere ist daher zumindest in diesem Punkt nicht zwingend erforderlich. Gleichzeitig scheinen noch andere Faktoren, wie z.B. das genetische Potenzial oder die Fütterung, einen Einfluss auf die Qualität zu nehmen.

Im Hinblick auf die Kolostrummenge wäre eine Erhöhung der Körperfettreserven der Färsen jedoch von Vorteil, da die durchschnittlich ermittelte Menge an Erstgemelk in dieser Studie nur $4,2 \text{ kg} \pm 2,40 \text{ kg}$ beträgt. Laut Knutzen et al. (2011) wäre diese Menge vollkommen ausreichend, da die Autoren zumindest für weibliche Zuchtkälber empfehlen, generell nur Kolostrum von Tieren mit einer Erstgemelksmenge $< 4,5 \text{ kg}$ zu verwenden. Bei etwas weniger als der Hälfte der Färsen ($n = 280$) wurde eine Kolostrummenge $< 4 \text{ kg}$ ermittelt. Geht man davon aus, dass jedes neugeborene Kalb im optimalen Fall vier Liter Kolostrum von der eigenen Mutter aufnehmen soll und der IgG-Gehalt auch bei Erstlaktierenden mit hohen Kolostrummengen noch qualitativ hochwertig ist, wäre eine weitere Steigerung der Kolostrummenge über die Körperkondition ohne negative qualitative Auswirkungen möglich und empfehlenswert. Je mm zusätzlicher RFD der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode kann $0,1 \text{ kg}$ mehr Kolostrum gemolken werden. Überkonditionierte Tiere mit einer RFD $> 20 \text{ mm}$ zu Beginn der Vorbereitungsperiode erbringen mit $4,6 \pm 2,11 \text{ kg}$ durchschnittlich knapp $1,5 \text{ kg}$ mehr Kolostrum als unterkonditionierte Tiere mit einer RFD $< 10 \text{ mm}$. Allerdings deutet sich anhand der Ergebnisse auch an, dass zur Kalbung eine RFD von 20 mm als Obergrenze nicht mehr überschritten werden sollte, da dies mit einer rückläufigen Kolostrumproduktion verbunden sein kann. Es empfiehlt sich, diesen Zusammenhang in weiteren Studien an überkonditionierten Erstkalbinnen näher zu untersuchen.

Im Unterschied zu der Veröffentlichung von Stockdale und Smith (2004) kann in der eigenen Studie eine signifikante Assoziation zwischen der Kolostrummenge und der Körperkondition von hochtragenden Färsen nachgewiesen werden, wie sie bereits für pluripare Kühe in der Studie von Klingbeil (2015) ermittelt wurde. Weitere Vergleichsstudien bei Holstein-Friesian-Färsen liegen bisher nicht vor. Im Zusammenhang zur Änderung der antepartalen Körperkondition scheint eine frühzeitige Lipolyse einen positiven Einfluss zu haben. Färsen, die bereits in der Vorbereitungsperiode Fettreserven einschmelzen, erbringen die höchste Menge an Erstgemelk. Die Kolostrrogenese wird dabei, wie auch die Laktogenese, durch hormonelle Veränderungen (\downarrow Insulin, \uparrow Somatotropin) ermöglicht und über einen erhöhten Nährstofffluss ins Euter sowie der indirekten Nutzung der NEFA unterstützt.

5.2.5 RFD und Fruchtbarkeit

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die bereits von anderen Autoren ermittelten Unterschiede bezüglich der Ausprägung der Körperkondition und der Fruchtbarkeitsleistung in der ersten Laktation: moderate Fettreserven wirken sich positiv auf die Fruchtbarkeit der Erstkalbinnen aus, wohingegen eine Unterkondition mit einer Verzögerung der Konzeption einhergeht (Staufenbiel et al. 1989b, Chagas et al. 2006, Daetz 2009, Bastin et al. 2010). Die Tatsache, dass im gesamten Untersuchungszeitraum ausschließlich negative Korrelationen zwischen der RFD der Färsen und der RZ, GZ sowie der Anzahl an Besamungen bestehen, unterstreicht die entscheidende Rolle des Fettgewebes als energetischen Puffer in Zeiten einer NEB sowie die Notwendigkeit ausreichender Fettreserven in der Früh-laktation. Insbesondere in den ersten Wochen p.p. wird, ausgehend von dem genetisch bedingten hohen Milchleistungspotenzial, der gesamte Glukosefluss durch homoeorrhethische Vorgänge in die Milchdrüse geleitet. Dadurch ist die Glukoseverfügbarkeit für den restlichen Körper gering. Die Sekretion des Gonadotropin-Releasing-Hormons (GnRH) im Hypothalamus und damit verbunden das Wiedereinsetzen des Zyklus p.p. findet jedoch primär in Abhängigkeit von der vorhandenen Glukosemenge statt (Staufenbiel et al. 1987b, Kanitz et al. 2003) und ist somit sekundär der Milchbildung nachgeschaltet. Weiterhin wird zusätzliche Energie für die umfassenden Involutionvorgänge des Uterus benötigt, die infolge der relativ hohen Schweregeburtenrate (14,9 %) und dem gehäuften Auftreten von Metritiden (24,6 %) bei den Färsen dieser Studie erschwert werden. Unterkonditionierte Erstkalbinnen sind demnach schwerer in der Lage, eine optimale Fruchtbarkeitsleistung zu gewährleisten, da hierfür ein energetisch stabiler Zustand maßgeblich ist (Fürl 2011). Die signifikant um 2,3 mm geringere RFD der Erstkalbinnen mit mehr als drei Besamungen (\varnothing 10,7 mm) stützt diese Vermutung. Eine stärkere NEB in den ersten drei Laktationswochen könnte bei diesen Tieren zur Bildung kleinerer Follikel infolge einer herabgesetzten Frequenz und Höhe der pulsativen LH-Ausschüttung im Hypothalamus-Hypophysen-System geführt haben (Lucy et al. 1991, Fürl 2011, Kanitz et al. 2003). In Kombination mit niedrigen Insulin- und IGF-1-Werten, die durch ihre direkte Wirkung auf die Follikel- und Lutealzellen das Follikelwachstum stören, verzögert sich die zyklische Ovaraktivität und die Ovulation solange, bis der Höhepunkt der NEB überschritten wird (Kanitz et al. 2003, Feucker 2003, Staufenbiel, De Kruif et al. 2014).

In diesem Zusammenhang wird in der Literatur mehrfach beschrieben, dass eine höhere Körperkondition der Färsen zum Partus ein schnelleres Wiedereinsetzen der Trächtigkeit begünstigt (Staufenbiel et al. 1989b, Markusfeld et al. 1997, Chagas et al. 2008). Die Fettreserven zur Kalbung scheinen in dieser Untersuchung jedoch nur eine untergeordnete Rolle zu spielen, da sich nur tendenziell die RZ und GZ mit zunehmender RFD verkürzt.

Auch Daetz (2009) konnte nur eine tendenzielle, aber keine signifikante Verkürzung der GZ von 110 d auf 95 d bei einer Zunahme der RFD der Färsen zum Partus von < 14 mm auf 20 mm bis 22 mm feststellen.

Vielmehr ist in dieser Auswertung die RFD in der sechsten Laktationswoche, also kurz vor der ersten Besamung am 50. Tag p.p., von entscheidender Bedeutung. Nur zwischen dem 42. und 48. Laktationstag bestehen signifikante ($p < 0,01$) lineare Zusammenhänge. Je mm RFD verkürzt sich die RZ um 0,5 d und die GZ um 3,5 d. Auch im Gruppenvergleich zeigt sich, dass 46,9 % der Erstkalbinnen mit einer RFD < 6 mm eine RZ > 65 d aufweisen, wohingegen der Anteil bei jenen Tieren mit einer RFD ≥ 11 mm bereits auf 27,5 % gesunken ist. Diese Beobachtungen ähneln denen anderer Autoren, die die meisten signifikanten Zusammenhänge zwischen RFD bzw. BCS und Fruchtbarkeit nicht zum Partus, sondern sieben Wochen (Wathes et al. 2007) bzw. zwölf Wochen p.p. (Fietze 2004) nachgewiesen haben. Insbesondere zwischen dem 40. und 70. Tag p.p. wirkt sich die NEB negativ auf die Aktivität des Corpus luteum aus (Staples et al. 1990). Eine Erklärung könnte die zeitliche Nähe zum konditionellen Tiefpunkt sein, der bei Erstkalbinnen bereits in der 8. bis 10. Laktationswoche auftritt (Schröder 2000, Fietze 2004).

Trotz der sehr geringen Körperkondition der Herde von nur 9,4 mm RFD zum letzten Messzeitpunkt erscheint die RZ mit durchschnittlich 63 d sowohl im Vergleich zu Färsen anderer Studien (Geiger 2007, Heckel 2009) als auch bei Betrachtung des empfohlenen Referenzbereichs (< 85 - 90 d, De Kruif et al. 2014) sehr kurz. Bei der Beurteilung der Länge der RZ müssen jedoch sowohl tierindividuelle als auch betriebsinterne Faktoren, wie die Höhe der Milchleistung, die Effektivität der Brunstbeobachtung bzw. die Brunstnutzungsrate, die Länge der freiwilligen Wartezeit und eventuelle Fruchtbarkeitsprogramme, beachtet werden. Unter Berücksichtigung einer Jahresleistung bis 8000 kg Milch und einer Einsatzleistung von 25 kg bis 30 kg wird eine RZ von 50 bis 70 d angesetzt (Feucker 2003). Damit relativiert sich die Länge der RZ mit 63 d als angemessen lang. Auch das auf dem Betrieb ab dem 34. Tag p.p. angewendete Präovulationsprogramm (Tab. 3-2), welches das Ziel hat, die Synchronisation der Follikelreifung der Gesamtherde zu verbessern und somit den Anteil an brünstigen Tieren auf mehr als 90 % zu erhöhen, sowie das beschriebene Ovsynch-Programm, welches alle nicht brünstigen Tiere im Anschluss durchlaufen, haben einen Einfluss auf die RZ. Der Zeitpunkt der ersten Besamung wird folglich indirekt künstlich determiniert, wodurch der Einfluss der Körperkondition noch schwerer beurteilbar ist.

Die bedeutenderen Parameter zur Bewertung der Fruchtbarkeitsleistung sind daher die GZ, der Erstbesamungserfolg, der TI und der Anteil an fruchtbarkeitsbedingten Abgängen an den Gesamtabgängen (De Kruif et al. 2014). Erstere beträgt im Herdenmittel 112 d und liegt somit unterhalb der empfohlenen 115 d (De Kruif et al. 2014), aber oberhalb des

leistungsabhängigen Referenzbereichs von 60 d bis 95 d bei 8000 kg Jahresleistung. Auch die aus RZ und GZ resultierende Verzögerungszeit von durchschnittlich 42 Tagen übersteigt die in der Liteartur empfohlenen 25 d (Feucker 2003). Sie liegt aber immer noch niedriger als die in anderen Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern ermittelten 49 Tage (Harms 2012). Auch der Erstbesamungserfolg der primiparen Tiere von 50,5 % erscheint im Vergleich zu Erstkalbinnen anderer Studien (34,6 % bei Wangler 2009, 46,36 % bei Wilke 2011) gut. Allerdings liegen der BI mit 2,2 und der TI mit 1,8 nur im oberen Referenzbereich (De Kruif et al. 2014) bzw. sogar darüber (Feucker 2003). Dabei ist zu beachten, dass sich der TI durch den hohen Anteil an fruchtbarkeitsbedingten Merzungen (26,9 %) sogar verbessert. Trotz des optimalen Schemas des Hormoneinsatzes (zweimalige $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Injektion, Ovulationsauslösung durch GnRH, brunstororientierte anstatt terminorientierte Besamung) fallen der Erstbesamungserfolg mit 50,5 % und der TI nur moderat aus. Dies könnte daran liegen, dass der Einsatz von Fruchtbarkeitsprogrammen bei unterkonditionierten Tieren ($\text{BCS} < 2,5$ bzw. < 15 mm) hinsichtlich der erreichten Trächtigkeitsrate weniger erfolgreich ist, als bei gut konditionierten Tieren (Moreira et al. 2000). Die Gesamtkonzeptionsrate mit 95,7 % ist jedoch als überdurchschnittlich gut einzuschätzen (> 90 %, De Kruif et al. 2014). Die Herde scheint also organisch gesund zu sein und die Ursache daher eher auf energetischer Ebene bzw. bei der Brunsterkennung zu suchen.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Studien hat die Änderung der RFD in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf die RZ und GZ der Erstlaktierenden. Damit stimmen die Ergebnisse mit jenen von Daetz (2009) überein, widersprechen jedoch dem Großteil der in der Literatur beschriebenen positiven Korrelationen zwischen dem Umfang der mobilisierten Fettreserven und der Länge der RZ, GZ und ZKZ (Staufenbiel et al. 1992a, Lacasse et al. 1993, Schröder 2000, Kupsch 2005, Blömer 2009). Eine Erklärung dafür könnte sein, dass der Abbau der Fettreserven im gesamten Untersuchungszeitraum langsam abläuft, mit 5,2 mm nur gering ausfällt und erst bei einem Abbau von mehr als 20 mm bzw. nur bei überstürzter Lipolyse ein negativer Einfluss auf die Fruchtbarkeit zu erwarten ist. Weiterhin könnte es an der niedrigen Körperkondition der gesamten Herde liegen, dass ein statistisch signifikanter Unterschied nicht erreicht wurde, sondern nur tendenziell mit zunehmender postpartaler Lipolyse auch eine Verlängerung der GZ einhergeht. Ein Vergleich zwischen über- und unterkonditionierten Tiere wäre wahrscheinlich aufschlussreicher. Überkonditionierte Färsen sind in dieser Untersuchung jedoch so gut wie nicht vertreten. Dennoch sind Unterschiede hinsichtlich der Fettabbaurate und des Besamungsaufwandes nachweisbar. Je ausgeprägter die NEB ist, desto schlechter ist der Besamungserfolg. Nach der Kalbung sind demnach umso mehr Besamungen nötig, je stärker der Abbau der RFD bis zur Ausstallung ist. Tiere mit mehr als drei Besamungs-

versuchen bauen mit 2,5 mm doppelt soviel Fettreserven ab als jene Tiere, die bei der ersten Besamung tragend werden. Auch Valergakis et al. (2011) stellten einen geringeren Erstbesamungserfolg bei Erstkalbinnen mit hohem postpartalen BCS-Abbau fest. Die dabei anfallenden Ketonkörper könnten ihrerseits eine hemmende Wirkung auf die GnRH- und LH-Freisetzung ausüben (Butler und Smith 1989).

Nach der Ausstallung haben Konditionsänderungen in dieser Untersuchung keinen signifikanten Einfluss mehr auf die Besamungsanzahl. Diese Beobachtungen ähneln den Ergebnissen von Staufenbiel et al. (1992a), die eine Verlängerung der RZ und GZ bei einer hohen Lipolyserate in den ersten zwei Wochen beobachteten, wohingegen eine hohe Fettabbaurate nach der zweiten Laktationswoche eine positive Wirkung auf die Fruchtbarkeit hatte. Die Autoren erklären dies über Pufferwirkung des Fettgewebes bei gering konditionierten Jungkühen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung haben bestätigt, dass die Körperkondition der hochtragenden Färsen bzw. die Energiebilanz im peripartalen Zeitraum signifikant mit der Fruchtbarkeitsleistung in der ersten Laktation assoziiert ist. Eine RFD im Bereich von mindestens 15 mm RFD zum Partus wäre für eine Verbesserung des Besamungserfolges und eine weitere Verkürzung der Günstzeit empfehlenswert. Insgesamt gesehen, ist die Fruchtbarkeitsleistung trotz der geringen Körperkondition der Tiere als moderat bis gut einzuschätzen. Hierbei ist jedoch der Einsatz der aufgeführten Fruchtbarkeitsprogramme zu berücksichtigen. Da die Fruchtbarkeit ein komplexes multifaktorielles Geschehen darstellt, welches in erster Linie von Managementfaktoren (Staufenbiel et al. 1993a, Feucker 2003, Fietze 2004) beeinflusst wird, kann die Frage nach dem isolierten Einfluss der RFD ebenso schwierig beurteilt werden wie die Formulierung eines konkreten, allgemeingültigen Optimalbereichs für die RFD.

5.2.6 RFD und Milchleistung

Die Erstlaktierenden in dieser Studie erbringen eine durchschnittliche Einstiegsleistung von $13,9 \pm 7,10$ kg am ersten Laktationstag, $23,4 \pm 6,60$ kg am siebenten Laktationstag und $26,4 \pm 6,73$ kg an Tag 14 p.p.. Diese Entwicklung verdeutlicht den steilen ML-Anstieg zu Beginn der Laktationskurve, der von einem sprunghaften Anstieg des Energiebedarfs und der daraus resultierenden verstärkten Mobilisation der Fettreserven ($\Delta RFD_{a-p} = -2,9 \pm 2,52$ mm) begleitet wird. Die durchschnittliche 100-d-ML der Versuchstiere liegt mit 2686 ± 627 kg unterhalb der 3000 kg – 3300 kg, die von Erstkalbinnen in anderen Studien erreicht wurden (Schröder 2000, Geiger 2007, Daetz 2009). Auch die 305-d-ML fällt mit 7771 ± 1078 kg verhältnismäßig niedrig aus (Naumann 2013, VIT 2015). Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft gibt für Holstein-Friesian Färsen als Richtwert für das Erreichen einer 305-d-ML von 7500 kg bzw. 8500 kg eine ML von 27 kg bzw. 30 kg am 20. Laktationstag an (Spiekers et al. 2006). An Tag 21 p.p. beträgt diese im Herdenmittel aber nur 25,9 kg. Nur ein Viertel der Tiere ($n = 112$) erbringen eine 305-d-ML ≥ 8500 kg mit einer durchschnittlichen ML von 31 kg am 21. Laktationstag.

Die Einstiegsleistung der Gesamtherde in den ersten zwei Laktationswochen ist nicht signifikant mit der Körperkondition zu Beginn der Vorbereitungsphase und zum Partus assoziiert. Damit stimmen die Ergebnisse mit jenen von Geiger (2007) überein, der weder für die RFD noch für die KM und die WRH einen signifikanten Einfluss auf die Einstiegsleistung der Färsen feststellen konnte. Die 100-d-ML zeigt in seiner Untersuchung jedoch mit zunehmender KM der Tiere einen signifikanten Anstieg, wohingegen sie von der RFD der Färsen nicht beeinflusst wird. Der Autor verweist in diesem Zusammenhang auf den vorherrschenden Einfluss der KM auf die ML bei Jungkühen. Dieser Zusammenhang kann im Rahmen der eigenen Untersuchungen jedoch nicht geklärt werden, da betriebsbedingt eine Messung der KM nicht möglich war. Laut Staufenberg et al. (1993a) ist dieser Aspekt jedoch von geringer Relevanz, da die Änderung der KM eine ähnliche Aussagekraft besitzt, wie die der RFD.

Während die Einstiegsleistung nicht wesentlich beeinflusst wird, scheinen gut ausgebildete Körperfettreserven eine höhere ML in der Mittel- und Spätlaktation zu begünstigen. Je mm RFD, die die Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode anlegen, steigt die 100-Tage-ML um 23,8 kg. Tiere mit einer antepartalen RFD > 20 mm erbringen durchschnittlich eine um 140 kg höhere 100-Tage-ML als magere Tiere mit einer RFD < 10 mm. Hinsichtlich der RFD zur Kalbung kann für Erstkalbinnen der Bereich von 15 mm - 20 mm bzw. 16 mm - 18 mm als Optimalbereich mit der signifikant höchsten 100-Tage-ML bzw. 305-Tage-ML festgelegt werden. Auch Staufenberg et al. (1992a) beobachteten in ihrer Untersuchung an gut konditionierten Jungkühen ($\Delta RFD_p = 24$ mm) mit steigender RFD zur Kalbung eine

höhere 100-Tage-ML. Gleichzeitig ist zu beachten, dass die Korrelationen zur ML umso höher ausfallen, je höher die angelegten Fettreserven sind (Staufenbiel et al. 1993a). Dies erklärt die zum Teil niedrigen Korrelationskoeffizienten bei den gering konditionierten Erstkalbinnen dieser Studie.

In der Literatur werden moderate Fettdepots aufgrund ihrer energetischen und metabolischen Wirkkomponente als nutzbare Puffer für das Erreichen hoher Milchleistungen beschrieben (Staufenbiel et al. 1989b, Domecq et al. 1997, Markusfeld et al. 1997, Stockdale 2001). Allerdings ist in dieser Studie im Gruppenvergleich ersichtlich, dass die ML tendenziell bei Färsen mit einer RFD > 20 mm (RFD_vp, RFD_p) wieder etwas abnimmt, nachdem sie zuvor mit steigenden Fettreserven zugenommen hat. Diese Beobachtung kann zwar statistisch nicht gesichert werden, unterstreicht jedoch die Tatsache, dass Fettreserven nur bis zu einem bestimmten Grad einen positiven Einfluss ausüben, wohingegen eine Überkondition negativ mit der ML korreliert (Garnsworthy und Topps 1982, Garnsworthy und Jones 1987, Schröder 2000).

Eine Hauptursache für die zum Teil geringen ML der Erstlaktierenden in dieser Studie könnte demnach in der geringen Ausprägung der Körperkondition (RFD < 15 mm) im peripartalen Zeitraum und der damit verbundenen geringen Einschmelzung der Körperfettreserven begründet liegen. Auch genetische Faktoren, die das Milchleistungspotenzial bedingen, sowie die Intensität der Fütterung und die Höhe der Trockensubstanzaufnahme vor und nach der Kalbung nehmen einen entscheidenden Einfluss auf die Höhe der erbrachten ML. Anderen Autoren zufolge besteht jedoch bei mäßig bis gering konditionierten Färsen kein signifikanter Einfluss der Körperkondition zum Partus auf die 100-Tage-ML (Staufenbiel et al. 1989b, Daetz 2009). Staufenbiel et al. (1993a) betonen in diesem Zusammenhang, dass Fettreserven nur die grundlegende Voraussetzung für einen milchleistungsfördernden Effekt schaffen, dieser jedoch erst durch die Mobilisation der Fettspeicher zustande kommt. Es können daher auch signifikant positive Beziehungen zur Milchfettmengeleistung nachgewiesen werden (Staufenbiel et al. 1989b), da das Fettgewebe die Milchfettsynthese über die Freisetzung von NEFA und der anschließenden Veresterung mit Glycerin unterstützt.

Auffallend ist eine Umkehr der beschriebenen Verhältnisse ab der dritten bis sechsten Laktationswoche. Erstkalbinnen mit den höchsten Fettreserven erbringen nun die niedrigste ML. Im Gruppenvergleich zeigen Tiere mit einer RFD > 10 mm eine um 300 kg niedrigere 100-d-ML als Tiere mit einer RFD < 7 mm. Fast identische Unterschiede sind auch bei der 305-d-ML ersichtlich. Magere Tiere mit einer RFD < 7 mm erbringen in der Hochrechnung 620 kg mehr Milch als Erstlaktierende mit einer RFD > 11 mm. Damit ist der Unterschied bei beiden Untersuchungsgrößen hochsignifikant und fällt quantitativ sehr groß aus. Diese Entwicklung ist auch anhand der Korrelationskoeffizienten sichtbar, die ab dem genannten

Zeitpunkt ihre Wirkrichtung von positiv auf negativ ändern. Eine Erklärung dafür kann über den positiven Zusammenhang zwischen Lipolyserate und ML gegeben werden. Die anfangs besser konditionierten Tiere sind infolge einer stärkeren Mobilisation der Fettreserven sechs Wochen nach der Kalbung unter Umständen magerer, als jene Tiere, die von Anfang an unterkonditioniert waren. Folglich haben die dickeren Tiere bereits in den ersten Wochen der Früh-laktation den Großteil der aus dem Fettgewebe gewonnenen Energie produktiv in Milch umgesetzt und eine höhere ML erzielt. Führt man weitere Messungen zu späteren Zeitpunkten der Laktation durch, würde man höchstwahrscheinlich wieder bei den am schlechtesten konditionierten Tieren die höchsten ML feststellen, da sie energetisch gesehen erst viel später in der Lage sind, Fettreserven aufzubauen. Für die mageren Tiere mit sehr geringen ML besteht, abgesehen von wirtschaftlichen Einbußen, die Gefahr, dass sie schneller eine positive Energiebilanz erreichen, früher mit dem Aufbau von Fettreserven beginnen und bei gleichzeitiger energiereicher Fütterung in der Trockenstehperiode einem erhöhten Risiko der Verfettung ausgesetzt sind (Schröder 2000).

In dieser Untersuchung sind die Korrelationskoeffizienten zwischen der ML und der Körperkondition auffallend niedrig, also fast ausschließlich bei $r < 0,10$. Jene für die Änderung der RFD von der Ausstallung bis sechs Wochen p.p. liegen jedoch bei $r > 0,10$ (bis 0,30) und somit etwas höher. Die postpartale Änderung der RFD ab der zweiten Laktationswoche hat demnach eine größere Wirkstärke auf die ML als die Körperkondition selbst. Diese Beobachtung stimmt mit den Aussagen verschiedener Autoren überein, die darauf verweisen, dass die ML durch die postpartale Lipolyserate in einem stärkeren Maße beeinflusst wird als durch die Fettreserven zum Zeitpunkt der Kalbung (Staufenbiel et al. 1989b, Staufenbiel et al. 1990, Domezq et al. 1997). Die durch die Fettmobilisation freigesetzten langkettigen Fettsäuren können dabei nur indirekt als Metaboliten für die Milchsynthese herangezogen werden, indem sie über die Steigerung der Milchfettbildung die FCML erhöhen. Die direkte Nutzung der NEFA für die Glukoneogenese ist jedoch nicht möglich. Die synthetisierte Milchleistung ist zudem nicht von den NEFA, sondern primär von der Laktosebildung und der dafür nötigen Glukosemenge abhängig, welche wiederum durch homoeorhetische Anpassungsvorgänge des Körpers in einem insulinunabhängigen Prozess ins Euter gelangt (Bauman und Currie 1980, Staufenbiel et al. 1989b). Auch Staufenbiel et al. (1992a) wiesen hochsignifikante Beziehungen zur Milchleistung ab der zweiten Laktationswoche nach und betonen, dass die Lipolyse in den ersten 14 Tagen p.p. nur einen sehr geringen Einfluss hat. Diese Aussage kann mit den Ergebnissen dieser Untersuchung gestützt werden. Änderungen der RFD haben erst ab dem Zeitpunkt der Ausstallung, also nach durchschnittlich zwei Wochen p.p. einen signifikanten Einfluss auf die ML. Je mm RFD, die nach der Ausstallung abgebaut wird, steigt die summierte 7-d-, die 14-d- bzw. die 100-d-

ML um 2,3 kg, 0,5 kg bzw. 57 kg. Mackle et al. (1996) bestätigen ebenfalls, dass hohe Körpermasseverluste vom 30. bis 56. Laktationstag bei schwereren, besser konditionierten Färsen mit einer höheren ML assoziiert sind.

Da die Lipolyserate bis zum 48. Laktationstag mit $-5,1 \pm 3,24$ mm RFD vergleichsweise gering ausfällt und dementsprechend ein Abbau von 20 mm RFD in den ersten 16 Laktationswochen nicht überschritten wird (Tab. 2-6), kann von einem milchleistungsfördernden Einfluss des Fettgewebes ausgegangen werden. Eine wichtige Voraussetzung hierfür ist jedoch eine langsame und protrahierte Lipolyse, die nicht zu überstürzt abläuft, damit die Leber ausreichend Zeit hat, sich an die vermehrt freigesetzten NEFA anzupassen. Anderenfalls entsteht ein Ungleichgewicht zwischen den anflutenden NEFA und der Verwertungskapazität der Leber, wodurch die Leber verfettet und der Stoffwechsel vermehrt belastet wird. Milchleistungsfördernde und milchleistungshemmende Effekte liegen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und der Höhe des Fettabbaus also eng beieinander (Staufenbiel et al. 1992a) und liefern eine mögliche Erklärung für die von einigen Autoren beschriebene negative Korrelation zwischen der postpartalen Änderung RFD und der ML bei gut konditionierten Tieren (Schröder 2000, Geiger 2007).

Bezüglich des antepartalen RFD-Verlaufs wird deutlich, dass, wie bereits von Daetz (2009) festgestellt, auch in dieser Studie keine signifikante Assoziation zur Höhe der Einstiegsleistung der Erstkalbinnen besteht. Es fällt lediglich eine Tendenz zu höheren 7 d- bzw. 14 d-Milchleistungen bei einem geringen (1 mm bis 5 mm) bzw. mittleren (> 5 mm) Aufbau der Fettreserven in der Vorbereitungsperiode auf. Dies stimmt mit dem von Geiger (2007) und Domecq et al. (1997) beschriebenen signifikant positiven Einfluss der antepartalen Lipogenese auf die ML überein. Auch im Gruppenvergleich kann in dieser Untersuchung kein statistisch gesicherter Unterschied hinsichtlich der RFD-Entwicklung bis zur Kalbung auf die Höhe der 100-d-ML festgestellt werden. Nur tendenziell ist die ML bei Tieren mit der größten Lipolyse (> 5 mm) etwas höher. Die 305-d-ML zeigt als einzige Größe signifikant höhere Werte bei Erstkalbinnen mit einem Abbau der RFD > 5 mm. Werden diesbezüglich in einem zweiten Schritt die Fettreserven der hochleistenden Tiere (≥ 8500 kg) mit jenen der niedrigleistenden Tiere (< 8500 kg) verglichen, so ist bei Ersteren ante partum tendenziell eine höhere RFD (14,3 mm vs. 14,1 mm), zum Partus dann aber eine niedrigere RFD (13,3 mm vs. 13,6 mm) ersichtlich. Hochleistungstiere bauen also antepartal doppelt so viel Rückenfett ab als Tiere mit geringeren ML (1 mm vs. 0,5 mm).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sowohl die Körperkondition der hochtragenden Färsen als auch die Änderung der Körperkondition im peripartalen Zeitraum einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der ML ausübt, wobei Letztere von größerer

Bedeutung ist. Die Erstlaktationsleistung der primiparen Tiere in dieser Studie ist als gut einzuschätzen, liegt aufgrund der geringen Ausgangskörperkondition und der ebenfalls geringen Fettmobilisation jedoch nicht im Hochleistungsbereich. Eine Verbesserung der ML in Hinblick auf ein mittleres Niveau von mindestens 8500 kg wäre über eine Erhöhung der Körperkondition möglich und empfehlenswert. Zielführend ist hierbei eine RFD auf Herdenebene von mindestens 16 mm bis 20 mm. Eine Zunahme der RFD auf maximal 25 mm (BCS = 3,5) ist zumindest unter ausschließlicher Betrachtung der Milchleistung möglich, da erst ab diesem Bereich von einigen Autoren ein negativer Effekt auf die ML beobachtet wurde (Keown und Everett 1986, Waltner et al. 1993, Grummer et al. 1995).

5.2.7 RFD und Erkrankungen

60,7 % der Erstkalbinnen (n = 392) sind bis zum 150. Laktationstag ein- oder mehrmals erkrankt. Dies ist zwar ein geringerer Anteil an Tieren mit gesundheitlichen Problemen im Vergleich zu anderen Studien mit Erstlaktierenden (78,2 % bei Hoops 2007, 82 % bei Geiger 2007, 62 % bei Heckel 2009), angesichts des guten Haltungs-, Fütterungs- und Gesundheitsmonitorings aus tierschutzethischer Sicht dennoch als hoch zu bewerten. Mehr als die Hälfte aller Erkrankungen (54 %) tritt geburtsbedingt bis zum 14. Laktationstag auf, wobei die dominierende Erkrankung die **Metritis** ist. Während Geiger (2007) nur bei 17 % der Färsen eine Metritis beobachtete, ist in dieser Untersuchungsherde jedes vierte Tier (n = 159, 24,6 %) betroffen. Staufenbiel et al. (2007) geben diesbezüglich als Referenzwert auf Herdenebene einen Wert < 10% an. Da in der eigenen Untersuchung jedoch jedes frisch abgekalbte Tier vor der Umstallung in die Leistungsgruppe einer Puerperalkontrolle unterzogen wird, liegt mitunter die Erkennung metritis-erkrankter Tiere höher als in Betrieben mit weniger gutem Monitoring. Die erhöhte Prävalenz an Metritiden kann zudem in der hohen Schwereburtenrate der Färsen und dem damit verbundenen Eintritt von pathogenen Erregern in den Geburtskanal begründet liegen. Auch eine Retentio secundinarum als Risikofaktor könnte eine verzögerte Uterusinvolution mit aufsteigender Uterusinfektion begünstigt haben. Dies würde erklären, dass 23 der 33 Kalbinnen (5,1 %) mit einer Retentio secundinarum zusätzlich an einer Metritis erkrankt sind. Auch ein Zusammenhang zu einem Östrogenmangel bei Erstkalbinnen mit tot geborenen Kälbern (Sorge 2006) und der damit verbundenen verminderten Selbstreinigung (De Kruif et al. 2014) sowie ein herabgesetzter antioxidativer Schutz infolge des erhöhten Geburtsstress (Finn 2014) wären denkbar. Die signifikant höheren NEFA-Werte bei Erstkalbinnen mit einer assistierten Geburt stützen die Vermutung einer stressbedingten Lipolyse, wie sie bereits von Finn (2014) im Zusammenhang mit Schwereburten bei Färsen beobachtet wurde. Obwohl sich die Erstkalbinnen mit und ohne Metritis hinsichtlich ihrer RFD bis zur Ausstallung nicht signifikant unterscheiden, weisen die erkrankten Tiere numerisch zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus eine etwas niedrigere RFD auf und haben in den ersten zwei bis drei Laktationswochen signifikant mehr Fett abgebaut. Dies könnte über eine Anflutung von NEFA zu einer ansteigenden Ketonkörperkonzentration im Blut geführt haben, die in Kombination mit zum Teil niedrigen Kalziumwerten die Kontraktilität der glatten Muskulatur im Uterus herabgesetzt hat. Dadurch verzögert sich wiederum die Uterusreinigung und –rückbildung (Staufenbiel et al. 1987b). Die immunsupprimierende Wirkung der Ketonkörper kann zusätzlich das Infektionsrisiko im Uterus erhöht haben. Signifikant höhere BHB-Werte bei Färsen mit Geburtshilfe stützen diese These.

Im Gegensatz zur hohen Prävalenz an Metritis konnte bei den Erstkalbinnen erwartungsgemäß symptomatisch keine klinische und subklinische **Hypocalcämie** festgestellt werden. Allerdings weisen 13 Tiere (2,2 %) zur Kalbung, 26 Tiere 1 d p.p. (4,2 %) und 25 Tiere 7 d p.p. (4,1 %) einen Serumkalziumwert $< 2,0$ mmol/l auf, ohne dass sie als subklinisch erkrankt aufgefallen sind. Das vorübergehende postpartale Absinken der Kalziumkonzentration kann dabei als physiologische Hypocalcämie gewertet werden, die sowohl durch den erhöhten Kalziumverbrauch für die einsetzende Milchleistung als auch durch eine antepartale Abnahme der Futteraufnahme erklärt werden kann (Kraft und Dürr 2005, Finn 2014). In der Studie von Daetz (2009) liegt sogar bei 54,9 % der Erstkalbinnen ein Wert $< 2,2$ mmol/l vor. Der Autor beschreibt diesbezüglich einen positiven Zusammenhang zur antepartalen RFD der Färsen mit signifikant höheren Kalziumwerten von $2,21 \pm 0,16$ mmol/l ab einer RFD von 17 mm. Signifikante Unterschiede können in dieser Untersuchungsherde jedoch nicht bestätigt werden. Allerdings kann auch über die Hälfte der Erstkalbinnen eher als mager (RFD < 17 mm) eingeschätzt werden. Die antepartale Lipolyse ist daher nicht so stark, dass über die acidotische Wirkung vermehrt Kalzium osseär und intestinal metabolisiert wird. Die zusätzliche Beurteilung der Phosphatwerte zeigt, dass 336 Tiere (55,9 %) zum Partus, 37 Tiere (6,0 %) 1 d p.p. und 45 Tiere (7,4 %) 7 d p.p. eine erniedrigte Phosphatkonzentration $< 1,4$ mmol/l aufweisen. Brakmann (2011) stellte signifikant niedrigere Phosphatwerte bei Färsen mit Triticale-Harnstoff-Zufütterung fest. Diese Stoffe sind jedoch in keiner Ration enthalten. Wahrscheinlicher ist es daher, das generelle Absinken der Phosphatwerte im geburtsnahen Zeitraum auf bis zu 1,25 mmol/l als Resultat einer rückläufigen Trockensubstanzaufnahme und vorübergehender Inappetenz zur Kalbung zu werten (Kraft und Dürr 2005). Abgerundet wird die Aussage durch die etwas höheren Phosphatwerte, die bei jenen Färsen mit antepartaler Lipogenese infolge einer höheren Futteraufnahme beobachtet wurden.

Auch klinische **Ketosefälle** treten in dieser Studie bei den primiparen Kühen in nur sehr begrenzter Zahl auf. Bei zehn Tieren (1,6 %) wurde anhand des klinischen Bildes und der Messung von BHB im Schnelltest ($> 1,9$ mmol/l) eine Ketose diagnostiziert. Anhand der Blutauswertungen im Labor wird deutlich, dass zum Zeitpunkt der drei Messungen (0./1./7. Tag p.p.) tatsächlich nur zwei Tiere einen Wert $> 1,9$ mmol/l aufweisen. Stattdessen ist jedoch bei weiteren 22 Erstkalbinnen von einer subklinischen Ketose auszugehen, da die BHB-Konzentrationen am siebenten Tag p.p. bei diesen Tieren einen Wert von 1,0 mmol/l überschreiten. Dies verdeutlicht, dass besagte Tiere entweder nur geringgradige klinische Symptome gezeigt haben und infolgedessen nicht als krank erkannt wurden oder aber, dass die Jungkühe auch in dieser Untersuchung weniger empfindlich, d.h.

ohne Krankheitsanzeichen, auf erhöhte BHB-Konzentrationen reagieren und Stoffwechselbelastungen postpartal besser kompensieren (Grummer et al. 2004, Heckel 2009). Die Auswertung hat zudem eine größere Assoziation der BHB-Konzentrationen mit dem Schweregrad der Geburt als mit der RFD der Färsen gezeigt. Tiere mit Geburtshilfe weisen am ersten und siebenten Tag p.p. infolge der stressbedingten Lipolyse signifikant höhere BHB-Serumkonzentrationen auf, wohingegen in Bezug auf die RFD keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten. Auch Geiger (2007) und Daetz (2009) ermittelten diesbezüglich im Rahmen ihrer Studien keinen statistisch gesicherten Zusammenhang.

Ab dem 49. Laktationstag kann erneut eine hohe Erkrankungsinzidenz ermittelt werden, bedingt durch den hohen Anteil an **Klauenerkrankungen**. Diese Beobachtung machten auch Schoepke et al. (2013). Sie stellten bei Jungkühen eine erhöhte Krankheitsanfälligkeit vom 50. bis 100. Laktationstag fest und begründen dies mit der Energiemangelsituation beim Durchlaufen des Milchleistungspeaks, welcher in dieser Studie im Herdenmittel am 92. Laktationstag auftritt. Auch Weber (2013) ermittelte bei Erstkalbinnen bis zum 150. Tag p.p. eine kontinuierlich ansteigende Inzidenz an Lahmheiten. In der eigenen Untersuchung kann bei 30,2 % (n = 195) der Erstkalbinnen bis zum 150. Laktationstag eine Klauenerkrankung diagnostiziert werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass um den 120. Laktationstag ein routinemäßiger Klauenschnitt stattfindet und folglich auch subklinische Klauenerkrankungen entdeckt wurden, ohne dass die Tiere vorher mit einer Lahmheit aufgefallen sind. Unter diesem Gesichtspunkt ist der im Vergleich zu anderen Studien geringere (70 % bei Schoepke et al. 2013) bzw. ähnlich hohe (22 % bei Geiger 2007, 36 % bei Weber 2013) Anteil noch positiver zu bewerten.

Im Unterschied zu Schoepke et al. (2013), die bei ihren 1962 untersuchten Erstkalbinnen in erster Linie eine Laminitis (57 %) feststellten, dominieren hierbei Pododermatitis circumskripta aseptica und Erosio ungulae mit je einem Drittel Anteil. Erstaunlich ist, dass nicht mehr Tiere an einer Dermatitis digitalis erkranken, obwohl die Erstkalbinnen eher unterkonditioniert sind und für dünne Tiere mit einem BCS < 2,5 (RFD < 15 mm) am konditionellen Tiefpunkt ein signifikant höheres Risiko beschrieben wird (Schoepke et al. 2013). Auch in Hinblick auf die Feststellung von Weber (2013), Erstkalbinnen seien generell empfänglicher für eine Dermatitis digitalis als Kühe höherer Laktationen, lässt die Prävalenz von 12,3 % vergleichsweise gering erscheinen (16,4 % bei Weber 2013). Andererseits tritt diese infektiöse Erkrankung laut der Autorin auch primär in Abhängigkeit von umweltbezogenen Managementfaktoren auf, sodass die wöchentlich durchgeführten Klauenbäder und die gute Boxenhygiene offensichtlich ein stärkeres Durchseuchen der Herde verhindert haben. Hinsichtlich der Körperkondition konnte Daetz (2009) feststellen,

dass Klauenerkrankungen bei Erstlaktierenden tendenziell mit steigender antepartaler RFD zunehmen, insbesondere ab einer RFD von 19 mm bzw. 22 mm. In der eigenen Untersuchung wird eine gegensätzliche Entwicklung deutlich. Die höchste Prävalenz von 39,3 % (n = 11) zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. 52,1 % (n = 25) zur Kalbung wird bei den magersten Tieren (RFD \leq 9 mm) beobachtet, wodurch die Vermutung nahe liegt, dass bei diesen Tieren die gesundheitsstabilisierende Pufferwirkung des Fettgewebes fehlt (Staufenbiel et al. 1993a). Eine weitere Erklärung könnte sein, dass die dünneren Tiere rangniedriger sind und infolgedessen seltener liegen, wodurch die Klauen mechanisch stärker belastet werden (Weber 2013). Die ebenfalls von Daetz (2009) beschriebene signifikant höhere Prävalenz an Klauenerkrankungen bei Erstkalbinnen mit einer Lipolyserate $>$ 2 mm in ersten 14 Laktationstagen kann nur in Ansätzen in dieser Studie bestätigt werden. Signifikante Unterschiede in der Fettmobilisationsrate zwischen erkrankten und gesunden Tieren treten zwar auf, aber erst ab der zweiten Woche p.p.. Numerisch gesehen, treten mit steigender postpartaler Lipolyse sogar weniger häufig Klauenprobleme auf. Dies könnte daran liegen, dass die dünneren Färsen in der Vorbereitungsperiode eher Fettreserven angelegt haben, wodurch sie nach der Kalbung zwar mehr Fett abbauen, die positive Wirkung der vorhandenen Fettreserven aber größer ist als die negative Wirkung der verhältnismäßig geringen Lipolyse.

Weiterhin treten auch bei insgesamt 49 Erstkalbinnen (7,6 %) **Mastitiden** auf, die zu fast 90 % einen leichten bzw. mittelschweren Verlauf nehmen. Trotz des erhöhten Geburtsstresses und der vermutlich peripartal geschwächten Immunfunktion ist die Zahl klinischer Mastitiden im Vergleich zu anderen Betrieben geringer (Geiger 2007, Daetz 2009). Die gute Melk- und Boxenhygiene im Betrieb, die ein Einwandern von Keimen während der Geburt bzw. des Melkens in den Strichkanal des Euters minimiert, wäre eine mögliche Erklärung hierfür. Auch die getrennte Haltung der Färsen bzw. Erstkalbinnen von Altkühen, der Verzicht auf den Zukauf von fremden, eventuell subklinisch infizierten Färsen sowie die Vorbeugung von verfetteten Tieren sind wichtige Rahmenbedingungen. Ein signifikanter Zusammenhang zur RFD bzw. der Änderung der Fettreserven der hochtragenden Färsen kann in dieser Untersuchung nicht ermittelt werden. Demnach können die Aussagen anderer Autoren, die eine signifikant geringere Mastitisprävalenz bei dünnen Kühen (Valde et al. 2007) bzw. Erstkalbinnen mit einer RFD $<$ 10 mm (Loker et al. 2012) feststellten, nicht bestätigt werden. Die Tatsache, dass in der Herde maximal mäßig konditionierte Tiere, aber keine fetten Tiere mit einer RFD $>$ 25 mm vorkommen, macht die Beurteilung bzw. den Vergleich bedeutend schwieriger. Während Daetz (2009) numerisch eine höhere Erkrankungshäufigkeit bei Färsen mit größerer antepartaler und postpartaler Lipolyse

feststellte, treten in der eigenen Untersuchung numerische Unterschiede zum einen erst postpartal auf und zum anderen erkrankten Erstkalbinnen mit geringerer Fettmobilisation häufiger. Statistisch abgesichert sind jedoch beide Aussagen nicht. Die Ursache dafür könnte in dem fehlenden genetischen Zusammenhang zwischen der Energiebilanz und dem Mastitisrisiko liegen, auf welchen Buttchereit et al. (2011) in ihrer Studie verwiesen haben. Um einheitlich zu klären, ob sich ein geringer Körperfettgehalt bei erstlaktierenden Tieren in Bezug auf die Eutergesundheit positiv oder negativ auswirkt bzw. vielleicht sogar überhaupt nicht von Belang ist, müsste diese Zielstellung Gegenstand zukünftiger Forschungen sein.

Die Auswertung hat gezeigt, dass erkrankte Färsen am zweiten (RFD_p) und dritten (RFD_a) Messzeitpunkt signifikant dünner sind. Betrachtet man die RFD zur Kalbung, so wird deutlich, dass fast dreiviertel der mageren Färsen (RFD < 10 mm), aber nur die Hälfte der gut konditionierten Färsen (RFD > 20 mm) gesundheitliche Probleme zeigt. Umgekehrt scheint die negative Auswirkung eines schlechten Gesundheitsstatus auf die Körperkonditionsentwicklung unwahrscheinlich, da Färsen, die im Verlauf der ersten Laktation erkranken, bereits zu Beginn der Vorbereitungsperiode tendenziell dünner sind. Im Falle der größtenteils unterkonditionierten Herde kommt demnach die gesundheitsstabilisierende Funktion des Fettgewebes stärker zum Tragen. Der signifikant abnehmende Anteil an kranken Tieren mit zunehmender RFD bestätigt die Vermutung. Das Fettgewebe fungiert bei den gut bis mäßig konditionierten Tieren als energetischer Puffer, der durch die Bereitstellung von Metaboliten insbesondere in der zweiten bis vierten Woche p.p. zur Bewältigung der Energiemangelsituation beiträgt. Gleichzeitig resultiert bei den dünnen Tieren die stabilisierende Wirkung primär aus dem indirekten Schutz vor zu starker Proteinolyse (Staufenbiel et al. 1993a). Betrachtet man jedoch die RFD der Erstkalbinnen 10 bis 20 Tage p.p., so wird deutlich, dass im Unterschied zum Partus bei 15 mm bis 20 mm RFD die signifikant niedrigste Erkrankungsprävalenz (43,9 %) auftritt, während bei stärkeren Fettreserven der Anteil an kranken Tieren auf 62,5 % angestiegen ist. Diese Beobachtungen deuten auf den eng begrenzten Bereich zwischen positiven und negativen Auswirkungen des Fettgewebes hin. Es erscheint demnach umso wichtiger, den energetischen Pufferbereich des Fettgewebes zu erkennen und optimal auszunutzen (Staufenbiel et al. 1989b, Staufenbiel et al. 1991).

Betont wird in diesem Zusammenhang die übergeordnete Bedeutung einer langsamen Lipomobilisation, die maßgeblich positiv mit der Tiergesundheit und der Abgangswahrscheinlichkeit korreliert ist. Bereits in der Vorbereitungsperiode schmelzen 52,2 % der Färsen, vor allem jene Tiere mit einer RFD > 10 mm, Fettreserven ein. Als erster sensibler Adaptationsschritt an die Energiemangelsituation steigen bereits antepartal die NEFA an und erreichen zur Kalbung einen Wert von 0,74 mmol/l im Herdenmittel. 35,4 % der

Erstkalbinnen (n = 213) zeigen zu diesem Zeitpunkt erhöhte NEFA-Werte $\geq 0,8$ mmol/l und sind signifikant um 1 mm dicker. Am Tag nach der Kalbung fällt die Konzentration an NEFAs auf 0,44 mmol/l ab, am siebenten Tag p.p. ist sie wieder leicht auf 0,57 mmol/l angestiegen. In der ersten Woche p.p. sollten weder der Herdenmittelwert noch mehr als 20 % der Einzeltiere die obere Toleranzgrenze von 0,62 mmol/l überschreiten, da anderenfalls von Gesundheits- und Leistungsgefährdungen auszugehen ist (Kraft und Dürr 2005). Da der Übergang von gesund zu krank jedoch fließend sein kann, müssen Überschreitungen der empfohlenen Werte nicht immer zwingend pathologisch sein.

Als Ausdruck eines länger bestehenden Energiemangels und einer erschöpften Verwertungs Kapazität der Leber für die anflutenden NEFA steigen im zweiten Schritt etwas zeitversetzt erwartungsgemäß auch die BHB-Werte von 0,34 mmol/l zum Partus auf 0,56 mmol/l am siebenten Tag p.p. an. Wie bereits von anderen Autoren bei Jungkühen beobachtet, kommt es hierbei jedoch nur zu einer geringen Erhöhung der BHB-Werte > 1 mmol/l (Geiger 2007, Ackermann et al. 2013a, Finn 2014). Als Ursache wird ein geringeres Energiedefizit infolge einer geringeren Milchleistung (Hoops 2007) sowie individueller Adaptationsunterschiede an die NEFA (Staufenbiel et al. 1993c) diskutiert. Aufgrund der geringen Ausgangskondition der Färsen, der zum Teil niedrigen Einstiegsleistungen und der nachweislich guten Trockensubstanzaufnahme ist sowohl die Höhe der Lipomobilisation mit 5,2 mm als auch die Geschwindigkeit des Fettabbaus insgesamt gering. Dadurch werden die NEFA langsam freigesetzt und die Leber weniger belastet. Die gleichzeitige Erhöhung der Serumkonzentrationen von NEFA und BHB bei einigen Tieren lässt darauf schließen, dass die ketotische Stoffwechsellage nicht allein alimentär, also durch die Aufnahme ketogener Stoffe (Kaske et al. 2013) oder eine schlechte Silagequalität bedingt ist (Kraft und Dürr 2005, Staufenbiel 2007). Die Unterschreitung des BHB-Herdenmittelwertes von 0,8 mmol/l spricht zudem für ein gutes Management im Betrieb (Staufenbiel 2007). Die von den Ketonkörpern ausgehende immunsuppressive und verzehrsdepressive Wirkung scheint demnach relativ gering zu sein. In Kombination mit physiologisch hohen IGF-1- und Kalziumwerten, welche ihrerseits das Immunsystem stabilisieren, könnte dies eine Erklärung für die vergleichsweise moderate Krankheitsprävalenz sein. In Übereinstimmung mit anderen Autoren (Heckel 2009, Finn 2014) wurden auch in der eigenen Untersuchung post partum höhere Kalziumwerte bei gesunden im Vergleich zu kranken Erstkalbinnen ermittelt.

Ob das postpartale Energiedefizit zu Beginn der Laktation zwingend mit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit assoziiert ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Zwar können sämtliche Gesundheits- und Fruchtbarkeitsstörungen in der Früh-laktation auf die postpartale NEB als zentrale Ursache zurückgeführt werden (Staufenbiel et al. 1987b), die Manifestation einer Erkrankung hängt dabei jedoch entscheidend von tierindividuellen Faktoren wie der

Futteraufnahme (Kaske et al. 2013) und dem Vermögen ab, sich an abweichende Serumkonzentrationen zu adaptieren (Staufenbiel et al. 1993a). In Übereinstimmung mit anderen Autoren (Staufenbiel 2007, Daetz 2009) ermittelte Sander (2010) bei primiparen Tieren im Vergleich zu pluriparen Kühen zudem eine halb so hohe Häufigkeit sogenannter Produktionskrankheiten (33 % vs. 61 %). Unter diesem Gesichtspunkt ist eine geringe Prävalenz an Hypocalcämie, Ketose und Mastitis bei den primiparen Tieren dieser Studie nicht überraschend.

Angesichts der aktuell immer noch sehr hohen **Abgangsraten** bei Erstlaktierenden, insbesondere in Mecklenburger Herden (Wangler und Harms 2008), ist die Auswertung des Verlustgeschehens von besonderem Interesse. Die Gesamtabgangsrate in der ersten Laktation beträgt 14,4 % (n = 93) und liegt somit weitaus niedriger als der in der Literatur beschriebene Anteil von mehr als 25 % (Brade et al. 2008, Wangler und Harms 2008, Dummer 2008, Heckel 2009, Römer 2011, Brickell und Wathes 2011, Naumann 2013). Auffällig hoch ist jedoch die Anzahl der verendeten Erstkalbinnen (n = 9), die die Herde im Mittel bereits am 67. Tag p.p. verlassen. Diese Tiere weisen numerisch bis zu 3 mm mehr Rücken fett auf und bauen vergleichsweise viele Fettreserven ab. Daher könnte die hohe Lipolyserate von $-5,3 \pm 3,95$ mm in den ersten zwei Wochen p.p. bei diesen Tieren eine erhöhte Stoffwechselbelastung begünstigt haben. Die Tatsache, dass sich diese Erstkalbinnen hinsichtlich ihrer RFD bis zur sechsten Laktationswoche jedoch nicht signifikant von den gemerzten Tieren unterscheiden, lässt zudem auf andere Einflussfaktoren, wie eine individuell schlechtere Anpassungsfähigkeit an die NEB, eine schlechtere Immunkompetenz oder ein schwerwiegendes infektiöses Geschehen schließen. In Übereinstimmung mit den Angaben in der Literatur ist die mangelnde Fruchtbarkeit mit 26,9 % ein Hauptgrund für die Entscheidung zur Merzung (Wangler und Harms 2008, Brickell und Wathes 2011, Ackermann et al. 2013a, Naumann 2013). Unfruchtbare bzw. zuchtuntaugliche Tiere verlassen am 470. Laktationstag den Bestand, also in etwa genauso spät wie die Erstkalbinnen anderer Herden Mecklenburg-Vorpommerns (410 d bei Wangler und Harms 2008, 521 d bei Harms 2012). Der ebenfalls hohe Anteil (26,9 %) an freiwilligen Merzungen infolge schlechter Milchleistungen ist in Hinblick auf den vergleichsweise frühen Abgang am 105. Laktationstag zwar ökonomisch zweckmäßig, ethisch aber kritisch zu betrachten. Insbesondere unter dem Gesichtspunkt, dass niedrige Laktationsleistungen zum Teil durch eine zu geringe Körperkondition bzw. eine geringe Lipolyse ($RFD_{6wo-VP} = -3,5$ mm) bedingt sind, lässt diese indirekt als Zwangsmerzung erscheinen. Andererseits lässt die Remontierungsrate von 28 % auf ausreichend eigene Nachzucht schließen. Bei einer sehr guten Tiergesundheit im Bestand und einem geringen Anteil an Zwangsabgängen erscheint die Selektion niedrigleistender Tiere managementbedingt sinnvoll. Die Problematik

freiwilliger Merzungen von Erstkalbinnen infolge geringer Milchleistungen ist aus anderen Studien bekannt, wobei der Anteil dieser Tiere dort deutlich geringer ausfiel (3 % bei Geiger 2007, 9,5 % bei Brade et al. 2008, 7,8 % bei Ackermann et al. 2013b). Ackermann et al. (2013a) konnten in ihrer retrospektiven Studie bei denjenigen Tieren mit der kürzesten Nutzungsdauer < 12 Monaten die niedrigsten Milchleistungen und schlechtesten Fruchtbarkeitsleistungen nachweisen. Die von Brade (2008) für sächsische Jungkuhherden beschriebenen Hauptabgänge wegen Euter- und Klauenproblemen treffen auf diese Herde nicht zu. Dies ist sicherlich der geringen Prävalenz beider Erkrankungskomplexe zuzuschreiben, welche wiederum als Resultat der guten Haltungsbedingungen gesehen werden können.

Die Auswertung hat gezeigt, dass das Abgangsgeschehen in dieser Herde nicht signifikant mit der Körperkondition der Erstkalbinnen assoziiert ist. Höhere Abgänge bei einer RFD > 22 mm (Staufenbiel et al. 2007) bzw. < 16 mm (Ackermann 2013a) können demnach nicht bestätigt werden. Da für das Überleben der Tiere in der ersten Laktation jedoch nachweislich weitere, auf die Körperkondition Einfluss nehmende Faktoren, wie ein geringes EKA oder die Höhe der täglichen Zunahmen im Aufzuchtalter maßgeblich sind (Steinhöfel 2010, Rudolphi et al. 2010, Bach 2011), könnte die geringe Abgangsrate auch darüber erklärt werden. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Staufenbiel et al. 2007, der ab einer Lipolyse > 5 mm signifikant höhere Verluste feststellte, sind auch in dieser Studie signifikante Assoziationen zur Geschwindigkeit der postpartalen Lipolyse ab der zweiten Laktationswoche erkennbar. Tendenziell verlieren jedoch die verendeten Tiere in den ersten zwei bis drei Laktationswochen 2,5 mm bis 5 mm mehr Rückenfett.

5.2.8 Abschließende Betrachtungen

Die grundlegende Bedeutung von Körperfettreserven auf die Milch- und Reproduktionsleistung sowie die Tiergesundheit von Erstkalbinnen konnte mit dieser Studie hinreichend nachgewiesen werden. Die kombinierte Auswertung der RFD und der Serumparameter NEFA und BHB hat dabei eine moderate postpartale Energiemangelsituation bei einem Großteil der Tiere aufgezeigt. Die deutliche Unterschreitung eines Herdenmittelwertes von 10 mm bzw. 13 mm RFD in der Früh lactation hat erwartungsgemäß zu Beeinträchtigungen auf den Gebieten der Milchleistung bzw. Fruchtbarkeit geführt (Schröder 2000, Schröder und Staufenberg 2003a). In Übereinstimmung mit Heckel (2009) können die Ergebnisse dieser Studie die moderate Fruchtbarkeitsleistung und die offenbar unvollständige Ausnutzung des Milchleistungspotenzials der Erstkalbinnen erklären, während die primäre Ursache für die erhöhte Tot- und Schweregeburtenrate ungeklärt bleibt. Trotz der geringen Körperfettreserven ist die Gesundheit der Tiere vergleichsweise gut, sodass die Abgangszahlen nicht dem aktuellen Trend in Mecklenburg-Vorpommern folgen. Dies ist möglicherweise auch den hervorragenden Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowie dem hohen Kuhkomfort auf dem Betrieb geschuldet.

Um in einem zweiten Schritt konkrete Empfehlungen für die RFD von hochtragenden Färsen formulieren zu können, bedarf es jedoch einer differenzierten Betrachtungsweise in Abhängigkeit vom jeweiligen Produktionsbereich. Während für geburtsrelevante Parameter, insbesondere für die Kälbergeburtssmasse, eine geringe maternale RFD nachweislich von Vorteil ist, sind für alle anderen erhobenen Parameter gut ausgebildete Fettreserven unabdingbar. Die Herausforderung besteht also darin, die positive Funktion des Fettgewebes optimal auszunutzen, um eine maximale Milchleistung bei Erhaltung eines stabilen Gesundheitszustandes zu gewährleisten.

Da kein signifikanter Einfluss der maternalen RFD bei gering bis moderat konditionierten Färsen auf den **Kalbeverlauf** ermittelt werden konnte, können anhand der vorliegenden Ergebnisse auch keine konkreten Angaben für eine optimale Körperkondition zur Kalbung getroffen werden. Es ist daher zu empfehlen, die RFD der hochtragenden Färsen betriebsintern in Abhängigkeit von der Totgeburtenrate als individuelle Prüfgröße festzulegen.

Hinsichtlich der positiven Beeinflussung der **Kälbergeburtssmasse** wäre eine antepartale RFD der hochtragenden Färsen < 15 mm empfehlenswert, da sich unabhängig vom positiven linearen Zusammenhang im Gruppenvergleich gezeigt hat, dass im Bereich von

15 mm bis 20 mm RFD signifikant schwerere Bullenkälber geboren werden. Gleichzeitig müssen managementbedingt neben einer bedarfsgerechten Vorbereitungsfütterung sowohl die Bullenauswahl als auch die Väter der Färsen als wichtige Einflussfaktoren bedacht werden.

In Hinblick auf die **Kolostrumparameter** wurde deutlich, dass auch Färsen mit einem geringen konditionellen Niveau imstande sind, eine ausreichende Kolostrummenge bei gleichzeitig überdurchschnittlich guter Kolostrumqualität zu erbringen. Die Festlegung einer Mindestkondition von 15 mm bis 20 mm zum Partus scheint demnach nicht zwingend erforderlich. In Anbetracht einer gewünschten Steigerung der Kolostrummenge sind größere Fettreserven bei hochtragenden Färsen jedoch durchaus empfehlenswert und laut des ermittelten linearen Zusammenhanges von 0,15 kg pro mm RFD auch realisierbar.

Für die Verbesserung der **Fruchtbarkeitsleistungen** in dieser Herde scheinen gut ausgebildete Körperfettreserven von mindestens 15 mm RFD zur Kalbung erforderlich zu sein, um in der sechsten Laktationswoche die nötigen 13 mm RFD zu erreichen, die eine einmalige erfolgreiche Besamung sowie eine weitere Verkürzung der Günstzeit ermöglichen. Darüber hinaus sollte bedacht werden, dass die Fruchtbarkeit die wohl am stärksten durch Managemententscheidungen beeinflussbare Kenngröße ist, wodurch es eine hohe Herausforderung darstellt, einen einheitlichen allgemeingültigen Optimalbereich für die RFD festzulegen.

Eine Verbesserung der **Milchleistung** in Hinblick auf ein mittleres Niveau von mindestens 8500 kg wäre über eine Erhöhung der Körperkondition möglich und empfehlenswert. Zielführend ist hierbei eine RFD auf Herdenebene von mindestens 16 mm bis 20 mm zum Partus. In diesem Bereich wurden sowohl die signifikant höchste 100-Tage-ML ($2798 \pm 477,4$ kg) als auch die höchste 305-Tage-ML ($8057 \pm 880,3$ kg) ermittelt. Eine Zunahme der Fettreserven auf mehr als 20 mm RFD zur Kalbung könnte möglicherweise eine rückläufige Milchleistung zur Folge haben. Aufgrund des begrenzten Datenmaterials bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen mit überkonditionierten Tieren.

Für eine stabile **Tiergesundheit** ist eine RFD im mittleren Konditionsbereich von mindestens 15 mm RFD zu empfehlen, da moderate Fettreserven mit signifikant weniger Erkrankungen assoziiert sind. Ab 20 mm RFD kann tendenziell wieder eine leichte Zunahme der Erkrankungsinzidenz beobachtet werden.

Trotz der beschriebenen Wechselwirkungen der Körperkondition mit der Kälbergeburtsmasse, der Kolostrumqualität und -menge, der Fruchtbarkeit, der Milchleistung und der Tiergesundheit kann nur ein geringer Teil der ermittelten Variationen über den Einflussfaktor RFD erklärt werden. Statistisch gesehen ist die Wirkstärke der Körperkondition gering. Dies lässt auf eine Existenz komplexer multifaktorieller Zusammenhänge schließen, in denen die Körperkondition ein signifikanter und wichtiger Faktor neben anderen Einflussgrößen ist. Die Ergebnisse unterstützen die Festlegung der empfohlenen Körperkondition auf mindestens 15 mm bis 20 mm RFD bei hochtragenden Färsen vor der Kalbung. Die Obergrenze sollte in Anlehnung an die Empfehlungen der Literatur festgesetzt werden.

6 Zusammenfassung

Einfluss der Körperkondition von hochtragenden Färsen auf den Geburtsverlauf, die Kälbergeburtsmasse und die Menge und Qualität des Erstkolostrums sowie auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Erkrankungsinzidenz in der ersten Laktation

Problemstellung: Das Problem hoher Abgangsraten bei Jungkühen und einer sinkenden Nutzungsdauer wurde in den letzten Jahren immer wieder thematisiert. Ebenso wurde in der Literatur der negative Einfluss sowohl von zu gering als auch von übermäßig angelegten Körperfettreserven auf die Tiergesundheit beschrieben und Konditionsempfehlungen für mehrlaktierende Kühe ausführlich formuliert. Umfassende Studien mit hochtragenden Färsen liegen jedoch nur in begrenzter Anzahl vor.

Zielstellung: Vor diesem Hintergrund wurde in einer Beobachtungstudie der Einfluss der Körperkondition von hochtragenden Färsen auf den Geburtsverlauf, die Kälbergeburtsmasse, die Menge und Qualität an Erstkolostrum sowie die Milchleistung, Fruchtbarkeit, Krankheitshäufigkeit und Abgangsrate in der ersten Laktation untersucht. Anhand der Ergebnisse sollen die Empfehlungen zur Körperkondition von hochtragenden Färsen in Hinblick auf die verschiedenen Leistungs- und Gesundheitsparameter abgeleitet und optimiert werden.

Datenerhebung: Die Datenerhebung erfolgte an 646 hochtragenden Färsen der Rasse Holstein-Friesian (Ø EKA 22 Mon). Ab dem 259. Trächtigkeitstag wurden unter 24-stündiger Überwachung der Abkalbung der Geburtsverlauf und das Geburtsgewicht der Kälber dokumentiert. Die Konditionsbeurteilung mittels ultrasonografischer Messung der RFD wurde an den Tagen der Einstellung in den Transitstall (RFD_vp), der Kalbung (RFD_p), der Umstallung in die Hochleistungsgruppe (RFD_a) und sechs Wochen p.p. (RFD_6Wo) durchgeführt. Zu den Zeitpunkten null, ein und sieben Tage p.p. wurden Blutproben aus der V. coccygea gewonnen und die Serumkonzentrationen an Kalzium (Ca), Phosphat (P), freien Fettsäuren (NEFA) und β -Hydroxybutyrat (BHB) bestimmt. Unmittelbar nach der Abkalbung erfolgte die Messung der Erstkolostrummenge sowie die Ermittlung des Immunglobulingehaltes (Brix-Refraktometer-Methode). Die Milchmengenleistungen (ML) der ersten sieben Laktationstage, jene an Tag 14 sowie die 100-Tage- und 305-Tage-Milchleistung einschließlich des Peak-Tages und der Peak-Mengenleistung wurden erfasst. Als Fruchtbarkeitskennzahlen fanden Rastzeit (RZ), Günstzeit (GZ), Anzahl der Besamungen (nB), Erstbesamungserfolg, Besamungsindex, Trächtigkeitsindex und die Konzeptionsrate Berücksichtigung. Zur Bewertung der Tiergesundheit diente die Inzidenz an Erkrankungen

in den ersten 150 Laktationstagen sowie die Abgangsrate der Jungkühe in der ersten Laktation. Zusätzlich wurden die Serumkonzentrationen von Ca, P, NEFA und BHB ausgewertet. Die ermittelten Daten wurden den jeweiligen RFD-Werten gegenübergestellt und mit Hilfe der bivariaten Korrelationsanalyse, der Varianzanalyse und der linearen Regressionsanalyse ausgewertet und auf signifikante Zusammenhänge ($p < 0,05$) überprüft.

Ergebnisse: Die durchschnittliche RFD der Färsen liegt zu Untersuchungsbeginn bei $14,6 \text{ mm} \pm 3,45 \text{ mm}$. Bis zur letzten Messung sechs Wochen p.p. ist die RFD auf $9,4 \pm 2,84 \text{ mm}$ abgesunken. Der RFD-Abbau im gesamten Untersuchungszeitraum beträgt $5,1 \pm 3,24 \text{ mm}$ bzw. umgerechnet ca. $25,5 \pm 16,2 \text{ kg}$ Fett.

1. Einfluss der Körperkondition auf den Geburtsverlauf

Die ermittelte Schwer- und Totgeburtenrate der Färsen beträgt 14,9 % bzw. 10,5 %, wobei beide Größen bei Bullenkälbern doppelt so hoch ausfallen wie bei Färsenkälbern. In Bezug auf den Kalbeverlauf und die Inzidenz von Schwer- und Totgeburten sind keine signifikanten Einflüsse der maternalen RFD, weder zu Beginn der Vorbereitungsperiode noch zum Zeitpunkt der Kalbung, ersichtlich. Auch die antepartale Änderung der maternalen Körperkondition steht in keinem signifikanten Zusammenhang.

2. Einfluss der Körperkondition auf die Kälbergeburtsmasse

Das durchschnittliche Geburtsgewicht von Bullen- ($42,7 \pm 4,9 \text{ kg}$) und Färsenkälbern ($40,1 \pm 4,2 \text{ kg}$) unterscheidet sich signifikant, jenes von lebend- ($41,6 \pm 6,3 \text{ kg}$) und totgeborenen ($41,3 \pm 4,5 \text{ kg}$) Kälbern nicht. Das Geburtsgewicht der Bullenkälber korreliert signifikant positiv mit der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode. Je zusätzlichem mm RFD der Mutter nimmt die Geburtsmasse der Bullenkälber linear um 0,1 kg zu ($R^2 = 0,019$, $p = 0,024$). Die schwersten Bullenkälber werden bei Müttern mit einer RFD von 15 mm bis 20 mm beobachtet.

3. Einfluss der Körperkondition auf die Kolostrumqualität und -menge

Die mittlere Kolostrummenge der Erstlaktierenden beträgt 4,2 kg, der mittlere Gehalt an Immunglobulin G liegt bei 65,9 g/l. Die antepartale Kondition der hochtragenden Färsen steht in einem signifikant positiven Zusammenhang zur Menge an Erstkolostrum und einem signifikant negativen Zusammenhang zum kolostralen IgG-Gehalt. Je mm zusätzlicher RFD kann 0,1 kg mehr Kolostrum gemolken werden ($R^2 = 0,021$, $p = 0,001$). Je mm zusätzlicher RFD zum Partus sinkt die IgG-Menge um 0,3 g/l ($R^2 = 0,090$, $p = 0,029$). Bezogen auf das Gesamtgemelk nimmt die absolute Menge an IgG jedoch mit steigender RFD zu.

4. Einfluss der Körperkondition auf die Fruchtbarkeit

Die ermittelten Werte für die RZ, die GZ und die Besamungsanzahl je Tier betragen im Mittel 63 ± 10 d, 112 ± 92 d und 1,8. Daraus resultieren ein Erstbesamungserfolg von 50,5 %, eine Trächtigkeitsrate von 95,7 % und ein Besamungsindex von 2,2. Zwischen der RFD_6Wo und der RZ bzw. GZ bestehen signifikant negative Korrelationen. Je zusätzlichem mm RFD verkürzt sich die RZ um 0,5 d ($R^2 = 0,022$, $p = 0,001$) und die GZ um 3,5 d ($R^2 = 0,012$, $p = 0,016$). Die Änderung der maternalen RFD im peripartalen Zeitraum hat keinen signifikanten Einfluss auf die RZ und GZ, jedoch auf die Anzahl an Besamungen. Tiere mit einer geringen Lipolyse in der Vorbereitungsperiode ($-0,5 \pm 2,69$ mm) und vom Partus bis zur Ausstallung ($\leq -1,3 \pm 2,97$ mm) benötigen signifikant weniger Besamungen.

5. Einfluss der Körperkondition auf die Milchleistung

Die durchschnittliche 100-d- bzw. 305-d-ML beträgt $2686 \pm 627,1$ kg bzw. $7770 \pm 1077,6$ kg mit einer mittleren Peakleistung von $33,3 \pm 6,4$ kg am 92. Laktationstag. Die 100-d-ML korreliert signifikant positiv mit den Fettreserven zu Beginn der Vorbereitungsperiode, die 305-d-Milchleistung signifikant positiv mit jenen zum Partus. Erstere steigt je mm RFD um 23,8 kg ($R^2 = 0,019$; $p < 0,001$). Die höchste 100-d-ML bzw. 305-d-ML wird bei einer RFD_p im Bereich von 15 mm bis 20 mm bzw. 16 mm bis 18 mm ermittelt. Ebenso besteht eine signifikante Korrelation zwischen der maternalen RFD und dem Milchleistungspeak. Je mm zusätzliche RFD_vp bzw. RFD_p steigt die höchste Milchleistung um 0,3 kg ($R^2 = 0,034$, $p < 0,001$) bzw. 0,2 kg ($R^2 = 0,013$, $p = 0,006$). Die Entwicklung der RFD nach der zweiten Laktationswoche wirkt sich signifikant auf die 100-d-ML aus. Diese ist umso höher, je mehr Fett die Tiere in der Früh-laktation einschmelzen ($R^2 = 0,090$, $p < 0,001$).

6. Einfluss der Körperkondition auf die Erkrankungsinzidenz und Abgangsrate

Bis zum 150. Laktationstag kann bei insgesamt 392 von 646 Erstlaktierenden (60,3 %) eine Erkrankung diagnostiziert werden. Die Prävalenzen für NGV, Metritis, Ketose, Mastitis und Klauenerkrankungen betragen 5,1 %, 24,6 %, 1,6 %, 7,6 % und 30,2 %. 14,4 % der Tiere ($n = 86$) haben die zweite Laktation nicht erreicht. Ein Zusammenhang zur Körperkondition besteht nicht. Kranke Tiere sind signifikant dünner als gesunde Tiere. Mit steigender RFD_p nimmt der Anteil an kranken Tieren signifikant ab. Die Medianwerte für Kalzium, Phosphat, NEFA und BHB liegen auf Herdenebene innerhalb der jeweils angegebenen Referenzbereiche. Bis auf eine signifikant höhere RFD bei Erstkalbinnen mit erhöhten NEFA-Werten bestehen keine signifikanten Beziehungen zur RFD. Zudem ist die postpartale Lipomobilisation bei kranken und abgegangenen Tieren von geringerer Intensität.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse verdeutlichen den grundlegenden Einfluss von Körperfettreserven auf verschiedene Leistungs-, Fruchtbarkeits- und Gesundheitsparameter und unterstützen die Festlegung des Optimalbereiches für die Körperkondition von hochtragenden Färsen zur Kalbung auf den Bereich zwischen 15 mm und 20 (bis 25) mm RFD. Eine Unterschreitung des empfohlenen Bereichs wirkt sich negativ auf das Fruchtbarkeitsgeschehen und die Milchleistung aus. Die Folgen einer Überschreitung können anhand des vorliegenden Datenmaterials nicht ausreichend beurteilt werden.

7 Summary

Effect of body condition in pregnant dairy heifers on dystocia, calf birth weight, colostrum quality and quantity, reproduction, milk yield and health during first lactation

Introduction: Involuntary culling of first lactation heifers and as a consequence a reduced productive life span is a central problem in dairy production. A negative influence of poor and excessive body condition on health and production parameters has been elaborately described for multiparous cows, whereas only few studies regarding optimal body condition range of pregnant heifers have been conducted.

To investigate the influence of body condition during late pregnancy on health and production and to determine reference values for optimal body conditioning of pregnant heifers an observational study was conducted identifying the effect of maternal back fat thickness (BFT) on calving ease, calf birth weight, colostrum yield and quality, reproduction, milk yield, health and survival during first lactation.

Material and Methods: From April 2012 to March 2013 a total of 646 pregnant holstein heifers (mean age at first calving 22 months) and the corresponding body condition, production, calving and health parameters were assessed on a commercial dairy farm in northern Germany. Commencing the 259th day of gestation, supervision of calving heifers took place for 24 hours a day. Immediately after parturition calving ease (score: 0 to 4), calf birth weight, calf gender and colostrum yield and immunoglobulin G concentration (brix-refractometer method; IgG in g/l, were documented. To determine body condition, BFT was measured by ultrasound at four different time points: at the beginning of the close-up period (approximately two weeks ante partum), one day post partum, when leaving the fresh-cow pen (approximately two weeks post partum), and six weeks post partum. To investigate serum non-esterified fatty acids (NEFA), beta-hydroxybutyrate (BHB), calcium and phosphorus concentrations blood samples were collected from the coccygeal vein at parturition, one and seven days post partum. Milk yield of the first seven days (7DMY), 14-day-milk-yield (14DMY), 100-day-milk-yield (100DMY) and 305-day-milk yield (305DMY) including peak day and peak yield were recorded. To evaluate reproduction health and efficiency days to first breeding, days open, total number of services and number of services per conception, first service and overall conception rate, were assessed. During the first 150 days of lactation transition cow disease incidence (retained placenta, metritis, ketosis, mastitis, lameness) was documented and complemented by blood analysis results. Further, culling rate and mortality during first lactation were recorded. Data was analyzed (IBM SPSS Statistics 21) using statistical analysis of correlation (r), analysis of variance (F) and linear regression analysis (R^2).

Results: Prior to the close-up period an average BFT of 14.6 ± 3.5 mm was assessed. Between this first BFT assessment two weeks ante partum and the last measurement 6 weeks post partum an average loss of 5.1 ± 3.2 mm of BFT was observed.

1. Relationship between body condition, calving ease and stillbirth rate

Dystocia and stillbirth rate averaged 14.9 % and 10.5 %. Both parameters were twice as high in male compared to female calves. Neither for maternal back fat thickness nor for pre partum changes in BFT a positive correlation with calving ease was detected.

2. Relationship between body condition and calf birth weight

No significant difference was observed in mean birth weight for stillborn (41.3 ± 4.5 kg) and calves born living (41.6 ± 6.3 kg). Birth weight was significantly higher for male (42.7 ± 4.9 kg) compared to female calves (40.1 ± 4.2 kg). Maternal BFT two weeks ante partum and birth weight of male calves correlated positively (0.1 kg birth weight per mm maternal BFT; $R^2 = 0.019$, $p = 0.024$). Consequently heifers with a BFT of 15 – 20 mm gave birth to male calves with highest birth weight.

3. Relationship between body condition and colostrum quality and quantity

Average colostrum yield was $4.2 \pm$ SD kg with a corresponding immunoglobulin concentration of $65.5 \pm$ SD g/l. A significant positive correlation between the pre partum body condition and the colostrum yield (0.1 kg per mm BFT, $R^2 = 0.021$, $p = 0.001$) and a concurrent negative correlation with the colostrum IgG concentration (0.3 g/l IgG per mm BFT, $R^2 = 0.090$, $p = 0.029$) was identified. However, total immunoglobulin yield increased contemporaneous with colostrum yield.

4. Relationship between body condition and reproduction

Mean values for days to first breeding, days open and number of services per conception were 63 ± 10 d, 112 ± 92 d and $1.8 \pm$ SD, resulting in a first service conception rate of 50.5 % and an overall conception rate of 95.7 %. A significant negative correlation of BFT six weeks post partum with days to first breeding (0.5 d per mm BFT, $R^2 = 0.022$, $p = 0.001$) and days open (3.5 d per mm BFT, $R^2 = 0.012$, $p = 0.016$) was observed. Further, the change in BFT after parturition was positively associated with number of services per conception ($r_s = -0.138$, $p = 0.011$). No influence of change in BFT in the transition period on days to first breeding and days open was detected.

5. Relationship between body condition and milk yield

Average 100DMY and 305DMY were 2686 ± 627 kg and 7770 ± 1077 kg with a peak milk yield of 33.3 ± 6.4 kg at 92 days in milk. A significant positive correlation between BFT two weeks ante partum and the 100DMY was identified (23.8 kg milk per mm BFT; $R^2 = 0.019$; $p < 0.001$). 305DMY correlated negatively to body condition at time of parturition. Highest 100DMY and 305DMY were observed in heifers with a BFT at parturition of 15 - 20 mm and 16 - 18 mm respectively. Further, peak milk production increased linearly with 0.3 kg per mm BFT pre partum ($R^2 = 0.034$, $p < 0.001$) and 0.2 kg per mm BFT at parturition ($R^2 = 0.013$, $p = 0.006$). Changes in BFT succeeding two weeks post partum were highly associated with 100DMY (57.0 kg per mm change in BFT, $R^2 = 0.090$, $p < 0.001$).

6. Relationship between body condition and diseases

During the first 150 days of lactation for 60.3 % of heifers a disease incident was recorded. Prevalence of retained placenta, metritis, ketosis, mastitis and lameness were 5.1 %, 24.6 %, 1.6 %, 7.6 % and 30.2 %. No correlation was observed for BFT and culling rate (13.0 %) as well as mortality (1.4 %). However, a lower lipomobilisation after two weeks post partum was associated with a higher culling risk and mortality ($F = 7.1$, $p < 0.05$). Animals affected by lameness or metritis exhibited a significant ($p < 0.05$) lower BFT post partum. After 14 days in milk, disease incidence decreased significantly with increasing body condition ($p < 0.001$). Except for increased NEFA concentrations in higher conditioned cows, mean serum parameters (calcium, phosphorus, NEFA and BHB concentrations) were within their corresponding reference range and no significant effect of body condition was observed.

Conclusion: Results demonstrate substantial effect of pre and post partum body condition as well as change in body condition during the transition period on milk production, reproduction and health in first lactation heifers. Further, an optimal body condition of pregnant heifers at parturition between 15 mm - 20 (25) mm BFT was observed. Lower BFT resulted in adverse effects on health and production. Consequences of a BFT exceeding that range were not determined due to insufficient number of animals with a BFT > 20 mm.

8 Literaturverzeichnis

- Abeni, F.; Calamari, L.; Stefanini, L. und Pirlo, G. (2000):
Effects of daily gain in pre- and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile, and future milk production
J Dairy Sci 83 (7): 1468–1478.
- Ackermann, S.; Görigk, D. und Fürll, M. (2010):
Peripartaler Stoffwechsel in der Erstlaktation und Nutzungsdauer bei Kühen
35. Leipziger Laborfortbildung - Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung, Medizinische Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät Leipzig, Tagungsband: 13–15.
- Ackermann, S.; Gottschalk, J.; Einspanier, A.; Jäckel, L. und Fürll, M. (2013a):
Beziehungen zwischen peripartalen Stoffwechsel, Leistung sowie Morbidität bei Holstein-Friesian-Kalbinnen eines Bestandes und deren Nutzungsdauer
Tierärztl Prax Großtiere 41 (2): 88–94.
- Ackermann, S.; Jäckel, L.; Hädrich, G.; Heckel, F. und Fürll, M. (2013b):
Peripartaler Stoffwechsel, Merzungsursachen und Nutzungsdauer bei Holstein-Friesian Kühen eines Bestandes
Wien tierärztl Monatsschr (100): 10–18.
- Archbold, H.; Shalloo, L.; Kennedy, E.; Pierce, K. M. und Buckley, F. (2012):
Influence of age, body weight and body condition score before mating start date on the pubertal rate of maiden Holstein–Friesian heifers and implications for subsequent cow performance and profitability
Animal 6 (7): 1143–1151.
- Bach, A. (2011):
Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation
J Dairy Sci 94 (2): 1052–1057.
- Banos, G.; Brotherstone, S. und Coffey, M. P. (2007):
Prenatal maternal effects on body condition score, female fertility, and milk yield of dairy cow
J Dairy Sci 90 (7): 3490–3499
- Bastin, C.; Loker, S.; Gengler, N.; Sewalem, A. und Miglior, F. (2010):
Genetic relationships between body condition score and reproduction traits in Canadian Holstein and Ayrshire first-parity cows
J Dairy Sci 93 (5): 2215–2228.
- Bauman, D. E. und Currie, W. B. (1980):
Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis
J Dairy Sci 63 (9): 1514–1529.
- Bell, A. W. (1995):
Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation.
J Anim Sci 73: 2804–2819.
- Bell, M. J.; Wall, E.; Russell, G.; Roberts, D. J. und Simm, G. (2010):
Risk factors for culling in Holstein-Friesian dairy cows
Vet Rec 167 (7): 238–240.

- Bellows, R. A. und Short, R. E. (1978):
Effects of Precalving 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.
- Bergk, N. und Swalve, H.H (2011):
Der Fett-Eiweiß-Quotient in der Früh lactation als Indikator für den Verbleib von Erstkalbinnen
in der Milchkuhherde
Züchtungskunde 83 (2): 89–103.
- Berry, D. P. und Lee, J. M. (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.
- Bewley, J. M. und Schulz, M. M (2008):
Review: An Interdisciplinary Review of Body Condition Scoring for Dairy Cattle
Prof Animal Scientist 24 (6): 507–529.
- Bielmann, V.; Gillan, J.; Perkins, N. R.; Skidmore, A. L.; Godden, S. und Leslie, K. E. (2010):
An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy
cattle
J Dairy Sci 93 (8): 3713–3721.
- Blecha, Frank; Bull, R. C.; Olson, D. P.; Ross, R. H. und Curtis, S. (1981):
Effects of Prepartum Protein Restriction in the Beef Cow on Immunoglobulin Content in Blood
and Colostral Whey and Subsequent Immunoglobulin Absorption by the Neonatal Calf
J Anim Sci 53 (5): 1174–1180.
- Blömer, J. (2009):
Einfluss der Rückenfettdicke vor und nach dem Kalben auf Fruchtbarkeit, Leistung und
Tiergesundheit beim Braunvieh
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Bourdon, R. M. und Brinks, J. S. (1982):
Genetic, Environmental and Phenotypic Relationships among Gestation Length, Birth
Weight, Growth Traits and Age at First Calving in Beef Cattle
J Anim Sci 55 (3): 543–553.
- Bouška, J.; Štípková, M.; Krejčová, M. und Bartoň L. (2007):
The effect of growth and development intensity in replacement heifers on economically
important traits of Holstein cattle in the Czech Republic
Czech J Anim Sci 52 (9): 277–283.
- Brade, W.; Hamann, H.; Brade, E. und Distl, O. (2008):
Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen
Züchtungskunde 80 (2): 127–136.

- Brakmann, K. (2011):
Untersuchungen zum Einfluss eines variierten Energie- und/ oder Proteingehaltes in der Vorbereitungsfütterung primiparer Kühe auf das Geburtsverhalten und die perinatale Vitalität der Kälber
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.
- Brickell, J. S. und Wathes, D. C. (2011):
A descriptive study of the survival of Holstein-Friesian heifers through to third calving on English dairy farms
J Dairy Sci 94 (4): 1831–1838.
- Butler, W. R. und Smith, R. D. (1989):
Interrelationships between Energy Balance and Postpartum Reproductive Function in Dairy Cattle
J Dairy Sci 72 (3): 767–783.
- Buttchereit, N. (2011):
Model evaluation and estimation of genetic parameters for energy balance and related traits in dairy cows
Dissertation, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität Kiel.
- Capion, N.; Thamsborg, S.M. † und Enevoldsen, C. (2008):
Conformation of Hind Legs and Lameness in Danish Holstein Heifers
J Dairy Sci 91 (5): 2089–2097.
- Cassady, J. M.; Maddock, T. D.; DiCostanzo, A. und Lamb, G. C. (2009):
Body composition and estrous cyclicity responses of heifers of distinct body conditions to energy restriction and repletion
J Anim Sci 87 (7): 2255-2261.
- Chagas, L. M.; Gore, P. J. S.; Graham, G.; Macdonald, K. A. und Blache, D. (2008):
Effect of Restricted Feeding and Monopropylene Glycol Postpartum on Metabolic Hormones and Postpartum Anestrus in Grazing Dairy Heifers
J Dairy Sci 91 (5): 1822–1833.
- Chagas, L. M.; Rhodes, F. M.; Blache, D.; Gore, P. J. S.; Macdonald, K. A. und Verkerk, G. A. (2006):
Pregalving Effects on Metabolic Responses and Postpartum Anestrus in Grazing Primiparous Dairy Cows
J Dairy Sci 89 (6): 1981–1989.
- Chassagne, M.; Barnouin, J. und Charcomac, J.P (1999):
Risk factors for stillbirth in Holstein heifers under field conditions in France: a prospective survey
Theriogenology 51 (8): 1477–1488.
- Chelikani, P. K.; Ambrose, D. J.; Keisler, D. H. und Kennelly, J. J. (2009):
Effects of dietary energy and protein density on plasma concentrations of leptin and metabolic hormones in dairy heifers
J Dairy Sci 92 (4): 1430–1441.
- Conneely, M.; Berry, D. P.; Sayers, R.; Murphy, J. P.; Lorenz, I.; Doherty, M. L. und Kennedy, E. (2013):
Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows
Animal 7 (11): 1824–1832.

- Coppock, C. E. (1985):
Energy Nutrition and Metabolism of the Lactating Dairy Cow
J Dairy Sci 68 (12): 3403–3410.
- Corah, L. R.; Dunn, T. G. und Kaltenbach, C. C. (1975):
Influence of Prepartum Nutrition on the Reproductive Performance of Beef Females and the Performance of Their Progeny
J Anim Sci 41 (3): 819–824.
- Daetz, C. (2009):
Untersuchungen zur Konditionsentwicklung bei Milchkühen in der Trockenstehperiode mittels ultrasonographischer Messung der Rückenfettdicke und deren Einfluss auf Leistung, Fruchtbarkeit und Tiergesundheit in der Frühlaktation
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.
- DLG-Informationen 1/ 2006 (2006)
Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh
DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten in der DLG.
- Domecq, J. J.; Skidmore, A. L.; Lloyd, J. W. und Kaneene, J. B. (1997):
Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows
J Dairy Sci 80 (1): 101–112.
- Drew, B. (1986):
Causes of dystocia in Frisian dairy heifers and its effect in subsequent performance
In: Proceedings of the British Cattle Veterinary Association for 1986-1987, In: Brentford: Beecham Animal Health 1988, 143-151.
- Dufty, J. H. (1972):
Clinical studies on bovine parturition
Austr Vet J. 48 (1): 1–6.
- Dummer, C. (2008):
Was hindert uns an höheren Leistungen?
Basisseminar
<http://www.stmelf.bayern.de/service/publikationen/> (Stand 14.05.2015).
- 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.
- Engelhard, T. und Fischer, B. (2001):
Untersuchungen zur Energieversorgung während der Vorbereitungs fütterung und in der Frühlaktation
Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung VLK u. DLG, Tagungsband, Fulda: 23–26.
- Erbers, C. (2005):
Untersuchungen zum Verhalten und zur maternalen Kolostrumversorgung von Braunvieh-Kälbern in der Abkalbebox
Dissertation, Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene, Ludwig-Maximilians-Universität München.

- Essmeyer, K. (2006):
Aufklärung der Ursachen einer erhöhten Häufigkeit von Totgeburten in einem Milchviehbetrieb
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Euler, C. (2009):
Zusammenhänge zwischen peripartalen Veränderungen stoffwechselrelevanter Blutserum-, Milch- und Körperkonditionsparameter und Erkrankungen der Gebärmutter
Dissertation, Klinik für Wiederkäuer, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Evertz, C. (2006):
Stoffwechseluntersuchungen bei Hochleistungskühen im peripartalen Zeitraum unter Berücksichtigung klinischer Erkrankungen
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät Leipzig.
- Fetrow, J.; Nordlund, K. V. und Norman, H. D. (2006):
Invited Review: Culling: Nomenclature, Definitions and Recommendations
J Dairy Sci 89 (6): 1896–1905.
- Feucker, W. (2003):
Bewertung von Kennziffern der Besamung, Fruchtbarkeit und Reproduktion beim Rind
<http://www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=39&theme=Printer> (Stand 14.05.2015).
- Fietze, S. (2004):
Vergleich der unterschiedlichen Körperkonditionsbeurteilungsmethoden - Body Condition Scoring (BCS) und Rückenfettdickenmessung (RFD) - und deren Aussagefähigkeit in Bezug auf die Fruchtbarkeit von Holstein-Friesian (HF) Kühen
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Finn, F. (2014):
Untersuchungen zum antioxidativen Status und Stoffwechsel bei Färsen im peripartalen Zeitraum
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät Leipzig.
- Fischer, C.; Gerhardy-Lindner, S.; Hennig, S. von; Heutelbeck; A. und Künne, H. (2011):
Rinderhaltung
Rinderaufzucht, Milchkuhhaltung, Milcherzeugung, Rindermast und Mutterkühe -Leitfaden-. 6. Auflage: Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung Echem der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Helmut Schwarz Verlag oHG.
- Fisher, L. J.; Hall, J. W. und Jones, S. E. (1983):
Weight and Age at Calving and Weight Change Related to First Lactation Milk Yield
J Dairy Sci 66 (10): 2167–2172.
- Frigo, E. Dechow C. D.; Pedron, O. und Cassell, B. G. (2010):
The genetic relationship of body weight and early-lactation health disorders in two experimental herds
J Dairy Sci 93 (3): 1184–1192.
- Fritze, H.-J (2003):
Einfluss der Körperkondition von Milchkühen zu verschiedenen Zeitpunkten während des Reproduktionszyklus auf das Fruchtbarkeitsgeschehen
Dissertation, Tierklinik für Fortpflanzung, Freie Universität Berlin.

Fürll, M. (2011):

Stoffwechselüberwachung und Fruchtbarkeit

4. Tierärztetagung Tierärztliche Bestandsbetreuung - die Zukunft

Tagungsband, Raumberg-Gumpenstein: 41–46.

Fürll, M.; Dabbagh, M. N. und Jakel, L. (1999):

Body condition and dislocated abomasum: comparative investigations into back fat thickness and additional criteria in cattle

Dtsch Tierarztl Wochenschr 106 (1): 5–9.

Gallo, L.; Carnier, P.; Cassandro, M.; Mantovani, R.; Bailoni, L.; Contiero, B. und Bittante, G. (1996):

Change in body condition score of Holstein cows as affected by parity and mature equivalent milk yield

J Dairy Sci 79 (6): 1009–1015.

Gardner, R. W.; Schuh, J. D. und Vargus, L. G. (1977):

Accelerated Growth and Early Breeding of Holstein Heifers

J Dairy Sci 60 (12): 1941–1948.

Garnsworthy, P. C. und Jones, G. P. (1987):

The influence of body condition at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows

Animal Production 44 (3): 347–352.

Garnsworthy, P. C. und Topps, J. H. (1982):

The effect of body condition of dairy cows at calving on their food intake and performance when given complete diets

Animal Production 35 (1): 113–119.

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.

Geiger, H. (2007):

Untersuchungen zum Einfluss eines erhöhten Energie- und/ oder Proteingehaltes in der Vorbereitungsfütterung auf die Milchleistung, Fruchtbarkeit, Gesundheit und Überlebensrate von Jungkühen im Verlauf der ersten Laktation

Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.

Glindemann, A. (2006):

Beziehungen zwischen verschiedenen Parametern des Energiestoffwechsels und der Eutergesundheit beim Milchrind unter Berücksichtigung des Melksystems

Dissertation, Gynäkologische und Ambulatorische Tierklinik, Ludwig-Maximilians-Universität München

Goerigk, D. I. (2011):

Peripartaler Energie- und Fettstoffwechsel sowie Insulinsensitivität von Färsen bei unterschiedlicher Aufzuchtintensität

Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät Leipzig.

Grummer, R. R.; Hoffman, P. C.; Luck, M. L. und Bertics, S. J. (1995):

Effect of prepartum and postpartum dietary energy on growth and lactation of primiparous cows

J Dairy Sci 78 (1): 172–180.

- Grummer, Ric R.; Mashek, Doug G. und Hayirli, A. (2004):
Dry matter intake and energy balance in the transition period
Vet Clin North Am Food Anim Pract 20 (3): 447–470.
- Hanselmann, D. (2004):
Wenn Jungkühe nicht in Leistung kommen
Milchrind (4): 10–13.
- Harms, J. (2012):
Jahresbericht 2012 - Ökonomische und produktionstechnische Analyse der Milchproduktion und Färsenaufzucht
Forschungsnummer 1/18, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion (Hg.).
- Harnisch, S. (2013):
Untersuchungen der Nutzung von Aktivitätsdaten zur Brunsterkennung bei Jungrindern
Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät III, Universität Halle.
- Harrison, R. D; Reynolds, I. P. und Little, W. (1983):
A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of live weight gain
J Dairy Res 50 (4): 405–412.
- Heckel, F. (2009):
Peripartaler Stoffwechsel- und Gesundheitsstatus sowie Fruchtbarkeit bei unterschiedlichen Milchleistungen von Schwarzbunten Kühen
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät Leipzig.
- Heinrichs, A. J. (1993):
Raising Dairy Replacements to Meet the Needs of the 21st Century
J Dairy Sci 76 (10): 3179–3187.
- Heinrichs, A. J.; Hargrove, G. L. (1987):
Standards of Weight and Height for Holstein Heifers
J Dairy Sci 70 (3): 653–660.
- Herr, M.; Bostedt, H. und Lack, P. (2010):
Maternal Immunglobulinstatus in der peripartalen Periode und dessen Korrelation zur Konzentrationen an IgG und IgM im Kolostrum von Milchkühen; Bedeutung für die passive Immunisierung des bovinen Neonaten
8. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, Tagungsband, Berlin: 55 - 57.
- Heuer, C.; Schukken, Y. H. und Dobbelaar, P. (1999):
Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds
J Dairy Sci 82 (2): 295–304.
- Heuwieser, W. (1991):
Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen - Ein praktisches Hilfsmittel für ein erfolgreiches Herdenmanagement
Milchpraxis 29 (3): 130–133.
- Heuwieser, W. und Mansfeld, R. (1992):
Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen
Milchpraxis 30 (1): 10–14.

- Heyn, E. (2002):
Vergleichende Untersuchung zur kolostralen IgG-Versorgung neugeborener Kälber unter verschiedenen Managementbedingungen
Dissertation, Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene, Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Hoedemaker, M.; Prange, D. und Gundelach, Y. (2009):
Body condition change ante- and postpartum, health and reproductive performance in German Holstein cows
Reprod Domest Anim 44 (2): 167–173.
- Hoffman, P. C. (1997):
Optimum body size of Holstein replacement heifers
J Anim Sci 75 (3): 836–845.
- Hoffman, P. C. und Funk, D. A. (1992):
Applied Dynamics of Dairy Replacement Growth and Management
J Dairy Sci 75 (9): 2504–2516.
- Hoffman, P. C.; Brehm, N. M.; Price, S. G. und Prill-Adams, A. (1996):
Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers
J Dairy Sci 79 (11): 2024–2031.
- Holland, M.D und Odde, K.G (1992):
Factors affecting calf birth weight: A review
Theriogenology 38 (5): 769–798.
- Hoops, M. (2007):
Peripartaler Stoffwechsel und Morbidität bei Hochleistungskühen während eines Jahres
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät Leipzig.
- Ingvartsen, K. L. Andersen H. R. und Foldager J. (1992):
Effect of sex and pregnancy on feed intake capacity of growing cattle
Acta Agric Scand, Section A, Animal Science 42 (1): 40–46.
- Ingvartsen, K. L. und Andersen, J. B. (2000):
Integration of Metabolism and Intake Regulation: A Review Focusing on Periparturient Animals
J Dairy Sci 83 (7): 1573–1597.
- Jahn, I. und Mahlow-Nerge, K. (2013):
Jungtiere brauchen mehr Zeit - Erfolgreich füttern: Untersuchungen zum Fressverhalten von Kühen
Bauernblatt: 44–46.
- Janovick, N. A. und Drackley, J. K. (2010):
Prepartum dietary management of energy intake affects postpartum intake and lactation performance by primiparous and multiparous Holstein cows
J Dairy Sci 93 (7): 3086–3102.
- Janssen, H. (2006):
Untersuchung zum Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensitäten auf das Körperwachstum, die Futtermittelaufnahme, die Körperzusammensetzung sowie den Stoff- und Energieansatz von weiblichen Kälbern und Aufzuchttrindern
Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen.

Jarrige, R. (1986):

Voluntary intake in dairy cows and its prediction. In: Balch C. C., Van Es A. J. H. (ed), Recent advances in feed evaluation and rationing systems for dairy cattle in extensive and intensive production systems, Int. Dairy Fed. Bull: 4–16.

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.

Kanitz, W.; Becker, F.; Dietl, G.; Reinsch, N. und Staufenbiel, R. (2003):

Beziehungen zwischen Milchleistung, Energieversorgung und Fruchtbarkeit unter den Bedingungen von Hochleistung beim Rind
Züchtungskunde 75 (6): 489–498.

Kaske, M.; Horstmann, K.; Flachowsky, G. und Meyer, U. (2013):

Die Futteraufnahme der „Transition cow“: Schlüssel für die Tiergesundheit ?
Aktuelles zur Milcherzeugung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
Sonderheft 299: 29–42.

Kausch, M. (2009):

Inzidenz und Ursachen von Totgeburten in einer Milchviehanlage in Brandenburg bei optimiertem Geburtsmanagement
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.

Keown, J. F. und Everett, R. W. (1986):

Effect of days carried calf, days dry, and weight of first calf heifers on yield
J Dairy Sci 69 (7): 1891–1896.

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.

Kesting, U. (2003):

In 24 Monaten zur Erstabkalbung - und wie schafft man gleichzeitig in der Jungviehfütterung die Grundlage für ein langes Leben als Hochleistungskuh?
Arbeitskreis GVN Rinderwirtschaft/ Futterproduktion, 12.3.2003, Blankensee

Kesting, U. (2006):

Färsen sicher in die Laktation bringen
Milchrindtag, 07.03.2006, Güstrow

Klawuhn, D. (1991):

Vergleich der Rückenfettdicke mit dem über das Gesamtkörperwasser ermittelten Körperfettgehalt bei Rindern
Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.

Klawuhn, D. und Staufenbiel, R. (1997):

Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind
Tierärztl Prax Großtiere 25 (3): 133–138.

Kleiböhmer, C.; Heuwieser, W.; Bergmann, J. und Ochsmann, A. (1998):

Untersuchungen zur Erlernbarkeit und Genauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung (BCS) beim Rind
Prakt Tierarzt 79 (1): 50–61.

- Klingbeil, M. (2014):
Untersuchung von Einflussfaktoren auf die Menge, Qualität und den Calciumgehalt des Erstkolostrums
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.
- Knutzen, G.; Scholz, H., Fischer, B. und Wähler, M. (2011):
Einflussfaktoren auf die Kolostrumqualität - Ergebnisse aus Untersuchungen in der Idener Milchviehherde
33. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, 22./23.11.2011, Bernburg und Iden
- Kraft, W.; Dürr U. M. (Hg.) (2005):
Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin
6. Auflage, Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Kruif, A. de; Mansfeld, R. und Hoedemaker, M. (2014):
Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind
3. Auflage, Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag.
- Kupsch, J.-A . (2005):
Untersuchungen zur ultrasonographischen Messung der Rückenfettdicke und der Rückenfettdickenänderung von Milchkühen während der Trockenstehphase und Laktation
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.
- Lacasse, P.; Block, E.; Guilbault, L. A. und Petitclerc, D. (1993):
Effect of plane of nutrition of dairy heifers before and during gestation on milk production, reproduction, and health
J Dairy Sci 76 (11): 3420–3427.
- Lammers, B. P.; Heinrichs, A. J. und Kensinger, R. S. (1999):
The Effects of Accelerated Growth Rates and Estrogen Implants in Prepubertal Holstein Heifers on Estimates of Mammary Development and Subsequent Reproduction and Milk Production
J Dairy Sci 82 (8): 1753–1764.
- Lardy, G. und Stoltenow, C. (2012):
Preparing for a successful calving season
Nutrition, Management and Health Programs, North dacota State University Extension service
<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/beef/as1207.pdf> (Stand 14.05.2015).
- Laster, D. B. (1974):
Factors Affecting Pelvic Size and Dystocia in Beef Cattle
J Anim Sci 38 (3): 496–503.
- León, H. V.; Hernández-Cerón, J.; Keisler, D. H. und Gutierrez, C. G. (2004):
Plasma concentrations of leptin, insulin-like growth factor-I, and insulin in relation to changes in body condition score in heifers
J Anim Sci 82 (2): 445–451.
- Leuthold, G. und Reinecke, P. (1988):
Ergebnisse aus Untersuchungen zur züchterischen Verbesserung der Futteraufnahme bei Milchkühen
Berl Humboldt - Univers 8 (4): 52–63.

- Little, W. und Kay, R. M. (1979):
The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers
Anim Prod 29 (1): 131–142.
- Loker, S.; Miglior, F.; Koeck, A.; Neuenschwander, T. F.-O; Bastin, C.; Jamrozik, J. et al. (2012):
Relationship between body condition score and health traits in first-lactation Canadian Holsteins
J Dairy Sci 95 (11): 6770–6780.
- Losand, B. (2007):
Jungrinderaufzucht bis zur Zuchtreife - intensiv bedeutet kontinuierlich
Kälber- und Jungrinderseminar, 14.11.2007, Dummersdorf,
- Losand, B. (2011):
Ableitung optimaler Aufzuchtstrategien für weibliche Jungrinder hinsichtlich Aufzuchtintensität, Fruchtbarkeitsmanagement für lange Nutzungsdauer und hohe Milchleistungen unter den Bedingungen in Mecklenburg-Vorpommern
Forschungsbericht 2/32, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei (Hg.).
- Lotthammer, K. H. (1996):
Diagnostik und Maßnahmen bei Fruchtbarkeitsstörungen als Bestandsproblem-Zuchtmanagement
In Grunert, E. (Hg): Buiatrik Band I, Euterkrankheiten, Geburtshilfe und Gynäkologie, Andrologie und Besamung, Alfeld Hannover: Verlag M. & H. Schaper.
- Lucy, M. C.; Staples, C. R.; Michel, F. M. und Thatcher, W. W. (1991):
Energy Balance and Size and Number of Ovarian Follicles Detected by Ultrasonography in Early Postpartum Dairy Cows
J Dairy Sci 74 (2): 473–482.
- Macdonald, K. A.; Penno, J. W.; Bryant, A. M. und Roche, J. R. (2005):
Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows
J Dairy Sci 88 (9): 3363–3375.
- Mackle, T. R.; Parr, C. R.; Stakelum, G. K.; Bryant, A. M. und MacMillan, K. L. (1996):
Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparous Friesian and Jersey cows calved at two different liveweights
New Zeal J Agr. Res 39: 357–370.
- MacMillan, K. L.; Lean, I. J. und WESTWOOD, C. T. (1996):
The effects of lactation on the fertility of dairy cows
Austr Vet J 73 (4): 141–147.
- Mahlkow-Nerge, K. (2002):
Färsen gesünder in die Laktation bringen
Aufzuchtskosten, Grundsätze der Jungrinderaufzucht, Erstkalbealter
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
<http://www.lkv-mv.de/WebDB/html/INFO/NERGE.PDF> (Stand 14.05.2015).
- Mansfeld, R.; Heuwieser, W.; Metzner, M. und Schäfers, M. (2000):
Die fortlaufende Konditionsbeurteilung - Unverzichtbarer Bestandteil der Fütterungsüberwachung beim Milchvieh
Milchpraxis 38 (4): 180–184.

- Markusfeld, O. und Ezra, E. (1993):
Body measurements, metritis, and postpartum performance of first lactation cows
J Dairy Sci 76 (12): 3771–3777.
- Markusfeld, O.; Galon, N. und Ezra, E. (1997):
Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows
Vet Rec 141 (3): 67–72.
- Martinez, M. L.; Freeman, A. E. und Berger, P. J. (1983):
Factors Affecting Calf Livability for Holsteins¹
J Dairy Sci 66 (11): 2400–2407.
- McNamara, J. P. (1991):
Regulation of Adipose Tissue Metabolism in Support of Lactation¹
J Dairy Sci 74 (2): 706–719.
- Metzner, M.; Heuwieser, W. und Klee, W. (1993):
Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement
Prakt Tierarzt 74 (11): 991–998.
- 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.
- Mlaouhi, A. (2010):
Untersuchungen zum Einfluss der Fütterungsintensität während der Aufzucht auf
Milchleistung und physiologische Kennwerte beim Milchrind - eine Zwillingsstudie
Dissertation, Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät, Humboldt-Universität Berlin.
- Monteiro, F. M.; Mercadante, M. E. Z.; Barros, C. M.; Satrapa, R. A.; Silva, J. A. V.; Oliveira,
L. Z. et al. (2013):
Reproductive tract development and puberty in two lines of Nellore heifers selected for
postweaning weight
Theriogenology 80 (1): 10–17.
- Moreira, F.; Risco, C.; Pires, M. F. A.; Ambrose, J. D.; Drost, M.; DeLorenzo, M. und
Thatcher, W. W. (2000):
Effect of body condition on reproductive efficiency of lactating dairy cows receiving a timed
insemination
Theriogenology 53 (6): 1305–1319.
- Morin, D. E.; Constable, P. D.; Maunsell, F. P. und McCoy, G. C. (2001):
Factors Associated with Colostral Specific Gravity in Dairy Cows
J Dairy Sci 84 (4): 937–943.
- Müller, L. D. und Ellinger, D. K. (1981):
Colostral immunoglobulin concentrations among breeds of dairy cattle
J Dairy Sci 64 (8): 1727–1730.

- Naumann, A. (2013):
Entwicklungen der Jungkuhleistungen in Sachsen-Anhalt und künftige Anforderungen an die Aufzucht
37. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, 26./27.11.2013, Bernburg und Iden
- Nardone, A.; Lacetera, N.; Bernabucci, U. und Ronchi, B. (1997):
Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period
J Dairy Sci 80 (5): 838–844.
- Olson, K. M.; Cassell, B.G; McAllister, A. J. und Washburn, S. P. (2009):
Dystocia, stillbirth, gestation length, and birth weight in Holstein, Jersey, and reciprocal crosses from a planned experiment
J Dairy Sci 92 (12): 6167–6175.
- Orgel, C. (2010):
Regelmäßige Beurteilung von Lahmheiten bei Milchkühen und die Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung, die Fruchtbarkeit und den Gesundheitsstatus in verschiedenen Milchviehbetrieben
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Overton, T. (2005):
The heifer in transition
Northeast Dairy Business-Pro Dairy (2): 58–59.
- Philipsson, J. (1976a):
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds II. Effects of non-genetic factors
Acta Agric Scand 26 (2): 165-174.
- Philipsson, J. (1976b):
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds III. Genetic parameters
Acta Agric Scand 26 (3): 211–220.
- Philipsson, J. (1976c):
Studies on Calving Difficulty, Stillbirth and Associated Factors in Swedish Cattle Breeds IV. Relationships between Calving Performance, precalving Body Measurements and Size of Pelvic Opening in Friesian Heifers
Acta Agric. Scand 26 (3): 221–229.
- Pieper, L. (2010):
Einfluss der Fütterung und Genetik auf die Tiergesundheit und klinische Laborparameter in einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb
Dissertation, Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin.
- Pirlo, G.; Capelletti, M. und Marchetto, G. (1997):
Effects of Energy and Protein Allowances in the Diets of Prepubertal Heifers on Growth and Milk Production
J Dairy Sci 80 (4): 730–739.
- Prior, R. L. und Laster, D. B. (1979):
Development of the bovine Fetus
J Anim Sci 48 (6): 1546–1553.

Radcliff, R. P.; Vandehaar, M. J.; Chapin, L. T.; Pilbeam, T. E.; Beede, D. K.; Stanisiewski, E. P. und Tucker, H. A. (2000):
Effects of Diet and Injection of Bovine Somatotropin on Prepubertal Growth and First-Lactation Milk Yields of Holstein Cows
J Dairy Sci 83 (1): 23–29.

Rasby, R. (2014):
Body Condition Scoring Your Beef Cow Herd
Gelbvieh world 28 (9): 24–27.

Rice, L. E. und Wiltbank J. N. (1972):
Factors affecting dystocia in beef heifers
J Am Vet Med Assoc 161: 1348–1358.

Roche, J. R.; Berry, D. P.; Lee, J. M.; Macdonald, K. A. und Boston, R. C. (2007a):
Describing the Body Condition Score Change Between Successive Calvings: A Novel Strategy Generalizable to Diverse Cohorts
J Dairy Sci 90 (9): 4378–4396.

Roche, J. R.; Dillon, P. G.; Stockdale, C. R.; Baumgard, L. H. und VanBaale, M. J. (2004):
Relationships among international body condition scoring systems
J Dairy Sci 87 (9): 3076–3079.

Roche, J. R.; Friggens, N. C.; Kay, J. K.; Fisher, M. W.; Stafford, K. J. und Berry, D. P. (2009):
Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare
J Dairy Sci 92 (12): 5769–5801.

Roche, J. R.; Lee, J. M.; Macdonald, K. A. und Berry, D. P. (2007b):
Relationships Among Body Condition Score, Body Weight, and Milk Production Variables in Pasture-Based Dairy Cows
J Dairy Sci 90 (8): 3802–3815.

Roche, J. R.; Macdonald, K. A.; Burke, C. R.; Lee, J. M. und Berry, D. P. (2007c):
Associations among body condition score, body weight, and reproductive performance in seasonal-calving dairy cattle
J Dairy Sci 90 (1): 376–391.

Römer, A. (2011):
Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen
Züchtungskunde 83 (1): 8–20.

Rossow, N.; Bolduan, G. und Staufenbiel, R. (1994):
Störungen des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels, In: Stoffwechselstörungen bei Haustieren, Rossow, N.; Bolduan, G. (Hg): 51-64, Jena - Stuttgart: Gustav-Fischer-Verlag.

Rudolphi, B. (2012):
Hochleistung und lange Nutzung von Milchkühen – Widerspruch oder Realität?
Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern (49): 25–28.

- Rudolphi, B.; Harms, J. und Losand B. (2010):
Einfluss von Färsengewicht, Erstbesamungsalter und täglichen Zunahmen bis zur
Erstbesamung auf die Leistung von Jungkühen
19. Milchrindtag, 23.03.2010, Güstrow,
- Ruegg, P. L. und Milton, R. L. (1995):
Body Condition Scores of Holstein Cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships
with Yield, Reproductive Performance, and Disease
J Dairy Sci 78 (3): 552–564.
- Sander, A. K. (2010):
Antepartale Einschätzung des Risikos postpartaler Produktionserkrankungen anhand
metabolischer, endokrinologischer und immunologischer Blutparameter bei Milchkühen
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Schoepke, K.; Weidling, S.; Pijl, R. und Swalve, H. H. (2013):
Relationships between bovine hoof disorders, body condition traits, and test-day yields
J Dairy Sci 96 (1): 679–689.
- Schröder, U.-J. (2000):
Untersuchungen zur Konditionsbeurteilung mittels ultrasonografischer Messung der
Rückenfettstärke als Grundlage zur Anwendung in der Bestandsbetreuung von
Milchviehherden
Dissertation, Klinik für Kleintiere, Freie Universität Berlin.
- Schröder, U.-J. und Staufienbiel R. (2002):
Konditionsbeurteilung per Ultraschall in der Herdenbetreuung
Teil 1: Rückenfettstärke und Milchleistung
Tierärztl Prax Großtiere 30: 362–368.
- Schröder, U.-J. und Staufienbiel R. (2003a):
Konditionsbeurteilung per Ultraschall in der Herdenbetreuung
Teil 2: Rückenfettstärke und Fruchtbarkeit
Tierärztl Prax Großtiere 31: 243–247.
- Schröder, U.-J. und Staufienbiel R. (2003b):
Konditionsbeurteilung per Ultraschall in der Herdenbetreuung
Teil 3: Berechnung von Referenzwerten
Tierärztl Prax Großtiere 31: 300–305.
- Schröder, U.-J. und Staufienbiel R. (2004):
Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettstärke
Veterinärspiegel 14 (12): 149–155.
- Schröder, U.-J. und Staufienbiel R. (2006):
Invited Review: 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.
- Schuldt, A. und Dinse, R. (2012):
Empfehlungen zur Anwendung des BCS für die Bewertung und Kontrolle von Wachstum und
Entwicklung weiblicher Jungrinder im Milchtyp, 14./15.03.2012, Forum für angewandte
Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda.

- Schwarz, F.J M. und Kirchgessner (1985):
Grundfutteraufnahme von Milchkühen in Abhängigkeit von Lebendgewicht, Zahl der Laktationen, Kraffutterzufuhr und Grundfutterqualität
Züchtungskunde 57: 267–277.
- Sejrsen, K. (1978):
Mammary gland development and milk yield in relation to growth rate in the rearing period in dairy and dual purpose heifers
Acta Agric. Scand. 28 (1): 41–45.
- Sejrsen, K. und Purup, S. (1997):
Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: a review
J Anim Sci 75 (3): 828–835.
- Sejrsen, K.; Huber, J. T.; Tucker, H. A. und Akers, R. M. (1982):
Influence of Nutrition on Mammary Development in Pre- and Postpubertal Heifers
J Dairy Sci 65 (5): 793–800.
- Shearer, J.; Mohammed, H. O.; Brenneman, J. S. und Tran, T. Q. (1992):
Factors associated with concentrations of immunoglobulins in colostrum at the first milking post-calving
Prev Vet Med 14 (1–2): 143–154.
- Silva, L. F. P.; VandeHaar, M. J.; Whitlock, B. K.; Radcliff, R. P. und Tucker, H. A. (2002):
Short Communication: Relationship Between Body Growth and Mammary Development in Dairy Heifers
J Dairy Sci 85 (10): 2600–2602.
- Sklan, D.; Ashkenazi, Ruth; Braun, A.; Devorin, A. und Tabori, K. (1992):
Fatty Acids, Calcium Soaps of Fatty Acids, and Cottonseeds Fed to High Yielding Cows
J Dairy Sci 75 (9): 2463–2472.
- Sorge, U. (2006):
Untersuchungen zum Einfluss einer variierten Vorbereitungsdauer auf das Auftreten von Schweregeburten und der perinatalen Mortalität von Kälbern primiparer Rinder
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.
- Spiekers, H. (2000):
Den Start in die Laktation optimieren!
Milchpraxis 38 (4): 186–190.
- Spiekers, H. (2002)
Empfehlungen zur Fütterung der Hochleistungskuh in den Phasen Laktationsende, Trockenstehzeit und Laktationsbeginn - Energie, Protein, Pansenadaptation, Mineralstoffe, Futterzusatzstoffe
29. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 24./25.04.2002, Gumpenstein
- Spitzer, J. C.; Morrison, D. G.; Wettemann, R. P. und Faulknel, 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.
- Staples, C. R.; Thatcher, W. W. und Clark, J. H. (1990):
Relationship Between Ovarian Activity and Energy Status During the Early Postpartum Period of High Producing Dairy Cows.
J Dairy Sci 73 (4): 938–947.

- Staufenbiel, R. (1992b):
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke
Mh Vet-Med 47: 467–474.
- Staufenbiel, R. (1997):
Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonografischen Rückenfettdickenmessung
Prakt Tierarzt (Sonderheft Collegium veterinarium 27): 87–92.
- Staufenbiel, R. (2007):
Stoffwechselerkrankungen der Milchkuh - Möglichkeiten der Kontrolle und der Prophylaxe
24. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, Weiterbildungsveranstaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau Sachsen-Anhalt, des Landeskontrollverbandes Sachsen-Anhalt e.V., des Rinderzuchtverbandes Sachsen-Anhalt, 14.03.2007, Bernburg
- Staufenbiel, R. (2014):
Überwachung des optimalen Wachstumsverlaufes von Färsen mittels Körperkonditionsbeurteilung.
7. Leipziger Tierärztekongress, 16.-18.01.2014, Kongressband Wiederkäuer: 63-65
- Staufenbiel, R. und Rossow, N. (1987a):
Zur Färsenaufzucht und Rindermast aus Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels
Berichte Humboldt Universität Berlin 7 (11): 22–26.
- Staufenbiel, R.; Arndt, G.; Schröder, U. und Gelfert, C. C. (2004):
Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit von Milchkühen - ein Beitrag zur Ableitung von Referenzwerten
Dtsch Tierärztl Wochenschr 111 (5): 214–220.
- Staufenbiel, R.; Gelfert, C.-C; Hof, K.; Westphal, A. und Daetz, C. (2007):
Einfluss der Trockensteher- und Transitperiode auf die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit von Milchkühen in der Folgelaktation
10. Symposium zu Fragen der Fütterung und des Managements von Hochleistungskühen, Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, 25.10.2007, Neuruppin.
- Staufenbiel, R.; Lachmann, I.; Bauer, J. und Staufenbiel, B. (1993c):
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Beziehungen der Rückenfettdicke zur Energieaufnahme und zur Energiebilanz
Mh Vet-Med.48 48: 57–64.
- Staufenbiel, R.; Langhans, J.; Rossow, N. und Leuthold, G. (1989a):
Verhalten der Rückenfettdicke, der Aktivitäten der NADP-abhängigen Dehydrogenasen des Fettgewebes sowie der Fettgewebsbestandteile Fett und Protein und ihre Aussage zum Energiestoffwechsel der Milchkuh
Arch Exper Vet Med 43: 885–895.
- Staufenbiel, R.; Lauritsen, L.; Staufenbiel, B. und Rossow, N. (1989b):
Beziehungen zwischen der Rückenfettdicke im postpartalen Zeitraum und dem Leistungsvermögen bei Jungkühen
Mh Vet-Med 44: 836–840.
- Staufenbiel, R.; Meier, R.; Hackbarth, K-H; Staufenbiel, B. und Rossow, N. (1992a):
Untersuchungen zum optimalen Fettansatz bei der Milchkuh
Mh Vet-Med 47: 125–136.

- Staufenbiel, R.; Rossow, N. und Jacobi, U. (1987b):
Zur Milchproduktion aus der Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels
Berichte Humboldt-Universität Berlin 7 (11): 26–34.
- Staufenbiel, R.; Staufenbiel B.; Rossow N.; Lauritsen, L.; Lügner, D. und Wiedemann F. (1990):
Zur Aussage der Rückenfettdickenmessung bei der Milchkuh
Tierzucht 44 (3): 112–115.
- Staufenbiel, R.; Staufenbiel, B.; Lachmann, L. und Klukas, H. (1991):
Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit bei der Milchkuh
Prakt Tierarzt, Sonderheft Collegium veterinarium XXII: 18–25.
- Staufenbiel, R.; Staufenbiel, B.; Rossow, N. und Klukas, H. (1993a):
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Beziehungen der Rückenfettdicke zur
Milchleistung, Fruchtbarkeit und zu klinisch- chemischen Parametern
Mh Vet-Med 48: 3–11.
- Staufenbiel, R.; Staufenbiel, B.; Rossow, N. und Wiedemann, F. (1993b):
Energie und Fettstoffwechsel des Rindes- Vergleich der Aussage der RFD mit anderen
Untersuchungsgrößen
Mh Vet-Med 48: 167–174.
- Steinbock, L.; Näsholm, A.; Berglund, B.; Johansson, K. und Philipsson, J. (2003):
Genetic Effects on Stillbirth and Calving Difficulty in Swedish Holsteins at First and Second
Calving
J Dairy Sci 86 (6): 2228–2235.
- Steinhöfel, I. und Kießling, A. (2010):
Kälberverluste: Die fünf größten Risiken
Top Agrar (7): 20–23.
- Steinhöfel, I. (2008):
Jungrinderwachstum – Ergebnisse eines Verbundprojektes
Anwenderseminar, 08.12.2008, Köllitsch.
- Steinhöfel, I. (2009):
Die Abkalbung in Blick
30.04.2009, Köllitsch.
- Stockdale, C. R. (2001):
Body condition at calving and the performance of dairy cows in early lactation under
Australian conditions: a review
Aust J Exp Agric 41 (6): 823–839.
- Stockdale, C. R. und Smith, C. J. (2004):
Effect of energy and protein nutrition in late gestation on immunoglobulin G in the colostrum
of dairy cows with varying body condition scores
Animal Prod 1 (1): 176–179.
- Strekozov, N. I.; Motova, E. N. und Fedorov, Yu N. (2008):
Evaluation of the chemical composition and immunological properties of colostrum of cows'
first milk yield
Russ Agri Sci 34 (4): 259–260.

- Sutter, F. (2006):
Optimales Erstkalbealter von Aufzuchttrindern aus ökonomischer und physiologischer Sicht
33. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein.
- Toni, F.; Vincenti, L.; Grigoletto, L.; Ricci, A. und Schukken, Y. H. (2011):
Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk
production, and survival
J Dairy Sci 94 (4): 1772–1783.
- Tyler, J.W; Steevens, B. W.; Hostetler, D. E.; Holle, J. M. und Denbigh, J. L. (1999):
Colostrum immunoglobulin concentration in Holsteins und Guernsey cows
Am J Vet Res 60 (9): 1136–1139.
- Valde, J. P.; Lystad, M. L.; Simensen, E. und Osteras, O. (2007):
Comparison of feeding management and body condition of dairy cows in herds with low and
high mastitis rates
J Dairy Sci 90 (9): 4317–4324.
- Valergakis, G.E; Oikonomou, G.; Arsenos, G. und Banos, G. (2011):
Phenotypic association between energy balance indicators and reproductive performance in
primiparous Holstein cows
Vet Rec 168 (7): 189–194.
- Van Amburgh, M. E. und Meyer, M. (2005):
One size doesn't fit all - A dairy's heifer management, plus their environment, should
determine growth standards, nutrient requirements and age at first calving
Northeast Dairy Business - Pro Dairy: 51–53.
- Van Amburgh, M. E.; Galton, D. M.; Bauman, D. E.; Everett, R. W.; Fox, D. G.; Chase, L. E.
und Erb, H. N. (1998):
Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first
lactation
J Dairy Sci 81 (2): 527–538.
- Vandehaar, M. J.; Yousif, G.; Sharma, B. K.; Herdt, T. H.; Emery, R. S.; Allen, M. S. und
Liesman, J. S. (1999):
Effect of Energy and Protein Density of Prepartum Diets on Fat and Protein Metabolism of
Dairy Cattle in the Periparturient Period
J Dairy Sci 82 (6): 1282–1295.
- Villa-Godoy, A.; Hughes, T. L.; Emery, R. S.; Stanisiewski, E. P. und Fogwell, R. L. (1990):
Influence of energy balance and body condition on estrus and estrous cycles in Holstein
heifers
J Dairy Sci 73 (10): 2759–2765.
- VIT (2009):
Trends, Fakten, Zahlen 2008
Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. (VIT)
http://www.vit.de/fileadmin/user_upload/wirsindvit/jahresberichte/jahresberichte-2008/vit-jb-2008-Gesamtausgabe.pdf (Stand 14.05.2015).
- VIT (2015):
Trends, Fakten, Zahlen 2014
Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (VIT)
http://www.vit.de/fileadmin/user_upload/wirsindvit/jahresberichte/vit-JB2014-gesamt.pdf
(Stand 14.05.2015).

Walter, K. (2009):

Fütterung und Haltung von Hochleistungskühen
3. Ab- sowie Aufbau von Körpersubstanz und erzielbare Leistung
vTI Agriculture and Forestry Research 59: 47–60.

Waltner, S. S.; McNamara, J. P. und Hillers, J. K. (1993):

Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle
J Dairy Sci 76 (11): 3410–3419.

Wangler, A. E.; Blum, I.; Böttcher und Sanftleben, P. (2009):

Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion
Züchtungskunde 81 (5): 341–360.

Wangler, A. und Harms J. (2008):

Analyse der Abgangsursachen in ausgewählten Milchviehbetrieben Mecklenburg-Vorpommerns unter Einbeziehung einzeltierbezogener Behandlungen und Leistungen
Forschungsbericht 2/30, Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (Hg.).

Wappner, O. (1997):

Vergleichende Untersuchungen zur Aussage des Harnstoffverteilungsraumes, der Lebendmasse und der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt der Milchkuh
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin.

Warzecha, H.; Kuhaupt, H.; Anacker, G. und Hubrich, J.-R (2002):

Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Jungrinderaufzucht
Naturschutz und Umwelt Thüringer Ministerium für Landwirtschaft
http://www.tll.de/ainfo/pdf/ll_juri.pdf (Stand 14.05.2015).

Wathes, D. C.; Cheng, Z.; Bourne, N.; Taylor, V. J.; Coffey, M. P. und Brotherstone, S. (2007):

Differences between primiparous and multiparous dairy cows in the inter-relationships between metabolic traits, milk yield and body condition score in the periparturient period
Domest Anim Endocrinol 33 (2): 203–225.

Weber, A. (2013):

Genetic evaluation of indicator traits for claw and leg diseases and estimation of backfat thickness using new traits from an automatic 3-D optical system
Chapter 2: Genetic correlations between claw and leg diseases, lameness, foot and leg conformation traits, stature and body weight in German Holstein-Friesian heifers
Dissertation, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität Kiel.

Weiß, N. (im Druck 2015)

Kontrolle des Wachstumsverlaufes bei Aufzuchtferäsen
Dissertation, Klinik für Klautiere, Freie Universität Berlin

Wiedemann, F. (1989):

Untersuchungen zur Rückenfettdicke und dem über das Gesamtkörperwasser bestimmten Körperfettgehalt bei weiblichen Jungrindern und Jungkühen
Dissertation, Humboldt-Universität Berlin.

Wildman, E. E.; Jones, G. M.; Wagner, P. E. und Boman, R. L. (1982):
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics
J Dairy Sci 65 (3): 495–501.

Wilke, S. (2011):
Parameter des Energiestoffwechsels, Milchleistung, Fruchtbarkeit und Tiergesundheit in einer konventionellen Milchviehherde
Dissertation, Institut für Veterinär Physiologie, Freie Universität Berlin.

Wiltbank, J. N. und Remmenga, E. E. (1982):
Calving difficulty and calf survival in beef cows fed two energy levels
Theriogenology 17: 587–602.

9 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1: Lebendmasse-Energie-Zyklus (nach Coppock 1985).....	5
Abb. 2-2: Vergleich der Laktationskurven bei erstlaktierenden (- - -) und mehrlaktierenden(—) Kühen mit unterschiedlich hohen Milchleistungen (aus DLG, 2006)	7
Abb. 2-3: RFD-Verlauf bei Kühen der 1. Laktation (■) und 2. Laktation (□) (Staufenbiel 1993b)	7
Abb. 2-4: Sakraler Messpunkt für die ultrasonografische Messung der RFD (Schröder, Staufenbiel 2006)	10
Abb. 2-5: Stratigraphie der Haut am RFD-Messpunkt (Staufenbiel 1997)	11
Abb. 2-6: Ultrasonografische Darstellung der RFD-Messung am sacralen Messpunkt bei einem gering konditioniertem Tier mit einer RFD = 8 mm (Schröder und Staufenbiel 2006)	11
Abb. 2-7: Vergleich der Körpergewichtsentwicklung in den ersten 16 Laktationswochen bei gut und gering konditionierten Milchkühen (Garnsworthy und Jones, 1993)	21
Abb. 2-8: Vergleich der Entwicklung des BCS in den ersten 16 Laktationswochen bei gut und gering konditionierten Milchkühen (Garnsworthy und Jones 1993).....	21
Abb. 2-9: Laktationskurve des Fett-Eiweiß-Quotienten für Kühe der 1./ 2./ 3+ Laktation (modifiziert nach Buttchereit 2011).....	46
Abb. 2-10: Nutzungsdauer (in Jahren) von Erstlaktierenden in Abhängigkeit von der RFD im peripartalen Zeitraum (Ackermann et al. 2010).....	53
Abb. 3-1: Zeitpunkt der Probenentnahmen	60
Abb. 3-2: Einteilung der RFD-Werte in 4 RFD-Gruppen (< 10 mm, 10 - 15 mm, 16 - 18 mm, > 18 mm) anhand der optischen Verteilung im Streudiagramm mit der zugehörigen 305-Tage-Milchleistung	64
Abb. 4-1: Verlauf der RFD auf Herdenebene von Beginn der Vorbereitungsperiode bis zur 6. Wo p.p.	67
Abb. 4-2: Verlauf der RFD von Beginn der Vorbereitungsperiode bis zum 48. Tag p.p in Abhängigkeit von der Ausgangskondition.....	69
Abb. 4-3: Absolute Häufigkeitsverteilung der RFD-Werte zum Zeitpunkt der Kalbung	70
Abb. 4-4: RFD zum Partus in Abhängigkeit vom EKA ($RFD_p = 4,672 + 0,413 * EKA$)	72
Abb. 4-5: RFD zum Partus in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($RFD_p = 3,617 + 0,710 * RFD_{vp}$).....	74
Abb. 4-6: Antepartale RFD der hochtragenden Färsen in Abhängigkeit von der Auswahl der Väter ($F = 4,9, p = 0,000$)	75

Abb. 4-7: Absolute Häufigkeitsverteilung der Kälbergeburtsgewichte	83
Abb. 4-8: Kälbergeburtsgewichte in Abhängigkeit von einer Lebend- und Totgeburt ($F = 0,2$, $p = 0,776$).....	84
Abb. 4-9: Kälbergeburtsgewichte in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes ($F = 48,6$, $p = 0,000$).....	84
Abb. 4-10: Kälbergeburtsgewicht in Abhängigkeit von der Tragezeit.....	85
Abb. 4-11: Geburtsgewicht von Bullenkälbern in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($\text{Geburtsgewicht}_{\text{Bullen}} = 38,539 +$ $0,10 * \text{RFD}_{\text{vp}}$).....	87
Abb. 4-12: Geburtsgewicht der Kälber in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode	88
Abb. 4-13: Geburtsgewicht der Kälber in Abhängigkeit von der Änderung $\text{RFD}_{\text{p-vp}}$	91
Abb. 4-14: Absolute Häufigkeitsverteilung der Kolostrummenge	93
Abb. 4-15: Absolute Häufigkeitsverteilung des kolostralen IgG-Gehaltes	93
Abb. 4-16: Kolostrummenge in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($\text{Kolostrummenge} = 2,741 + 0,095 * \text{RFD}_{\text{vp}}$).....	95
Abb. 4-17: kolostraler IgG-Gehalt in Abhängigkeit von der maternalen RFD zum Partus ($\text{IgG} = 69,494 - 0,256 * \text{RFD}_{\text{p}}$)	96
Abb. 4-18: Absolute Häufigkeitsverteilung der Rastzeit	98
Abb. 4-19: Absolute Häufigkeitsverteilung der durchgeführten Besamungen	99
Abb. 4-20: Gützeit in Abhängigkeit von der RFD 6 Wochen p.p. ($\text{Gützeit} = 143,7 -$ $3,5 * \text{RFD}_{\text{6Wo}}$)	101
Abb. 4-21: Absolute Häufigkeitsverteilung der summierten 7d-Milchleistung	105
Abb. 4-22: Absolute Häufigkeitsverteilung der 305-Tage-Milchleistung	106
Abb. 4-23: Peak-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($\text{Peak-ML} = 28,6 + 0,3 * \text{RFD}_{\text{vp}}$).....	108
Abb. 4-24: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode ($100\text{-d-ML} = 2341,9 + 23,8 * \text{RFD}_{\text{vp}}$).....	109
Abb. 4-25: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der RFD 6 Wochen p.p. (100-d- $\text{ML} = 3244,1 - 51,7 * \text{RFD}_{\text{6Wo}}$).....	109
Abb. 4-26: 100-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit von der Änderung der RFD von der Ausstellung bis zur 6. Woche p.p. ($100\text{-d-ML} = 2592,8 - 57,4 * \Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$)..	114
Abb. 4-27: RFD im peripartalen Zeitraum bei gesunden und kranken Tieren	122
Abb. 4-28: RFD im peripartalen Zeitraum bei Tieren mit und ohne Metritis	124
Abb. 4-29: RFD im peripartalen Zeitraum bei klauenkranken und gesunden Tieren	126
Abb. 4-30: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei kranken und gesunden Tieren ...	129

Abb. 4-31: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei metritis- kranken und gesunden Tieren	130
Abb. 4-32: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei klauen- kranken und gesunden Tieren	132
Abb. 4-33: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum bei abge- gangenen und gesunden Tieren	133

10 Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1: Beurteilung der Körperkondition verbal, mittels BCS und RFD (Staufenbiel 2004)	9
Tab. 2-2: Anzustrebende Körperkondition für mehrlaktierende Kühe in der Vorbereitungsperiode	16
Tab. 2-3: Anzustrebende Körperkondition für Kühe und Färsen* zum Zeitpunkt der Abkalbung.....	18
Tab. 2-4: Anzustrebendes Körpergewicht sowie weitere Parameter für Färsen zum Zeitpunkt der Abkalbung.....	19
Tab. 2-5: Betriebswirtschaftliche Vor- und Nachteile eines frühen EKA von 22 – 24 Monaten.....	20
Tab. 2-6: Richtwerte der maximal anzustrebenden Konditionsveränderungen in der Frühlaktation bei mehrlaktierenden Kühen	23
Tab. 2-7: Richtwerte der minimal anzustrebenden Körperkondition in der Frühlaktation bei mehrlaktierenden Kühen.....	23
Tab. 2-8: Literaturangaben zu Kennwerten für das erhöhte Risiko von Schwer- und Totgeburten bei Färsen	27
Tab. 2-9: Einfluss einer variierten antepartalen, maternalen Energieversorgung auf das Geburtsgewicht des Kalbes und das Auftreten von Dystokien bei hochtragenden Färsen.....	30
Tab. 2-10: Zusammenhänge zwischen der Körperkondition bzw. der Änderung der Körperkondition im peripartalen Zeitraum und der Fruchtbarkeitsleistung bei mehrlaktierenden Kühen	35
Tab. 2-11: Anzustrebendes Körpergewicht sowie weitere anzustrebende Parameter für Jungrinder zum Zeitpunkt der ersten Besamung.....	37
Tab. 2-12: Anzustrebende Körpermasse und Körperkondition zur Abkalbung und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Milchleistung bei Färsen und Kühen*	40
Tab. 2-13: Unterschiede im Hormon- und Metabolitenhaushalt von Färsen im peripartalen Zeitraum im Vergleich zu mehrlaktierenden Kühen.....	44
Tab. 3-1: Zusammensetzung der TMR der Färsen und Jungkühe	56
Tab. 3-2: Standardmäßig durchgeführte Fruchtbarkeitsprogramme	57
Tab. 3-3: Analyse der Blutparameter	59
Tab. 3-4: Zusammenhang zwischen Kolostrumqualität und IgG-Gehalt*	60
Tab. 3-5: Bewertungsschlüssel zur Beurteilung des Geburtsverlaufes	61
Tab. 3-6: Fruchtbarkeitskennzahlen.....	62

Tab. 3-7: Erfassungskriterien der ausgewerteten postpartal auftretenden Erkrankungen	63
Tab. 4-1: Statistische Kennzahlen der RFD zu den vier Messzeitpunkten	67
Tab. 4-2: Ante- und postpartale RFD-Änderung in Abhängigkeit von der Ausgangskondition zu Beginn der Vorbereitungsperiode.....	68
Tab. 4-3: Statistische Kennzahlen der Einflussfaktoren auf die RFD.....	71
Tab. 4-4: RFD zum Partus in Abhängigkeit vom EKA.....	71
Tab. 4-5: Korrelation verschiedener Faktoren mit der RFD im peripartalen Zeitraum	73
Tab. 4-6: Korrelationen zwischen den RFD-Werten im peripartalen Zeitraum.....	73
Tab. 4-7: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen im peripartalen Zeitraum	74
Tab. 4-8: Einfluss der Väter auf die Änderung der RFD der Färsen im peripartalen Zeitraum	75
Tab. 4-9: Geburtsverlauf in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes	76
Tab. 4-10: Geburtsverlauf in Abhängigkeit vom Geburtsgewicht des Kalbes	76
Tab. 4-11: Auftreten von Totgeburten in Abhängigkeit vom Geschlecht des Kalbes	77
Tab. 4-12: Auftreten von Totgeburten in Abhängigkeit vom Geburtsverlauf	77
Tab. 4-13: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern	78
Tab. 4-14: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern.....	79
Tab. 4-15: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode	79
Tab. 4-16: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der maternalen RFD zum Partus	80
Tab. 4-17: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus auf den Ausgang der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern	80
Tab. 4-18: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf den Schweregrad der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern	81
Tab. 4-19: Geburtsverlauf in Abhängigkeit von der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode	82
Tab. 4-20: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf den Ausgang der Geburt von Bullen- und Färsenkälbern	82
Tab. 4-21: Statistische Kennzahlen der Geburtsgewichte der Kälber	83
Tab. 4-22: Zusammenhang zwischen der Tragezeit und dem Geburtsgewicht der Kälber	85
Tab. 4-23: Korrelationen zwischen der maternalen RFD und der Kälbergeburtsmasse	86
Tab. 4-24: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern.....	88

Tab. 4-25: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern.....	89
Tab. 4-26: Korrelation zwischen der Änderung der maternalen RFD im peripartalen Zeitraum und der Kälbergeburtsmasse	90
Tab. 4-27: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf das Geburtsgewicht von Bullen- und Färsenkälbern	91
Tab. 4-28: Statistische Kennzahlen der Kolostrummenge	92
Tab. 4-29: Statistische Kennzahlen des IgG-Gehaltes des Kolostrums.....	92
Tab. 4-30: Korrelation zwischen der RFD und den Kolostrumparametern.....	94
Tab. 4-31: Einfluss der maternalen RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität.....	94
Tab. 4-32: Einfluss der maternalen RFD zum Partus auf die Kolostrummenge und -qualität	96
Tab. 4-33: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und den Kolostrumparametern	97
Tab. 4-34: Einfluss der Änderung der maternalen RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Kolostrummenge und -qualität.....	97
Tab. 4-35: Statistische Kennzahlen der Fruchtbarkeitsparameter	98
Tab. 4-36: Häufigkeitsverteilungen der besamten und tragenden Erstkalbinnen.....	99
Tab. 4-37: Korrelation zwischen der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern	100
Tab. 4-38: Regression zwischen der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern	100
Tab. 4-39: Einfluss der RFD 42-48 Tage p.p. auf die Rastzeit.....	101
Tab. 4-40: Einfluss der RFD auf die Anzahl der Besamungen je Tier.....	102
Tab. 4-41: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und den Fruchtbarkeitsparametern.....	103
Tab. 4-42: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung auf die Gützeit	103
Tab. 4-43: Einfluss der Änderung der RFD von der Ausstallung bis zur 6. Laktationswoche auf die Gützeit.....	104
Tab. 4-44: Einfluss der Änderung der RFD auf die Anzahl der Besamungen je Tier.....	104
Tab. 4-45: Statistische Kennzahlen der summierten 7-Tage-ML, 14-Tage-ML, 100-Tage-ML und 305-Tage-ML.....	106
Tab. 4-46: Korrelation zwischen der RFD und der Milchleistung	107
Tab. 4-47: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der summierten Milchleistung der ersten 7 Laktationstage	110
Tab. 4-48: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 14-d-Milchleistung.....	110

Tab. 4-49: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 100-d-Milchleistung.....	111
Tab. 4-50: Zusammenhang zwischen der RFD zur Ausstallung bzw. zur 6. Laktationswoche und der 100-Tage-Milchleistung	111
Tab. 4-51: Zusammenhang zwischen der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. zum Partus und der 305-d-Milchleistung.....	112
Tab. 4-52: Zusammenhang zwischen der RFD zur Ausstallung bzw. zur 6. Laktationswoche und der 305-Tage-Milchleistung	112
Tab. 4-53: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Milchleistung	113
Tab. 4-54: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Milchleistung der ersten 7 Laktationstage bzw. am 14.Laktationstag.....	114
Tab. 4-55: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung und der 100- Tage-Milchleistung.....	115
Tab. 4-56: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung und der 305- Tage-Milchleistung.....	115
Tab. 4-57: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD in der 3. - 6. Laktationswoche und der 100-Tage-Milchleistung bzw. der 305-Tage- Milchleistung	116
Tab. 4-58: Absolute und relative Häufigkeiten der wichtigsten postpartal auftretenden Erkrankungen der Erstkalbinnen (n = 646).....	117
Tab. 4-59: Absolute und relative Anzahl gesunder und erkrankter Tiere in der Früh- und Mittellaktation.....	118
Tab. 4-60: Inzidenz der wichtigsten postpartal auftretenden Erkrankungen (Kalbinnen n = 646)	119
Tab. 4-61: Statistische Kennzahlen der Abgangsursachen bzw. des Abgangstages (<i>xd</i>) aus der Herde	120
Tab. 4-62: Physiologische und pathologische Serumkonzentrationen in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus.....	121
Tab. 4-63: Zusammenhang zwischen der RFD und der Tiergesundheit in der 1. Laktation	122
Tab. 4-64: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zum Partus	123
Tab. 4-65: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zur Ausstallung.....	123
Tab. 4-66: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Metritis	124
Tab. 4-67: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Mastitis	125

Tab. 4-68: Zusammenhang zwischen der RFD und der Prävalenz von Klauenerkrankungen	125
Tab. 4-69: Zusammenhang zwischen der RFD und dem Abgangsverhalten.....	126
Tab. 4-70: Physiologische und pathologische Serumkonzentrationen in Abhängigkeit von der Änderung RFD im peripartalen Zeitraum.....	127
Tab. 4-71: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Tiergesundheit in der 1. Laktation	128
Tab. 4-72: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Metritis	130
Tab. 4-73: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Mastitis	131
Tab. 4-74: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Prävalenz von Klauenerkrankungen	131
Tab. 4-75: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und dem Abgangsverhalten in der 1. Laktation	133
Tab. 0-1: Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter bzw. im peripartalen Zeitraum* auf den Pubertätsbeginn und die spätere Fruchtbarkeit in der 1. Laktation	214
Tab. 0-2: Fortsetzung – Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter bzw. im peripartalen Zeitraum* auf den Pubertätsbeginn und die spätere Fruchtbarkeit in der 1. Laktation	215
Tab. 0-3: Einfluss der Fütterung im peripartalen Zeitraum auf die Milchleistung in der 1. Laktation	216
Tab. 0-4: Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter auf die Gewichts-, Konditions- und Euterentwicklung sowie die Milchleistung in der 1. Laktation	217
Tab. 0-5: Fortsetzung – Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter auf die Gewichts-, Konditions- und Euterentwicklung sowie die Milchleistung in der 1. Laktation	218
Tab. 0-6: Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène)	219
Tab. 0-7: Fortsetzung (1) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène).....	220
Tab. 0-8: Fortsetzung (2) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène).....	221
Tab. 0-9: Fortsetzung (3) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène).....	222
Tab. 0-10: Zusammenfassung Regressionsgleichungen	223
Tab. 0-11: Häufigkeitsverteilungen in den RFD-Gruppen zu den vier Messzeitpunkten.....	223
Tab. 0-12: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum	224
Tab. 0-13: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode	225

Tab. 0-14: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen zum Partus	225
Tab. 0-15: Einfluss der Bullen auf den Geburtsverlauf.....	226
Tab. 0-16: Einfluss der Bullen auf den Ausgang der Geburt.....	226
Tab. 0-17: Einfluss der Väter der Färsen auf die Kälbergeburtsmasse	227
Tab. 0-18: Einfluss der Bullen auf die Kälbergeburtsmasse	227
Tab. 0-19: statistische Kennzahlen der Milchleistung in der ersten Laktationswoche	228
Tab. 0-20: Einfluss der RFD auf die Zuchttauglichkeit	228
Tab. 0-21: Statistische Kennzahlen der Kalzium-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten.....	229
Tab. 0-22: Statistische Kennzahlen des Phosphat-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten.....	229
Tab. 0-23: Statistische Kennzahlen der NEFA-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten...	229
Tab. 0-24: Statistische Kennzahlen der BHB-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten.....	229
Tab. 0-25: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von Calcium	230
Tab. 0-26: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von Phosphat.....	230
Tab. 0-27: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von NEFA	231
Tab. 0-28: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von BHB.....	231
Tab. 0-29: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf die Serumkonzentrationen zur Kalbung	232
Tab. 0-30: Einfluss der RFD zum Partus auf die Serumkonzentrationen zur Kalbung	233
Tab. 0-31: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zur Ausstallung.....	233
Tab. 0-32: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus auf die Erkrankungen vom 1. bis 3. Tag p.p.	234
Tab. 0-33: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, zum Partus und zur Aufstallung auf die Erkrankungen vom 4. bis 14. Tag p.p.	234
Tab. 0-34: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. in den ersten 6 Laktationswochen auf die Erkrankungen vom 15. bis 48. Tag p.p.	235
Tab. 0-35: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode	235
Tab. 0-36: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der RFD zum Partus...	236
Tab. 0-37: Zusammenhang zwischen der RFD und der Art der Klauenerkrankung	236
Tab. 0-38: Zusammenhang zwischen der RFD und der Abgangsursache	237
Tab. 0-39: Einfluss der Änderung der RFD auf die Zuchttauglichkeit	237
Tab. 0-40: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von Kalzium	238
Tab. 0-41: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von Phosphor	238

Tab. 0-42: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von NEFA	239
Tab. 0-43: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von BHB	239
Tab. 0-44: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Serumkonzentration zum Partus	240
Tab. 0-45: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Erkrankungen vom 1. bis 3. Laktationstag.....	240
Tab. 0-46: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung auf die Erkrankungen vom 4. bis 14. Laktationstag	241
Tab. 0-47: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. in den ersten 6 Laktationswochen auf die Erkrankungen vom 15. bis 48. Tag p.p.	241
Tab. 0-48: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Art der Klauenerkrankung	242
Tab. 0-49: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode	242
Tab. 0-50: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Abgangsursache....	243

11 Anhang

Tab. 11-1: Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter bzw. im peripartalen Zeitraum* auf den Pubertätsbeginn und die spätere Fruchtbarkeit in der 1. Laktation

Autor	Anzahl/ Alter Färsen	Dauer/ Zeitraum	Fütterung	Auswirkung
Lacasse (1993)*	n = 59 12 Mon	1) 2. isometr. Phase (12 Mon. bis 3. TM) 2) 2. allometr. Phase (3. TM bis 3Wo a.p)	1) NE: HE = ad libitum	KMp: HE > NE in 2) k.A. auf OA, AI: HE > NE in 2)
Senatore (1996)*	n = 40	Partus bis 100d p.p.		↑ KMp : AI ↓, OA ↑, ↓NEB/ KMverlust p.p.
Pirlo (1997)	n = 61	1) präpubertal (100 - 300 kg KM) 2) postpubertal (300 - 400 kg KM)	1a) RE (90% TDN) + LP (90%) b) RE (90% TDN) + HP (110%) c) HE (110% TDN) + LP (90%) d) HE (110% TDN) + HP (110%)	KBH/EBA: HE > RE unabhängig von LP/ HP ADG/ BCSb: d > c > b > a k.A. auf EKA/ KMp/ BCSp
Mc Donald (2005)	n = 689	1) präpubertal (100 - 200 kg KM) 2) postpubertal (200 kg - 15 Mon)	1) RE1: (0,35-0,4 kg ADG) NE1:36MJ/d (0,5-0,6 kg ADG) HE1:44 MJ/d (0,65-0,8 kg ADG) 2) NE2: 54MJ/d (0,4-0,5 kg ADG) HE2: 94 MJ/d (0,6-0,7 kg ADG)	Pb: HE1 > NE1 > RE1 (präpubertale ADG korrelieren negativ mit Alter bei Pb)
Chagas (2006)*	n = 40	1) letzten 6 Wo a.p 2) Partus - 6 Wo p.p	1) BCS4res, BCS4m, BCS5m 2) alle moderate Fütterung	OA: BCS4res < BCS4m (70 d p.p), LH: BCS4res < BCS4m(35 d p.p) BCS4m = BCS5m (k.A.)

Tab. 11-2: Fortsetzung – Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter bzw. im peripartalen Zeitraum* auf den Pubertätsbeginn und die spätere Fruchtbarkeit in der 1. Laktation

Autor	Anzahl/ Alter Färsen	Dauer/ Zeitraum	Fütterung	Auswirkung
Bouska (2007)	n = 2576	präpubertal bis 14 Mon	1) ADG < 0,691 kg 2) ADG 0,691 - 0,79 kg 3) ADG 0,791 - 0,89 kg 4) ADG > 0,890 kg	1)↓BI, RZ
Chagas (2008)	n = 49 24 Mon		RE: mit/ ohne MPG NE: keine Angaben	BCSp/ KMp: RE = NE, ΔBCSp.p: RE > NE AI: RE=NE, k.A. MPG auf AI
Daetz (2009)*	n = 82	1) letzten 3 Wo a.p 2) p.p.	keine Angaben	↓RFDp →↑TI/ ZKZ, ZTZ Δ RFDvp: k.A. ΔRFDp.p.: k.A.
Goerigk (2011)*	n = 46 4 Mon	1) präpubertal (4.Mon bis EBA) 2) tragend	1) RE: 9,3 MJ/kg (0,7 kg ADG) NE: 10,0 MJ/kg (0,85kg ADG) HE: 10,4 MJ/kg (1,0kg ADG) 2) NE: 9,0 MJ/kg (0,7kg ADG) HE: 10,7 MJ/kg (1,0kg ADG)	BI: NE < HE < RE EBA: HE < NE < RE KMb/ KMp: RE = NE = HE RFDp: HE > NE

* Untersuchungen an tragenden Färsen

RE = reduzierter Energiegehalt, NE = Standardenergiegehalt, HE = Hoher Energiegehalt, Pb = Pubertätsbeginn, KMp/ RFDp/ BCSp = Kondition zum Partus, KMb/ RFDp/ BCSp = Kondition zur Besamung, AI = Anovulatorisches Intervall, OA = Ovaraktivität, LH = LH-Aktivität, BI = Besamungsindex, ADG = average daily gain, LP = low Protein, HP = High Protein

Tab. 11-3: Einfluss der Fütterung im peripartalen Zeitraum auf die Milchleistung in der 1. Laktation

Autor	Anzahl/Alter Färsen	Dauer/ Zeitraum	Fütterung	Auswirkung
Grummer (1995)	n = 67 19 Mon.	1) 170d a.p.-Partus 2) 1d p.p.-150d p.p.	NE:59.7% TDN HE: 69.3%TDN NF: 0%, HF: 2,8%	HE:↑KMp/ BCS, ↑ NEFA/ BHB, aber keine ↑ ML/ MF HF: ↑ ML um 1,5 kg/d ab 7.Wo p.p., ↑ MF, SE+NF: ↑TSA HE+HF: ↓TSA, ↑ BCS-Abnahme 1.-5.Wo p.p.,
Mackle et al. (1996)	n = 32	8 Wo a.p. bis Partus	RE→ KMp = 354 kg, BCSp = 4,5 NE→ KMp = 404 kg, BCSp = 4,8	RE: Zunahme KM p.p., NE: Abnahme KM p.p.(1- 56d p.p.) ML 30 - 56d p.p.: RE < NE MP/ MF/ Laktose: RE > NE
VandeHaar (1999)	n = 40	1) 25d a.p.-Partus, 2) p.p. alle Tiere gleiche Ration	1,30 Mcal NEL/kg, 12,2% RP 1,49 Mcal NEL/kg, 14,2% RP 1,61 Mcal NEL/kg, 15,9% RP 1,48 Mcal NEL/kg, 16,2% RP	KMp/ RFDp: HE>NE HE: ↓NEFA, ↑ IGF-1 k.A. auf ML/ MF/ MP
Engelhard (2001)	n = 13	1) 14d a.p.-Partus 2) 1.-50d p.p.	NE: 6,5 MJ NEL/kg TS+Heu HE: 6,8 MJ/kg TS+ PG NE:7,0-7,1 MJ NEL/TS+Heu HE:7,0-7,1 MJ NEL/TS+PG	Abnahme RFD: NE > HE ML: NE > HE (+2%)
Janovick (2010)	n = 24	3 Wo a.p. bis 8 Wo p.p	1,63 Mcal/ kg restriktiv (NE: 80% TDN) oder ad libitum (HE:150% TDN)	BSCp.: HE > NE, KM/ BCS p.p.: HE = NE k.A. auf ML/ MF/ MP

RE = reduzierter Energiegehalt, NE = Standardenergiegehalt, HE = Hoher Energiegehalt, NF = Standardfettgehalt, HF = Hoher Fettgehalt, KMp/ BCSp/ RFDp = Körperkondition zum Partus, MF = MilCHFett, MP = Milcheiweiß, TSA = Trockensubstanzaufnahme, PG = Propylenglykol, k.A. = keine Auswirkung

Tab. 11-4: Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter auf die Gewichts-, Konditions- und Euterentwicklung sowie die Milchleistung in der 1. Laktation

Autor	Anzahl/Alter Färsen	Dauer/ Zeitraum	Fütterung	Auswirkung
Sejrsen (1982)	n = 12	1) präpubertal: ab 7. Mon. 2) postpubertal ab 13. Mon.	1) + 2) NE: (0,6 kg ADG) HE: ad libitum (1,2 kg ADG)	1) + 2) TSA/ ADG/ KM: HE > NE 1) Pubertätsbeginn: HE > NE Milchdrüsenfettgehalt: HE > NE, Milchdrüsenprotein und -DNA: NE > HE (-30%/ -47%) 2) Milchdrüsenfettgehalt: HE > NE Milchdrüsenprotein: NE > HE (-3%), DNA: NE = HE
Lacasse (1993)	n = 59 12 Mon	1) 2. isometr. Phase (12 Mon. bis 3.TM) 2) 2. allometr. Phase (3.TM bis 3Wo a.p)	1) NE: keine Angaben HE = ad libitum	KMp: HE > NE in 2) KBH/ ML/ MP: k.A. MF: HE > NE in 1)
Hoffmann (1996)	n = 70	Postpubertal 10. Mon bis Partus	NE: 62% TDN = 0,75 kg ADG →je FB (11.Mon.)/ SB (14.Mon) HE: 69% TDN = 0,95 kg ADG →je FB (11.Mon.)/ SB (14.Mon)	KBHa.p./ KMa.p./ BCSa.p.: HE </ =/ > NE KBHp.p./KMp.p.: NE > HE, Abnahme BCSp.p. HE > NE, ADG: FB > SB, EKA: HEFB<NESB (-5 Mon) ML/ FCML/ MF/ MP: HE =/ </ >/ < NE
Pirlo (1997)	n = 61	1) präpubertal (100-300kg) 2) postpubertal (300-400kg)	1a)LE (90% TDN) + LP (90%) b)LE (90% TDN) + HP (110%) c)HE (110% TDN) + LP (90%) d)HE (110% TDN) + HP (110%)	ADG/ BCSb:d > c > b > a BCSp: a = b = c = d KBH: HE > LE unabhängig von LP/ HP ML/MF:k.A., MP: b > d
Van Amburgh (1998)	n = 273	1) präpubertal 90-320 kg KM, Konzeption mit 340 kg 2) 1.TT bis Partus 3) 40 Wo p.p	1) NE:0,6 kg ADG,HE:0,8 kg ADG, EE:1,0 kg ADG varierte PQ 2) NE/ HE→ ad libitum, 2,5 Mcal EE → restriktiv, 2,3 Mcal/kg	1) BCS: EE > NE, KBH: NE > EE 305d-ML NE > EE (-5%) PQ: k.A. auf ADG, ML 2) KMp : NE > EE, BCSp: NE > EE 3) NE = EE

Tab. 11-5: Fortsetzung – Einfluss der Fütterung im prä- und postpubertalen Alter auf die Gewichts-, Konditions- und Euterentwicklung sowie die Milchleistung in der 1. Laktation

Autor	Anzahl/Alter Färsen	Dauer/ Zeitraum	Fütterung	Auswirkung
Lammers (1999)	n = 86	präpubertal 4,5 Mon (130 kg) bis 9,5 Mon	NE = 0,7kg ADG HE = 0,9kg ADG je mit/ ohne Östrogenimplantat (i)	EKA/ BCS/ KM: NE = HE FCML: HE < NE (-7,1%) ML > MLi (-5,2%), ZL > ZLi (-30%)
Abeni (2000)	n = 20 n = 22	1) präpubertal ab 150 kg 2) postpubertal ...ab 300 kg	Gr.A) NE1 bzw. HE1 für 7 Mon Gr.B) NE1 bis 300 kg Gr.A) NE2 für weitere 7 Mon Gr.B) NE2 bzw. HE2 für 7 Mon NE = 0,7kg ADG HE = 0,9kg ADG	1)KM/ KBH: HE1 > NE1, aber BCS:HE1 = NE1 ML, MF, MP: k.A., niedriges EKA: ↓ ML, ↑MP, MF 2)KM HE2 = NE2 aber BCS HE2 > NE2 ML, MP: k.A., MF: HE2 > NE2 niedriges EKA: ↓ ML
Mc Donald (2005)	n = 259	1) präpubertal 100 bis 200 kg KM 2) postpubertal 200 kg bis 15 Mon	1) RE1: (0.35-0,4 kg ADG) NE1:36MJ/d (0,5-0,6 kg ADG) HE1:44 MJ/d (0,65-0,8 kg ADG) 2) NE2: 54MJ/d (0,4-0,5 kg ADG) HE2:94 MJ/d (0,6-0,7 kg ADG)	KBH/ KM: HE1>NE1 BCS1: NE1 = HE1,BCS2: HE2>NE2 1) ML in 1./2.Laktation: k.A., ↓ ML in 3.L 2) ML/ MF/ MP: HE2 > NE2 (+7%/ 8%/ 6%) in 1.L, k.A. in 2./3.L
Goerigk (2011)	n = 46 4 Mon	1) präpubertal (4.Mon bis EBA) 2) tragend	1)RE: 9,3 MJ/kg (0,7 kg ADG) NE: 10,0 MJ/kg (0,85kg ADG) HE:10,4 MJ/kg (1,0kg ADG) 2)NE: 9,0 MJ/kg (0,7kg ADG) HE: 10,7 MJ/kg (1,0kg ADG)	ML: NE > RE > HE

RE = reduzierter Energiegehalt, NE = Standardenergiegehalt, HE = Hoher Energiegehalt, EE = enorm erhöhter Energiegehalt, NF = Standardfettgehalt, HF = Hoher Fettgehalt, Kmp/ BCSp/ RFDp = Körperkondition zum Partus, FCML = Fett korrigierte ML, MF = Milchfett, MP = Milchprotein, ADG = average daily gain, TSA = Trockensubstanzaufnahme, PQ = Proteinquelle, k.A. = keine Auswirkung, MLöi = Milchleistung mit Östrogenimplantat, FMD = Fettgehalt Milchdrüse, GMD = Gewicht Milchdrüse, MDP = Milchdrüsenparenchym, pDNA = Parenchym-DNA, ZL(i) = Zitzenlänge (mit Implantat), FB = frühe Besamung, SB = späte Besamung, L = Laktation, MPG = Monopropylenglykol

Tab. 11-6: Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène)

Variable (metrisch)	Faktor (ordinal)	Levène- Test	p (Levène)	Varainz- gleichheit	Posthoc- Test	Sign.*
RFD allgemein						
RFD_p	EKA	3,891	0,009	nein	Tamhane	ja
RFD_vp	Väter 1-9	1,412	0,191	ja	LSD	ja
RFD_p	Väter 1-9	0,459	0,885	ja	LSD	ja
RFD und Geburtsverlauf						
KGM	Geburtsverlauf	23,938	0,000	nein	Tamhane	ja
RFD_vp	Geburtsverlauf	2,501	0,059	ja	LSD	nein
RFD_p	Geburtsverlauf	2,374	0,069	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp_g	Geburtsverlauf	0,542	0,654	ja	LSD	nein
Δ RFD_pvp_m	Geburtsverlauf	0,556	0,645	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp_w	Geburtsverlauf	1,234	0,298	ja	LSD	nein
RFD und Kälbergeburtsmasse						
KGM	Geburtsausgang	5,569	0,019	nein	Tamhane	nein
KGM	Geschlecht	4,217	0,040	nein	Tamhane	ja
KGM	Tragezeit	1,122	0,339	ja	LSD	ja
KGM	Väter Färse	2,081	0,037	nein	Tamhane	ja
KGM	Bullen	1,082	0,372	ja	LSD	ja
KGM_g	RFD_vp	2,507	0,058	ja	LSD	ja
KGM_m	RFD_vp	1,972	0,119	ja	LSD	nein
KGM_w	RFD_vp	1,082	0,357	ja	LSD	ja
KGM_g	RFD_p	1,135	0,334	ja	LSD	nein
KGM_m	RFD_p	1,349	0,259	ja	LSD	ja
KGM_w	RFD_p	0,046	0,987	ja	LSD	nein
KGM	Δ RFD_p-vp	1,048	0,348	ja	LSD	nein

KGM = Kälbergeburtsmasse, g = alle Kälber, m = männlich, w = weiblich,

* = signifikante Unterschiede zwischen den Teilgruppen

Tab. 11-7: Fortsetzung (1) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène)

Variable (metrisch)	Faktor (ordinal)	Levène- Test	p (Levène)	Varainz- gleichheit	PostHoc- Test	Sign.*
RFD und Kolostrum						
Kol.menge	RFD_vp	0,323	0,808	ja	LSD	ja
IgG	RFD_vp	0,092	0,964	ja	LSD	ja
Kol.menge	RFD_p	0,523	0,666	ja	LSD	nein
IgG	RFD_p	1,690	0,168	ja	LSD	nein
Kol.menge	RFD_p-vp	2,563	0,078	ja	LSD	ja
IgG	RFD_p-vp	5,965	0,003	nein	Tamhane	nein
RFD und Fruchtbarkeit						
RFD_vp	Besamungen	2,286	0,078	ja	LSD	ja
RFD_p	Besamungen	1,064	0,364	ja	LSD	nein
RFD_a	Besamungen	1,564	0,198	ja	LSD	ja
RFD_6Wo	Besamungen	2,619	0,051	ja	LSD	ja
Δ RFD_p-vp	Besamungen	1,148	0,330	ja	LSD	ja
Δ RFD_a-p	Besamungen	2,041	0,108	ja	LSD	ja
Δ RFD_6Wo-a	Besamungen	1,539	0,205	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	GZ	4,689	0,010	nein	Tamhane	nein
Δ RFD_a-p	GZ	0,966	0,381	ja	LSD	nein
Δ RFD_6Wo-a	GZ	1,237	0,291	ja	LSD	nein
RFD und Milchleistung						
ML Σ 1 – 7	RFD_vp	0,604	0,613	ja	LSD	nein
ML Σ 1 – 7	RFD_p	1,228	0,299	ja	LSD	nein
ML_14d	RFD_vp	2,086	0,102	ja	LSD	nein
ML_14d	RFD_p	4,440	0,004	nein	Tamhane	nein
ML_100d	RFD_vp	0,291	0,832	ja	LSD	ja
ML_100d	RFD_p	1,652	0,176	ja	LSD	ja
ML_100d	RFD_a	2,832	0,060	ja	LSD	ja
ML_100d	RFD_6Wo	6,936	0,001	nein	Tamhane	ja
ML_305d	RFD_vp	1,267	0,286	ja	LSD	nein
ML_305d	RFD_p	1,841	0,139	ja	LSD	nein
ML_305d	RFD_a	1,287	0,279	ja	LSD	nein

* = signifikante Unterschiede zwischen den Teilgruppen

Tab. 11-8: Fortsetzung (2) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène)

Variable (metrisch)	Faktor (ordinal)	Levène-Test	p (Levène)	Varainz-gleichheit	PostHoc-Test	Sign.*
ML_305d	RFD_6Wo	4,533	0,11	nein	Tamhane	ja
ML \sum 1 – 7	Δ RFD_p-vp	1,141	0,337	ja	LSD	nein
ML_14d	Δ RFD_p-vp	0,899	0,465	ja	LSD	nein
ML_100d	Δ RFD_p-vp	0,672	0,611	ja	LSD	nein
ML_100d	Δ RFD_a-p	11,035	0,000	nein	Tamhane	ja
ML_100d	Δ RFD_6Wo-p	0,417	0,741	ja	LSD	nein
ML_305d	Δ RFD_p-vp	0,432	0,730	ja	LSD	nein
ML_305d	Δ RFD_a-p	0,680	0,507	ja	LSD	ja
ML_305d	Δ RFD_6Wo-a	5,305	0,005	nein	Tamhane	nein
RFD und Erkrankungsinzidenz						
RFD_vp	Kalzium_p	1,818	0,143	ja	LSD	nein
RFD_vp	Phosphat_p	1,480	0,219	ja	LSD	nein
RFD_vp	NEFA_p	0,936	0,423	ja	LSD	nein
RFD_vp	BHB_p	0,755	0,520	ja	LSD	nein
RFD_p	Kalzium_p	0,729	0,535	ja	LSD	nein
RFD_p	Phosphat_p	1,136	0,334	ja	LSD	nein
RFD_p	NEFA_p	1,616	0,185	ja	LSD	nein
RFD_p	BHB_p	0,630	0,596	ja	LSD	nein
RFD_vp	Erkrankungen_1	0,890	0,450	ja	LSD	nein
RFD_p	Erkrankungen_1	1,663	0,180	ja	LSD	nein
RFD_vp	Erkrankungen_2	0,374	0,772	ja	LSD	nein
RFD_p	Erkrankungen_2	0,681	0,463	ja	LSD	nein
RFD_a	Erkrankungen_2	1,766	0,157	ja	LSD	nein
RFD_vp	Erkrankungen_3	1,482	0,237	ja	LSD	nein
RFD_p	Erkrankungen_3	0,014	0,986	ja	LSD	nein
RFD_a	Erkrankungen_3	0,278	0,758	ja	LSD	nein
RFD_6Wo	Erkrankungen_3	0,499	0,612	ja	LSD	nein
RFD_vp	Art Klauererkr.	0,383	0,820	ja	LSD	nein
RFD_p	Art Klauererkr.	0,358	0,838	ja	LSD	nein
RFD_a	Art Klauererkr.	0,857	0,492	ja	LSD	ja
RFD_6Wo	Art Klauererkr.	1,436	0,292	ja	LSD	nein

* = signifikante Unterschiede zwischen den Teilgruppen

Tab. 11-9: Fortsetzung (3) – Ergebnisse Test auf Homogenität der Varianzen (Levène)

Variable (metrisch)	Faktor (ordinal)	Levène- Test	p (Levène)	Varainz- gleichheit	PostHoc- Test	Sign.*
RFD_vp	Abgangsursache	0,897	0,488	ja	LDS	nein
RFD_p	Abgangsursache	0,314	0,903	ja	LSD	nein
RFD_a	Abgangsursache	0,307	0,907	ja	LSD	nein
RFD_6wo	Abgangsursache	2,089	0,081	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Kalzium_p	0,865	0,485	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Phosphat_p	0,487	0,745	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	NEFA_p	2,518	0,041	nein	Tamhane	nein
Δ RFD_p-vp	BHB_p	0,136	0,136	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Erkrankungen_1	2,604	0,057	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Erkrankungen_2	1,233	0,300	ja	LSD	nein
Δ RFD_a-p	Erkrankungen_2	1,064	0,367	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Erkrankungen_3	0,725	0,490	ja	LSD	nein
Δ RFD_a-p	Erkrankungen_3	1,289	0,285	ja	LSD	nein
Δ RFD_6Wo-a	Erkrankungen_3	0,184	0,833	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Art Klauererkr.	0,280	0,890	ja	LSD	ja
Δ RFD_a-p	Art Klauererkr.	1,341	0,259	ja	LSD	nein
Δ RFD_6Wo-a	Art Klauererkr.	0,497	0,738	ja	LSD	nein
Δ RFD_6Wo-vp	Art Klauererkr.	0,583	0,676	ja	LSD	nein
Δ RFD_p-vp	Abgangsursache	0,669	0,648	ja	LSD	nein
Δ RFD_a-p	Abgangsursache	1,050	0,398	ja	LSD	nein
Δ RFD_6Wo-a	Abgangsursache	1,608	0,181	ja	LSD	nein

* = signifikante Unterschiede zwischen den Teilgruppen

Tab. 11-10: Zusammenfassung Regressionsgleichungen

abhängige variable	unabhängige Variable	R ² linear	b	p	Regressionsgleichung
RFD_p	EKA	0,038	0,413	0,000	$y = 4,7 + 0,4 * EKA$
RFD_p	RFD_vp	0,466	0,710	0,000	$y = 3,6 + 0,7 * RFD_vp$
KGM_m	RFD_vp	0,019	0,100	0,024	$y = 38,5 + 0,1 * RFD_vp$
Kol.menge	RFD_vp	0,021	0,095	0,001	$y = 2,7 + 0,1 * RFD_vp$
IgG	RFD_p	0,009	- 0,256	0,029	$y = 69,5 - 0,3 * RFD_p$
RZ	RFD_6Wo	0,022	-0,534	0,001	$y = 67,2 - 0,5 * RFD_6Wo$
GZ	RFD_6Wo	0,012	-3,516	0,016	$y = 143,7 - 3,5 * RFD_6Wo$
Peak-ML	RFD_vp	0,034	0,342	0,000	$y = 28,6 + 0,3 * RFD_vp$
Peak-ML	RFD_p	0,013	0,200	0,006	$y = 30,6 + 0,2 * RFD_p$
100-d-ML	RFD_vp	0,019	23,781	0,007	$y = 2341,9 + 23,8 * RFD_vp$
100-d-ML	RFD_6Wo	0,082	-51,659	0,000	$y = 3244,1 - 51,7 * RFD_6Wo$
305-d-ML	RFD_6Wo	0,049	-88,995	0,000	$y = 8639,9 - 89,0 * RFD_6Wo$
100-d-ML	ΔRFD_6Wo-a	0,090	-57,362	0,000	$y = 2592,8 - 57,4 * RFD_6Wo-a$

p = Irrtumswahrscheinlichkeit, b = Regressionskoeffizient, KGM_m = Geburtsmasse männliche Kälber, RZ = Rastzeit, GZ = Günstzeit

Tab. 11-11: Häufigkeitsverteilungen in den RFD-Gruppen zu den vier Messzeitpunkten

RFD (mm)	M1_vp		M2_p		M3_a		M4_6Wo	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<10	28	5,1	48	7,8	97	19,6	308	60,6
10 – 14	254	47,0	332	53,7	283	57,2	170	33,5
15 – 20	232	42,9	209	33,8	107	21,6	27	5,3
>20	27	5,0	29	4,7	8	1,6	3	0,6

M1_vp = zu Beginn der Vorbereitungsperiode, M2_p = zum Partus, M3_a = zur Ausstallung, M4_6Wo = 6 Wochen p.p.

Tab. 11-12: Verlauf der RFD im peripartalen Zeitraum

Δ RFD (mm)	Δ RFD_p-vp		Δ RFD_a-p		Δ RFD_6wo-a		Δ RFD_6wo-vp	
	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	535	100	490	100	397	100	418	100
> -10	0	0	9	1,8	2	0,6	24	5,7
-10 bis -9	4	0,8	4	0,8	8	2,1	42	10
-8 bis -7	8	1,5	8	1,6	25	6,3	65	15,6
-6 bis -5	24	4,5	28	5,7	61	15,3	113	27
-4 bis -3	72	13,5	90	11,2	113	28,5	100	23,9
-2 bis -1	171	31,9	187	38,2	136	34,3	45	10,7
0	105	19,6	79	16,1	24	6	10	2,4
1 bis 2	97	18,1	60	12,3	21	5,3	15	3,6
3 bis 4	35	6,4	18	3,7	3	0,8	4	1,0
5 bis 6	12	2,2	5	1,0	4	1,0	0	0
7 bis 8	4	0,8	1	0,2	0	0	0	0
9 bis 10	1	0,2	1	0,2	0	0	0	0
>10	3	0,6	0	0	0	0	0	0
↓	279	52,2	326	66,5	345	86,9	389	93,1
↔	105	19,6	79	16,1	24	6,0	10	2,4
↑	151	28,2	85	17,3	28	7,1	19	4,5
$\bar{x} \pm s$	- 0,6 ± 2,82		- 1,9 ± 2,96		- 3,0 ± 2,67		- 5,1 ± 3,24	

↓ = Fettmobilisation, ↔ = keine Veränderung, ↑ = Fettretention

Tab. 11-13: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen zu Beginn der Vorbereitungsperiode

Väter	RFD_vp (mm)				
	n	\bar{x}	s	min	max
Jeeves	29	12,2	3,44	7	20
Focus	63	13,4	3,14	7	20
Melody	20	13,7	3,90	10	26
January	25	14,1	2,52	9	19
Boliver	24	14,8	4,26	9	24
Dayton	28	14,9	2,19	11	20
Hayden	69	15,1	3,61	9	25
Todd	20	15,6	3,12	12	24
Geneva	35	15,7	3,39	9	23
gesamt	313	14,6	3,45	7	26
F			4,0		
p			0,000		

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-14: Einfluss der Väter auf die RFD der Färsen zum Partus

Väter	RFD_p (mm)				
	n	\bar{x}	s	min	max
Melody	23	12,4	2,97	10	26
Jeeves	38	12,5	3,34	7	20
Focus	71	12,9	3,14	7	20
Geneva	41	13,2	3,50	9	23
Dayton	27	13,9	2,66	11	20
January	24	14,0	3,25	9	19
Boliver	27	14,1	3,73	9	24
Todd	20	14,8	3,18	12	24
Hayden	81	14,9	3,78	9	25
gesamt	352	13,8	3,46	7	26
F			3,2		
p			0,002		

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-15: Einfluss der Bullen auf den Geburtsverlauf

Geschlecht	Schweregrad der Geburt									
	spontan		ohne Hilfe		leichte Hilfe		schwere Hilfe		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	13	3,12	181	44,0	157	38,2	60	14,6	411	100
Sonic	3	23,0	31	17,1	52	33,1	28	46,6	114	27,8
Wildmann	1	7,7	32	17,7	19	12,1	7	11,7	59	14,4
Garret	2	15,4	36	19,9	13	8,3	6	10,0	57	13,9
Fidelity	1	7,7	24	13,3	25	15,9	4	6,7	54	13,1
Cricket	5	38,5	31	17,1	16	10,2	1	1,7	53	12,9
Omegat	0	0,0	19	10,5	23	14,6	6	10,0	48	11,6
Caliber	1	7,7	8	44,2	9	5,8	8	13,3	26	6,3
χ^2					56,3					
p					0,000					

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-16: Einfluss der Bullen auf den Ausgang der Geburt

Bullen	Ausgang der Geburt			
	Lebendgeburt		Totgeburt	
	n	%	n	%
gesamt	370	89,6	43	10,4
Caliber	20	76,9	6	30,0
Wildmann	52	86,6	8	13,3
Sonic	103	89,6	12	10,4
Omegat	43	89,6	5	10,4
Fidelity	49	90,7	5	9,3
Cricket	49	92,5	4	7,5
Garret	54	94,7	3	5,3
χ^2			7,2	
p			0,304	

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-17: Einfluss der Väter der Färsen auf die Kälbergeburtssmasse

Väter der Färsen	Kälbergeburtsgewicht (kg)				
	n	\bar{x}	s	min	max
Focus	73	40,4	4,30	39,4	41,4
Melody	23	40,4	3,15	39,1	41,7
Jeeves	39	40,5	3,99	39,2	41,8
Hayden	81	40,8	4,68	39,8	41,9
Todd	17	41,3	5,07	38,7	43,9
Boliver	26	41,4	3,89	39,8	42,9
Dayton	28	42,7	6,10	40,3	45,1
January	22	43,6	4,75	41,5	45,7
Geneva	42	43,9	3,47	42,9	45,0
gesamt	352	41,4	4,55	40,9	41,9
F			3,8		
p			0,000		

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-18: Einfluss der Bullen auf die Kälbergeburtssmasse

Bullen	Kälbergeburtsgewicht (kg)				
	n	\bar{x}	s	min	max
Garret	57	38,7	4,12	37,6	39,8
Cricket	49	39,7	5,68	38,1	41,4
Omegat	47	41,0	4,65	39,7	42,4
Fidelity	54	41,4	3,80	40,3	42,4
Wildmann	60	42,3	4,16	41,3	43,4
Sonic	110	43,3	4,45	42,5	44,2
Caliber	23	44,0	5,73	41,5	46,4
gesamt	400	41,6	4,83	41,1	42,1
F			9,3		
p			0,000		

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-19: statistische Kennzahlen der Milchleistung in der ersten Laktationswoche

Milchleistung (kg)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	min	max
ML_1	355	13,9 ^a	7,10	14	15	1	36
ML_2	441	17,0 ^b	6,48	17	19	1	39
ML_3	450	18,5 ^c	6,28	19	20	3	36
ML_4	417	20,2 ^d	6,20	21	21	3	42
ML_5	554	21,0 ^e	6,46	21	24	3	41
ML_6	445	22,3 ^f	6,51	23	24	3	41
ML_7	444	23,4 ^g	6,60	24	24	3	51
ML Σ 1-7	319	136,2	35,87	138	145	26	246

^{a-g} verschiedene Indizes weisen auf Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ hin

Tab. 11-20: Einfluss der RFD auf die Zuchttauglichkeit

Fruchtbarkeit	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
zuchtuntauglich				
n	16	18	15	13
$\bar{x} \pm s$	14,0 \pm 1,32	13,9 \pm 2,42	12,5 \pm 2,53	9,6 \pm 4,67
fruchtbar				
n	525	600	480	495
$\bar{x} \pm s$	14,6 \pm 3,50	13,9 \pm 3,62	12,3 \pm 3,47	9,4 \pm 2,79
F	0,4	0,0	0,1	0,0
p	0,520	0,979	0,818	0,889

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-21: Statistische Kennzahlen der Kalzium-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten

Parameter (mmol/l)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	min	max	n _a	% (n _a)
Ca_p	605	2,27	0,14	2,26	2,25	1,40	3,38	23	3,8
Ca_1d	624	2,23	0,18	2,24	2,22	0,09	2,74	36	5,8
Ca_7d	416	2,33	0,23	2,35	2,33	0,24	4,06	68	16,3

Referenzbereich: 2,00 – 2,54 mmol/l; n_a = Tiere mit Werten außerhalb des Referenzbereiches

Tab. 11-22: Statistische Kennzahlen des Phosphat-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten

Parameter (mmol/l)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	min	max	n _a	% (n _a)
P_p	598	1,24	0,32	1,21	1,22	0,40	2,85	348	58,2
P_1d	617	1,87	0,39	1,88	1,93	0,45	3,42	177	28,7
P_7d	604	1,69	0,33	1,67	1,73	0,58	3,31	89	14,7

Referenzbereich: 1,26 – 2,13 mmol/l (0 bis 7 Tage p.p.), n_a = Tiere mit Werten außerhalb des Referenzbereiches

Tab. 11-23: Statistische Kennzahlen der NEFA-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten

Parameter (mmol/l)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	min	max	n _a	% (n _a)
NEFA_p	601	0,74	0,22	0,73	0,78	0,23	1,84	213	35,4
NEFA_1d	618	0,44	0,25	0,40	0,25	0,00	2,78	48	7,8
NEFA_7d	604	0,57	0,35	0,49	0,36	0,06	2,20	116	19,2

Referenzbereich: < 0,8 mmol/l (0 bis 7 Tage p.p.), n_a = Tiere mit Werten außerhalb des Referenzbereiches

Tab. 11-24: Statistische Kennzahlen der BHB-Konzentration zu den 3 Messzeitpunkten

Parameter (mmol/l)	n	\bar{x}	s	Median	Modus	min	max	n _a	% (n _a)
BHB_p	595	0,34	0,10	0,34	0,34	0,07	0,77	0	0
BHB_1d	617	0,44	0,11	0,43	0,39	0,17	1,05	2	0,3
BHB_7d	603	0,56	0,28	0,52	0,34	0,17	3,24	24	4,0

Referenzbereich: < 1,0 mmol/l, n_a = Tiere mit Werten außerhalb des Referenzbereiches

Tab. 11-25: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von Calcium

Parameter (mmol/l)		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Ca_p	r	0,021	0,041	0,065	0,115
	p	0,636	0,321	0,159	0,012
	n	506	582	468	483
Ca_1	r	0,044	0,095	0,048	0,094
	p	0,341	0,029	0,291	0,036
	n	463	532	479	499
Ca_7	r	0,035	0,054	0,110	0,042
	p	0,433	0,193	0,016	0,356
	n	514	591	478	494

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-26: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von Phosphat

Parameter (mmol/l)		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
P_p	r	0,014	-0,016	0,068	-0,014
	p	0,753	0,706	0,143	0,758
	n	500	575	461	478
P_1	r	0,003	0,036	0,089	0,095
	p	0,938	0,377	0,053	0,035
	n	519	594	471	493
P_7	r	-0,028	-0,020	0,044	0,078
	p	0,522	0,635	0,336	0,087
	n	508	584	472	484

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-27: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von NEFA

Parameter (mmol/l)		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
NEFA_p	r	0,028	0,034	0,081	-0,013
	p	0,535	0,421	0,084	0,775
	n	498	572	460	477
NEFA_1	r	0,048	0,042	-0,008	-0,119
	p	0,275	0,303	0,858	0,008
	n	517	594	472	495
NEFA_7	r	0,041	0,041	0,031	-0,042
	p	0,358	0,318	0,496	0,002
	n	508	583	475	487

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-28: Korrelation zwischen der RFD und der Serumkonzentration von BHB

Parameter (mmol/l)		RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
BHB_p	r	0,028	0,034	-0,013	-0,046
	p	0,535	0,421	0,789	0,319
	n	498	572	459	477
BHB_1	r	0,048	0,042	-0,23	-0,58
	p	0,275	0,303	0,625	0,201
	n	517	594	471	493
BHB_7	r	0,041	0,041	-0,020	-0,040
	p	0,358	0,318	0,663	0,002
	n	508	583	471	484

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-29: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode auf die Serumkonzentrationen zur Kalbung

Serumparameter (mg/ml)	RFD_vp (mm)			
	≤ 9	10 – 14	15 – 20	>20
Kalzium_p				
n	28	242	210	26
$\bar{x} \pm s$	2,27 ± 0,236	2,26 ± 0,137	2,26 ± 0,141	2,28 ± 0,125
F		0,2		
p		0,855		
Phosphat_p				
n	28	239	207	26
$\bar{x} \pm s$	1,30 ± 0,271	1,22 ± 0,309	1,27 ± 0,347	1,24 ± 0,319
F		0,8		
p		0,432		
NEFA_p				
n	28	237	207	26
$\bar{x} \pm s$	0,63 ± 0,185	0,73 ± 0,234	0,75 ± 0,199	0,72 ± 0,227
F		1,3		
p		0,285		
BHB_p				
n	28	237	207	26
$\bar{x} \pm s$	0,33 ± 0,218	0,34 ± 0,109	0,34 ± 0,099	0,34 ± 0,096
F		0,0		
p		0,996		

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-30: Einfluss der RFD zum Partus auf die Serumkonzentrationen zur Kalbung

Serumparameter (mg/ml)	maternale RFD_p (mm)			
	≤ 9	10 - 14	15 - 20	> 20
Kalzium_p				
n	45	316	195	26
$\bar{x} \pm s$	2,28 ± 0,199	2,26 ± 0,144	2,27 ± 0,122	2,29 ± 0,116
F			0,8	
p			0,482	
Phosphat_p				
n	46	310	193	26
$\bar{x} \pm s$	1,30 ± 0,322	1,24 ± 0,317	1,22 ± 0,304	1,30 ± 0,399
F			1,9	
p			0,289	
NEFA_p				
n	45	309	193	26
$\bar{x} \pm s$	0,67 ± 0,170	0,73 ± 0,2	0,76 ± 0,233	0,73 ± 0,192
F			1,3	
P			0,121	
BHB_p				
n	45	308	193	26
$\bar{x} \pm s$	0,33 ± 0,111	0,34 ± 0,104	0,34 ± 0,102	0,34 ± 0,119
F			0,4	
p			0,247	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-31: Erkrankungsprävalenz in Abhängigkeit von der RFD zur Ausstellung

Erkrankung	RFD_a (mm)								gesamt	
	≤ 9		10 - 14		15 - 20		> 20			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	97	19,6	283	57,2	107	21,6	8	1,6	495	100
ja	72	74,2	167	59,0	47	43,9	5	6,25	135	27,8
nein	25	25,8	116	41,0	60	56,1	3	37,5	406	14,4
χ^2										19,4
p										0,000

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-32: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zum Partus auf die Erkrankungen vom 1. bis 3. Tag p.p.

RFD (mm)	Erkrankungen			
	NGV	Metritis	NGV + M	Sonstige
RFD_vp				
n	16	11	12	49
$\bar{x} \pm s$	13,4 ± 3,59	15,0 ± 2,93	14,9 ± 2,11	14,5 ± 3,25
F			0,7	
p			0,530	
RFD_p				
n	18	11	13	54
$\bar{x} \pm s$	12,4 ± 3,17	14,2 ± 3,19	14,4 ± 2,40	13,8 ± 4,17
F			1,0	
p			0,415	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-33: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode, zum Partus und zur Aufstallung auf die Erkrankungen vom 4. bis 14. Tag p.p.

RFD (mm)	Erkrankungen			
	Metritis	Ketose	Mastitis	Lahmheit
RFD_vp				
n	123	7	7	6
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,23	12,9 ± 1,95	14,4 ± 2,88	13,8 ± 3,37
F			0,6	
p			0,637	
RFD_p				
n	131	7	8	7
$\bar{x} \pm s$	13,6 ± 3,15	11,4 ± 2,37	13,4 ± 3,34	11,6 ± 1,81
F			1,9	
p			0,134	
RFD_a				
n	109	5	4	7
$\bar{x} \pm s$	11,6 ± 3,05	10,0 ± 2,12	12,0 ± 1,41	10,9 ± 2,80
F			0,6	
p			0,599	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-34: Einfluss der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode bzw. in den ersten 6 Laktationswochen auf die Erkrankungen vom 15. bis 48. Tag p.p.

RFD (mm)	Erkrankungen		
	Mastitis	Lahmheit	Pyometra
RFD_vp			
n	17	25	9
$\bar{x} \pm s$	15,5 ± 4,82	13,6 ± 3,33	15,1 ± 3,95
F		1,3	
p		0,281	
RFD_p			
n	18	28	10
$\bar{x} \pm s$	14,3 ± 3,90	14,3 ± 4,23	15,4 ± 4,58
F		0,3	
p		0,756	
RFD_a			
n	16	25	10
$\bar{x} \pm s$	12,7 ± 3,63	12,3 ± 3,35	14,3 ± 4,50
F		1,1	
p		0,357	
RFD_6wo			
n	13	18	3
$\bar{x} \pm s$	9,3 ± 2,56	10,3 ± 4,39	13,0 ± 2,65
F		1,3	
p		0,298	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-35: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der RFD zu Beginn der Vorbereitungsperiode

Klauen- erkrankung	RFD_vp (mm)									
	≤ 9		10 - 14		15 - 20		> 20		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	28	5,2	254	47,0	232	42,8	27	5,0	541	100
ja	11	39,3	70	27,6	48	20,7	6	22,2	135	27,8
nein	17	60,7	184	72,4	184	79,3	21	77,8	406	14,4
χ^2						6,4				
p						0,096				

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-36: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der RFD zum Partus

Klauen- erkrankung	RFD_p (mm)									
	≤ 9		10 - 14		15 - 20		> 20		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	48	7,8	332	53,7	209	33,8	29	4,7	618	100
ja	25	52,1	95	28,6	49	23,4	5	17,2	174	27,8
nein	23	47,9	237	71,4	160	76,6	24	82,8	444	14,4
χ^2	17,6									
p	0,000									

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-37: Zusammenhang zwischen der RFD und der Art der Klauenerkrankung

Klauenerkrankung	RFD (mm)			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Erosio unguulae				
n	32	43	40	35
$\bar{x} \pm s$	13,3 ± 3,06	11,9 ± 3,03	10,5 ± 2,76	8,5 ± 2,42
Pododermatitis				
n	40	50	44	40
$\bar{x} \pm s$	12,8 ± 3,64	12,9 ± 3,71	11,3 ± 3,76	9,7 ± 3,88
Dermatitis dig.				
n	10	16	14	15
$\bar{x} \pm s$	13,9 ± 3,00	13,7 ± 3,72	12,5 ± 2,53	9,4 ± 1,84
Weißer-Linie-Defekt				
n	14	16	17	16
$\bar{x} \pm s$	12,9 ± 4,50	13,9 ± 4,42	11,2 ± 2,75	9,5 ± 2,88
Sonstige				
n	8	11	10	8
$\bar{x} \pm s$	14,9 ± 3,44	12,6 ± 2,81	12,3 ± 2,79	8,5 ± 2,00
gesamt				
n	104	136	125	114
$\bar{x} \pm s$	13,2 ± 3,51	12,7 ± 3,56	11,3 ± 3,13	9,2 ± 3,00
F	0,7	1,4	1,4	0,9
p	0,594	0,239	0,238	0,474

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-38: Zusammenhang zwischen der RFD und der Abgangsursache

Abgangsursache	RFD in mm			
	RFD_vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Leistung				
n	22	23	19	15
$\bar{x} \pm s$	13,7 ± 3,52	12,8 ± 4,71	12,7 ± 4,22	11,6 ± 5,91
Fruchtbarkeit				
n	22	24	19	19
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,14	13,6 ± 3,66	12,0 ± 3,07	9,1 ± 2,62
OP/ Sonstiges				
n	17	18	9	11
$\bar{x} \pm s$	14,4 ± 3,53	13,3 ± 4,12	10,3 ± 2,40	9,7 ± 4,08
Klauen				
n	6	9	7	6
$\bar{x} \pm s$	15,8 ± 3,76	13,8 ± 2,64	13,1 ± 2,61	10,2 ± 1,94
Euter				
n	4	5	4	6
$\bar{x} \pm s$	13,3 ± 1,26	13,2 ± 3,03	11,8 ± 2,75	7,7 ± 1,97
verendet				
n	9	9	4	3
$\bar{x} \pm s$	16,3 ± 2,18	16,3 ± 2,60	13,5 ± 3,70	9,7 ± 2,31
gesamt				
n	80	87	62	60
$\bar{x} \pm s$	14,5 ± 3,26	13,6 ± 3,90	12,2 ± 3,37	9,8 ± 3,94
F	1,2	1,1	0,9	1,1
p	0,339	0,363	0,501	0,361

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-39: Einfluss der Änderung der RFD auf die Zuchttauglichkeit

Fruchtbarkeit	Änderung der RFD (mm)		
	RFD_p-vp	RFD_a-p	RFD_6Wo-a
zuchtuntauglich			
n	16	15	9
$\bar{x} \pm s$	-0,5 ± 1,59	-1,3 ± 1,18	-1,4 ± 3,00
fruchtbar			
n	519	475	388
$\bar{x} \pm s$	-0,6 ± 2,85	-1,6 ± 3,00	-3,0 ± 2,65
F	0,0	0,1	2,9
p	0,879	0,746	0,087

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-40: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von Kalzium

Parameter (mmol/l)		Δ RFD_p-vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
Ca_p	r	0,007	0,041	0,065	0,115
	p	0,871	0,321	0,159	0,012
	n	501	582	468	483
Ca_1	r	0,044	0,095	0,048	0,094
	p	0,341	0,029	0,291	0,036
	n	463	532	479	499
Ca_7	r	0,035	0,054	0,110	0,042
	p	0,433	0,193	0,016	0,356
	n	514	591	478	494

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-41: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von Phosphor

Parameter (mmol/l)		Δ RFD_p-vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
P_p	r	-0,007	0,041	0,065	0,115
	p	0,881	0,321	0,159	0,012
	n	495	582	468	483
P_1	r	0,044	0,095	0,048	0,094
	p	0,341	0,029	0,291	0,036
	n	463	532	479	499
P_7	r	0,035	0,054	0,110	0,042
	p	0,433	0,193	0,016	0,356
	n	514	591	478	494

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-42: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von NEFA

Parameter (mmol/l)		Δ RFD_p-vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
NEFA_p	r	-0,004	0,041	0,065	0,115
	p	0,933	0,321	0,159	0,012
	n	493	582	468	483
NEFA_1	r	0,044	0,095	0,048	0,094
	p	0,341	0,029	0,291	0,036
	n	463	532	479	499
NEFA_7	r	0,035	0,054	0,110	0,042
	p	0,433	0,193	0,016	0,356
	n	514	591	478	494

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-43: Korrelation zwischen der Änderung der RFD und der Serumkonzentration von BHB

Parameter (mmol/l)		Δ RFD_p-vp	RFD_p	RFD_a	RFD_6Wo
BHB_p	r	-0,004	0,041	0,065	0,115
	p	0,933	0,321	0,159	0,012
	n	493	582	468	483
BHB_1	r	0,044	0,095	0,048	0,094
	p	0,341	0,029	0,291	0,036
	n	463	532	479	499
BHB_7	r	0,035	0,054	0,110	0,042
	p	0,433	0,193	0,016	0,356
	n	514	591	478	494

r = Korrelationskoeffizient nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-44: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Serumkonzentration zum Partus

Serum- parameter (mg/ml)	Änderung der RFD_p-vp (mm)				
	≥ -5	-4 – -1	0	1 – 3	≥ 4
Kalzium_p					
n	33	230	99	112	18
$\bar{x} \pm s$	2,25 ± 0,202	2,27 ± 0,138	2,26 ± 0,157	2,27 ± 0,134	2,26 ± 0,125
F			0,1		
p			0,970		
Phosphat_p					
n	33	226	98	111	18
$\bar{x} \pm s$	1,23 ± 0,352	1,25 ± 0,342	1,26 ± 0,295	1,23 ± 0,314	1,28 ± 0,354
F			0,2		
p			0,955		
NEFA_p					
n	33	225	97	111	18
$\bar{x} \pm s$	0,72 ± 0,189	0,72 ± 0,201	0,71 ± 0,202	0,77 ± 0,276	0,64 ± 0,163
F			1,9		
p			0,115		
BHB_p					
N	33	225	97	111	18
$\bar{x} \pm s$	0,35 ± 0,088	0,33 ± 0,100	0,34 ± 0,101	0,35 ± 0,118	0,34 ± 0,115
F			1,2		
p			0,329		

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-45: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode auf die Erkrankungen vom 1. bis 3. Laktationstag

Δ RFD (mm)	Erkrankungen			
	NGV	Metritis	NGV + M	Sonstige
RFD_p-vp				
n	16	11	12	48
$\bar{x} \pm s$	-0,6 ± 2,27	-0,8 ± 0,98	-0,9 ± 2,21	-0,6 ± 3,23
F			0,1	
p			0,980	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-46: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. vom Partus bis zur Ausstallung auf die Erkrankungen vom 4. bis 14. Laktationstag

Δ RFD (mm)	Erkrankungen			
	Metritis	Ketose	Mastitis	Klaue
ΔRFD_p-vp				
n	120	7	7	6
$\bar{x} \pm s$	-0,9 \pm 2,51	-1,4 \pm 1,13	-1,0 \pm 2,16	-2,5 \pm 3,39
F		0,9		
p		0,429		
ΔRFD_a-p				
n	106	5	4	7
$\bar{x} \pm s$	-1,9 \pm 3,14	-1,0 \pm 0,71	-2,0 \pm 1,83	-0,7 \pm 1,98
F		0,4		
p		0,724		

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-47: Einfluss der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode bzw. in den ersten 6 Laktationswochen auf die Erkrankungen vom 15. bis 48. Tag p.p.

Δ RFD (mm)	Erkrankungen		
	Mastitis	Klaue	Pyometra
ΔRFD_p-vp			
n	17	24	9
$\bar{x} \pm s$	-0,9 \pm 3,58	0,0 \pm 3,90	-0,1 \pm 1,90
F		0,4	
P		0,687	
ΔRFD_a-p			
n	16	24	10
$\bar{x} \pm s$	-1,5 \pm 1,83	-1,3 \pm 2,81	-1,1 \pm 3,76
F		0,1	
P		0,935	
ΔRFD_6Wo-a			
n	13	14	3
$\bar{x} \pm s$	-2,6 \pm 2,72	-3,4 \pm 2,47	-3,3 \pm 2,08
F		0,4	
p		0,703	

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-48: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Art der Klauenerkrankung

Klauenerkrankung	Änderung der RFD			
	Δ RFD_p-vp	Δ RFD_a-p	Δ RFD_6Wo-a	Δ RFD_6Wo-vp
Erosio unguulae				
n	32	40	32	25
$\bar{x} \pm s$	-1,4 \pm 3,03	-1,3 \pm 3,06	-2,0 \pm 1,99	-4,9 \pm 2,86
Pododermatitis				
n	40	44	35	31
$\bar{x} \pm s$	0,1 \pm 2,78	-1,2 \pm 1,96	-2,1 \pm 2,58	-3,5 \pm 2,69
Dermatitis dig.				
n	9	13	12	8
$\bar{x} \pm s$	1,1 \pm 3,95	-1,5 \pm 3,26	-2,8 \pm 2,29	-4,3 \pm 2,71
Weißer-Linie-Defekt				
n	13	16	16	13
$\bar{x} \pm s$	0,7 \pm 4,46	-2,5 \pm 4,05	-1,9 \pm 1,98	-4,6 \pm 4,72
Sonstige				
n	8	10	7	5
$\bar{x} \pm s$	-2,2 \pm 2,87	-0,7 \pm 2,11	-3,7 \pm 2,50	-6,4 \pm 2,61
gesamt				
n	102	123	102	82
$\bar{x} \pm s$	-0,4 \pm 3,32	-1,4 \pm 2,82	-2,2 \pm 2,28	-4,4 \pm 3,16
F	2,5	0,8	1,1	1,3
p	0,051	0,497	0,355	0,285

F = Streuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-49: Prävalenz an Klauenerkrankungen in Abhängigkeit von der Änderung der RFD in der Vorbereitungsperiode

Klauen- erkrankung	Änderung der RFD_p-vp (mm)									
	≥ -6		$-5 - -1$		0		1 - 5		≥ 5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
gesamt	19	35,5	260	48,6	105	19,6	139	26,0	2,2	100
ja	9	47,4	61	23,5	28	26,7	30	21,6	5	41,7
nein	10	52,6	199	76,5	77	73,3	109	78,4	7	58,3
χ^2					8,22					
p					0,084					

Chi² nach Pearson, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

Tab. 11-50: Zusammenhang zwischen der Änderung der RFD und der Abgangsursache

Abgangsursache	Änderung der RFD in mm			
	$\Delta\text{RFD}_{\text{p-vp}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{a-p}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-a}}$	$\Delta\text{RFD}_{\text{6Wo-vp}}$
Leistung				
n	22	19	13	14
$\bar{x} \pm s$	$-1,3 \pm 2,83$	$-0,6 \pm 2,56$	$-0,1 \pm 3,52$	$-3,5 \pm 3,39$
Fruchtbarkeit				
n	22	19	13	16
$\bar{x} \pm s$	$-0,6 \pm 3,02$	$-2,2 \pm 2,24$	$-2,3 \pm 1,93$	$-5,0 \pm 3,35$
sonstiges				
n	16	9	7	10
$\bar{x} \pm s$	$-0,8 \pm 2,56$	$-2,8 \pm 5,21$	$-2,4 \pm 2,15$	$-4,3 \pm 3,23$
Klauen				
n	6	7	5	4
$\bar{x} \pm s$	$-1,7 \pm 1,97$	$-0,6 \pm 2,37$	$-2,8 \pm 3,96$	$-7,0 \pm 2,45$
Euter				
n	4	4	5	4
$\bar{x} \pm s$	$-1,3 \pm 1,71$	$-0,3 \pm 1,5$	$-4,0 \pm 3,16$	$-5,5 \pm 1,91$
verendet				
n	9	4	2	3
$\bar{x} \pm s$	$0,0 \pm 1,22$	$-5,3 \pm 3,95$	$-4,5 \pm 3,54$	$-7,7 \pm 1,15$
gesamt				
n	79	62	44	51
$\bar{x} \pm s$	$-0,9 \pm 2,57$	$-1,7 \pm 3,18$	$-2,0 \pm 3,08$	$-4,8 \pm 3,21$
F	0,5	2,3	1,9	1,5
p	0,769	0,060	0,115	0,216

F = Steuungsquotient ANOVA, p = Irrtumswahrscheinlichkeit

12 Publikationsverzeichnis

Poster, 10. Berlin-Brandenburger Rindertag, 02.-04.10.2014

Adermann, J., Staufenbiel, R.

„Einfluss der Körperkondition von hochtragenden Färsen auf den Geburtsverlauf, die Kälbergeburtsmasse und die Menge und Qualität des Erstkolostrums sowie auf Milchleistung, Fruchtbarkeit und Erkrankungsinzidenz in der ersten Laktation“

13 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all diejenigen Personen dankend erwähnen, die zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Univ. Prof. Dr. Rudolf Staufenbiel für die Überlassung des spannenden Themas, die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung bei der Verfassung der Arbeit sowie das entgegengebrachte Vertrauen in meine Fähigkeiten und Ideen.

Herrn Dr. Hilmert, Fr. Waberowski und dem gesamten Laborteam der Rinderklinik der FU Berlin sei für die zügige und fleißige Bearbeitung der Proben gedankt.

Herrn Jochen Walter und Frau Dr. Karin Holland der Gut Hohen Luckow GmbH danke ich für die Ermöglichung der praktischen Datenerfassung und für das bereitwillige Zurverfügungstellen der Unterkunft vor Ort.

Insbesondere bei Martin Moos und Alexander Schirmer möchte ich mich für die sehr kompetente Beratung sowie die Unterstützung und Mühe bei der Bereitstellung jeglicher fachlicher Daten bedanken. Stefan Gabbert und allen Mitarbeitern der Milchviehanlage bin ich zu großem Dank verpflichtet. Ohne Eure Unterstützung wäre die umfangreiche Datensammlung nicht möglich gewesen.

Ein großes, herzliches Dankeschön auch an meine Mitdoktorandinnen Maria und Monique sowie an alle Praktikanten für die unvergessene gemeinsame Zeit in Hohen Luckow.

Vielen, vielen Dank an Melanie. Nicht nur für die tolle Zeit vor Ort, sondern vor allem für deine Diskussionsbereitschaft, deine wertvollen Ratschläge und all die hilfreichen fachlichen Denkanstöße bei der Fertigstellung der Arbeit.

Auch die ausdauernden Korrekturleserinnen sollen hier glänzend erwähnt werden.

Bei meinen lieben Kleintierkolleginnen aus Lankwitz und Treptow bedanke ich mich für das erfrischende Arbeitsklima und die zeitlichen Freiräume, die das Verfassen dieses Werkes neben der Arbeit erst möglich gemacht haben.

Mein größter Dank gilt jedoch meiner Familie und meinen Freunden! Ich danke Euch für die schönen kreativen Pausen, für Euer Verständnis und Eure Unterstützung. Chris danke ich ganz besonders für seinen Rückhalt, seine unermüdliche Energie und Motivation, sein geduldiges Zuhören und für die vielen lustigen, aufmunternden gemeinsamen Momente.

Danksagung

Zu guter letzt möchte ich mich von ganzem Herzen bei meinen lieben Eltern bedanken, die mich mein gesamtes Leben in all meinen Vorhaben begleitet haben und mit Rat und Tat zur Seite standen.

14 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere außerdem, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 15.07.2015

Jenny Adermann