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

Erarbeitung einer Methode zur Bewertung des Wachstumsverlaufes von Holstein-Friesian Färsen ab dem zweiten Lebenshalbjahr bis zur Hochträchtigkeit

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

vorgelegt von
Nora Weiß
Tierärztin aus Jena

Berlin 2018
Journal-Nr.: 4005

mbvberlin | mensch und buch verlag

Aus der Klinik für Klauentiere

des Fachbereichs Veterinärmedizin

der Freien Universität Berlin

Erarbeitung einer Methode zur Bewertung des Wachstumsverlaufes von Holstein-Friesian Färsen ab dem zweiten Lebenshalbjahr bis zur Hochträchtigkeit

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doktors der Veterinärmedizin

an der

Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Nora Weiß

Tierärztin aus Jena

Berlin 2018

Journal-Nr.: 4005

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:	Prof. Dr. Holger Martens
Dritter Gutachter:	PD Robert Pieper

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
Holstein-Friesian; heifers; body condition; growth; body weights; body measurements; body mass index; body fat; body length; ultrasound; ultrasonography; ultrasonic diagnosis

Tag der Promotion: 22.05.2018

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

ISBN: 978-3-86387-903-7
Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2018
Dissertation, Freie Universität Berlin
D188

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 2018
Choriner Str. 85 - 10119 Berlin
verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meinen Eltern

in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

1 Einleitung 1

2 Literaturübersicht 3

2.1 Methoden der Beurteilung des Wachstumsverlaufes 3

2.1.1 Lebendmasse 3

2.1.2 Brustumfang 6

2.1.3 Kreuzbeinhöhe und Widerristhöhe 7

2.1.4 Weitere Körpermaße 9

2.1.5 Body condition scoring 10

2.1.6 Rückenfettdicke 12

2.2 Altersabhängiger Wachstumsverlauf 14

2.2.1 Kälberwachstum 14

2.2.1.1 Normwerte 17

2.2.1.2 Empfehlungen für Haltung und Fütterung 18

2.2.2 Aufzuchtperiode bis zur Besamung 20

2.2.2.1 Normwerte 23

2.2.2.2 Empfehlungen für Fütterung und Haltung 25

2.2.3 Wachstum in der Trächtigkeit 26

2.2.3.1 Normwerte 31

2.2.3.2 Empfehlung für Haltung und Fütterung 32

2.3 Aufzuchtintensität und Erstkalbealter 34

2.3.1 Milchleistung 34

2.3.2 Fruchtbarkeit 39

2.3.3 Gesundheit und Überlebensrate 44

2.3.4 Empfehlungen zum Erstkalbealter 46

3 Material und Methoden 49

3.1 Untersuchungsbetriebe 49

3.1.1 Haltung 52

3.1.2 Fütterung 52

3.2 Tiermaterial und Untersuchungsplan 53

3.3 Untersuchungsmethoden 54

3.3.1 Messung der Lebendmasse 54

3.3.2 Messung der Kreuzbeinhöhe 55

3.3.3 Messung der Rückenfettdicke 55

3.3.4 Beurteilung der Körperkondition 57

3.3.4.1 Wiederholbarkeit 59

3.4 Statistische Methoden 60

4 Ergebnisse 64

4.1 Untersuchung zum Wachstumsverlauf 64

4.1.1 Messwerte in Abhängigkeit vom Alter 64

4.1.1.1 Rückenfettdicke 65

4.1.1.2 Lebendmasse 68

4.1.1.3 Kreuzbeinhöhe 70

4.1.2 Vergleich der Betriebe 72

4.1.2.1 Wachstum ab dem zweiten Lebenshalbjahr 72

4.1.2.2 Wachstum in der Trächtigkeit 80

4.2 Schätzgenauigkeit der Körperkondition wachsender Färsen 84

4.2.1 Zeitlich getrennte RFD-Schätzwerte 84

4.2.2 Zeitlich abhängige RFD-Schätzwerte 91

4.2.3 Gegenüberstellung der Betriebe 94

4.2.4 Übereinstimmungsgüte der Methoden 97

4.2.5 Reproduzierbarkeit der Methoden 100

4.3 Lebendmasseschätzung über die Messung des Brustumfanges 103

5 Diskussion 105

5.1 Aufgabenstellung 105

5.2 Messwerte in Abhängigkeit vom Alter 106

5.3 Vergleich der Betriebe 108

5.3.1 Wachstum ab dem zweiten Lebenshalbjahr 108

5.3.2 Wachstum in der Trächtigkeit 112

5.4 Schätzgenauigkeit der Körperkondition wachsender Färsen 117

5.4.1 Übereinstimmungsgüte der Methoden 117

5.4.2 Reproduzierbarkeit der Methoden 120

5.5 Lebendmasseschätzung über die Messung des Brustumfanges 120

6 Schlussfolgerungen 121

7 Zusammenfassung 123

8 Summary 126

9 Literaturverzeichnis 129

Abbildungsverzeichnis 160

Tabellenverzeichnis 163

Anhang 169

Publikationsverzeichnis 182

Danksagung 183

Selbständigkeitserklärung 184

Abkürzungsverzeichnis

a.p. ante partum

BCS Body Condition Scoring

d Lebenstag

EKA Erstkalbealter

KBH Kreuzbeinhöhe

LM Lebendmasse

LMZ Lebendmassezunahme

r Korrelationskoeffizient

R^2 Bestimmtheitsmaß

RFD Rückenfettdicke

S1 visuell ermittelter Schätzwert der RFD
(Betrachten der Fettfüllung in der Schwanzfalte)

S2 palpatorisch ermittelter Schätzwert der RFD
(Betrachten plus zusätzliches Betasten der Schwanzfaltengrube)

S3 visuell ermittelter Schätzwert der RFD
(Betrachten des Bereiches zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker)

s Standardabweichung

p.p. post partum

$\bar{x}$ Mittelwert

ZTZ Zwischentragezeit

ZKZ Zwischenkalbezeit

1 Einleitung

Die Qualität der aufgezogenen Färsen spiegelt sich wider in der Milchleistung, dem Geburtsverlauf und in der Nutzungsdauer als Milchkuh (Staufenbiel, 1988). Hieraus leitet sich eine Schlüsselstellung der Aufzucht bei der Bereitstellung leistungsfähiger und langlebiger Milchkühe ab. Von grundlegender Bedeutung für die Färsenqualität sind die Lebendmasse als erstes Beurteilungskriterium und der Fettansatz als die eigentliche dynamische und kritische Komponente im Wachstumsverlauf (Staufenbiel und Rossow, 1987). Erfolge in der Tierzucht und eine Verbesserung der Fütterung und Haltung führten in den letzten Jahren zu einer beachtlichen Steigerung der Laktationsleistung. Die jährliche Milchleistung aller schwarzbunten Milchkühe in Deutschland betrug im Durchschnitt im Jahr 2000 7465 kg (ADR, 2001) und liegt im Jahr 2015 bei 9087 kg (ADR, 2016). Den gestiegenen Jahresleistungen je Kuh steht allerdings nur noch ein geringfügiger Anstieg der Nutzungsdauer um 0,3 Monate je Jahr gegenüber (ADR, 2016). Die mittlere Nutzungsdauer beträgt derzeit 36,7 Monate, dass heißt, dass die Milchkühe nach dem ersten Kalb noch drei Jahre alt werden. Das durchschnittliche Abgangsalter der Kühe liegt derzeit bei 5,4 Jahre (ADR, 2016). Hauptursache für die geringe mittlere Nutzungsdauer sind die hohen Abgangsraten von Jungkühen insbesondere zu Beginn der Laktation (Römer, 2011) In der Literatur wird der Anteil der Jungkuhabgänge an den Gesamtabgängen mit 25 % angegeben (Brade et al., 2008; Wangler et al., 2009; Wangler, 2010; Römer, 2011; Münch und Richter, 2012; Volkmann, 2014; Naumann und Fünfarek, 2015). Als Richtwert gilt ein Anteil von maximal 15 % (Anacker und Instenberg, 2009). Die Qualität der Aufzucht bestimmt vor allem die Überlebensrate der Jungkühe (Losand et al., 2014). Aus der Literatur geht hervor, dass sowohl überkonditionierte als auch unterkonditionierte Färsen zum Kalbezeitpunkt ein höheres Abgangsrisiko aufweisen (Schröder, 2003; Staufenbiel et al., 2007; Ackermann et al., 2013). Aus wirtschaftlicher Sicht als auch aus Sicht der Gesundheit und Leistungsbereitschaft sollte ein frühes Erstkalbealter angestrebt werden (Losand et al., 2007a). Mit einer Intensivierung der Aufzucht für eine frühe Zuchtbenutzung der Färsen sind höhere Anforderungen an Haltung und Management verbunden. Um diesem Ziel entsprechen zu können, müssen Lebendmassezunahmen eingehalten und die Körperkondition ab dem neunten Lebensmonat regelmäßig kontrolliert werden. Die Körperkonditionsbeurteilung ist ein wichtiges Managementinstrument zur Sicherung der Tiergesundheit. Zur Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen wird das BCS-System nach Edmonson et al. (1989) angewandt. Für wachsende Jungrinder hingegen steht kein eigenes Bewertungsschema zur Verfügung. Als Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit gilt daher die Prüfung der Eignung einer speziell für Aufzuchtfärsen entwickelten Methode zur Körperkonditionsbeurteilung.

Zum Abgleich der speziell für die Anwendung bei Färsen neu entwickelten Konditionsbeurteilungsmethode werden für die Bewertung Holstein Friesian Färsen verschiedener Betriebe mit unterschiedlichen Aufzuchtverfahren herangezogen.

Eine weitere Zielstellung dieser Arbeit besteht darin, neben dem Verlauf des Fettansatzes wachsender Färsen den Wachstumsverlauf über die Zeit von sechs Lebensmonaten bis zur Hochträchtigkeit zu beschreiben.

2 Literaturübersicht

2.1 Methoden der Beurteilung des Wachstumsverlaufes

2.1.1 Lebendmasse

Zur Kontrolle der Aufzuchtleistung dient als erstes Kriterium die Lebendmasse (LM) (Staufenbiel und Rossow, 1987; Lachmann et al., 1993). Die Wachstumsleistung ist in erster Linie durch den Proteinansatz geprägt, der Vorrang vor dem Fettansatz hat. Die Lebendmasse setzt sich zusammen aus Protein, Fett, Mineralstoffen und Wasser. Als Summenparameter spiegelt die Lebendmasse die Gesamtwachstumsleistung ohne Differenzierung der Körperzusammensetzung wider (Staufenbiel, 2014). Zur Bewertung der Aufzuchtqualität ist die Erfassung der LM als alleiniges Kriterium nicht ausreichend, da eine hohe LM auch durch einen vermehrten Fettansatz erreicht werden kann. Die Aussage der Lebendmasse zur Bewertung des Wachstums ist daher durch die Konditionsbeurteilung zu ergänzen (Hoffman, 1997; Le Cozler et al., 2008). Die LM ist darüber hinaus in Relation zur Größe eines Tieres zu betrachten. Bei gleichschweren Tieren kann es sich um ein großrahmiges mageres oder um ein kleines adipöses Tier handeln. Als Funktion des skelettalen Rahmens (Sendig, 1980) kann die Lebendmasse unter Berücksichtigung des Verfettungsgrades indirekt Aussagen zur Rahmengröße liefern (Staufenbiel et al., 1993).

Nach Klawuhn und Staufenbiel (1997) besteht eine alters- und konditionsabhängige Veränderung der Aussagekraft der Lebendmasse zum Fettansatz. Beim adulten Rind kann die LM zur Beurteilung des Verfettungsgrades herangezogen werden. Mit Erreichen der dritten Laktation ist das Wachstum im Wesentlichen abgeschlossen und die Änderung der LM wird überwiegend durch den Auf- und Abbau von Körperfett bedingt. Bei wachsenden Jungrindern fanden die Autoren zwischen der LM und dem Körperfettgehalt keine oder nur geringe signifikante Korrelationen. Beim Jungrind spiegelt die Lebendmasse mehr die Änderung des Proteingehaltes wider.

Mit fortschreitendem Wachstum kommt es zu einer Veränderungen der stofflichen Zusammensetzung des Lebendmasseansatzes. Der Proteinansatz und der Wassereinbau gehen zurück, die Fett- und Energiespeicherung steigen (Staufenbiel und Rossow, 1987). Auf die Lebendmasse bezogen ist ein relativ konstanter Protein- und schnell zunehmender Fett- und abnehmender Wassergehalt festzustellen (Staufenbiel, 1988). In den Abb. 1 und 2 ist der Proteinansatz und der Fettansatz in Abhängigkeit von der Lebendmasse und einem differenzierten Zunahmeniveau von 800 g und 1000 g je Tier und Tag dargestellt.

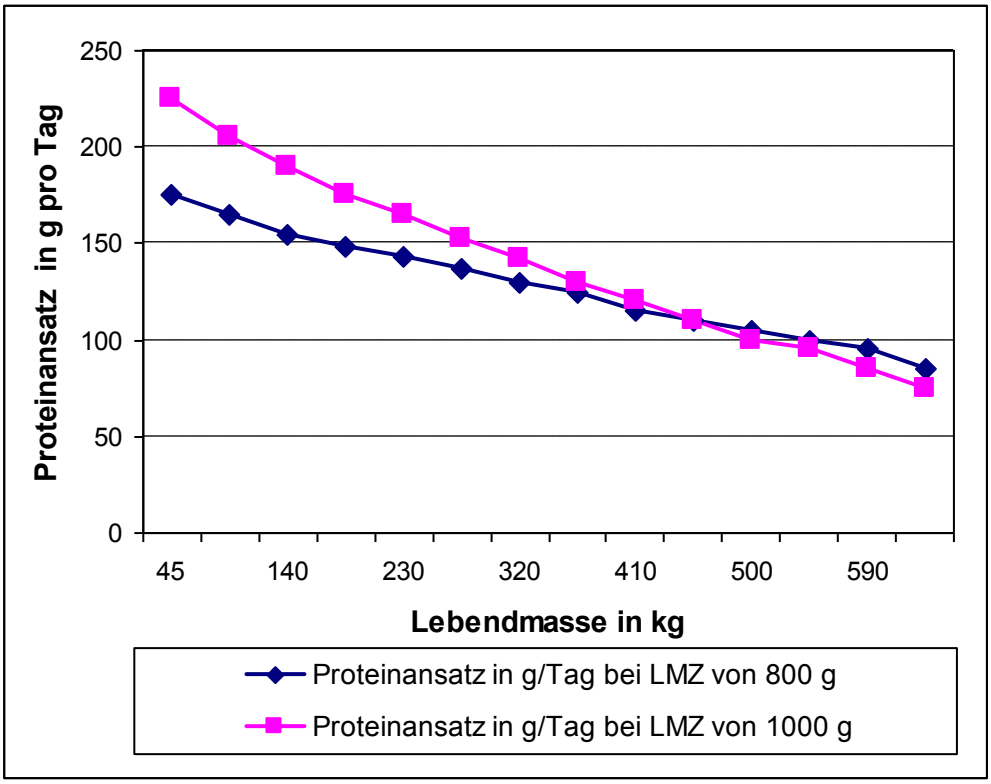


Abb. 1: Körperproteinansatz (nach Hoffman und Plourd, 2003)

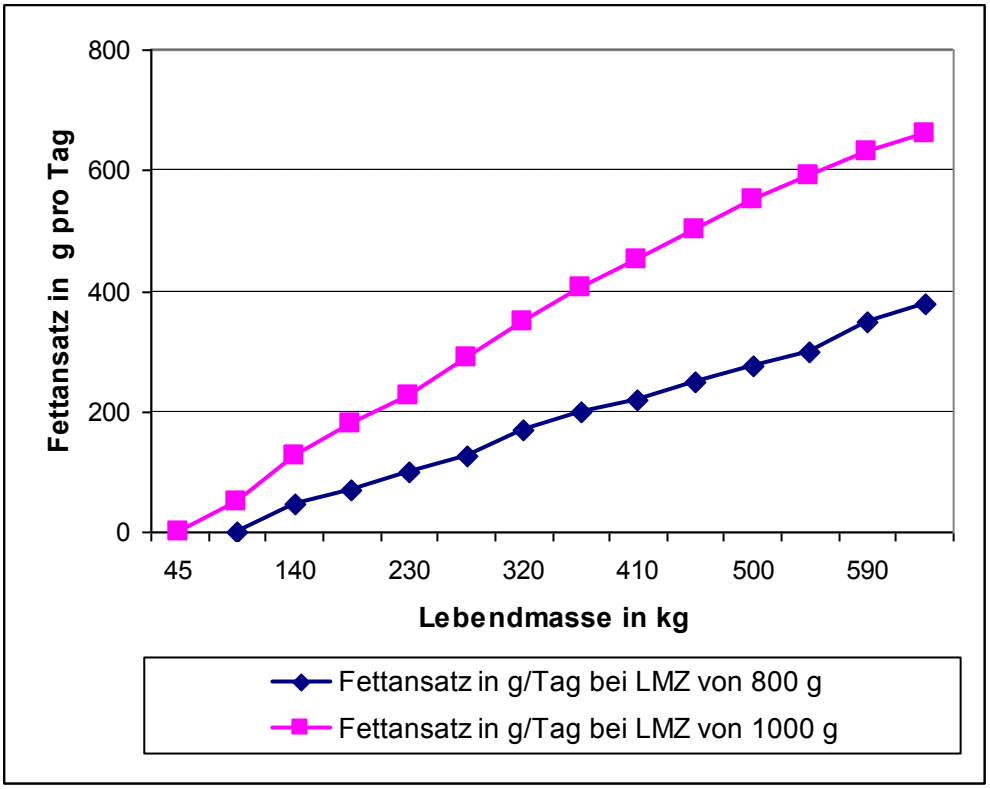


Abb. 2: Körperfettansatz (nach Hoffman und Plourd, 2003)

Eine hohe Aufzuchtintensität auf Lebendmassezunahmen (LMZ) von 1000 g pro Tag führt zu einem hohen Proteinansatz und im Vergleich zu einer niedrigeren Aufzuchtintensität von 800 g LMZ pro Tag auch zu einem höheren Fettansatz (Abb. 1, 2) (Staufenbiel und Rossow, 1987). Da das Proteinansatzvermögen wachsender Färsen begrenzt ist, führt eine gesteigerte Energiezufuhr mit zunehmender Lebendmasse zu einem zusätzlichen Fettansatz. Intensiv aufgezogene Färsen besitzen meist einen höheren Fettanteil in der Lebendmasse (Hoffman und Plourd, 2003).

Der Erblichkeitsanteil der Lebendmasse liegt im mittleren bis hohen Bereich (Schönmuth und Seeland, 1994; Arango et al., 2002; Brotherstone et al., 2007; Toshniwal et al., 2008) (Tab. 1). Die von Stamer et al. (2004) ermittelte höhere Heritabilität für das Geburtsgewicht liegt über den in der Literatur angegebenen Schätzwerten.

Tab. 1: Heritabilität (h^2) der Lebendmasse verschiedener Entwicklungsabschnitte

Parameter	Rasse	Heritabilität (h^2)	Autoren
Geburtsgewicht	1	0,22	Bushra et al., 1989
	2	0,28	Atil et al., 2005
	2	0,115	Kocak et al., 2007
	3	0,46	Groen und Vos, 1995
	4	0,53	Coffey et al., 2006
	2	0,63	Stamer et al., 2004
Absetzgewicht	2	0,13	Atil et al., 2005
	4	0,45	Coffey et al., 2006
	3	0,49	Groen und Vos, 1995
	2	0,50	Stamer et al., 2004
Jährlingsgewicht	3	0,51	Groen und Vos, 1995
Gewicht zur Erstbesamung	2	0,23	Bergk, 2011
LM vor Kalbung	4	0,41- 0,59	Brotherstone et al., 2007
	3	0,48	Koenen und Groen, 1996
	3	0,64	Groen und Vos, 1995
LM nach Kalbung	3	0,61	Groen und Vos, 1995
	4	0,74 - 0,82	Brotherstone et al., 2007

1 Jersey, HF, Guernsey; 2 HF = Holstein Friesian; 3 NL Schwarzbunte (SB), HF, NL SBxHF; 4 Linie(n) hoher-, mittlerer Zuchtwert Milch

Die Schätzwerte für die Heritabilität von Wachstumsraten zu unterschiedlichen Entwicklungszeitpunkten sind gering bis moderat (Tab. 2). Abweichende Schätzwerte fanden Brotherstone et al. (2007), deren Heritabilitätswerte für Zuwachsraten an allen Lebenstagen im sehr hohem Bereich lagen. Groen und Vos (1995), Mäntysaari et al. (2002) und Lee et al. (1992) berichten von einem höheren Erblichkeitsanteil für Wachstumsraten während des ersten Lebensjahres.

Tab. 2: Heritabilitätskoeffizienten von Wachstumsraten

Entwicklungsabschnitt	Rasse	Heritabilität (h^2)	Autoren
d 1 - 600 d 1 - 350 d ≥ 406 - 2 p.p.	1 1	0,02 0,48 0,19	Koenen und Groen, 1996 Groen und Vos, 1995
d 1 - 483 d > 483	2	0,26 0,12	Mäntysaari et al., 2002
d 1 - Besamung	3	0,37	Bergk, 2011
d 182 - 238 d 238 - 462 d 462 - Kalbung	4	0,17 0,22 0,13	Lee et al., 1992
d 1 - 1000	5	> 0,68	Brotherstone et al., 2007

1 NL Schwarzbunte (SB), HF, NL SBxHF; 2 Ayrshire, HF; 3 HF = Holstein-Friesian; 4 Kanadische Holstein; 5 Linie(n) hoher-, mittlerer Zuchtwert Milch

2.1.2 Brustumfang

Zwischen der Körpermasse und dem Brustumfang besteht eine hohe Korrelation (Heinrichs et al., 1992; Koenen und Groen, 1998; Ippendorf, 1999; Janssen, 2006; Raschke, 2007). Gewichtsschätzungen mit Hilfe des Brustumfanges haben eine lange Tradition und stellen eine Alternative zur Lebendmasseerfassung im Management vieler Betriebe dar, die über keine Wägeeinrichtung verfügen. Die Methode ist relativ einfach und rasch durchführbar (Harbeck et al. 1981, Ali et al. 1984, Heinrichs et al. 1992) und in der Vorhersage aktueller Körpergewichte präzise genug (Heinrichs et al., 2007). So verweisen Heinrichs und Hargrove (1987) , die in ihrer Studie mit Hilfe des Brustumfanges Gewichtsschätzungen an 5723 Färsen vornahmen, auf eine Messungenauigkeit bei Wiegebändern von +/ - 7 % zum tatsächlichen Gewicht. Wiedemann (1989) findet bei Jungrindern in seinen Untersuchungen wiederum Differenzen zwischen Lebendgewicht und Wiegeband von 0,9 bis 30,3%. Da Ergebnisse von Einzeltieren im Allgemeinen zu unsicher sind, sieht Dorsch (2000) in der Bildung von

Gruppendurchschnitten eine hohe Aussagekraft der Methodik gegeben. Hinsichtlich des Einsatzes von Wiegebändern bei Kälbern < 150 kg verweist Heinrichs et al. (2007) auf einen höheren Prozentsatz (≤ 10%) in der Variationsbreite von Messergebnissen. Ab einer Gewichtsklasse von > 150 kg erzielt die Brustumfangsmessung aber eine sehr gute Aussagekraft über das tatsächliche Lebendgewicht und kann folglich als Basis für Managemententscheidungen dienen (Heinrichs et al., 2007). Um die Ungenauigkeiten bei Kälbermessungen minimieren zu können, empfiehlt Heinrichs et al., (2007) den Stichprobenumfang in der Gewichtsklasse unter 150 kg entweder zu erhöhen oder auf Wägungen umzusteigen.

2.1.3 Kreuzbeinhöhe und Widerristhöhe

Die Kreuzbeinhöhe (KBH) und Widerristhöhe (WDH) sind frühzeitige Reifemerkmale mit einer mittleren bis hohen Erblichkeit (Ali et al., 1984; Koenen und Groen, 1998; Arango et al., 2002; Boligon et al., 2013) und einer guten Wiederholbarkeitsschätzung (Bushra et al., 1989; Arango et al., 2002; Parish et al., 2012) (Tab. 3). Die Messergebnisse der WDH und KBH können miteinander verglichen werden, indem für die Kreuzbeinhöhe circa drei bis fünf Zentimeter zur Widerristhöhe hinzu addiert werden (Staufenbiel, 2014).

Tab. 3: Heritabilitäten (h^2) und Wiederholbarkeit skelettaler Größenparameter

Parameter	Heritabilität (h^2)	Wiederholbarkeit (r)	Autor
KBH	0,68	0,75	Arango et al., 2002
	0,54	-	Koenen und Groen, 1998
	0,47-0,56	-	Boligon et al., 2013
	0,39	-	Ali et al., 1984
	-	0,86 - 0,94	Parish et al., 2012
WDH	0,34	-	Ali et al., 1984
	-	0,88	Bushra et al., 1989

Anhand der Widerristhöhe sehen viele Autoren einen positiven Zusammenhang zu Leistungsmerkmalen, wie der Milchleistung (Sieber et al., 1988; Markusfeld und Ezra, 1993; Ugur, 2005). Markusfeld und Ezra, (1993) beschreiben die WDH zur ersten Laktation als besseren Indikator für die 305-Tage Milchleistung als die Lebendmasse.

Die Züchtung auf Körpergröße führte in den letzten Jahrzehnten zu deutlich schwereren Tieren. Mehrere Studien belegen, dass sich das Endgewicht, die Endgröße und die Wachstumsrate bei Rindern der Rasse Holstein-Friesian erhöht haben (Tab. 4). Generell geht ein höheres Endgewicht mit gleichfalls hohen Gewichten in den verschiedenen Entwicklungsphasen einher (Duplessis et al, 2015). Für deutsche Holsteinkühe wird eine Reifegröße (Endgewicht) mit 730 kg bis 750 kg angegeben (Schuster et al., 2008). Für kanadische Holsteinkühe geben Duplessis et al. (2015) eine mittlere Reifegröße mit 710 kg an. Da Wachstum und Milchleistung positiv miteinander korreliert sind, führt eine Steigerung der Milchleistung zur Erhöhung der Wachstumsrate und im Endgewicht (Bergk, 2011). Dies setzt voraus, das Empfehlungen für das optimale Wachstum regelmäßig überprüft werden (Bergk, 2011). Auch aufgrund des individuellen genetisch bedingten Wachstumspotentials des jeweiligen Tieres, sollten die Empfehlungen für die Lebendmasseentwicklung immer in Relation zum erwarteten Endgewicht betrachtet werden. Das Endgewicht von Holstein-Kühen variiert von 650 kg bis 750 kg.

Tab. 4: Entwicklung der Lebendmasse in kg und der Widerristhöhe in cm bei Rindern der Rasse Holstein-Friesian

	Ragsdale[1] (1934)		Heinrichs u. Hargrove (1987)		Hoffman (1997)	
Alter in Mon.	LM (kg)	WDH (cm)	LM (kg)	WDH (cm)	LM (kg)	WDH (cm)
0					42	75
1	50,8	77,1	62,1	80,1	63	81
3	87,6	87,1	99,0	89,7	107-110	92
6	161,2	100,8	168,6	101,1	177-186	104-105
9	231,1	110,5	231,4	110,6	247-263	112-113
12	286,9	116,8	302,5	117,9	316-339	118-120
15	338,7	121,7	368,4	122,7	386-416	124-126
18	383,6	125,2	419,8	127,2	456-492	129-132
21	432,2	128,5	477,5	130,7	525-569	134-137
24	485,3	131,3	515,2	132,1	595-645	138-141

[1]zit. bei Heinrichs u. Hargrove

2.1.4 Weitere Körpermaße

Über die Beckenlänge, Hüft- und Sitzbeinhöckerbreite und der Steigung zwischen Hüftgelenk und Sitzbeinhöckern lassen sich Aussagen zum Kalbeverhalten treffen. Nach Ali et al. (1984) weisen Kühe mit breiten Sitzbeinhöckern und langen, abfallenden Becken ein geringeres Schwergeburtenrisiko auf. Färsen mit Totgeburten hatten tendenziell kleinere Beckenlängen als Färsen mit Lebendgeburten (Essmeyer, 2006).

Hoffman (1997) sieht in der Bestimmung der Körperlänge neben der Hüftbreite das größte Potential als zweites skelettales Maß, um das Rahmenwachstum zu beschreiben. Jedoch befinden Utz (1998) als auch Heinrichs et al. (1992) die allgemeine Aussagekraft der Körperlänge als eingeschränkt, da unterschiedliche anatomische Lokalisationspunkte für das Längenmaß existieren, was einen Vergleich internationaler Studien erschwert. Sendig (1980) empfiehlt als Längenmaß die Beckenlänge am Tier zu messen, da die Rumpflänge mit einem größeren Messfehler behaftet ist.

Als Schätzmethoden zur Bestimmung von Gewichtsveränderungen bei Kühen nach dem Kalben können die Messung des Brustumfanges und die Messung der Keulenbreite herangezogen werden (Harbeck et al.,1981). Während die Messung des Brustumfanges zu Beginn der Laktation eine genauere Aussage zur LM-Änderung ergab, bedingt durch den vorrangigen Abbau subkutaner Fettdepots, konnte im weiteren Verlauf der Laktation eine engere Beziehung zwischen den Gewichtsveränderungen und der Keulenbreite ermittelt werden. Ab dem Mittel der Laktation kann die Schrumpfung der Keulenmuskulatur durch den Abbau des inter- und intramuskulären Depotfettes mit Hilfe eines Tastzirkels gemessen werden. Die Keulenbreite wird unterhalb des Hüftgelenks in Höhe des Knies an der Trennlinie zwischen dem M.biceps femoris und den langen Sitzbeinmuskeln gemessen (Harbeck et al., 1981).

2.1.5 Body condition scoring

Die Beurteilung der Körperkondition bei den landwirtschaftlichen Nutztieren erfolgt meist über das BCS-System (Body Condition Score). Das Body Condition Scoring ist eine subjektive Methode zur visuellen und palpatorischen Beurteilung der Menge der subkutanen Fettauflage im Lenden-, Becken- und Schwanzbereich der Kuh. Das Urteil der subjektiven Konditionsschätzung schließt den Grad der Bemuskelung mit ein (Edmonson et al., 1989; Heuwieser, 1991; Otto et al., 1991). Weltweit kommen verschiedene Beurteilungsschlüssel zum Einsatz (Roche et al., 2004). Am häufigsten Verwendung findet der Beurteilungsschlüssel nach Edmonson et al. (1989) für Milchkühe mit einer Notenvergabe von 1 (stark abgemagert) bis 5 (adipös). Das Bewertungsschema von Edmonson et al. (1989) dient zur ausschließlich visuellen Konditionsbeurteilung anhand von acht ausgewählten Körperregionen in 0,25-Einheitsschritten. Metzner et al. (1993) modifizierten das System durch Palpation von Fettgewebeauflagen auf Hüft- und Sitzbeinhöckern im Vergleich mit der Druckempfindlichkeit an fünf Punkten der menschlichen Hand. Die Methode des BCS ist einfach, kostengünstig, praxisnah, schnell zu erlernen und hilft den Ernährungszustand eines Tieres einzuschätzen und die Fütterung zu überwachen (Heuwieser und Mansfeld, 1992). Das Schätzverfahren ist als Instrument der Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen etabliert (Löschner und Staufenbiel, 1996). Der Fokus zur Beurteilung der Körperkondition liegt beim BCS-Wert zur Kalbung (Engelhardt und Fischer, 1996; Roche et al., 2004; Staufenbiel et al., 2007).

In der Literatur gibt es nur wenige Studien, die über die Anwendung des Body Condition Score für die Bewertung von wachsenden Rindern berichten (Klawuhn, 1992; Schuldt und Dinse, 2012; Reinhold, 2013). Eine speziell für Aufzuchtfärsen entwickelte Methode zur Körperkonditionsbeurteilung ist bisher in der Literatur nicht zu finden. Raschke (2007) veröffentlichte ein eigenes Bewertungssystem für Kälber. Dabei wurde dem ursprünglichen Bewertungssystem nach Edmonson et al. (1989) mit der Beurteilung der seitlichen Brustwand durch Betastung der Rippen bei Kälbern ein neunter Beurteilungspunkt hinzugefügt. Der BCS für Kälber nach Raschke (2007) beruht auf Techniken der Palpation. Die Autorin beschreibt die palpatorische Vorgehensweise bei Kälbern als notwendig, da zum einen die Felleigenschaften das visuelle Ergebnis beeinflussen und zum anderen die Knochenvorsprünge nicht besonders stark ausgebildet sind. Grundlage der BCS-Schätzung an ein bis vier Monate alten Kälbern bei Raschke (2007) stellt die Bewertung der Fleischauflage und nicht das auf dem zu diesem Zeitpunkt kaum vorhandene subkutane Fettdepot dar (Robelin, 1986; Wiedemann, 1989; Klawuhn, 1992; Klawuhn und Staufenbiel, 1997).

Die Methodik des Body Condition Scoring bei Milchkühen ist nicht direkt zur Konditionsbeurteilung auf wachsende Färsen übertragbar. In Abhängigkeit vom Alter sind Besonderheiten zu berücksichtigen, die sich aus den differenzierten Möglichkeiten der Tiere zum Fettansatz ergeben (Staufenbiel et al., 1991). Die physiologische Grundlage bei der Konditionsbeurteilung bei der Milchkuh bildet die Bewertung der Fett- und Fleischauflage. Im Unterschied zur Milchkuh erfolgt die BCS-Bewertung bei der Aufzuchtfärse nur anhand der Fettauflage. Der Fettansatz bei der Färse verläuft kumulativ (Steinhöfel, 2014). Bei tragenden Färsen besteht aufgrund der noch fehlenden Energieanforderungen für die Milchleistung die Gefahr der Verfettung. Sie gehen mit übermäßig angelegten Fettreserven in die erste Laktation (Staufenbiel et. al., 1991).

Zur Vereinfachung und Präzisierung des Bewertungsschemas schlagen Edmonson et al. (1989) die alleinige Benotung von Beckenpunkten vor. Aufgrund von Differenzen in der Fett- und Muskelverteilung in den einzelnen Körperregionen empfehlen Heuwieser und Bergmann (1996) einen Körperkonditionsindex aus allen acht Körperstellen zu bilden. Trotz der Subjektivität des Schätzverfahrens können Körperkonditionsbewertungen mit einer für die Praxis ausreichenden Genauigkeit erzielt werden (Wildmann 1982, Kleiböhmer et al., 1998). Kleiböhmer et al. (1998) und Raschke (2007) weisen dem Body condition scoring eine sehr gute Reproduzierbarkeit nach. Zwischen mehreren Beurteilern für ein- und dasselbe Tier als auch einem erfahrenen Beurteiler bei der wiederholten Betrachtung derselben Tiere im Abstand von zwei Tagen fand Raschke (2007) hohe Übereinstimmungen (r = 0,87 bis 0,97). In der Beurteilung von Konditionsänderungen erweist sich das System des BCS jedoch als eher ungenau (Schröder und Staufenbiel, 2003). Nach Thorup (2012) sind kleinere Veränderungen in den Messreihen mit dem Body condition score nicht erfassbar. Abweichungen der Körperkondition um eine viertel Noteneinheit bei zwei aufeinanderfolgenden Bewertungen von gleichen Beurteilern konnten nicht sicher erkannt werden (Ferguson et al., 1994). Der Anwendung der visuellen Konditionsbeurteilung unterliegen Grenzen in der Beurteilung sehr dünner sowie übermäßig fetter Kühe (Löschner, 1994; Löschner und Staufenbiel, 1996; Roche et al., 2009; Pothmann et al. 2015). In den Untersuchungen von Löschner (1994) und Löschner und Staufenbiel (1996) werden in Abhängigkeit vom Alter beziehungsweise der Laktationsnummer und der Kondition Unterschiede bei der Schätzgenauigkeit deutlich. Sowohl Jungkühe als auch magere Tiere und Kühe in der Frühlaktation unterlagen tendenziell einer Überbewertung. Hingegen wurden Altkühe und fette Tiere sowie Trockensteher eher unterschätzt. Bei hochtragenden Färsen bewirkt der vergleichsweise mastig erscheinende Konditionszustand eine Überschätzung (Löschner, 1994).

Eine weitere Methode der Konditionsbeurteilung stellt die Schätzung der Rückenfettdicke (RFD) in mm Fettauflage durch visuelle Betrachtung und Palpation der Schwanzwurzelgegend und der Region zwischen Kreuzbein und den Hüft- und Sitzbeinhöckern dar (Löschner, 1994). Hierbei unterliegen die Konditionsbewertungen keiner kategorischen Einstufung mehr, sondern werden direkt in Millimeter Rückenfettdicke geschätzt. Nach Löschner (1994) beeinhaltet diese Verfahrensweise im Unterschied zu den von Edmonson et al. (1989) und Metzner et al. (1993) beschriebenen Systemen keine ausschließlich subjektive Beurteilung der Kondition, da die geschätzte RFD mit Hilfe der RFD-Messung mittels Ultraschall hierbei objektiv zu überprüfen ist. Weitere Vorteile der Methode sind die Angabe in mm, die eine bessere Differenzierung zwischen den Kühen zulässt und nach oben offen ist. Die Vorzüge in der kombinierten Anwendung des BCS und der RFD werden weiterhin in der Vergleichbarkeit der Schätzwerte zwischen verschiedenen Personen gesehen (Staufenbiel et al., 1993). Da im Rahmen der Herdenuntersuchung zunächst Gruppendurchschnittswerte vor Einzelwerten interessieren, sieht Löschner (1994) in der Schätzmethode eine wesentliche Erleichterung des Messaufwandes gegeben.

Im Vergleich zu anderen Körpermerkmalen ist der BCS ein Parameter mit schwacher Erblichkeit (h^2 = 0,16 bis 0,26) (Arango et al., 2002; Lassen et al., 2003; Toshniwal et al., 2008). Fütterung und Management üben demnach einen viel stärkeren Einfluss auf die konditionelle Beschaffenheit des Tieres aus, als es durch seinen genetischen Rahmen vorgegeben ist.

2.1.6 Rückenfettdicke

Als Rückenfettdicke (RFD) wird die Dicke der subkutanen Fettauflage im Rückenbereich bezeichnet. Die Messung der RFD mittels Ultraschall ist eine objektive Methode zur Bewertung der Kondition. Zwischen der Rückenfettdicke und dem Gesamtgehalt des Körperfettes besteht eine enge Korrelation (Wiedemann, 1989; Klawuhn, 1992; Staufenbiel, 1997). Neben der RFD als absoluten Konditionswert lassen sich über ihre Änderung Aussagen zur Energiebilanz treffen. Der Differenzwert zweier Messungen ist ein Maß für die stattgefundene Lipolyse- bzw. Lipogeneserate bei der Milchkuh (Staufenbiel, 1997). Die Bestimmung der RFD ist eine geeignete Methode zur Kontrolle des Wachstumsverlaufes bei Aufzuchtfärsen. Die Intensität der Aufzucht spiegelt sich im Fettansatzverlauf wider. Die RFD liefert Aussagen zur Körpermassequalität und dient zur Festlegung der Aufzuchtintensität (Staufenbiel und Rossow, 1987).

Nach Klawuhn und Staufenbiel (1997) lassen sich anhand der Rückenfettdickenmessung bei Jungrindern erste Aussagen zur Körpermassequalität erst ab dem elften Lebensmonat treffen, da sich erst zu diesem Zeitpunkt ein typisches Rückenfettdickenmuster ausbildet. Als objektive Methode beschreibt die Rückenfettdickenmessung den Verfettungsgrad beziehungsweise die Kondition eines Tieres direkt durch eine quantitative Maßzahl in Millimeter auf einer nach oben offenen Skala. Dabei entsprechen 1mm RFD etwa 5 kg Körperfett (Rieckhoff, 1993; Staufenbiel, 1997; Staufenbiel und Schröder, 2004). Eine BCS-Einheit entspricht dabei ungefähr 10 mm Rückenfettdicke (Tab. 5).

Tab. 5: Beurteilung der Körperkondition mittels BCS und RFD (Staufenbiel, 1997)

Kondition	BCS[1] Noten 1-5	RFD (mm)	Körperfettgehalt[2] (kg)
kachektisch	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
adipös	5,0	>35	>194

[1]BCS-System nach Edmonson u. Mitarb. (1989)
[2]gerundete Kalkulation Körperfettgehalt (kg) = 4,77 RFD (mm) + 26,8 nach Klawuhn (1992)

Der absolute Messfehler der Methode bewegt sich im Bereich von +/- 2 mm (Rossow et al., 1989). Seine Aussagekraft verliert das Messverfahren lediglich bei Kühen, die auf keine Fettreserven mehr zurückgreifen können. Bei diesen schlecht konditionierten Tieren ist die zunehmend an Bedeutung gewinnende Proteinmobilisation über die LM-Wägung besser zu kontrollieren (Staufenbiel, 1993). Die Messung der RFD erfolgt am sakralen Messpunkt. Dieser befindet sich auf einer gedachten Linie zwischen Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker, zwischen dem caudalen Viertel und dem caudalen Fünftel der Gesamtstrecke (Staufenbiel, 1992; Staufenbiel, 1997; Staufenbiel und Schröder, 2006). Dies entspricht dem Bereich zwischen dem Ende des Kreuzbeinkamms und Beginn des ersten Schwanzwirbels. Der Übergang zwischen Kreuzbein und Schwanzwirbelsäule lässt sich leicht durch pumpende Bewegungen des Schwanzes feststellen (Staufenbiel, 1992). Beim ausgewachsenen Rind dient zur Orientierung eine Handbreite vor der Vorderkante des Sitzbeinhöckers (Klawuhn und Staufenbiel, 1997). Beim noch wachsenden Jungrind kann man sich leichter orientieren

anhand des Übergangs Ende Kreuzbein Beginn Schwanzwirbelsäule. Durch geringfügiges Verschieben des Schallkopfes auf der Messlinie wird die Stelle mit der höchsten Fettauflage mit Hilfe des Ultraschallbildes ermittelt. Eine verdünnte Alkohollösung dient als Ankopplungsmittel für den Schallkopf an die behaarte Haut. Zur Ermittlung der RFD-Messwerte wird die Strecke von der Haut bis zur tiefen Faszie gemessen. Die Dicke der Haut von 3 bis 5 mm ist im Messwert inbegriffen (Klawuhn und Staufenbiel, 1997).

2.2 Altersabhängiger Wachstumsverlauf

2.2.1 Kälberwachstum

Jeder biologische Wachstumsprozess auf zellulärer Ebene wird durch eine Erhöhung der Zellzahl (Hyperplasie) und Zunahme der Zellgröße (Hypertrophie) bestimmt. Der Verlauf des Wachstums ist allometrisch, dass heißt, der Größenzunahme einzelner Organe und Gewebe gehen unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeiten voraus. Ebenso erfolgen diese nicht stets proportional zum Gesamtkörperwachstum. So besitzt jedes Organ seinen spezifischen Wachstumsverlauf (Fiebig et al., 1984). Auf der Ebene des Tieres kommt es im Laufe der Entwicklung zu Veränderung der Körperproportionen und zur Veränderung der Körperzusammensetzung (Künzi und Stranzinger, 1993; Schönmuth und Seeland, 1994).

In der Literatur wird zwischen frühreifen Milchviehtypen (Holstein-Friesian, Brown Swiss) und spätreifen Milchviehtypen (Braunvieh, Fleckvieh) unterschieden (Schuster et al., 2008). Bei frühreifen und /oder intensiv gefütterten Tieren läuft die Entwicklung schneller ab als bei spätreifen und/oder extensiv gefütterten Tieren (Künzi und Stranzinger, 1993). Damit verbunden ist ein früherer Eintritt der Geschlechstreife und eine frühere Fettbildung bei frühreifen Tieren.

Nach Heinrichs (2011) lässt sich das Wachstum von Färsen in zwei Phasen einteilen. Phase 1 von der Geburt bis zur Pubertät (mit 9 bis 10 Monaten) und Phase 2, die von der Pubertät bis zur ausgewachsenen Kuh (mit 5 bis 6 Jahren) reicht. Die Phase 1 ist durch schnelles Wachstum gekennzeichnet, das Tier setzt vermehrt Muskeln an. Die Futtereffizienz ist in dieser Phase höher. In Phase 2 geht das Wachstum langsamer, und das Tier neigt zum Fettansatz.

Die Periode der Kälberaufzucht umfasst den Abschnitt von der Geburt bis zum Alter von vier Lebensmonaten (Kamphues et al., 2014). Vom Aufzuchtkalb wird bis zum Erreichen einer Lebendmasse von 150 kg gesprochen (Kirchgessner, 2011; Staufenbiel, 2014). In diesem Zeitraum vollzieht sich beim Kalb im Wesentlichen die Entwicklung vom monogastrischen Verdauungssystem über die Entwicklung der Vormägen zum Wiederkäuer. Das Vormagensystem erfährt in dieser Zeit seine vollständige funktionelle Reife. Im Zeitraum vom dritten bis fünften Lebensmonat setzt eine verstärkt ansteigende Festfutteraufnahme ein (Schmidt und Franz, 1989). Die frühe postnatale Entwicklungsphase von der Geburt bis zum 150. Lebenstag ist durch ein intensives hyperplastisches Wachstum lebenswichtiger Organe geprägt und gilt daher als kritisch (Fiebig et al., 1984; Fiebig und Bünger, 1985). Herz, Lunge, Nieren, Leber und Milz erreichen in dieser Zeit durch starke Zellproliferation entsprechend 45 bis 75% des adulten Wertes. Störungen im Wachstumsablauf können mit einer höhergradigen Intensität, treten sie in den ersten fünfzig Lebenstagen auf, zu Disproportionen zwischen den Organen führen (Fiebig, 1991). Im Gegensatz zum Organwachstum erfolgt postnatal eine Vergrößerung von Muskel - und Fettgewebe hauptsächlich über Hypertrophie. In den ersten fünfzig Lebenstagen vollzieht sich ein enormes Größenwachstum der Skelettmuskelzellen, welches in keinem Vergleich zum Zuwachs in späteren Altersabschnitten steht. Nach Fiebig et al. (1984) reicht die kritische Wachstumsphase der Muskulatur über den Zeitraum des 150.Lebenstages hinaus. Abb. 3 zeigt den Gewichtsverlauf in Abhängigkeit der Zeit bei ungestörtem Wachstum.

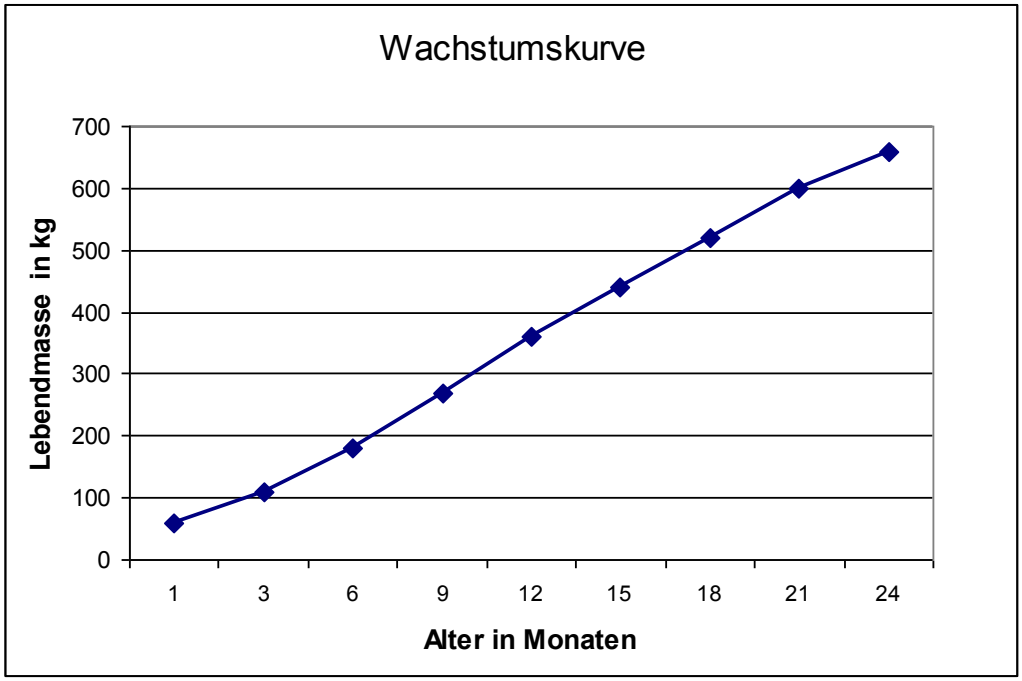


Abb. 3: Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit der Zeit bei Holstein-Friesian Färsen (modifiziert nach Boersema et al., 2010)

Die Zunahme der Lebendmasse im Laufe der Zeit, wie auch das Wachstum der meisten Organe, folgt einer sigmoiden Kurve (Abb. 3). Die frühe Phase ist gekennzeichnet durch einen zunehmenden Anstieg, welcher als selbstbeschleunigende Phase bezeichnet werden kann, gefolgt von einer späten Phase des abnehmenden Anstiegs, die als selbst-behindernde Wachstumsphase definiert werden kann (Brody, 1968). Verläuft das Wachstum nach der Geburt weitgehend ungestört, folgt die Lebendmasse im ersten Lebenshalbjahr einem annähernd linearen Anstieg. Es schließt sich eine Phase gleichbleibend hoher und mit Annäherung der Reifemasse langsam abnehmender Wachstumsraten an (Losand, 2012). Von großer Wichtigkeit für einen optimalen Wachstumsverlauf ist ein Ausschöpfen des Wachstumspotentiales in den ersten sechs Lebensmonaten, was über die Fütterungsintensität zu gewährleisten ist. Dies gilt unabhängig vom Erstkalbealter (EKA). Unter dem Einfluss der frühen postnatalen Ernährung besteht keine Gefahr der Verfettung (Robelin und Chilliard, 1989). Das Wachstum von Fettgewebe erfolgt sehr langsam nach der Geburt (Robelin, 1986). Beim Kalb bildet das interne und intermuskuläre Fettdepot den Hauptanteil des Körperfettgewebes. Das Unterhautfettdepot bildet sich erst relativ spät während des Wachstums (Klawuhn, 1992).

Einflüsse auf Wachstumsraten und die spätere Leistungsbereitschaft der Tiere sind vielfältig. Heinrichs et al., (2005) fanden einen Einfluss des Geburtsverlaufes und der Laktationsnummer (Parität) der Mutter auf das Erstkalbealter (EKA), die Erstkalbemasse (EKM), Körperkondition und Widerristhöhe des Kalbes. Mit Anstieg der Schwierigkeit des Kalbeverlaufes um eine Note (Kalbescore 1 bis 3) erhöhte sich das Erstkalbealter um 17 Tage. Eine ungenügende Kolostrumversorgung erhöhte die Rate an Mehrfacherkrankungen und Abgangsraten während der Aufzucht und der ersten Laktation (Trilk und Münch, 2008, 2010). Der Gesundheitsstatus hatte einen signifikanten Einfluss auf die Wachstumsraten der Kälber, besonders während der ersten sechs Lebensmonate (Virtala et al., 1996; Donovan et al., 1998; Ippendorf, 1999; Trilk und Münch, 2008; Strapak et al., 2013). Krankheitsbedingte Wachstumseinbrüche in den ersten drei Lebensmonaten scheinen sich auf die Lebendmasseentwicklung nachhaltiger auszuwirken als auf das Rahmenwachstum (Donovan et al., 1998; Trilk und Münch, 2008). Keine signifikanten Auswirkungen von Diarrhoe auf den Rückgang der Zuwachsleistung fanden Ippendorf (1999) und Strapak et al. (2013). In den Untersuchungen von Steinhöfel und Steinhöfel (2006) zeigte sich, dass die ersten beiden Aufzuchtmonate als Tränkkalb den weiteren Verlauf des Wachstums bis zur Milchkuh prägen. Intensiver gewachsene Kälber zeigen tendenziell sowohl eine höhere Leistung als auch eine geringere Abgangsrate während der ersten Laktation (Tab. 6).

Tab. 6: Mittlere Milchleistungen und Abgangsraten von Jungkühen mit unterschiedlicher Entwicklung als Tränkkalb (nach Steinhöfel und Steinhöfel 2006)

Zunahme als Tränkkalb (g/Tier und Tag)	100-Tage-Leistung		305-Tage-Leistung		Abgänge in der 1. Lakt. (%)
	Milch (kg)	Fett + Eiweiß (kg)	Milch (kg)	Fett + Eiweiß (kg)	
unter 500	2749	202	7878	600	46
500 bis 800	2842	212	7854	618	44
über 800	2910	219	7889	630	37

2.2.1.1 Normwerte

Gesunde Holstein-Kälber müssen mit drei Monaten 100-110 kg wiegen und ab der achten Lebenswoche 900 bis 950 g am Tag zunehmen (Sanftleben, 2012). Im internationalen Schrifttum unterliegen die Empfehlungen für Orientierungswerte der Zuwachsraten vor dem Absetzen einer Neuorientierung von einer restriktiven Tränkefütterung auf Lebendmassezunahmen (LMZ) von 450-600 g pro Tag zu einer intensiven Tränkefütterung auf LMZ bis zu 1000 g pro Tag (Dawson und Carson, 2004). Steinhöfel und Pache (2013) zeigen Orientierungswerte für die täglichen Zunahmen in der frühen Jugendentwicklung (Tab. 7). Die Zielwerte für die Lebendmassezunahme am Tag sind von über 75% der Kälber zu treffen (Steinhöfel und Pache, 2013).

Tab. 7: Orientierung für den Wachstumsverlauf von Kälbern der Rasse Holstein-Friesian für die ersten drei Lebensmonate (nach Steinhöfel und Pache, 2013)

Alter	LM-Ziel	deutlich darunter	leicht darunter	Zielwert für die tägliche LMZ	leicht darüber	deutlich darüber
Geburt	♀38-43;♂40-45kg					
0 - 14 Tage	50 - 55 kg	< 650 g	650 g	800 - 900 g	bis 1000 g	>1000 g
>14 - 56 Tage	85 - 90 kg	< 650 g	650 g	800 - 900 g	bis 1000 g	>1000 g
>56. Tag - Ende 3. Monat	110 - 120 kg	< 550 g	550 g	700 - 900 g	bis 1000 g	>1000 g

2.2.1.2 Empfehlungen für Haltung und Fütterung

Die ersten Lebensmonate stellen hohe Ansprüche an Management und Haltung. Alle Maßnahmen gelten zunächst einer unverzüglichen Kolostrumversorgung und der Vermeidung von Erkrankungen. Kälbern ist innerhalb der ersten Stunden nach der Geburt mindestens zwei Liter Kolostrum von der Mutter zu verabreichen, bis maximal acht Stunden nach der Geburt mindestens vier Liter (Hoffmann, 2016). In zahlreichen Fütterungsversuchen konnte durch Erhöhung der Nährstoffdichte (Blome et al., 2003; Bartlett et al., 2006; Rincker et al., 2011; Margerison et al., 2013) und durch Steigerung der Fütterungsraten (Bar-Peled et al., 1997; Terre et al., 2009; Ozkaya und Toker, 2012) das Wachstumspotential der Tiere in der Tränkeperiode positiv beeinflusst werden. Intensiv aufgezogene Kälber zeigten gegenüber den restriktiv gefütterten eine bessere Futterverwertung vor dem Absetzen, die sich in einer höheren Lebendmasse und Rahmenwachstum noch bis zum 133. Lebenstag (LT) (Janssen, 2006) bzw. 180. LT (Shamay et al., 2005) und bis zur Erstabkalbung (Bar-Peled et al., 1997) äußerte. Die Milchleistung in der ersten Laktation konnte durch höhere Zuwachsraten vor dem Absetzen verbessert werden (Terre et al., 2009; Soberon et al., 2012; Margerison et al., 2013; Soberon und Amburgh, 2013). Diese Leistungssteigerung war unabhängig von der Art der Flüssigfütterung in der Tränkeperiode sowohl mit Vollmilchfütterung (Bar-Peled et al., 1997; Shamay et al., 2005; Terre et al., 2009; Margerison et al., 2013) als auch durch Milchaustauscher (MAT) - Tränke zu erzielen (Rincker et al., 2011; Soberon und Amburgh, 2013). Das Tränkemanagement sollte ein intensives Wachstum der Kälber ermöglichen. Der Einsatz einer ad libitum-Tränke wird zur Zeit in der Praxis kontrovers diskutiert (Wolf et al., 2016). Es wird empfohlen, die Kälber in den ersten zwei bis drei Lebenswochen ad libitum mit Vollmilch zu versorgen (Kunz, 2013; Steinhöfel et al., 2013) oder über eine kontrollierte Mehrgabe der Milch die Kälber bis zur Sättigung zu füttern (Fischer und Bäthge, 2013). Dem positiven Einfluss einer ad libitum Tränke auf ein intensives Wachstum der Kälber und die spätere Milchleistung stehen gewisse Vorbehalte gegenüber. Es wird angenommen, dass die Verdauungskapazität für die Aufnahme großer Milchmengen nicht vollständig ausgeprägt ist und dies zu Verdauungsstörungen und gehäuften Durchfällen führt (Wolf et al., 2016). Weiterhin wird angenommen, dass die Tiere erst später mit einer ansteigenden Beifutteraufnahme beginnen. In neueren Untersuchungen konnte dies widerlegt werden (Maccari, 2012; Steinhöfel et al., 2013; Fischer und Bäthge, 2013; Wolf et al., 2016). Die Kälber waren im Gegenteil besser entwickelt, weniger krankheitsanfällig beziehungsweise wiesen im Krankheitsfall eine bessere Genesungschance auf (Pries, 2011) und nahmen zeitiger mehr Kraftfutter und Heu auf. In der Literatur sind verschiedene ad libitum-Tränkeverfahren beschrieben.

Die ad libitum-Tränke über angesäuerte Vollmilch als Eimertränke (Kunz, 2013) und die ad libitum-Tränke mit Milchaustauscher über einen Fütterungsautomaten (Wolf et al., 2016). Nach Empfehlungen der Deutschen landwirtschaftlichen Gesellschaft (DLG) sollte in den ersten fünf bis sechs Lebenswochen bei der Tränke mit Milchaustauscher die Tränkekonzentration auf 160 g je Liter erhöht werden bei einer Tränkemenge von sechs Liter je Kalb und Tag. Bei Tränke mit Vollmilch sollten ebenfalls täglich sechs Liter je Kalb vertränkt werden (Pries, 2011). Untersuchungen ergaben, dass das Wachstumspotential der Kälber mit der bisher praktizierten Milchaustauscherfütterung mit einer Konzentration von 100 bis 125 g je Liter nicht annähernd ausgeschöpft wird. Es sollten Milchaustauscher hoher Qualität, auf Magermilchbasis zum Einsatz kommen (Pries, 2011). Wie Untersuchungen in einem Mehrländerprojekt zur optimalen Jungrinderaufzucht ergaben (Losand et al., 2014), haben hohe Zunahmen in der Zeit des ersten Lebenshalbjahres einen positiven Einfluss auf die Erstlaktationsleistung. Die Tiere sollten in dieser Zeit ungehindert wachsen (Losand et al., 2007b).

Die Aufwendung für Energie und Protein hängt vom Erhaltungsbedarf und den angestrebten Zuwachsraten ab. Der Erhaltungsbedarf beträgt 0,53 MJ ME/kg $LM^{0,75}$ und Tag, wobei 55 % bis 70 % des Energiebedarfes für Erhaltungsprozesse entfallen. Höhere Anforderungen des Organismus bei gesteigertem Erhaltungsbedarf (Fieber, Kälte) sind durch entsprechend höhere Energiezufuhr anzupassen. Kälber benötigten bei - 4°C Außentemperatur 32% mehr Energie für die Erhaltung (Scibilia et al., 1987).

Um Kälber einem möglichst geringen Infektionsrisiko auszusetzen, empfiehlt sich in den ersten Lebenswochen die Aufstallung in Einzeliglus (Heiting, 2000). In Einzelboxen müssen die Seitenbegrenzungen jedoch so durchbrochen sein, dass die Kälber Sicht- und Berührungskontakt haben (TierSchNutztV, 2006). Bei der Aufstallung in Gruppen ist auf die Schaffung einer „Kleinklimazone“ (schwenkbare Abdeckplatten, Trennwände aus Rohrrahmen) zu achten. Bis zum Alter von einem halben Jahr ist die Haltung in Außenklimaställen auf Stroh vorteilhaft. Der Holsteiner-Kälberstall (Kunz, 2008) sowie der Riswicker Offenstall (Heiting, 2000) sind Stallbaukonzepte, die eine gute Bewirtschaftung bei optimalem Haltungsklima ermöglichen.

2.2.2 Aufzuchtperiode bis zur Besamung

Im Haltungsabschnitt bis zur Zuchtreife vollzieht sich beim Rind mit Eintritt der sexuellen Zyklizität der Übergang der Phase des intensiven Jugendwachstums in die Phase der weitgehenden Vollendung des Reifungsprozesses. Als Aufzuchtfärsen werden Jungtiere ab dem fünften Lebensmonat bezeichnet (Kamphus et al, 2014). Zu Beginn dieses Lebensabschnittes, im Lebendmassebereich um 150 kg, überwiegt noch der Proteinansatz (Staufenbiel, 2014). Der Proteinansatz je Kilogramm Lebendmassezunahme erreicht im Lebendmasseabschnitt von 150 bis 200 kg einen maximalen Wert (Tab. 8). Von diesem Abschnitt an nimmt der Fettanteil am Körperzuwachs stärker zu. Eine deutliche Förderung des Fettansatzes erfolgt beim weiblichen Rind erst mit Eintritt der Pubertät. Mit Beginn des Zyklusgeschehens gelangt das Jungrind in eine verstärkt lipogene Stoffwechsellage (Staufenbiel, 1982). Östrogene verstärken die Insulinwirkung (Döcke, 1994). Weiterhin wird die Verknöcherung der Epiphysenfugen eingeleitet (Döcke, 1994). Durch den Rückgang der IGF-I Wirkung auf Knorpel- und Knochenwachstum führt die verstärkt einsetzende Mineralisierung zu einer Beschleunigung des Reifeprozesses. Es setzt eine Verminderung des Knochenlängenwachstums ein (Staufenbiel, 2014).

Tab. 8: Täglicher Protein-, Fett- und Energieansatz zur LM (kg) (nach GfE, 2001)

	Lebendmasse in kg				
LMZ(g)	150	250	350	450	550
Proteinansatz (g/Tag)					
500	80	80	76	71	63
600	95	93	87	78	68
700	110	106	97	85	70
800	126	117	106	89	70
Fettansatz (g/Tag)					
500	34	63	97	136	182
600	43	83	130	184	245
700	53	105	167	238	320
800	63	130	207	299	400
Energieansatz (MJ/Tag)					
500	3,1	4,3	5,5	6,9	8,5
600	3,8	5,4	7,0	9,0	11,1
700	4,6	6,5	8,7	11,2	14,1
800	5,3	7,7	10,5	13,7	17,2

Klawuhn und Staufenbiel (1997) stellten starke Veränderungen im Fettansatz bei Jungrindern erst ab einem Alter von 9 bis 11 Lebensmonaten fest. Auch Shamay et al. (2005) und Abeni et al. (2012) konnten eine starke Zunahme im Fettansatz bei HF-Färsen ab dem 9. Lebensmonat beobachten. Der Beginn der Geschlechtsreife ist eng mit dem Eintritt in einen kritischen Körpermassebereich verbunden (Veauthier, 2000; Rudolphi, 2004; Mahlkow-Nerge, 2013; Mansfeld et al., 2014). Bei Holstein-Friesian-Färsen ist mit dem Eintritt in die Pubertät ab einem Lebendmassebereich von 260 kg bis 280 kg zu rechnen (Reinhold, 2013; Steinhöfel und Diener, 2015). Zur Orientierung gelten rund 35% - 42% des erreichten Endgewichtes (Van Amburgh, 1998; Veauthier, 2000). Dabei kann das Alter zur ersten Ovulation stark variieren. Der Pubertätseintritt bei Holsteinfärsen findet im Alter von 7 bis 9 Lebensmonaten statt (Kunz und Pabst, 2011). Mit einer hohen Intensität der Fütterung verbunden mit hohen Lebendmassezunahmen kann der Eintritt in die Pubertät beschleunigt und der Besamungszeitpunkt und das EKA vorverlegt werden. Tab. 9 gibt einen Überblick über Ergebnisse der Autoren, die den Einfluss der Fütterung auf den Pubertätseintritt untersuchten. Das Alter zum Pubertätseintritt wies die größte Streuung auf (Reinhold, 2013). Lebendmasse und Rückenfettdicke unterschieden sich kaum in der Variabilität zum Pubertätseintritt (Reinhold, 2013).

Tab. 9: Einfluss der Aufzuchtintensität auf den Pubertätseintritt bei Holstein-Friesian-Färsen

Autor	Untersuchungs-zeitraum	LMZ (g/Tag)	Alter in Tagen	Lebendmasse (kg)	RFD / BCS (mm) / Pkt.
Steinhöfel und Diener, 2015	ab 4. Lebensmonat	882 957	272 262	257 261	
Reinhold, 2013	ab 3. Lebensmonat	1085	249	264	10,96 2,7
Davis Rincker, 2011	2. bis 42. Lebenstag	440 640	301 270	307 287	
Chelikani, 2003	ab 100 kg	520 625 830 1004	496 424 324 278	316 309 282 282	2,56 3,02 3,20 3,36

Die Entwicklung im ersten Lebensjahr wird vorrangig durch das Skelettwachstum bestimmt. Die erste Hälfte des Größenwachstums erfolgt bereits in den ersten sechs Lebensmonaten, wobei auf die Lebendmasse im gleichen Zeitraum 25 % entfallen (Kertz et al., 1998). Mit dem abgeschlossenen ersten Lebensjahr sind 85% der adulten Widerristhöhe erreicht (Panicke et al. 1988; Panicke et al. 1991; Kertz et al., 1998). Mit Abschluss des ersten Lebensjahres ist das Wachstum der Höhenmaße am weitesten fortgeschritten (Ott, 1940). Im zweiten Lebensjahr findet noch ein intensiveres Körperlängenwachstum gegenüber dem Höhenwachstum statt. Auch die Brusttiefe und die Breitenmaße nehmen gegenüber der Widerristhöhe relativ stärker zu (Huth, 1968). In Tab. 10 ist anhand der Zunahme der Relativzahlen zu erkennen, dass vergleichend mit der Widerristhöhe noch eine stärkere Wachstumsintensität der Rumpflänge besteht. Aufgrund der unterschiedlichen Intensität der Zunahme der Körpermaße während des Wachstumsverlaufes ändert sich die Form des Rinderkörpers vom Hochrechteckformat zum Zeitpunkt der Geburt zum Längsrechteckformat im ausgewachsenen Zustand (Ott, 1940). Mit zwei Jahren hat das Rind schon annähernd die Proportionen der ausgewachsenen Kuh (Schmidt und Patow, 1938). Das Wachstum eines Rindes ist mit sechs Lebensjahren abgeschlossen (Staufenbiel und Rossow, 1987).

Tab. 10: Entwicklung der Rumpflänge im Verhältnis zur Widerristhöhe (WDH = 100) bei Pferden und Rindern

Nutztier	Autor	Geburt	12 Monate	24 Monate	36 Monate	48 Monate	60 Monate
		%	%	%	%	%	%
Rhein.dt. Kaltblut	Hering, A. (1925)	73,4	98,1	102,3	104,0		
Warmblut	Schorm,G. (1983)	75,7	96,0	99,0	100,0		
Shetland - pony	Flade,J.E. (1983)	75,3	98,0	102,0	102,0		
Schwarzbuntes Rind	Schmidt,J. u.Patow,C (1938)	92,8	112,5	115,0	120,7		
Schwarzbuntes Rind	Huth,F.W. (1968)	91,0	112,0	117,0	118,0	119,0	120,0
Schwarzbuntes Rind	Ott,A. (1940)	93,1	111,3	115,0	118,0	120,2	122,7

2.2.2.1 Normwerte

In der Literatur werden vielfach Normwerte für die Lebendmasseentwicklung genannt. Tab. 11 zeigt Empfehlungen für den Körpermasseverlauf für ein Erstkalbealter von 24 Monaten und ein Erstkalbealter von 27 Monaten. In Tab. 12 sind die nach Staufenbiel (2014) angegebenen Referenzbereiche für die Rückenfettdicke und für den BCS in der Färsenaufzucht aufgeführt.

Tab. 11: Anzustrebende Gewichtsentwicklung weiblicher Jungrinder (Deutsche Holstein) in Abhängigkeit vom Erstkalbealter (Rudolphi, 2004)

	24 Monate		27 Monate	
Alter in Monaten	Gewicht (kg)	LMZ (g/d)	Gewicht (kg)	LMZ (g/d)
Geburt	42		42	
1	60	600	60	600
2	90	900	85	830
3	120	1000	110	830
6	200	870	185	820
9	280	870	260	820
12	355	820	320	650
15	420	710	375	600
18	475	600	420	500
21	540	720	465	500
24	630	1000	530	720

Tab. 12: Referenzbereich für die Körperkondition in der Färsenaufzucht (Staufenbiel, 2014)

Altersgruppe	Bereich Rückenfettdicke (RFD) in mm	Bereich BCS Note 1 bis 5
6 bis 8 Lebensmonate	5 - 10	
9 bis 12 Lebensmonate	5 - 15	
13 Lebensmonate bis Besamung	10 - 15	2,0 - 2,5
1. bis 5.Trächtigkeitsmonat	10 - 20	2,0 - 3,0
6.bis 9.Trächtigkeitsmonat	15 - 20	2,5 - 3,0

Ein bedeutender Entwicklungsabschnitt ist der Beginn der Zuchtbenutzung. Mit Eintritt der Geschlechtsreife ist noch keine gute Fruchtbarkeit garantiert. Färsen sollten mindestens drei Ovulationszyklen vor der ersten Zuchtbenutzung durchlaufen (Mansfeld et al., 2014). Die Zuchtreife setzt eine gute Entwicklung im Rahmen und eine optimale Zuchtkondition voraus (Metzner et al. 1993; Losand et al. 2007b; Schuldt und Dinse, 2012). Die Besamung sollte bei Erreichen von 60% - 65% des erwarteten Endgewichtes erfolgen (Panicke, 1988; Archbold et al., 2012). Nach Staufenbiel (2014) sollen Holsteinfärsen zur Besamung 415 kg (400-430 kg) wiegen und eine KBH von 140 cm, WDH (128-135 cm), aufweisen. Bei der Bewertung von Färsen zum Zeitpunkt der Erstbesamung ist die vom Körperbautyp abhängige individuelle Wachstumskapazität zu beachten (Fischer, 1992). Von den verschiedenen Autoren werden unterschiedliche Empfehlungen für Alter, Lebendmasse und Körpergröße bei der Erstbesamung von Holsteinfärsen gegeben (Tab. 13). Die LM und der BCS zur Besamung korrelieren positiv mit der LM und dem BCS der laktierenden Kuh (Archbold et al., 2012). Die Bedeutung Färsen in einem guten körperlichen Zustand zur Besamung zuzulassen, zeigt sich in der positiven Beziehung eines ausreichend hohen Besamungsgewichts zur Milchleistung und im Überleben (Archbold et al, 2012). Eine am Alter der Tiere orientierte Belegung ist daher nicht zielführend. Eine Verzögerung der Konzeption sollte unbedingt vermieden werden. Ein verpasster Zyklus im LM-Bereich um 400 kg und in Abhängigkeit vom täglichen Zuwachs bedeuten etwa 8 kg mehr Körperfett pro Färse am Ende der Aufzucht (Steinhöfel und Pache, 2013).

Tab. 13: Empfehlungen für Alter, Lebendmasse und Körpergröße bei der Erstbesamung von Holstein-Friesian-Färsen

Autor	Erstbesamungsmasse (kg)	Erstbesamungsalter (Mon.)	WDH (cm)
Mansfeld et al., 2014	≥ 350	13 - 15	
Duplessis et al., 2015	391	13,6	134
Hulsen und Klein Swormink, 2012	370 400	13 - 15	
Hoffmann, 2016	420	14 - 17	> 135
Staufenbiel, 2014	400 - 430	14 - 17	128 - 135
Pries und Jilg, 2013	420	15 - 17	
Krpalkova et al., 2014a	400	13 - 15	130
Reiter et al., 2014	390 - 420	15 - 17	
Spiekers et al., 2009	380 - 420	15 - 17	
Kunz und Pabst, 2011	420	14 - 15	
Schuster et al., 2008	400 - 420	14 - 16	
Steinhöfel, 2008	≥ 400	15 - 17	KBH= 134

2.2.2.2 Empfehlungen für Fütterung und Haltung

Für die Aufzucht im Abschnitt ab 200 kg LM bis zur Besamung sind zwei im Energie- und Nährstoffgehalt abgestufte Rationen erforderlich. In Tab. 14 ist ein Verfahrensvorschlag zur Fütterung von Jungrindern für ein Erstkalbealter von 24 Monaten nach Losand et al. (2007b) aufgeführt.

Tab. 14: Verfahrensvorschlag zur Fütterung von Jungrindern für ein Erstkalbealter von 24 Monaten (nach Losand, 2007b)

Merkmal	Alter in Monaten		
	4.-6.	7.-10.	11.-16.
	ungehindertes Wachstum	kontrolliertes Wachstum	Besamungsgruppe
Lebendmasse (kg)	110 - 200	200 - 300	300 - 420
tgl. Zunahmen (g)	900 - 1000 g	750 - 850 g	650 - 750 g
Bedarf TM/ Tag (kg)	3,5	5,3	7,6
MJ ME /kg TM	10,9	10,0	9,3
XP %	16 -17	13 - 14	13

Unterschiede in der Energiekonzentration von Futterrationen wirken sich im Merkmal RFD und Insulin besonders im Zeitraum vom 271. und 360. Lebenstag (9. bis 12. Monat) aus (Müller et al., 2007; Mlaouhi 2010). Hier zeigen sich starke fütterungsbedingte Differenzierungen im Merkmal RFD und dem Insulinspiegel. Damit wird durch eine hohe Fütterungsintensität nach Erreichen der Pubertät der Fettansatz über den Anstieg des Insulinspiegels in stärkerem Maße beeinflusst als in der präpubertären Phase (Mlaouhi, 2010). Ein wesentlicher Einflussfaktor auf den Konditionsverlauf bei Aufzuchtfärsen stellt die Rationszusammensetzung dar. Als ein wichtiger den Fettansatz fördernder Faktor gelten generell maissilagebetonte Rationen mit einem hohen Stärkegehalt (Staufenbiel, 1982) Leicht fermentierbare Kohlenhydrate fördern die Insulinsekretion und den Fettansatz. Capuco et al. (1995) untersuchten den Einfluss einer unterschiedlichen Grundfutterration (Maissilage, Luzernesilage) und einer differenzierten Fütterungsintensität während der präpubertären Phase auf die Entwicklung der Milchdrüse bei Holsteinfärsen. Eine hohe Fütterungsintensität auf Basis einer Maissilage erhöhte die Gefahr der Euterverfettung, während dies bei Fütterung der Luzernesilage nicht festzustellen war. Eine ganzjährige Stallhaltung von Jungrindern wird ebenfalls als ein wichtiger den Fettansatz fördernder Faktor angesehen (Staufenbiel, 1982; Trilk und Münch, 2009). Zur Vorbeugung einer Verfettung ist ab dem zweiten Lebensjahr die Nutzung der Weidehaltung oder auch eine Weide-/Auslaufhaltung zu empfehlen.

Tab. 15 zeigt eine Übersicht zu den Empfehlungen für die Aufzuchtintensität bei Holstein-Friesian Färsen. Nach den Angaben mehrerer Autoren sollten die täglichen LMZ im zweiten Lebenshalbjahr, im Zeitraum des Pubertätseintrittes, 900 g nicht übersteigen. In den Untersuchungen von Fischer und Bulang (2007) war eine hohe Aufzuchtintensität im zweiten Lebenshalbjahr auf tägliche LMZ von 1128 g gegenüber 932 g bei Holsteinfärsen mit einem ansteigenden Risiko einer Verfettung bereits im ersten Lebensjahr, niedrigeren Zunahmen im zweiten Lebensjahr, einem erhöhten Schwer- und Totgeburtenanteil und einer signifikant verringerten Futteraufnahme und Milchleistung im ersten Laktationsdrittel verbunden.

Tab. 15: Übersicht zu Empfehlungen für die Aufzuchtintensität (LMZ) von Kälbern und Jungrindern der Rasse Holstein-Friesian für eine hohe Leistungsbereitschaft in der ersten Laktation und im gesamten Herdenleben[1]

Autor	Altersabschnitt (Monate)	LMZ (g/d)
Volkmann (2014)	Geburt - 12	870 - 925
Anacker (2008) [1]	Geburt - 12	800 - 900
Anacker (2008) [1]	12 - 18	600 - 700
Krpalkowa et al. (2014a)	5 - 14	850 - 949
Losand et al. (2014)	Geburt - 6	> 950
Losand et al. (2014)	6 - 12	< 900
Steinhöfel und Diener (2015)	6 - 12	< 900
Volkmann (2014)	9 - 12	625 - 775

2.2.3 Wachstum in der Trächtigkeit

Mit der hormonellen Umstellung des Körpers in der Trächtigkeit unter dem vorherrschenden Einfluss von Progesteron erfolgt eine verstärkte Retention an Nähr- und Mineralstoffen (Huth und Smidt, 1979), die den Bedarf des Fötus und der Reproduktionsorgane übersteigt (Kirchgessner et al., 2011). In der Praxis wird zum Ende der Trächtigkeit meist eine weite Streuung der Kondition zwischen den Tieren beobachtet (Staufenbiel, 1999; Daetz, 2009). Andererseits ist gegen Ende der Aufzucht eine verminderte Streuung der RFD-Messwerte bei geringer Variation im körperlichen Rahmen der Tiere Ausdruck einer gleichgerichtet wirkenden Aufzucht (Sorge, 2005). Da die Körperkondition die Futteraufnahme signifikant beeinflusst, gleichen sich Konditionsunterschiede innerhalb einer Gruppe unter einheitlichen Fütterungsbedingungen in gewissen Grenzen an (Staufenbiel, 1999; Staufenbiel und Schröder, 2005; Staufenbiel et al., 2007; Daetz, 2009).

Das Jungrind gelangt durch das ab Mitte der Trächtigkeit extensiv einsetzende Wachstum der Milchdrüse (Michel, 1986; Sejrsen et al., 2000), dem exponentiell verlaufenden Fötuswachstum (Prior und Laster, 1979; Bell et al., 1995) und dem noch zusätzlich bestehenden Energiebedarf für Erhaltung und das eigene Wachstum (Schröder, 2003) in eine zunehmend kompetitive Situation. Hinzu kommt, dass bei Färsen die Futteraufnahmekapazität im Vergleich zu Kühen um circa 15 bis 20% vermindert ist (Tab. 16). In erster Linie zielt der Energie- und Nährstofffluss auf die Bedarfsdeckung von Fötus und Uterus. Die Priorität der Nährstoffverteilung ist dabei unabhängig vom mütterlichen Ernährungsniveau (Prior und Laster, 1979; Lins et al., 2003; Micke et al., 2010; Kirchgessner et al., 2011).

Tab. 16: Futteraufnahme (kg TM/Tag) von Kühen und Färsen im Zeitraum vor der Geburt (nach Grummer, 2000; zitiert in Spiekers et al. 2009)

Lebendmasse (kg)	Färse 600	Kuh 660
Tage vor der Kalbung:		
21	10,2	12,8
11	10,0	12,0
5	9,3	10,4
1	7,4	8,8

Im letzten Trächtigkeitsdrittel werden 75% der fetalen Körpermasse gebildet (Staufenbiel et al., 2006). Nach Huth und Smidt (1979) betragen die Massezuwächse der Frucht in den letzten sechs Wochen vor der Kalbung ohne Uterus und Plazenta etwa 500 g pro Tag. Die Kälbergeburtsmasse ist neben dem Entwicklungszustand der hochtragenden Färse (Essmeyer, 2006; Staufenbiel, 2007) und der Kondition der Färse zur Geburt (Steinhöfel, 2008; Daetz, 2009) (Abb. 4) ein entscheidender Faktor in der Schwer- und Totgeburtenproblematik bei Erstkalbinnen (Sorge, 2005; Brakmann, 2011). Färsen sind signifikant häufiger als Kühe von Totgeburten betroffen (Essmeyer, 2006; Kausch, 2009). In den letzten Trächtigkeitswochen hat die Fütterungsintensität einen nicht zu unterschätzenden einen Einfluss auf die Kälbergeburtsmasse. Die fetale Muskelmasse trägt erst in den späten Trächtigkeitsstadien erheblich zur Steigerung der späteren Geburtsmasse bei (Mao et al., 2008). Bullenkälber reagieren auf ein hohes Ernährungsniveau der Mutter insbesondere in den letzten Wochen vor der Geburt wesentlich intensiver als weibliche Kälber (Staufenbiel et al., 2007). Schwer- und Totgeburten sind überwiegend männlichen Geschlechts (Fürll et al., 1999; Sorge, 2005; Essmeyer, 2006; Brakmann, 2011).

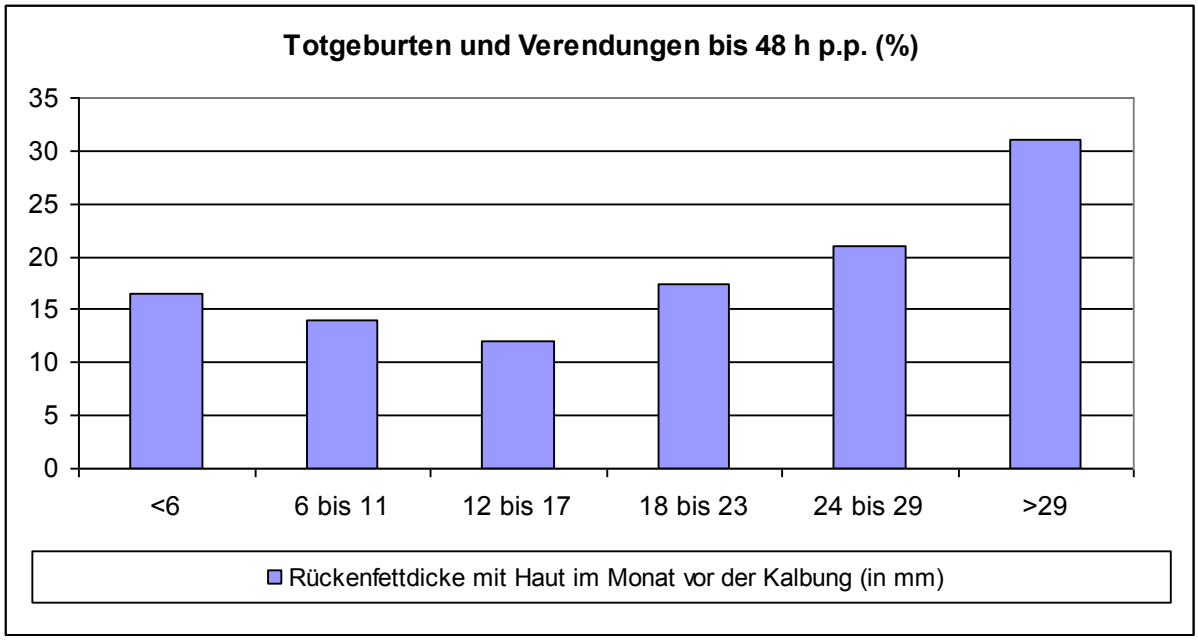


Abb. 4: Rückenfettdicke von Färsen vor der Kalbung (in mm) in Beziehung zur Totgeburtenrate (nach Steinhöfel, 2008)

Ab einer Rückenfettdicke von 20 mm stieg der Anteil der Schwergeburten (Daetz, 2009) und Totgeburten (Steinhöfel, 2008) bei Färsen deutlich an. Bei hochtragenden Färsen mit einer Fettauflage von über 20 mm betrug die Totgeburtenrate mehr als 30 % (Abb. 4). Eine übermäßige Körperkondition zur Geburt ist im Zusammenhang mit der Verfettung maternaler Geburtswege sowie kleinerer äußerer und innerer Beckenmaße und einer relativ zu großen Frucht als ein wesentlicher Ursachenkomplex im Aufkommen von Schwergeburten zu werten (Essmeyer, 2006). Schwergeburten tragen zu einem Großteil der Totgeburten bei (Chassagne et al., 1999; Sorge, 2005). Zur Vermeidung einer erhöhten Gefahr von Schwer- und Totgeburten verweisen Stamer et al. (2004) auf die Selektion von Vatertieren, die niedrige bis mittlere Geburtsgewichte vererben. Die Veranlagung des Bullen hat einen relevanten Einfluss auf die Kälbergeburtsmasse. Kälber mit einer hohen genetischen Wachstumsveranlagung verbleiben länger im Mutterleib und kommen mit einem höheren Geburtsgewicht zur Welt (Bergk, 2011).

Wachsende Wiederkäuer vollbringen eine andere physiologische Leistung (GfE, 2001), die sich zum Zeitpunkt reduzierter Nährstoffverfügbarkeit um die Kalbung in einer anderen Stoffwechselsituation zur Milchkuh begründet (Tab. 17). Im peripartalen Zeitraum ließen sich mehrheitlich bei Färsen signifikant höhere IGF-I-Konzentrationen im Vergleich zu Kühen feststellen (Taylor et al., 2004; Wathes et al., 2007; Kadivar et al., 2012; Albanat et al., 2013). Höhere Werte des Wachstumsfaktors IGF-I erklären zum einen die noch nicht abgeschlossene körperliche Entwicklung Primiparer (Wathes et al., 2007), zum anderen wird der Parameter stark vom Ernährungsniveau (Goerigk et al., 2010), der Haltungsform (Adrien et al., 2012) und dem Genotyp (Horvai-Szabo, 2003) beeinflusst. Dies verdeutlicht zum Teil die uneinheitlichen Ergebnisse in der Literatur (Meikle et al., 2004; Heckel, 2009; Adrien et al., 2012) (Tab. 17). Die Wachstumsleistung von Jungkühen drückt sich ebenso in einer anderen Beziehung zu Fortpflanzungsparametern im Vergleich zu Kühen aus. Die Fruchtbarkeit Primiparer ist noch stärker vom Reifegrad zur Kalbung geprägt als mehr vom Ernährungsstatus bei Multiparen in Bezug zur ZTZ (Taylor et al., 2004). Vor und zur Geburt unterliegen Färsen einer stärkeren metabolischen Belastung. Im Vergleich zu multiparen Kühen zeigten Primipare einen zeitigeren Anstieg und höhere Werte an freien Fettsäuren (FFS, nicht veresterte freie Fettsäuren; NEFA), (Wathes et al., 2007; Heckel, 2009), signifikant niedrigere Cholesterol-Konzentrationen (Heckel, 2009) und signifikant höhere Cortisolwerte (Albanat et al., 2013). Ihr früheres Hineingleiten in die negative Energiebilanz (NEB) war ebenso erkennbar anhand des bereits zwei Wochen vor der Geburt einsetzenden Rückgangs der RFD (Daetz, 2009; Heckel, 2009). Gegenüber Kühen begannen Färsen zwei Wochen (Heckel, 2009) beziehungsweise eine Woche (Daetz, 2009) zeitiger mit der Körperfettmobilisation.

Tab. 17: Übersicht zu Stoffwechselparametern der Färse im Vergleich zur Kuh im peripartalen Zeitraum der Rasse Holstein-Friesian

Parameter	ante partum	post partum	Zeitpunkt der Probennahme	Autor
IGF-I	numerisch ↑ Primipare	nicht messbar F, K (<10ng/ml)	28 d a.p; 10 d a.p.	Heckel, 2009
	F ↑	F ↓	7.-1.d a.p.; Partus - 14 d. p.p.	Albanat et al., 2013
	F ↑	F ↑	-1Wo a.p.; 7 Wo p.p.	Wathes et al., 2007
	F ↑	F ↑	-1Wo a.p.; 8 Wo p.p	Taylor et al., 2004
	numerisch ↑ Primipare	F ↑	-2 Wo a.p.; 2 Wo p.p	Kadivar et al., 2012
	F ↓	F ↓	30 d. a.p.; 60 d. p.p.	Meikle et al., 2004
	kein Paritätseffekt		- 37, - 15 d. a.p.; Partus; 15, 30 d. p.p.	Adrien et al., 2012
Insulin	numerisch ↓ Primipare	F ↑*	28 d a.p.; 10. d. a.p.; *3.d p.p.; 28. d. p.p.	Heckel, 2009
	kein Paritätseffekt	F ↑	- 37 d a.p.; 30 d p.p.	Adrien et al., 2012
	F ↑	kein Paritätseffekt	- 35d a.p.- 56.d p.p.	Janovick et al., 2011
Cortisol	F ↑	F ↑*	4.-3.d a.p.; *Partus	Albanat et al., 2013
Glukose	F ↑	F ↑	-35 d a.p. -56. d. p.p.	Janovick et al., 2011
	F ↑	F ↑	-28 d.a.p. - 30. d. p.p.	Santos et al., 2001
FFS/ NEFA	F ↑	F ↓	10.d.a.p.; 28 d.p.p.	Heckel, 2009
	F ↑	F ↑	10. d a.p. - 10 d. p.p.	Janovick et al., 2011
	F ↑	F ↑	20. d. a.p. - 60. d. p.p	Meikle et al., 2004
	F ↑	F ↓	-1Wo a.p.; 7 Wo p.p.	Wathes et al., 2007
	F ↑	F ↓	-13, - 11d.a.p.; 1.d.p.p.	Albanat et al., 2013
BHB	F ↓	F ↓	28.d.a.p.; 10.d.a.p.; 28.d.p.p.	Heckel, 2009
	F ↓	F ↓	-1Wo a.p.- 2 Wo p.p.	Wathes et al., 2007
	numerisch ↑ Primipare		30 d. a.p.; 60 d. p.p.	Meikle et al., 2004
Bilirubin	kein Paritätseffekt	F ↑	28.d.a.p; 3.d.p.p.	Heckel, 2009
Cholesterol	F ↓	F ↑*, F ↓	28.d.a.p.; *3.d.p.p.; 28.d.p.p.	Heckel, 2009
	kein Paritätseffekt	F ↓	- 30d a.p.; 30d p.p.	Adrien et al., 2012
Gesamt-Eiweiß	F ↓	F ↓	- 30d a.p.; 30d p.p.	Adrien et al., 2012
Harnstoff	kein Paritätseffekt	F ↑*, F ↓	28.d.a.p.; *3.d.p.p.; 28.d.p.p.	Heckel, 2009
	F ↓	F ↓;Anstieg 7.d.p.p	-1Wo a.p.- 7.Wo p.p.	Wathes et al., 2007

F = Färse; K = Kuh

2.2.3.1 Normwerte

Bei der ersten Kalbung sollten die Färsen 85% des Endgewichtes einer ausgewachsenen Kuh erreicht haben, was nach DLG-Ausrichtung einer anzustrebenden Lebendmasse von 620 kg bis 650 kg entspricht (Schuster et al., 2008). In Tab. 18 sind Empfehlungen für Lebendmasse, Körpergröße und Körperkondition für Holsteinfärsen zur Kalbung von verschiedenen Autoren aufgeführt. Das Ziel der Aufzucht besteht in der Bereitstellung von Färsen mit einem großen Körperrahmen und einer mäßigen Kondition zum Abkalbezeitpunkt, einer hohe EKM bei niedrigem Fettgehalt (Staufenbiel et al., 2007). Die Bedeutung der zur Kalbung erreichten Lebendmasseentwicklung ist anhand der positiven Korrelation der EKM und der Milchleistung in der ersten Laktation ersichtlich (Gillwald und Heinz, 1980; Hoffman, 1997; Macdonald et al., 2005; Losand et al., 2014). Nach Untersuchungen von Rudolphi (2009) fiel der Leistungsanstieg bei HF-Jungkühen allerdings ab einer EKM post partum von 620 kg immer geringer aus. Die Kondition der hochtragenden Färsen soll zwischen 15 und 20 mm (BCS 2,5 bis 3,0) Rückenfettdicke liegen (Schröder, 2003; Staufenbiel et al., 2007; Staufenbiel, 2014). Über die regelmäßige Kontrolle der Lebendmasse und der Kondition während der Aufzucht sollte die Aufzuchtintensität angepasst und die optimale Kondition vor dem Abkalben eingehalten werden.

Tab. 18: Empfehlungen für Lebendmasse, Körpergröße und Körperkondition zur Kalbung

Autor	Lebendmasse (kg)	RFD /BCS (mm)/ (Pkt)	WDH (cm)	KL (cm)
Duplessis et al. 2015	627		143	
Staufenbiel, 2014	610 - 640 550 - 580*	15 - 20 2,5 -3,0	139 -145	
Trilk und Münch, 2010	> 650 ≥ 550*			
Rudolphi, 2009	630 - 650 580*		KBH= 143	
Grummer et al., 1995	≤ 660	≤ 3,5		
Keown und Everett, 1986	635			
Schröder, 2003		15 - 20		
Schuster et al., 2008	620 - 630			
Hoffman, 1997	620	3,5	138 - 141	169 - 173

*Lebendmasse p.p.; KL= Körperlänge von Buggelenk bis Sitzbein (cm)

2.2.3.2 Empfehlung für Haltung und Fütterung

Der Rückgang der Wachstumsleistung im zweiten Lebensjahr bei gleichzeitig steigendem TM-Aufnahmevermögen ermöglicht den Bedarf für 600-750 g tägliche Zunahmen durch energieärmere Rationen sicherzustellen (Spiekers et al. 2009; Kirchgessner et al., 2011). Mit der Weidehaltung bietet sich in diesem Entwicklungsabschnitt eine Haltungsform an, die einer zunehmenden Verfettung der Jungrinder entgegenwirkt und aus Sicht der Stoffwechselgesundheit der ganzjährigen Stallhaltung vorzuziehen ist (Staufenbiel, 1982; Kirchgessner et al., 2011). Im Vergleich zur durchgängigen Stallhaltung wirkte sich die Haltung der tragenden Jungrinder auf der Weide (Losand et al., 2007a) oder auf einer stallnahen Koppel (Trilk und Münch, 2009) positiv auf die Körperkondition (geringer) zur Kalbung aus. Damit war ein geringeres Risiko für Komplikationen im Kalbeverlauf und eine höhere Milchleistung in der ersten Laktation verbunden. Nach Losand et al., (2007a) kann die Weidehaltung auch bei steigenden Leistungsanforderungen in die Färsenaufzucht effektiv integriert werden. Die intensive Weidebewirtschaftung ist hierbei eine wesentliche Voraussetzung um tägliche LMZ im Bereich von 550 g bis 700 g zu erzielen.

Für die Fütterung der hochtragenden Färsen in der frühen Trockenstehphase (TS), von der 8./7. bis zur 2. Woche vor der Kalbung, empfehlen Fischer et al., (2002) eine Ration mit einer Energiekonzentration von 5,6 MJ NEL/ kg TM (Tab. 19). Es ist auf eine adäquate Rohfaser-Versorgung mit ausreichender Strukturwirksamkeit zu achten. Staufenbiel et al. (2007) gibt Empfehlungen für eine entsprechende Rationsgestaltung (Tab. 19). Hinsichtlich der Unterschiede Primiparer in Futteraufnahmekapazität und Fressverhalten wird im internationalen Schrifttum mehrheitlich für Jungrinder eine separate Vorbereitungs- und Frischmelkergruppe empfohlen (Grant und Albright, 1995; Robinson, 2000; Hutjens, 2002; Pries, 2004; Spiekers et al., 2009). Zum Zweck der Förderung hoher Futteraufnahmen nach der Kalbung sind für das Jungrind neben der Reduzierung von Stressfaktoren, der Vermeidung von Überkonditionierung und Überfütterung in der Trockenstehperiode wesentliche Punkte genannt (Lin et al., 2003).

Tab. 19: Richtwerte für Futterrationen von Färsen in der Hochträchtigkeit

Parameter	Einheit	Trockenstehration	Anfütterung close up
	je kg TM	8. bis 3. Woche a.p.	3. bis 1. Woche a.p
Energie NEL	MJ/kg	5,6*	6,4 - 6,8**
Rohfaser	g/kg	>220**	>180-190**
strukturwirksame Rfa	g/kg	>230**	>200**
Rohprotein	g/kg	120-130**	140-150**

* Fischer et al. (2002) ** Staufenbiel et al. (2007)

Nach Staufenbiel (1999) stellt eine leicht positive Energiebilanz in der Trockensteh- und Vorbereitungsphase eine wichtige Zielgröße dar. Ein geringer Fettansatz um 1 bis 2 mm Rückenfettdickenzunahme ist möglich. Bei hochtragenden Färsen sollte versucht werden, über die Konditionsbeobachtung in der Trockenstehphase einen annähernd gleichmäßigen Konditionszustand zu fördern (Daetz, 2009). Für die Beurteilung der Energiebilanz wird die RFD-Messung ab der achten Woche a.p., beim Wechsel in die Vorbereitungsgruppe und zum Abkalben empfohlen (Staufenbiel und Schröder, 2005). Die Integration der Färsen in den Kuhbestand sollte sechs bis acht Wochen vor dem Abkalben erfolgen (Staufenbiel et al., 2007). Die Vorbereitungsdauer der hochtragenden Färsen sollte auf ein bis maximal zwei Wochen begrenzt werden (Staufenbiel et al., 2006; Brakmann, 2011). Eine längere Dauer der Vorbereitungsfütterung bei Färsen war mit einem signifikanten Anstieg an Schwer- und Totgeburten verbunden (Sorge, 2005; Brakmann, 2011) (Tab. 20).

Zur Überwachung der körperliche Entwicklung während der gesamten Aufzuchtperiode empfiehlt Kertz (2015) die Messung der Lebendmasse (und Widerristhöhe) zu folgenden Zeitpunkten: Geburt, mit zwei Lebensmonaten (Verdopplung der Geburtsmasse), mit sechs Lebensmonaten, mit zwölf Lebensmonaten und vor der ersten Kalbung (korrekt gewogen). Nach Staufenbiel (2014) sollten die Färsen zu Beginn der Färsenaufzuchtphase (fünf bis sechs Lebensmonate), zur Besamung, vor oder nach der ersten Kalbung korrekt gewogen werden. Ansonsten kann zwischenzeitlich die Lebendmasse über die Messung des BU mit Hilfe eines Wiegebandes geschätzt werden. Schuldt und Dinse (2015) empfehlen drei Konditionsbewertungen bis zur Erstbesamung: Absetzen, bis 7./8. Lebensmonat, 9.Lebensmonat bis Erstbesamung.

Tab. 20: Einfluss der Dauer der Vorbereitungsfütterung auf den Verlauf der Abkalbungen (nach Sorge, 2005)

VB-Dauer d $\bar{x}$	7,0	13,8	21,8
Spontangeburt	58,2%	47,0%	37,4%
Geburten leichte Hilfe	38,7%	47,1%	54,5%
Schwerer Geburtsverlauf	3,1%	5,9%	8,1%

2.3 Aufzuchtintensität und Erstkalbealter

2.3.1 Milchleistung

Der Einfluss des Erstkalbealters auf die Milchleistung wurde in zahlreichen Untersuchungen klar herausgestellt. Mehrere Autoren fanden einen anhaltend positiven Zusammenhang zwischen Erstkalbealter und Milchleistung der ersten Laktation (Pirlo et al., 2000; Dobos et al., 2001; Ettema und Santos, 2004; Berry und Cromie, 2009). In einer Untersuchung an Holstein-Friesian Jungkühen stellten Dobos et al. (2001) mit Erhöhung des Kalbealters um einen Monat einen Anstieg der Laktationsleistung um 66,7 kg Milch, 1,87 kg Protein und 2,36 kg Fett fest. Berry und Cromie (2009) geben die Leistungssteigerung bei HF-Jungkühen mit 55,5 kg Milch, 2,0 kg Protein und 2,3 kg Fett pro Monat verlängerter Aufzuchtdauer an. Allerdings wird in der Literatur auch auf einen nichtlinearen Zusammenhang zwischen der Milchleistung in der ersten Laktation und dem Alter beim ersten Kalb verwiesen (Tab. 21) (Hoffman und Plourd, 2003; Nilforooshan und Edriss, 2004; Haworth et al., 2008; Ben Gara et al., 2009).

Tab. 21: Einfluss des Erstkalbealters auf die Erstlaktationsleistung (Hoffman und Plourd, 2003)

EKA in Monaten	Prozent (%) der erwarteten Erstlaktationsleistung
20	87
21	93
22	96
23	98
24	100
25	101
26	101
27	100
28	100
29	98
30	97

Dies lässt erkennen, dass bei zu alten, schweren und überkonditionierten Erstkalbinnen die spätere Milchleistung negativ beeinflusst wird, da bei diesen Tieren mit intensiven Körpermasseverlusten in der Laktation, einer schlechteren Grobfutteraufnahme,

Schwergeburten und weiteren gesundheitlichen Problemen zu rechnen ist (Staufenbiel und Rossow, 1987; Schröder und Staufenbiel, 2006). Ein niedriges Erstkalbealter unter 23 bis 24 Monaten führte allgemein zu einer verminderten Erstlaktationsleistung (Pirlo et al., 2000; Warzecha et al., 2003; Nilforooshan und Edriss, 2004; Ben Gara et al., 2009; Losand et al., 2014; Volkmann, 2014). In einer aktuellen Studie beziffern die Autoren den negativen Effekt eines sehr frühen EKA von 22, 21 und 20 Monaten im Vergleich zum EKA von 24 Monaten auf die Leistung in der ersten Laktation bei HF-Kalbinnen mit Verlusten um 166 kg, 369 kg und 654 kg (Curran et al., 2013). Die Minderung der Erstlaktationsleistung bei frühkalbenden Färsen (< 24 Monate) steht im Zusammenhang mit deren geringeren Ausprägung der adulten Lebendmasse zur Kalbung und der damit verbundenen stärkeren Konkurrenz zwischen Milchleistung und Wachstumsleistung (Van Amburgh et al., 1998; Meyer et al., 2004; Losand et al., 2014) und einem geringeren Trockensubstanzaufnahmevermögen dieser Tiere (Huth, 1995; Hoffman et al., 1996). Die Differenzierung der Leistungshöhe in Abhängigkeit vom EKA zeigt sich in dieser ausgeprägten Form nur in der ersten Laktation. Aufgrund des noch stärkeren Einflusses aufzuchtbedingter Faktoren weisen erstlaktierende Kühe im Mittel die größte Differenz zwischen der tatsächlichen Milchleistung und der geschätzten Leistungsveranlagung auf (Huth, 1995). Der Vorteil eines niedrigen EKA von 22 Monaten wird trotz der Milchleistungseinbußen in der ersten Laktation in einer höheren Lebenseffektivität und Lebensleistung der Tiere gesehen. Holstein Färsen, die im Alter von 22 bis 26 Monaten kalbten, waren älteren Färsen im Merkmal Lebensleistung überlegen (Meyer et al., 2004; Curran et al., 2013; Froidmont et al., 2013). Ein noch früheres EKA von 21 Monaten war nachweislich mit einer Verringerung der Lebensleistung verbunden (Van Amburgh und Tikofsky, 2001; Meyer et al., 2004; Froidmont et al., 2013). Übereinstimmend wird in der Literatur ein engerer Zusammenhang zwischen der Körpermasse und der Milchleistung als zwischen dem Alter und der Leistung in der ersten Laktation festgestellt (Keown und Everett, 1986; Stassen et al., 1991; Dobos et al., 2001; Archbold et al., 2012). Dies unterstreicht die Bedeutung der zur Kalbung erreichten Körpermasseentwicklung und Körperzusammensetzung, die einen höheren Stellenwert besitzt als das EKA selbst.

Zu Auswirkungen unterschiedlicher Aufzuchtintensitäten auf die Euterentwicklung und die Milchleistung sind eine Reihe von Versuchen und Untersuchungen durchgeführt worden (Tab. 22, 23). Der Aufzuchtintensität vor allem vor und während der Pubertät kommt als Einflussfaktor eine große Bedeutung zu. Die Ergebnisse der Studien sind in Bezug auf die Milchleistung nicht einheitlich. Mehrere Autoren konnten nachweisen, dass eine hohe Aufzuchtintensität in der präpubertalen Phase (3- 9 Monate) einen negativen Effekt auf das Euterparenchymwachstum (Sejrsen et al., 1982; Capuco et al., 1995) die Milchleistung in der ersten Laktation (Gardner et al., 1977; Michel, 1988; Lammers et al., 1999; Radcliff et al., 2000; Losand et al., 2014) und in den folgenden Laktationen hat (Little und Kay, 1979). Es

wird davon ausgegangen, dass eine intensive Fütterung verbunden mit hohen Tageszunahmen vor allem in der Zeit vor und während der Pubertät, im KM-Bereich zwischen 90 kg und 300 kg, einen negativen Einfluss auf das Milchdrüsenwachstum hat, da die Milchdrüse in dieser Zeit schneller wächst als der Rest des Körpers (Sejrsen et al., 1982). Der negative Einfluss eines hohen Fütterungsniveaus in diesem Aufzuchtabschnitt auf die spätere Milchleistung wird als Ergebnis einer vermehrten Einlagerung von Fett in das Eutergewebe (Staufenbiel und Rossow, 1987; Capuco et al., 1995) und einer tieferen Konzentration von Wachstumshormonen im Blut bei intensiv aufgezogenen Färsen diskutiert (Sejrsen et al., 1982; Sejrsen et al., 1983; Carson et al., 2000). Sejrsen et al. (1983) beschrieben einen positiven Zusammenhang zwischen dem Wachstumshormonspiegel im Blut und der Entwicklung des Euterparenchymgewebes.

Für die präpubertalen täglichen Zunahmen wurde ein Schwellenwert ermittelt. Für Holstein-Friesian Färsen wird dieser mit 800 g angegeben (Sejrsen et al., 2000; Zanton und Heinrichs, 2005). Darüber liegende mittlere Tageszunahmen wirkten sich ungünstig auf Euterentwicklung und Milchleistung aus. Die optimale Wachstumsrate jedoch kann in Abhängigkeit vom genetischen Milchleistungspotential variieren (Bergk, 2011). In den Arbeiten von Gardner et al. (1977), Little und Kay (1979), Lammers et al. (1999) und Radcliff et al. (2000) führten präpubertale Zunahmen von 1000 g pro Tag und darüber zu einer signifikant geringeren Milchleistung in der ersten Laktation um 7% bis 43% gegenüber der Standardaufzucht (Tab. 22). Andere Studien konnten keine nachteiligen Auswirkungen hoher präpubertaler Zunahmen von 900 g bis 1130 g pro Tag auf die spätere Milchleistung feststellen (Gardner et al., 1988; Van Amburgh et al., 1998; Waldo et al., 1998; Carson et al., 2000; Sakaguchi et al., 2005; Fischer und Bäthge, 2007; Trilk und Münch, 2010). Die Kombination einer intensiven Fütterung und einem früheren Belegalter führte zu niedrigeren Körpermassen zur Kalbung (Michel, 1988; Hoffman et al., 1996; Van Amburgh et al., 1998; Meyer et al., 2004), was die gefundenen Unterschiede in der Milchleistung in Studien mit weiter EKA-Spanne eher erklärt (Tab. 22, 23).

Tab. 22: Einfluss der Fütterungsintensität im präpubertalen Abschnitt auf die Milchleistung der ersten Laktation von Rindern der Rasse Holstein-Friesian

Autor(en)	n	Versuchszeitraum	LMZ (g/d)	KM pp. (kg)	EKA (Mo.)	Milch (kg)
Gardner (1977)	48	91 kg bis Konzeption	1 100 800	506 538	19,7 26,9	4519[a] 5571[b]
Little und Kay (1979)	110	13. bis 39. Lebenswoche	>1 000 >1 000 740	430 453 487	19,3 28,3 27,7	1959[a] 2450[b] 3863[c]
Gardner (1988)	433	6. Lebenswoche bis zur Besamung (340 kg)	890 780		22,2 24,6	6729 6985
Carson (2000)	70	3. bis 10. Lebensmonat	700 950 930	496 517 512	24,9 24,8 25,1	6242 6594 6767
Macdonald (2005)	259	100 bis 200 kg	770 530 370	476 451 408	24,0 24,0 24,0	3288 3309 3243
Waldo (1998)	75	175 bis 325 kg	950 725	504 510	24,0 24,8	6786 7137
Radcliff (2000)	60	135 kg bis zur Besamung	770 1 120	539 515	24,0 21,0	8618[a] 7503[b]
Lammers (1999)	68	19. bis 39. Lebenswoche	705 1 009	547 538	22,9 22,8	8335[a] 7790[b]
Van Amburgh (1998)	273	90 bis 320 kg	680 830 940	550 529 520	24,5 22,0 21,3	9873 9620 9387
Abeni (2012)	82	5. bis 15. Lebensmonat	730 730 810		27,7 31,0 28,0	7817 7814 6879
Mlaouhi (2010) [1]	15	4. bis 21.Lebensmonat	655 842		28,9 25,5	9244 8729
Fischer und Bäthge (2007)	61	4,5 bis 11 Lebensmonate	1 130 930	598 601	22,8 24,3	8998 9028
Steinhöfel und Diener (2015)	113	4. Lebensmonat bis zur Besamung (400kg)	864 927	648* 640*	25,4 24,8	8877[a] 8162[b]
Steinhöfel und Diener (2015) [3]	182	4. Lebensmonat bis zur Besamung (400kg)	770 837 1 001	645* 646* 663*	26,0 25,4 23,1	8958 8668 8461

[1] eineiige weibliche Zwillingspaare der Rasse Holstein Friesian; [2] LMZ in der Trächtigkeit: Gruppe intensiv= 0.900 kg/d, andere Versuchsgruppen= 0.700 kg/d; * KM vor der ersten Kalbung; a, b, c = $p < 0,05$

Ebenso wie die Ergebnisse zu Untersuchungen präpubertaler Fütterung sind auch die Ergebnisse postpubertaler Fütterungseffekte auf die Milchleistung nicht einheitlich (Tab. 23). Nach Sejrsen et al. (1982) und Sejrsen et al. (2000) hat eine intensive Fütterung in der Zeit nach der Pubertät und während der Trächtigkeit keinen schädigenden Einfluss auf die Euterentwicklung und die spätere Milchleistung. In anderen Studien zeigte sich aber, dass hohe Tageszunahmen durch eine hohe Fütterungsintensität im postpubertalen Abschnitt mit einer Verminderung der Milchleistung (Goerigk et al., 2010; Steinhöfel und Diener, 2015) und einem erhöhten Risiko für postpartale Stoffwechselstörungen verbunden sind (Lacasse et al., 1993; Grummer et al., 1995; Steinhöfel und Diener, 2015). Wiederum begünstigte eine angemessene Intensität der postpubertalen Fütterung über eine höhere EKM die Milchleistung (Macdonald et al., 2005). Die einzelnen Studien zur Fütterung im prä- und postpubertalen Abschnitt kommen zu dem Schluss, dass eine moderate Fütterung von Färsen die Milchleistung positiv beeinflusst. Dies könnte nach Untersuchungen von Mlaouhi (2010), Müller et al. (2005), Lachmann et al. (1993) und Carson et al. (2000) mit der geringeren Belastung des Stoffwechsels und einer höheren Futteraufnahme verbunden sein.

Tab. 23: Einfluss der Fütterungsintensität im postpubertalen Abschnitt auf die Milchleistung der ersten Laktation von Rindern der Rasse Holstein Friesian

Autor(en)	n	Versuchszeitraum	LMZ (g/d)	KM pp. (kg)	EKA (Mo.)	Milch (kg)
Carson (2000)	70	14. bis 24. Lebensmonat	650 900	506 555	25,7 25,6	6767 6931
Macdonald (2005)	259	200 kg bis 22. Lebensmonat	500 700	411 479	24,0 24,0	3165 [a] 3394 [b]
Grummer (1995)	76	6.Trächtigkeitsmonat bis zur Abkalbung	1 000 1 120	664* 694*	24,7 24,7	8540 8555
Hoffman (1996)	70	10.Lebensmonat bis zur Abkalbung	950 950 750 750	551 587 580 602	20,6 22,7 23,6 25,6	7522 7868 8291 8070
Lacasse (1993) [1]	59	1 Jahr bis 3.Trächtigkeitsmonat	840 H1 720 M1			
Lacasse (1993) [2]	59	3.Trächtigkeitsmonat bis zur Abkalbung	840 H1:H2 660 H1:M2 950 M1:H2 730 M1:M2	584 553 593 559	24,9 24,8 24,5 25,1	7046 6832 7473 7168

[1] (H) beschleunigtes Wachstum; (M) moderates Wachstum; [2] erzielte LMZ im zweiten Versuchsabschnitt unterlagen der Beeinflussung vorheriger Wachstumsintensitäten; * KM vor der ersten Kalbung

Bei der Bewertung der Beziehung zwischen Wachstum und Milchleistung ist zu beachten, dass die optimale Wachstumsintensität abhängig ist von der Rasse und dem individuellen genetischen Wachstumspotential des jeweiligen Tieres. Nach Silva et al. (2002) und Sejrsen et al. (2000) weisen Jungrinder mit einem höheren genetischen Wachstumspotential bei gleicher Fütterung generell keine Einschränkungen in ihrer späteren Leistungsbereitschaft auf. Kratochvilova (2001) gibt an, dass die Wachstumsrate hoch variabel, niedrig heritabel und ein schlechter Indikator für die Milchleistung ist. Zu ähnlichen Schlussfolgerungen kommen Silva et al. (2002), die feststellten, dass die Körperkondition zum Zeitpunkt der ersten Zuchtbenutzung einen besseren Indikator für Unterschiede in der späteren Milchleistung darstellt als die Wachstumsrate. Leistungsunterschiede nach einer differenzierten Aufzuchtintensität können auch eine Folge einer verzögerten Zuchtbenutzung sein (Mlaouhi, 2010). Gerade bei intensiv aufgezogenen Färsen besteht die Gefahr, dass die Tiere bei einer nicht zeitgerechten Besamung mit einem übermäßig hohen Fettansatz zur Kalbung kommen. Dies kann zu schweren Geburtsverläufen und einer verminderten Milchleistung führen (Hoffman et al., 1996). Sowohl eine geringe Kondition < 15 mm als auch ein übermäßiger Konditionszustand > 20 mm zum Kalbezeitpunkt wirken milchleistungsdepressiv (Staufenbiel et al., 2007).

2.3.2 Fruchtbarkeit

Aus der Literatur geht hervor, dass Färsen mit einem jüngeren EKA eine bessere Fruchtbarkeit aufweisen (Lin et al., 1988; Cooke et al., 2013; Zavadilova und Stipkova, 2013; Mahlkow-Nerge, 2013; Wathes et al., 2014) und, dass das EKA die spätere Fruchtbarkeitsleistung der Kühe nachhaltig beeinflusst wie eine Übersicht von (Eastham, 2012) für den Zusammenhang EKA und Zwischenkalbezeit (ZKZ) in der ersten, zweiten und dritten Laktation zeigt (Abb. 5).

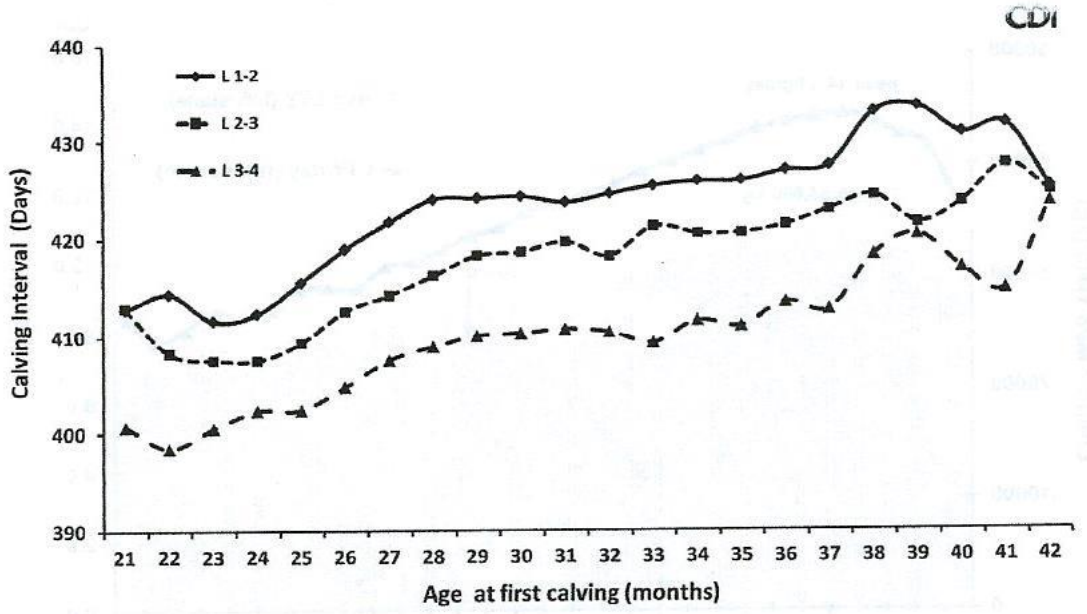


Abb. 5: Zusammenhang zwischen dem Erstkalbealter und der Zwischenkalbezeit in den ersten drei Laktationsperioden (Eastham, N.,2012; zit. bei Wathes et al. 2014)

Eastham (2012) untersuchte die Fruchtbarkeitsdaten von 322 805 Holstein- und British Friesian Färsen in Milchviehbetrieben in Großbritanien im Zeitraum 2006 bis 2008 bei einer Spanne des EKA von 21 bis 42 Monaten. Der Autor stellte fest, dass Färsen mit einem EKA von 23 bis 25 Monaten die kürzeste ZKZ von der ersten zur zweiten Laktation, der zweiten zur dritten Laktation und dritten zur vierten Laktation im Vergleich zu Färsen mit einem EKA >36 Monate aufwiesen. Er verweist darauf, dass der Fruchtbarkeit im Zusammenhang mit der Erhöhung der Lebensleistung eine Schlüsselstellung zukommt (Wathes et al, 2014). Auch Ettema und Santos (2004) fanden bei Holstein-Färsen mit einem EKA von 23,3 bis 25 Monaten die besten Fruchtbarkeitsergebnisse in der ersten Laktation. Ebenso ermittelte Evans et al. (2006) für Holstein-Färsen mit einem EKA von 25 bis 26 Monaten eine tendenziell kürzere ZKZ im Vergleich zu jüngeren (< 24 Monate EKA) und älteren Färsen zur Kalbung.

Eine andere wichtige Betrachtung ist, dass das EKA neben anderen Einflussgrößen einen wesentlichen Faktor für das Auftreten von Schwer- und Totgeburten bei Färsenabkalbungen darstellt. Junge, schmale Färsen mit noch kleinem Rahmen und engem Becken als auch ältere und überkonditionierte Färsen haben ein höheres Risiko für Schwergeburten (Steinhöfel, 2008; Baek et al., 2015). Platen et al. (1999) fanden eine mit steigendem EKA auftretende Häufung von Schwergeburten. Der Anteil der Kalbungen mit schwerem Verlauf war bei

Tieren mit einem EKA ≥ 27 Monate mit 20,7% deutlich höher als bei Tieren mit einem EKA < 23 Monaten mit 14,3%. Die Autoren führen die Erhöhung der Schwergeburtenrate auf eine zunehmende fettbedingte Verengung des Geburtskanals und einen fortschreitenden Elastizitätsverlust der Geburtswege mit steigendem EKA zurück. Simerl et al. (1991) ermittelten einen Anstieg der Schwergeburtenrate bei sehr jungen < 24 Monaten EKA und alten Färsen > 27 Monate zur ersten Kalbung. Eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine erforderliche Assistenz zur Kalbung bestand bei Färsen mit einem EKA von 22 Monaten im Vergleich zu Färsen mit 24-monatigen EKA (Berry und Cromie, 2009). Ein Anstieg der Totgeburtenrate war vor allem bei intensiv aufgezogenen Holstein-Färsen mit niedrigem EKA unter 23 Monaten im Vergleich zu Färsen mit höherem EKA festzustellen (Ettema und Santos, 2004; Hansen et al., 2004; Berry und Cromie, 2009; Bleul, 2011; Rudolphi, 2012; Baumgärtel, 2014; Mee et al., 2014). Seltener wird in der Literatur über eine Häufung der Totgeburtenfrequenz bei älteren Färsen EKA > 28 Monaten (Steinhöfel, 2008), EKA > 30 Monate (Cooke et al., 2013) berichtet. Ein Anstieg der Schwer- und / oder Totgeburtenrate bei Holstein-Färsen mit einem EKA von 22 Monaten konnte in einigen Studien nicht ermittelt werden (Thompson et al., 1983; Gardner et al., 1988; Hoffman et al., 1996; Van Amburgh, 1998; Sakaguchi et al., 2005). Die gegensätzlichen Ergebnisse der einzelnen Studien zum Einfluss des EKA können zum Teil über die Variationen in Genetik und Management in den Untersuchungsherden zwischen den verschiedenen Studien erklärt werden (Cooke et al., 2013).

Schwergeburten (Erb et al., 1985; Dematawewa und Berger, 1997; Ghavi Hossein-Zadeh, 2016) und Totgeburten (Bicalho et al., 2007) sind Risikofaktoren für das Auftreten von Nachgeburtsverhaltung, infektiösen Erkrankungen, wie Endometritiden, sowie einer verlängerten Zwischentragezeit (ZTZ) und ZKZ, Milchleistungsrückgang und Zwangsmerzungen. Die Entstehung einer Nachgeburtsverhaltung stand nicht im Zusammenhang mit dem EKA (Lin et al., 1986; Simerl et al., 1991; Ettema und Santos, 2004). Demgegenüber stellten Baek et al. (2015) vermehrt Nachgeburtsverhalten bei sehr früh besamten Holsteinfärsen (Konzeption mit 12 bis 14 Monaten) und spät besamten beziehungsweise verzögert tragend gewordenen Holsteinfärsen (Konzeption mit > 20 Monaten) fest. Simerl et al. (1991) ermittelten einen Anstieg der Inzidenz an Metritis mit steigendem EKA.

Auf der anderen Seite ist die Aufzuchtintensität selbst ein Faktor, der einen Einfluss auf die spätere Fruchtbarkeitsleistung ausüben kann. Durch mehrere Studien konnte belegt werden, dass eine zu hohe Intensität der Aufzucht im zweiten Lebenshalbjahr, im Zeitraum des Pubertätseintrittes, auf eine Lebendmassezunahme von über 900 g pro Tag mit höheren Schwer- und Totgeburtenraten verbunden war (Warzecha et al., 2003; Bulang und Fischer, 2007; Steinhöfel, 2008; Rudolphi, 2012; Steinhöfel und Diener, 2015) (Tab. 24). Wie die Untersuchungsergebnisse von Steinhöfel (2008) und Fischer und Bäthge (2007) belegen, konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass die intensiv aufgezogenen Färsen gegenüber der Standardaufzucht (Kontrollgruppe) mit Abschluss des ersten Lebensjahres auch eine höhere Rückenfettdicke aufwiesen, zur Kalbung dann aber eine geringere Rückenfettdicke zeigten. Trotz geringerer Rückenfettdicke zur Kalbung waren bei diesen Tieren hohe Schwer- und Totgeburtenraten zu verzeichnen (Tab. 24).

Tab. 24: Einfluss der Aufzuchtintensität während des zweiten Lebenshalbjahres auf die Totgeburtenrate bei Erstkalbinnen der Rasse Holstein-Friesian (Fischer, 2007; Steinhöfel, 2008)

Versuchszeitraum:		Versuch Iden 4,5 - 11 Monate		Versuch Köllitsch 4. Monat- Konzeption	
	Einheit	Kontrolle	Intensiv	Kontrolle	Intensiv
		n =31	n =19	n = 35	n= 48
LMZ Versuchszeitr.	g/d	930	1128	850	1000
LMZ Trächtigkeit	g/d	678	627	814	720
RFD 12 Monate	mm	14,0	15,2	14	15
RFD Kalbung	mm	21,1	19,3	20	17
EKA	Mon.	24,4	22,7	25,3	24,8
Totgeburten	%	7,1	15,8	6,5	13,4

Die Körperkondition hat einen entscheidenden Einfluss auf den Geburtsverlauf (Chassagne et al., 1999; Essmeyer, 2006; Philipsson et al., 1976; Daetz, 2009, Staufenbiel et al., 2007; Hoffman et al., 1996) und die Totgeburtenrate (Steinhöfel, 2008; Schuldt und Dinse, 2015). Vor allem magere und verfettete Färsen hatten eine höhere Schwer- (Philipsson et al., 1976) und Totgeburtenrate (Schuldt und Dinse, 2015). Ein höheres Risiko für Schwer- und Totgeburten bestand für Färsen mit niedrigem EKA unter 23 Monaten mit einer RFD < 16 mm und für Färsen mit hohem EKA über 28 Monaten mit einer RFD > 20 mm (Steinhöfel, 2008). Hoffman et al. (1996) fanden keine Unterschiede im Auftreten von Schwergeburten bei Färsen mit einer unterschiedlich intensiven postpubertalen Fütterung mit einem EKA von 20,6 Monaten oder 23,6 Monaten. Allerdings führte eine Verzögerung der

Zuchtbenutzung in beiden Gruppen, die eine Erhöhung des EKA um zwei Monate zur Folge hatte, zu einer antepartalen Verfettung der Färsen und einer höheren Inzidenz an Schwergeburten. Einen höheren Gefährdungsgrad für Schwergeburten wiesen die noch jüngeren, schwereren Färsen mit noch kleinerem Körperrahmen im Vergleich zu den älteren, schwereren und größeren Färsen auf (Kalbeverlauf: 4,2 gegenüber 3,4). In der Studie von Goerigk (2010) zeigten intensiv aufgezogene Färsen gegenüber den optimal ernährten Färsen häufiger Komplikationen im Kalbeverlauf und hatten ein höheres Risiko für Zyklusstörungen (35,7% gegenüber 16,7%).

Die Körperkondition beziehungsweise die postpartalen Lebendmasseverluste (Pryce et al., 2001; Hoy und Reith, 2012) können als verlässliche Parameter der Fruchtbarkeitsleistung dienen. Dünnere Jungkühe sowie Jungkühe mit einer intensiven und lang andauernden negativen Energiebilanz (NEB) zeigen tendenziell eine schlechtere Fruchtbarkeit (Pryce et al., 2001; Daetz, 2009; Goerigk et al., 2010; Ackermann et al., 2013). Staufenbiel et al. (1992), Markusfeld et al. (1997) und Pryce et al. (2001) stellten fest, dass mit einer höheren Ausgangsrückenfettdicke beziehungsweise Körperkondition zur Kalbung eine kürzere Rast- und Zwischentragezeit verbunden ist. Stärker ausgeprägte Fettdepots bedingen wiederum eine Verlängerung der Rast- und ZTZ infolge einer intensiven initialen Lipolyserate zu Laktationsbeginn. Färsen mit einer geringen RFD < 17 mm zu Beginn der Vorbereitungsperiode und zur Kalbung zeigten tendenziell einen höheren Trächtigkeitsindex, eine längere ZTZ und eine längere ZKZ (Daetz, 2009). Schuldt und Dinse (2015) ermittelten bei Färsen, die ab dem neunten Lebensmonat und zum Zeitpunkt der Erstbesamung überkonditioniert waren, verlängerte Zwischentragezeiten in den ersten drei Laktationsperioden. Die Ergebnisse der verschiedenen Studien verdeutlichen, dass es wichtig ist, dass Färsen zum Abkalbezeitpunkt über ausreichend hohe Fettreserven im Bereich der RFD zwischen 15 und 20 mm verfügen, um eine gute Fruchtbarkeitsleistung zu unterstützen. Eine antepartale Verfettung ist zu vermeiden.

2.3.3 Gesundheit und Überlebensrate

In der Literatur wird der Anteil der Jungkuhabgänge an den Gesamtabgängen mit 25% angegeben (Tab. 25). Als Richtwert gilt ein Anteil von maximal 15 % (Anacker und Instenberg, 2009). Nach Angaben von Wangler et al. (2009) und Römer (2011) erreichen nur 22 % der Kühe die vierte oder eine höhere Laktation. Damit wird der in der vierten Laktation erwartete physiologische Leistungshöhepunkt der Rasse Deutsche Holstein von vielen Kühen nicht erreicht (Römer et al., 2016). Hauptursache für die geringe mittlere Nutzungsdauer sind die hohen Abgangsraten von Jungkühen insbesondere zu Beginn der Laktation (Römer, 2011).

Tab. 25: Anteil der Jungkuhabgänge an den Gesamtabgängen bei Holstein-Friesian Rindern

Autor(en)	Abgänge (%)	Bemerkung
Wangler et al.(2009)	38,8	MV,4 Herden , n= 4243
Römer (2011)	29,0	MV, 21 Herden, n= 43245
Volkmann (2014)	25,8	MV, 1 Herde , n= 1060
Brade (2008)	26,8	SRV Sachsen, n= 42525
Münch und Richter (2012)	25,0	LKV Baden-Württemberg, n= 73212
Wangler (2010)	27,0	LKV Sachsen 2010
Wangler (2010)	29,0	MV, 20 Testherden, n= 43245
Anacker u. Instenberg (2009)	22,6	Thüringen (TLL), n= 159342
Naumann und Fünfarek (2015)	23,4	LKV Sachsen-Anhalt, 2013/2014

Als Hauptabgangsursache werden bei Jungkühen Fruchtbarkeitsstörungen genannt gefolgt von Eutererkrankungen und Erkrankungen der Klauen- und Gliedmaßen, geringer Leistung und Stoffwechselstörungen (Wangler und Harms, 2008; Anacker und Instenberg, 2009; Brickell und Wathes, 2011; Cooke et al., 2013; Baumgärtel, 2014; Naumann und Fünfarek, 2015; Krpalkova et al. 2014b). Ein wichtiger Ursachenkomplex für die fruchtbarkeitsbedingten Abgänge stellen bei Färsenabkalbungen Nachgeburtsverhalten und Gebärmutterentzündungen nach Schwer- und Totgeburten dar. Ein weiterer Aspekt bei der Betrachtung der hohen Abgangsraten bei Jungkühen ist die Tatsache, dass in der Praxis neben den unfreiwilligen Abgängen (Erkrankungen) bei Kühen in der ersten Laktation der anteilig höchste Prozentsatz an leistungsbedingter Selektion stattfindet (Wangler und Harms, 2008; Ackermann et al., 2013) und dies bevor die Tiere ihr volles Leistungspotential erbringen können (Huth, 1995). Die hohen Abgangsraten bei Jungkühen sind aus ethischer Sicht als auch aus wirtschaftlicher Sicht als kritisch zu hinterfragen. Maßnahmen, wie die regelmäßige

Kontrolle der Lebendmasse und der Körperkondition während der Aufzuchtperiode können entscheidend zur Reduzierung der Abgangsraten beitragen.

Die Körperkondition hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Überlebensrate der Jungkühe. Risikotiere sind sowohl verfettete als auch magere Färsen zur Kalbung. Ackermann et al. (2013) fanden einen Zusammenhang zwischen der Nutzungsdauer und der Körperkondition der Färsen zum Kalbezeitpunkt. In der Untersuchung hatten magere Färsen beziehungsweise Erstkalbinnen mit einer mittleren RFD von 16 mm eine signifikant geringere Milchleistung und tendenziell schlechtere Fruchtbarkeitsleistung und die kürzeste Nutzungsdauer von weniger als 12 Monaten. Als Ursache für die geringe Leistung sehen die Autoren eine unzureichende körperliche Entwicklung und Konditionierung der Tiere auch im Zusammenhang mit einer geringeren TS-Aufnahme. Staufenbiel et al. (2007) und Daetz (2009) ermittelten bei Färsen, die eine RFD zur Kalbung von über 22 mm aufwiesen, eine signifikant höhere Abgangsrate innerhalb der ersten 100 Laktationstage. Zugleich konnte bei den hochtragenden Färsen mit einer RFD oberhalb von 20 mm ein Anstieg der Schwergeburtenrate festgestellt werden. Bei Erstkalbinnen mit Problemen bei der Kalbung konnte eine Verkürzung der Nutzungsdauer um bis zu 10% beobachtete werden (Lopez de Maturana et al., 2007). Erb et al. (1985), Dematawewa und Berger (1997) und Bicahlo et al. (2007) verweisen auf ein höheres Risiko für Zwangsmerzungen bei Färsen nach einer Schwer- oder Totgeburt. Für den Zusammenhang der Körperkondition und der Erkrankungen während der ersten Laktation fanden Fürll et al. (1999) und Lacasse et al. (1993) bei verfetteten Färsen zur Kalbung vermehrt Ketose und Labmagenverlagerung. Eine antepartale Überkondition der Färsen stand auch im Zusammenhang mit dem gehäuften Auftreten von Mastitiden (Fürll et al., 1999; Roche et al., 2009; Loker et al. 2012; Schuldt und Dinse, 2013) und Zyklusstörungen (Goerigk, 2010). Klauenerkrankungen waren nachweislich häufiger bei Tieren mit einem geringen Körperkonditionszustand zu beobachten (Hoedemaker et al., 2008; Randall et al., 2015; Engelhard und Götze, 2017).

Das Risiko für frühzeitige Abgänge infolge schlechter Fruchtbarkeitsleistung ist mit zunehmendem EKA ansteigend (Vukasinovich et al., 2001; Evans et al., 2006; Cooke et al., 2013; Zavalidova und Stipkova, 2013; Krpalkova et al., 2014b). Nilforooshan und Edriss (2004) konnten eine abnehmende Nutzungsdauer bei ansteigendem EKA feststellen. Dies bestätigen auch die Ergebnisse von Römer (2012), die feststellte, dass Tiere mit einer hohen Nutzungsdauer ein geringes EKA aufwiesen. Die höchste Überlebensrate hatten Färsen, deren EKA zwischen 22 und 24 Monaten (Berry und Cromie, 2009), 23 und 24 Monaten (Sherwin et al., 2016) und 25 und 26 Monaten lag (Evans et al., 2006) im Vergleich zu Färsen mit einem niedrigeren oder höheren EKA. Ettema und Santos (2004) fanden keinen Einfluss des Erstkalbealters auf die Überlebensrate.

Hansson (1954) untersuchte den Zusammenhang zwischen der Aufzuchtintensität und der Lebenslänge und stellte fest, dass sich die Nutzungsdauer mit einer abnehmenden Fütterungsintensität erhöht. Auch Steinhöfel (2014) ermittelte bei Holsteinfärsen, die von der Geburt bis zur Besamung sehr intensiv auf LMZ von über 900 g aufgezogen wurden im Vergleich zu den nach dem Standard gefüttert Tieren, eine signifikant höhere Abgangsrate, geringere Lebensleistung und Lebenstagsleistung (Tab. 26). In der Untersuchung von Bergk (2011) erwiesen sich bei Holsteinfärsen für den Lebensabschnitt Geburt bis zur Besamung mittlere Lebenstagzunahmen zwischen 750 g und 850 g hinsichtlich einer geringen Abgangsrate in der ersten und zweiten Laktation als optimal. Bach et al. (2011) ermittelten einen Zusammenhang zwischen der Intensität der Kälberaufzucht und dem Überleben bis zur zweiten Laktation. Kühe, die die zweite Laktation erreichten, wiesen in den ersten zwei Lebensmonaten als Kalb höhere mittlere LMZ von 800 g verglichen mit 700 g auf.

Tab. 26: Mittlere Aufzucht- und Nutzungsdauer von unterschiedlich intensiv aufgezogenen Holstein-Friesian Färsen in Bezug zur Leistung der Tiere (Steinhöfel, 2014)

Tägl.Körpermassezunahme bis zur Konzeption	> 900 g	< 900 g
Anzahl Tiere (n)	118	89
Aufz.-Tage je Tier (d)	720	760
Anzahl Tage ab 1.Kalbung (d)	620	759
Milchmenge je gemerztes Tier (kg)	16 257	20 545
Milchmenge je gemerztes Tier + Lebenstag (kg)	12,1	13,5

2.3.4 Empfehlungen zum Erstkalbealter

Die Spanne der aus der Literatur hervorgehenden Empfehlungen für das durchschnittliche EKA von Färsen der Rasse Holstein-Friesian reicht von 22 bis 27 Monate (Tab. 27). Ein Konsens besteht in der Literatur darüber, dass jünger abkalbende Färsen, deren Erstkalbealter um 2 Jahre liegt (23 bis 25 Monate), bei Einhaltung der Normen der Lebendgewichte, älteren Kalbinnen in Bezug auf die Fruchtbarkeitsleistung, Milchleistung, Gesundheit und im Überleben überlegen sind. Während in der Literatur eine übereinstimmende Meinung hinsichtlich der oberen Grenze des Erstkalbealters mit 27 Monaten besteht, gehen die Meinungen hinsichtlich einer weiteren Intensivierung der Färsenaufzucht für das Erreichen eines EKA von 22 Monaten auseinander. Hierfür sind hohe tägliche LMZ von 1000 g im zweiten Lebenshalbjahr erforderlich, damit die Tiere im Alter von 12 bis 13 Monaten eine

Besamungsmasse von 400 kg erreichen. Hohe tägliche Zunahmen in diesem Lebensabschnitt stehen im Zusammenhang mit vermehrten Schwer- und Totgeburten (Fischer und Bulang, 2007). In anderen Studien konnte wiederum keine Häufung von Geburtsproblemen oder ein Anstieg der Totgeburtenrate bei einem EKA von 22 Monaten ermittelt werden und Tiere mit einem EKA von 22 Monaten waren älteren Erstkalbinnen im Merkmal Lebensleistung überlegen (Tab. 27). Über den optimalen Wachstumsverlauf gibt es noch unterschiedliche Auffassungen. Die körperliche Entwicklung besitzt vor dem EKA die Priorität und ist entscheidend für die spätere Leistungsbereitschaft (Staufenbiel und Rossow, 1987). Ein frühes EKA sollte dann angestrebt werden, wenn auch die Lebendmassezuwächse für das angestrebte EKA eingehalten werden (Losand et al., 2007b).

Im Folgenden werden wesentliche Punkte für die Färsenaufzucht genannt:

(1) Frühbelegung: die Gefahr einer Verfettung der Rinder gegen Ende der Aufzucht wird verringert, Stoffwechselstörungen und Problemen bei der Wiederbelegung können reduziert werden (Michel, 1988)

(2) Intensität der Aufzucht: es sollte eine in den Lebensabschnitten entsprechend abgestufte Intensität der Aufzucht erfolgen; im ersten Lebenshalbjahr hohe tägliche Zunahmen für eine LM von 200 kg im Alter von sechs Lebensmonaten; im zweiten Lebenshalbjahr verhaltene Fütterung mit Zunahmen von maximal 850 g je Tag (Losand et al., 2007b)

(3) Kontrolle der Körperkondition zur Lebendmasseentwicklung ab dem zweiten Lebenshalbjahr

(4) Verzögerung der Konzeption unbedingt vermeiden

Tab. 27: Empfohlenes EKA für Rinder der Rasse Holstein-Friesian für eine hohe Leistungsbereitschaft anhand Auswertungen zur Erstlaktation [1] und zur Lebensleistung [2]

Autor(en)	optimales EKA (Mon.)	Land	Bemerkungen
Pirlo et al. (2000) [1]	23-24	Italien	n = 1 048 942
Nilforooshan und Edriss (2004) [1]	23-24	Iran	45 Herden n = 12 082
Van Amburgh et al. (1998) [1]	24,5, 22 > 21,3	USA	1 Versuchsherde n = 273
Ettema und Santos (2004) [1]	23-24,5	USA	3 Herden n = 1905
Hoffman et al.(1996) [1]	24,6 > 21,7	USA	2 Versuchsherden n = 70
Moussavi und Mesgaran (2008) [1]	23-25	Iran	7 Herden n = 9269
Platen und Krocker (1999) [1]	24-26	Deutschland	8 Herden n = 4125
Trilk und Münch (2010) [2]	24-27	Deutschland	1 Herde n = 189
Teke und Murat (2013) [2]	23	Turkei	> Herden n = 11 097
Cooke et al. (2013) [2]	23-25	Großbritanien	17 Herden n = 579
Wathes et al. (2008) [2]	22-23	Großbritanien	> Herden
Meyer et al. (2004) [2]	23,3	USA	n = 2 519 232
Krpálkova et al. (2014a) [2]	≤ 23	Tschechien	2 Herden n = 780
Froidmont et al.(2013) [2]	22-26	Belgien	n = 459 743
Ben Gara et al. (2009) [2]	23-24	Tunesien	166 Herden n = 33 407
Do et al. (2013) [2]	22,5-23,5	Korea	n = 276 573
Gill und Allaire (1976) [2]	22,5-23,5	USA	8 Herden n = 933
Harworth et al. (2008) [2]	24-30	Australien	1 Herde n = 442
Gardner et al. (1988) [2]	22,2-24,6	USA	1 Versuchsherde n = 433
Gardner et al. (1977) [2]	26,9 > 19,7	USA	1 Herde n = 48

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsbetriebe

Die Untersuchungen wurden in drei Milchviehbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt durchgeführt. Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich in Betrieb 1 über die Dauer eines Jahres von April 2012 bis März 2013. Es schlossen sich weitere Messungen in Betrieb 2 und Betrieb 3 im Zeitraum von April 2013 bis Juli 2013 an.

In allen drei Untersuchungsbetrieben stellen Holstein Friesian Kühe und deren Nachzucht die Basis für die Milchproduktion dar. Dabei variiert die Herdengröße. Sie umfasst in Betrieb 1 insgesamt 2200 Milchkühe. Dieser Betrieb zieht aus eigener Reproduktion etwa 1450 weibliche Jungrinder für die Remontierung des Bestandes und zum Verkauf auf. Im Betrieb 2 umfasst der Milchviehbestand 420 Milchkühe und die Anzahl der aus eigener Reproduktion aufgezogenen weiblichen Nachzucht beträgt 320 Jungrinder. Der Betrieb zieht die Jungrinder zur Bestandsergänzung und zum Verkauf auf. Im Betrieb 3 umfasst die Herde 1200 Milchkühe. Ihre Haltung erfolgt in drei Anlagen. Zwei weitere Anlagen werden für die Färsenaufzucht genutzt. In diesem Betrieb werden zur Bestandsergänzung neben der eigenen Nachzucht Holstein-Kälber zugekauft. Das Alter bei Erstbelegung und die mittlere Erstbesamungsmasse der Färsen in den Untersuchungsbetrieben zeigt Tab. 28.

Tab. 28: Erstbesamungsalter und durchschnittliche Erstbesamungsmasse der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
EBA	11,5 - 12 Monate	15 - 16 Monate	13,5 - 14 Monate
Ø Erstbesamungsmasse	380 kg	410 kg	380 kg

Die Herdendurchschnittsleistung der Betriebe liegt zwischen 10300 kg und 11900 kg Milch pro Kuh und Jahr. Die Erstlaktationsleistung der Jungkühe in den Betrieben bewegt sich zwischen 8500 kg und 10685 kg. Tab. 29 gibt einen Überblick über ausgewählte Kennzahlen der Untersuchungsbetriebe.

Tab. 29: Ausgewählte Kennzahlen der Untersuchungsbetriebe zum Untersuchungszeitpunkt

Parameter	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Anzahl Milchkühe	2200	420	1220
Anzahl weibliches Jungvieh	1450	320	1033
305-Tageleistung (Milch-kg)	10300	11900	10537
305-Tageleistung 1. Laktation (Milch-kg)	8500	10685	9191
EKA (Monate)	22,4 ± 1,30	26,1 ± 1,62	24,2 ± 1,62
Besamungsindex Färsen	1,6	1,6	2,1
Totgeburtenrate (%)	10	4	6 - 8
Remontierungsrate (%)	29	20	37

Die Abb. 6 bis 8 zeigen die Verteilung der im Untersuchungsbetrieb aufgezogenen Färsen auf das monatliche Erstkalbealter (EKA). Die Angabe in Prozent bezieht sich auf den Anteil tragender Färsen im Untersuchungszeitraum im Betrieb. Im Untersuchungsbetrieb 1 erreichen 80% der Färsen ein Erstkalbealter unter 24 Monaten. Im Untersuchungsbetrieb 2 beträgt der Anteil an Färsen, die unter einem EKA von 27 Monaten kalben, 65%. Der gleiche Anteil an Färsen (65%) erreicht im Betrieb 3 ein EKA unter 25 Monaten. Bei der Gegenüberstellung der Betriebe fällt die höhere Variation des erzielten Erstkalbealters im Betrieb 3 auf.

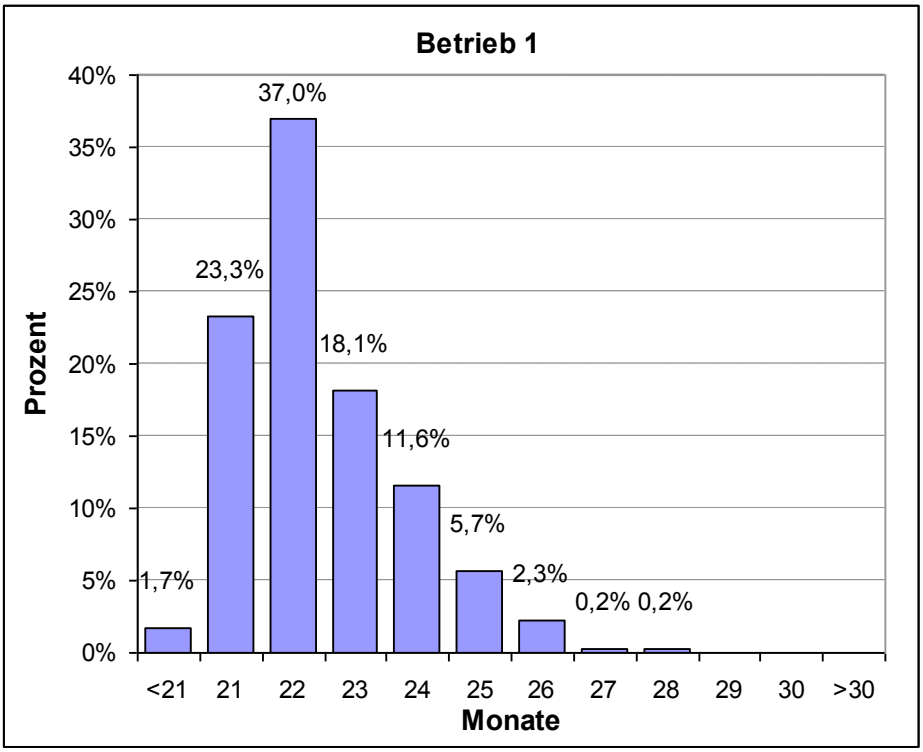


Abb. 6: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 1

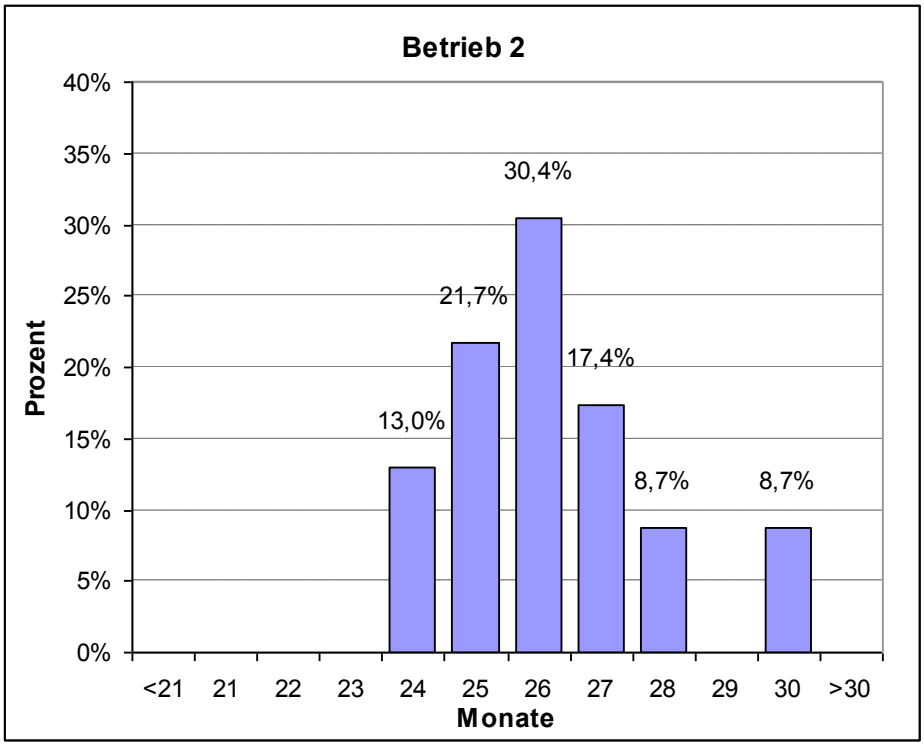


Abb. 7: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 2

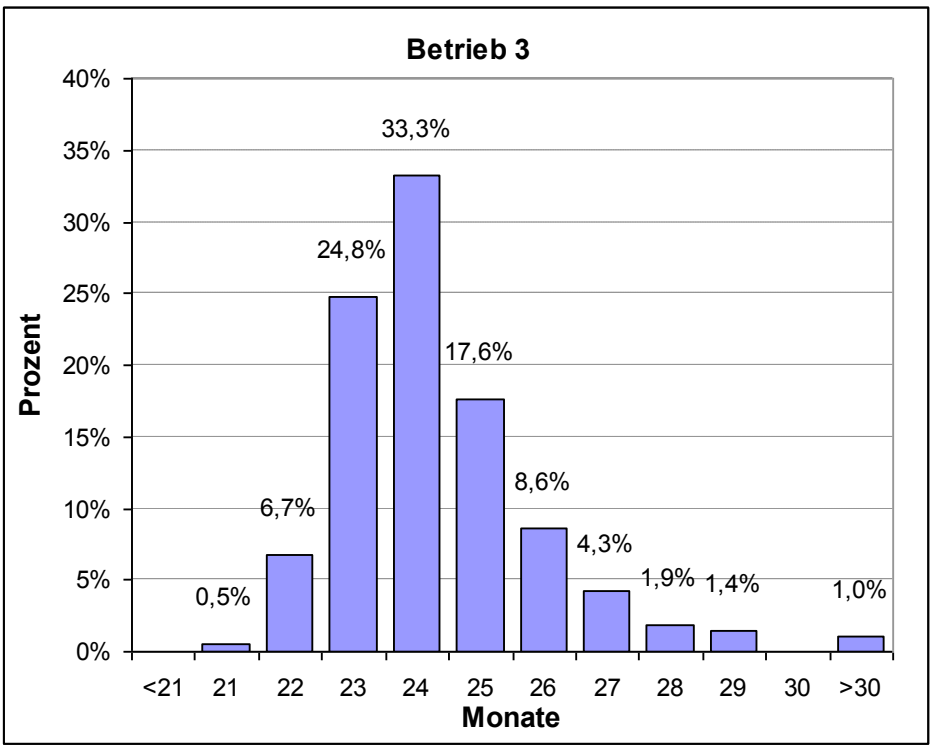


Abb. 8: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 2

3.1.1 Haltung

Betrieb 1 und Betrieb 3 praktizieren ganzjährige Stallhaltung. Die Haltung der Färsen erfolgt altersabhängig in Gruppen von 50 bis 100 Tieren in verschiedenen Stallanlagen. Die häufigste Aufstallungsform beider Betriebe sind Boxenlaufställe auf Vollspaltenboden oder planbefestigtem Boden. Ein Teil der Tiere ist in Laufställen auf Stroh untergebracht. Im Betrieb 1 werden Färsen ab dem 200. Trächtigkeitstag in einen teilüberdachten Außenbereich in eine eigene Färsengruppe verbracht. Mit dem 260. Trächtigkeitstag kommen die hochtragenden Färsen in eine eigene Vorbereitergruppe in den Transitstall. Hier findet eine vierundzwanzigstündige Überwachung der Abkalbung statt. Im Betrieb 3 erfolgt ab dem 220. Trächtigkeitstag ein Wechsel der tragenden Färsen aus den Färsenaufzuchtanlagen in die Milchkuhställe. Die Färsen kommen mit dem 255. Trächtigkeitstag in die Vorbereitergruppe. Im Zeitraum vor der Umstallung liegt das Tier-Fressplatzverhältnis im Betrieb 1 bei 2:1, im Betrieb 3 bei 1:1.

Im Betrieb 2 erfolgt die Haltung der Aufzuchtrinder bis zur Besamung in einem Laufstall in Gruppen von 30 bis 40 Tieren bei einem Tier-Fressplatzverhältnis von 1:2. Ab Lebensmonat 5 erhalten die Tiere zusätzlich Auslauf auf einer am Stall angrenzenden Koppelfläche. Tragende Färsen kommen ab dem zweiten oder dritten Trächtigkeitsmonat im Zeitraum von April bis Oktober auf die Weide.

3.1.2 Fütterung

In den drei Untersuchungsbetrieben erfolgt die Fütterung der Färsen über eine Totale Mischration (TMR). In den Betrieben 1 und 3 stellt die Hauptgrobfutterkomponente Maissilage dar. Betrieb 2 nutzt als Grundfutterbasis Anwelksilage. Für den Aufzuchtabschnitt ab 200 kg bis zur Besamung werden zwei Rationen vorgelegt.

Tab. 30: Angaben zum Futtermitteleinsatz (Rationskomponenten)

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Futtermittel Grobfutterkomponenten	Maissilage, Ackergras-anwelksilage, Stroh	Luzerne-anwelksilage, Maissilage, Stroh	Mais-Pressschnitzelsilage, Roggenanwelksilage, Stroh
Kraftfutter	Sojaschrot, Rapsschrot	Trockenschnitzel	Rapsextraktionsschrot
Mineralfutter	Mineralfutter	Mineralfutter	Mineralfutter

3.2 Tiermaterial und Untersuchungsplan

In die Untersuchung werden insgesamt 1936 Färsen der Rasse Holstein-Friesian, Farbrichtung schwarzbunt, aufgenommen. In die statistische Auswertung einbezogen werden alle Tiere ab dem 165. Lebenstag bis zum 270.Trächtigkeitstag. Im Untersuchungsbetrieb 2 werden Aufzuchtfärsen nur bis zum 85.Trächtigkeitstag erfasst. Zum Untersuchungszeitpunkt befand sich die Mehrzahl der tragenden Färsen bereits auf der Weide und stand für die Messungen nicht mehr zur Verfügung. Nicht mit in die statistische Auswertung aufgenommen werden 29 Färsen, deren Kennzeichnung nicht eindeutig oder fehlerhaft war. Weitere 21 Färsen sind jünger als 165 Lebenstage.

In den Untersuchungsbetrieben werden je Altersgruppe zufällig Tiere ausgewählt, die Rückenfettdicke (RFD), Lebendmasse (LM) und Kreuzbeinhöhe (KBH) gemessen und die Körperkondition nach dem eigenen Beurteilungsverfahren geschätzt. Die Tiere werden einmal im Verlauf der Entwicklung beobachtet. Die Stichproben der Altersgruppen der Betriebe setzen sich somit aus verschiedenen Tieren zusammen. Die gewonnenen Daten werden zusammen mit den Ohrmarkennummern der untersuchten Tiere tabellarisch erfasst. Zusätzlich wird das Geburtsdatum, das Besamungsdatum und der Trächtigkeitstag der Färsen über die Herdenmanagementprogramme der Betriebe ermittelt.

Zur Datenauswertung wird eine Einteilung in Alters- und Trächtigkeitsabschnitte wie folgt vorgenommen:

Gruppe 1: 6 bis 9 Lebensmonate

Gruppe 2: 9 bis 11 Lebensmonate

Gruppe 3: 12 bis 16 Lebensmonate

Gruppe 4: 1 bis 4 Monate tragend

Gruppe 5: 5 bis 7 Monate tragend

Gruppe 6: 8 bis 9 Monate tragend

Die Anzahl der Beobachtungen für die Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe in den Untersuchungsbetrieben zeigt Tab. 31.

Tab. 31: Anzahl der Beobachtungen für die Parameter Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe in den Untersuchungsbetrieben

Untersuchungsbetrieb	Lebendmasse	Rückenfettdicke	Kreuzbeinhöhe
Betrieb 1	1205	1240	1218
Betrieb 2	215	217	216
Betrieb 3	397	459	386
Gesamt	1817	1916	1820

3.3 Untersuchungsmethoden

In den Untersuchungsbetrieben werden die Messungen und Konditionsbewertungen immer durch dieselbe Person durchgeführt. Weitere Personen assistieren bei der Dokumentation der Ohrnummern, der Messdaten und beim Treiben der Tiere zur Wägevorrichtung. Die Färsen sind bei jedem Untersuchungsgang fixiert. Die Einarbeitungszeit vor Untersuchungsbeginn beträgt vier Wochen.

3.3.1 Messung der Lebendmasse

Im Betrieb 1 wird die Lebendmasse über die Messung des Brustumfanges (BU) geschätzt. Zur Messung kommen zwei Gewichtsmaßbänder speziell für Aufzuchtkälber und Aufzuchtfärsen zum Einsatz (Tab. 32). Das Maßband wird um den Brustkorb der Färse gelegt, direkt hinter dem Ellbogen. Bei jeder Messung des Brustumfanges wird darauf geachtet, dass die Färsen gerade stehen, eine aufrechte Kopfhaltung zeigen, das Maßband nicht verdreht und eng am Fell anliegt. Im Betrieb 2 und im Betrieb 3 kommen verschiedene mobile Viehwaagen zur direkten Gewichtserfassung zum Einsatz.

Tab. 32: Messgeräte

Messgerät	Bezeichnung / Hersteller
Ultraschallgerät	Tringa Linear, Esaote Pie Medical MS Linoscan digital, Schippers GmbH HONDEX Linear Scanner HS-120, Physia GmbH Neu Isenburg
Wägesystem	digitale Viehwaage FX1, Fa. Allflex, Dallas Texas USA digitale Viehwaage Fa. TRU-Test, AUCKLAND New Zealand
Gewichtsmaßband	Wiegeband Coburn® Holstein calf and heifer weight tape Einsatz Gewichtsbereich: 150 - 350 kg (Autor) Wiegeband für Jungvieh (Schwarzbunte), top agrar , Einsatz Gewichtsbereich: 350 - 750 kg (Autor)
Messstock	Messstock mit versenkbarem Messarm, Fa.Hauptner und Herberholz, Höhenmessbereich: 105 - 170 cm

3.3.2 Messung der Kreuzbeinhöhe

Die Messung der Kreuzbeinhöhe erfolgt mit einem Messstock aus Metall mit rechtwinklig angebrachtem Messarm (Tab. 32). Die Tiere stehen dabei auf ebenem, einstreulosem Boden. Als Messpunkt dient zur Orientierung der vordere Kreuzbeinrand, an der Stelle, wo eine dicht vor den beiden Hüften angelegte Querlinie die Rückenlinie schneidet (Pusch und Attinger, 1923).

3.3.3 Messung der Rückenfettdicke

Die Messung der Rückenfettdicke wird mit Ultraschall nach der von Schröder und Staufenbiel (2006) beschriebenen Methode vorgenommen. In den Betrieben kommen verschiedene Ultraschallgeräte mit Linearschallköpfen bei einer Frequenz von 5 MHz und 7,5 MHz zur Anwendung (Tab. 32). Eine verdünnte Alkohollösung dient als Ankopplungsmittel für den Schallkopf an die behaarte Haut. Die Durchführung der Messung erfolgt am sakralen Messpunkt immer auf der rechten Seite. Dieser befindet sich auf einer gedachten Linie zwischen Tuber coxae und Tuber ischiadicum, zwischen dem caudalen Viertel und dem caudalen Fünftel der Gesamtstrecke. Dies entspricht dem Bereich zwischen dem Ende des Kreuzbeinkamms und dem Ende des Kreuzbeines. Abb. 9 zeigt ein Ultraschallbild der Messung der Rückenfettdicke unter Einbeziehung der Hautdicke bei einer Färse mit einem RFD-Messwert von 14 mm.

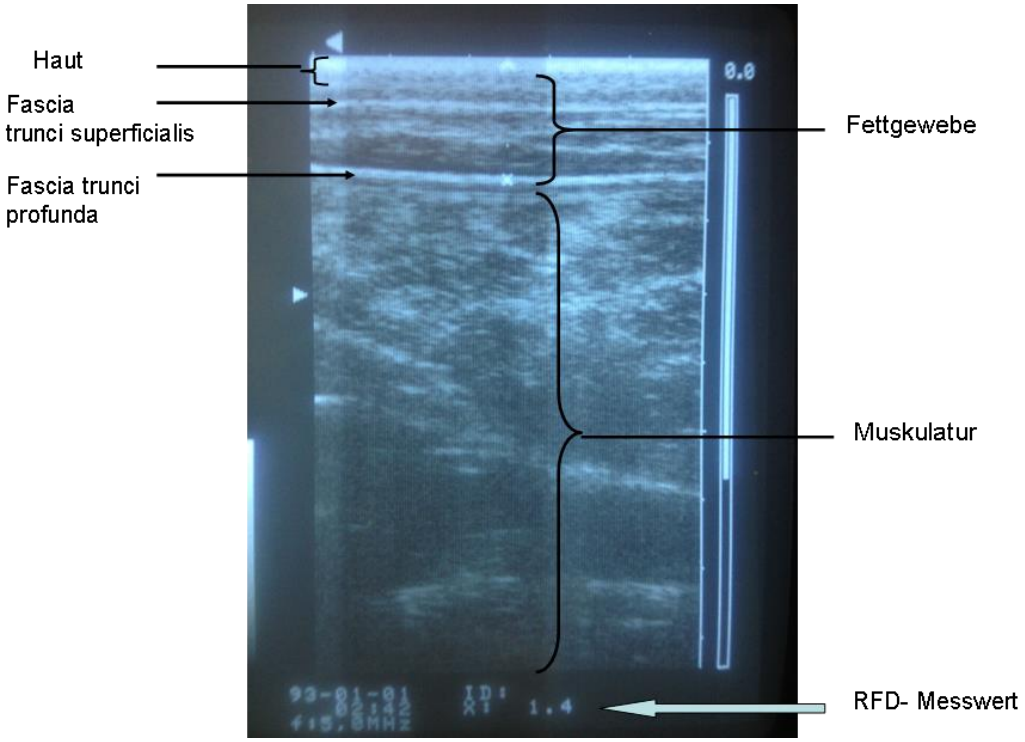


Abb. 9: Ultraschallbild der Rückenfettdicke bei einer Färse mit einem RFD-Messwert von 1,4 cm

Zur Ermittlung der RFD-Messwerte wird die Strecke von der Haut bis zur tiefen Faszie gemessen. Es wird darauf geachtet, dass sich die tiefe Faszie im Ultraschallbild als gerade verlaufende Linie darstellt. Der Messwert wird vor Ort abgelesen und durch eine weitere Person notiert.

3.3.4 Beurteilung der Körperkondition

Bei der angewandten Methode wird die Rückenfettdicke in mm Fettauflage durch visuelle Betrachtung und Palpation am Tier geschätzt. Das Ultraschallmaß der RFD dient als Referenzmethode. Damit erfolgt die Bewertung der Kondition nicht in einer definierten Punktstufe (Score), sondern auf einer nach oben offenen Bewertungsskala. Bei Milchkühen wurde die Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Konditionsbeurteilung bereits beschrieben (Löschner und Staufenbiel, 1996). Als Beurteilungskriterien für den BCS bei Aufzuchtfärsen dienen in der vorliegenden Untersuchung: die Fettfüllung in der Schwanzfalte und die Fettauflage im Bereich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker. Abb. 10 zeigt die betrachteten Körperregionen für die Konditionsbeurteilung bei Färsen in unterschiedlichen Entwicklungsphasen.

Zeitlich getrennt wird bei den Färsen die RFD in mm durch ausschließliches Betrachten der Fettfüllung in der Schwanzfaltengrube (visuelle Methode S1) und durch Betrachten plus zusätzliches Betasten der Schwanzfalte (palpatorische Methode S2) geschätzt. Im Laufe der Untersuchung wird weiterhin der Bereich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöckern für die visuelle Bewertung herangezogen (visuelle Methode S3). Nach der Schätzung erfolgt in einem weiteren zeitlich getrennten Durchgang die Messung der Rückenfettdicke. Pro Untersuchungsgang wird eine Gruppe von mindestens dreißig zufällig ausgewählten Färsen eines Altersabschnittes beurteilt. Bei einem Teil der Tiere erfolgt die Schätzung und Messung der Rückenfettdicke in direkter zeitlicher Aufeinanderfolge. Auf diese Art und Weise wird pro Tier zunächst die RFD visuell, dann palpatorisch geschätzt und danach durch die Messung ermittelt. Dieses Vorgehen liegt im Untersuchungsablauf der jeweiligen Betriebe begründet. So konnte eine große Stichprobenanzahl von Färsen nur einmal während der Wägungen erfasst werden. Eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf der Untersuchungsdurchführung gibt Abb. 11.

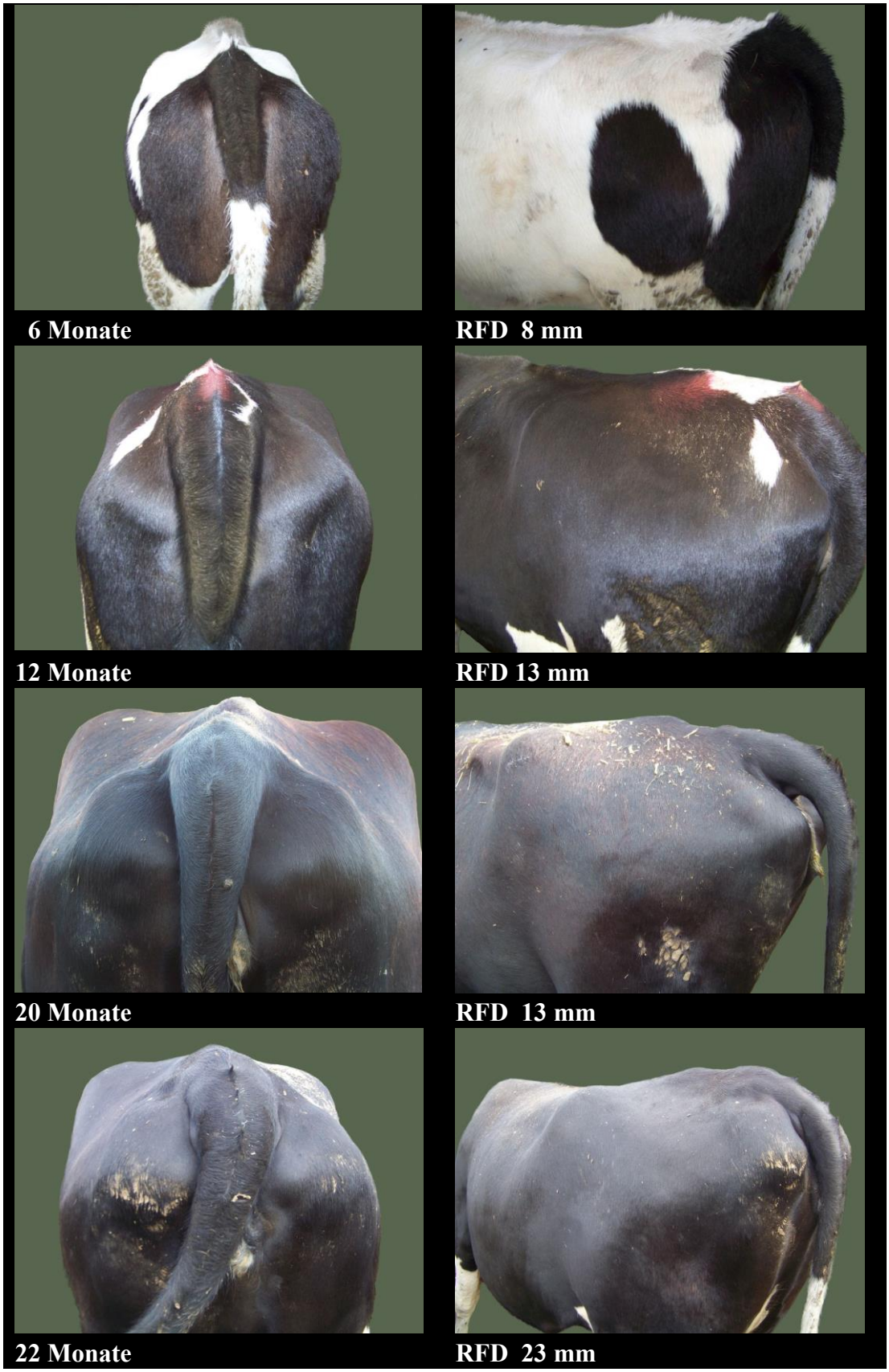


Abb. 10: Betrachtete Merkmale für die Konditionsbewertung bei Färsen in unterschiedlichen Entwicklungsphasen

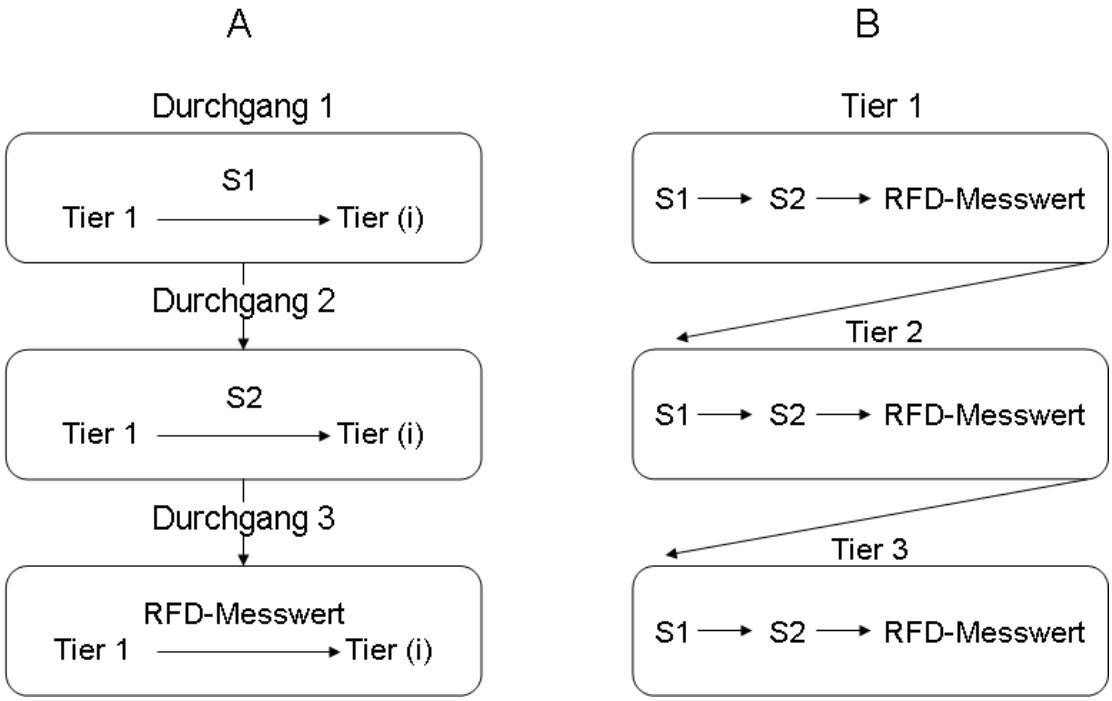


Abb. 11: Untersuchungsablauf bei zeitlich getrennt ermittelten RFD-Schätzwerten und RFD-Messwerten (A) und bei direkter zeitlicher Aufeinanderfolge von Schätzung und Messung der Rückenfettdicke am Tier (abhängige Schätzwerte) (B).

3.3.4.1 Wiederholbarkeit

Zur Prüfung der Wiederholbarkeit der Körperkonditionsbeurteilung innerhalb der Methoden werden über einen erfahrenen Beurteiler 88 Färsen wiederholt bewertet. Die Untersuchung erfolgt an einem Tag in zwei getrennten Durchgängen. Es werden Probanden aus unterschiedlichen Aufzuchtabschnitten berücksichtigt. Unter den insgesamt 88 zweimalig zu beurteilenden Tieren befinden sich 34 hochtragende Färsen und 54 Färsen der Altersgruppe 12 bis 16 Lebensmonate. Um mögliche Wiedererkennungseffekte beim Beurteiler gering zu halten, wird die Reihenfolge der Tiere über die Zuweisung von der assistierenden Person bewusst variiert.

3.4 Statistische Methoden

Die Bearbeitung und Auswertung der Daten wird unter Verwendung des Tabellenkalkulationsprogrammes Excel (Microsoft Office Edition 2003®) und des Statistikprogrammes SPSS (Version 22 for Windows, IBM®) durchgeführt. Die Prüfung auf Normalverteilung der Untersuchungsparameter erfolgt grafisch über das Normalverteilungsplot (QQ-Diagramm), Histogramm und Boxplot und mathematisch unter Anforderung des Prüfverfahrens nach Kolmogorov-Smirnov (K-S-Test). Für die in dieser Studie annähernd normalverteilten Merkmale wird das arithmetische Mittel mit Standardabweichung und bei den nicht normalverteilten Merkmalen die Quantile $x_{0,25}$, $x_{0,5}$ und $x_{0,75}$ angegeben. Das Signifikanzniveau wird mit $\alpha = 5\%$ festgelegt. Eine allgemeine Einteilung der Werte erfolgt anhand des Alters und der Trächtigkeitsdauer der Färsen.

(1) Lebendmasse, Körpermaße und Konditionsparameter in Abhängigkeit vom Alter

Zur Beschreibung des Zusammenhanges der Untersuchungsparameter Rückenfettdicke (RFD), Lebendmasse (LM) und Kreuzbeinhöhe (KBH) im Altersverlauf werden Streudiagramme erstellt und Regressionsbeziehungen berechnet. Für alle Diagramme werden die Stichprobenanzahl, Kennzahlen zur Modellgüte (R^2) und Analyse der geschätzten Regressionsbeziehung (p-Wert) angegeben.

(2) Vergleich der Betriebe

Für den Altersabschnitt 6 bis 18 Lebensmonate findet die Auswertung in monatlichen Altersklassen statt. Die Wachstumsmerkmale der Färsen werden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Testes für unabhängige Stichproben auf vorhandene Unterschiede geprüft. Bei einem signifikanten Ergebnis erfolgt ein paarweiser Vergleich mit dem U-Test nach Mann-Whitney. Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen werden durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet.

Um die Wachstumsentwicklung im Altersverlauf im Vergleich der Betriebe darstellen zu können, erfolgt für die Lebendmasse eine mathematische Beschreibung der Wachstumskurve. Über eine nichtlineare Regression wird hierzu die von Ludwig van Bertalanffy (Bertalanffy, 1951) beschriebene Körpermassefunktion an die eigenen Messwerte angepasst. Die verwendete Wachstumsfunktion nach (Gille, 1989) ist durch folgende Befehlsfolge definiert :

```
* Nicht lineare Regression.
MODEL PROGRAM  a=0,01;  b= 0,01;  w0= 0,01[1]
COMPUTE PRED_= (a/b - (a/b - w0**(1/3))*EXP(- (1/3)*b*Lebensmonat))**3.
```

[1] Startwerte der Parameter

W = (a/b-(a/b-w0^1/3)*Exp(-1/3bx))^3

W Wachstumsgröße

x Alter in Monaten

a Parameter

b Parameter

w0 Anfangswert bei x = 0

Mit Hilfe von Wachstumsfunktionen lassen sich Unregelmäßigkeiten in Messwertverläufen abschwächen. Da die Stichprobenverteilung in den Betrieben über die unteren Altersstufen stärker variiert, erweist sich die Approximation einer mathematischen Funktion an die eigenen Messwerte als sinnvoll. Die Beschreibung des Fettansatzverlaufes und der Entwicklung der Körpergröße erfolgt anhand eines Liniendiagrammes. Die einzelnen Kurvenpunkte setzen sich aus dem monatlichen Median der Werte der Parameter zusammen. Die Auswahl der Tiere in den monatlichen Altersklassen (Tab. 69 bis 77, Anhang) beläuft sich auf den 'Lebensmonat in Tagen' in einer Spanne von ± 10 Tagen. Zur übersichtlichen grafischen Darstellung der Merkmalsvariation werden Boxplots verwendet.

Die Gruppenmittelwerte der Parameter der 1 bis 4 Monate tragenden Färsen (alle Betriebe) werden mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) mit anschließendem LSD-post-hoc-Test verglichen. Für den Fall inhomogener Varianzen wird der Welch-Test gerechnet und anschließend ein paarweiser Vergleich mit dem t-Test durchgeführt. Die Gruppenmittelwerte der 5 bis 7 und 8 bis 9 Monate tragenden Färsen (Betriebe 1 und 3) werden mittels t-Test für unabhängige Stichproben auf Unterschiede geprüft.

(3) Beurteilungsverfahren für die Konditionsbewertung wachsender Färsen

Zielvorgabe ist die quantitative und visuelle Beschreibung der Beziehung der RFD-Schätzwerte und RFD-Messwerte für die Altersgruppen und für die Gesamtstichprobe der untersuchten Färsen. Die statistische Auswertung der Methoden erfolgt zunächst für die jeweiligen Betriebe getrennt.

Die Aussage der visuellen und palpatorischen Methode zur Beurteilung einer Tiergruppe wird durch einen Vergleich der gruppierten Mittelwerte mit den Ultraschallmesswerten über eine einfaktorielle Varianzanalyse mit anschließendem LSD-post-hoc-Test geprüft. Mittelwertunterschiede im altersabhängigen Verlauf der Körperkondition werden jeweils für die Referenzmethode (Ultraschallmaß der RFD) und die einzelnen Schätzmethoden (S1, S2, S3) über verschiedene Buchstaben auf dem Niveau ($p<0,05$) gekennzeichnet. Bei ungleichen Varianzen der Gruppen wird der Welch-Test mit anschließendem Dunnett T3-post-hoc-Test gerechnet.

Die grafische Darstellung der mittleren Differenz zwischen den Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke erfolgt in Form eines Säulendiagrammes unter Angabe von Fehlerbalken (+/- 1 Standardfehler, S.E. in mm) für die jeweiligen Faktorstufen.

Um die Stärke des Zusammenhanges zwischen Schätzwert und Messwert der RFD und zwischen den Schätzwerten der Methoden untereinander darzustellen, wird für die Altersgruppen und für die Gesamtstichprobe der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet.

(4) Erklärungswert für den Regressanden y

Anhand des linearen Regressionsmodells wird der Zusammenhang der abhängigen Variablen RFD (Regressand y) und aller nach Methode S1, S2 und S3 zeitlich getrennt ermittelten RFD-Schätzwerte geprüft. Das Bestimmtheitsmaß (R^2) gibt dabei den anhand der Methoden erklärten Anteil der Variabilität der RFD wieder.

(5) Übereinstimmungsgüte der Methoden

In ihrer Gesamtheit werden die zeitlich getrennt ermittelten Schätzwerte der Methoden zu den Ultraschallmesswerten der RFD durch den Vergleich der Punktwolken und der Regressionsgeraden mit der Winkelhalbierenden auf den Grad ihrer Übereinstimmung untersucht.

(6) Reproduzierbarkeit der Methoden

Für die Aussage des Beurteilungsverfahrens wird im dritten Teil der Auswertung die Schätzgenauigkeit (Präzision) innerhalb der jeweiligen Methoden geprüft. Hierbei werden über einen Beurteiler dieselben Färsen unter gleichen Bedingungen wiederholt bewertet.

Als Maß der Zuverlässigkeit (Reliabilität) der Schätzwerte innerhalb einer Methode wird der Intraklassen-Korrelationskoeffizient (ICC) herangezogen. Der ICC (r_I) kann Werte zwischen -1,0 und +1,0 annehmen. Ein Wert von 1 entspricht einer vollständigen Merkmalseinschätzung durch den Beurteiler. Für einen reliablen Test werden Werte größer als r_I = 0,80 angesehen (Bortz und Döring, 2006). Im Grundprinzip entspricht die Intra-Klassen-Korrelation einem varianzanalytischen Vorgehen. Es werden verschiedene Varianzkomponenten addiert, die sich bei jeder durchgeführten Beobachtung zur wahren Merkmalsstreuung (Einzeltier) durch Beurteiler und Methodik ergeben. Diese werden am Anteil vorhandener Merkmalsunterschiede gewichtet. Eine Beschreibung des statistischen Modells zur Berechnung des ICC geben Lee et al. (1989):

$$\text{ICC } r_I = \frac{\text{wahre Merkmalsvariation}}{\text{Gesamtvarianz}} = \frac{\sigma_S^2}{\sigma_S^2 + \sigma_M^2 + \sigma_e^2}$$

Quelle der Variation:
Einzeltier/Subjekt (S)
Methode (M)
Fehler/Störgröße (E)

Die Berechnung des ICC findet mit Hilfe des Programmes SPSS durch folgende Optionen statt:

```
RELIABILITY
  /VARIABLES=
  /SCALE
  /MODEL=ALPHA
  /ICC=MODEL (ONEWAY) CIN=95 TESTVAL=0
```

(7) Schätzung der Lebendmasse über Messung des Brustumfanges

In einer weiteren Teilerhebung wird die Aussage der Lebendmasseschätzung über Messung des Brustumfanges (BU) im Vergleich zur direkten Gewichtserfassung (Wägung) geprüft. Um die Stärke des linearen Zusammenhanges zwischen Schätzwert und Messwert der Lebendmasse zu prüfen, wird eine Korrelationsanalyse nach Pearson durchgeführt. Um Aussagen über die Messgenauigkeit bei Einzelmessungen treffen zu können, werden mit Hilfe der grafischen Methode nach Bland-Altman die Differenzen der beiden Messungen gegen den Mittelwert der beiden Messungen aufgetragen (Bland und Altman 1999).

4 Ergebnisse

4.1 Untersuchung zum Wachstumsverlauf

4.1.1 Messwerte in Abhängigkeit vom Alter

In den Tab. 33 bis 35 sind die statistischen Maßzahlen der Untersuchungsparameter unter Berücksichtigung der Messwerte aller Färsen in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen dargestellt. Die durchschnittliche Rückenfettdicke (RFD) der 6 bis 9 Monate alten Färsen liegt bei 9,5 ± 2,28 mm. Tiere dieser Altersgruppe sind im Mittel 239,3 ± 34,71 kg schwer und 119,3 ± 4,87 cm groß. Die Gruppe der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen weisen mit einer RFD von 18,5 ± 4,21 mm eine Verdopplung des Rückenfettdickenwertes im Vergleich zu den 6 bis 9 Monate alten Tieren auf. Die 8 bis 9 Monate tragenden Färsen bewegen sich mit einer RFD von 16,0 ± 4,16 mm konditionell wieder auf dem Niveau der 12 bis 16 Monate alten Aufzuchtfärsen. Die Gruppe der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen weist eine Lebendmasse im Mittel von 586,0 ± 46,38 kg auf. Die mittlere Kreuzbeinhöhe liegt bei 144,4 ± 3,22 cm.

Tab. 33: Lage- und Streuungsmaße der Rückenfettdicke (in mm) in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1870)

Altersgruppen / Trächtigkeitsdauer	n	$\bar{x}$	s	$x_{0,5}$	Min.	Max.
6 - 9 Monate	239	9,5	2,28	9,0	4	15
9 - 11 Monate	131	12,0	2,79	12,0	5	18
12 - 16 Monate	455	15,3	3,00	15,0	7	26
1 - 4 Monate tragend	399	17,6	3,17	17,0	9	34
5 - 7 Monate tragend	260	18,5	4,21	18,0	10	38
8 - 9 Monate tragend	387	16,0	4,16	15,0	7	32

Mittelwert ($\bar{x}$), Standardabweichung (s), Median ($x_{0,5}$), kleinster und größter Beobachtungswert (Min., Max.)

Tab. 34: Lage- und Streuungsmaße der Lebendmasse (in kg) in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1770)

Altersgruppen / Trächtigkeitsdauer	n	$\bar{x}$	s	$x_{0,5}$	Min.	Max.
6 - 9 Monate	242	239,3	34,71	237	155	343
9 - 11 Monate	128	312,8	35,77	310	231	420
12 - 16 Monate	409	418,5	40,70	420	272	543
1 - 4 Monate tragend	388	485,0	44,36	483	381	625
5 - 7 Monate tragend	255	543,0	48,38	540	400	704
8 - 9 Monate tragend	348	586,0	46,38	583	475	743

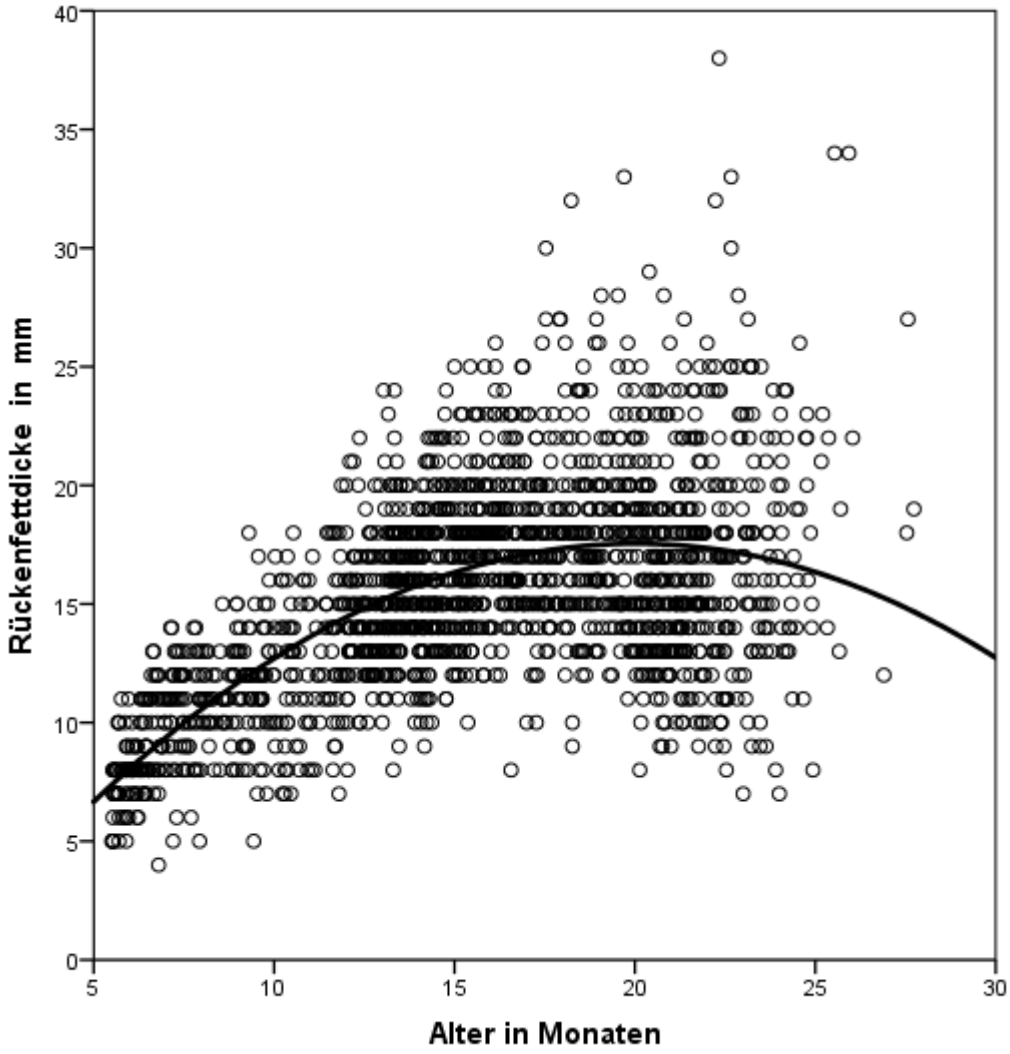
Tab. 35: Lage- und Streuungsmaße der Kreuzbeinhöhe (in cm) in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1774)

Altersgruppen / Trächtigkeitsdauer	n	$\bar{x}$	s	$x_{0,5}$	Min.	Max.
6 - 9 Monate	234	119,3	4,87	119	107	130
9 - 11 Monate	131	128,9	3,97	129	118	140
12 - 16 Monate	412	135,5	3,50	135	124	146
1 - 4 Monate tragend	392	140,0	3,73	140	130	150
5 - 7 Monate tragend	255	142,8	3,75	143	132	153
8 - 9 Monate tragend	350	144,4	3,22	144	137	153

4.1.1.1 Rückenfettdicke

In Abb. 12 ist die Beziehung der Rückenfettdicke in Abhängigkeit vom Alter in Form eines Streudiagrammes dargestellt. Für alle im Folgenden dargestellten Diagramme sind jeweils die zugrundeliegende Stichprobenanzahl (n), die Regressionsgleichung, das Bestimmtheitsmaß (R^2) und die Überschreitungswahrscheinlichkeit (p-Wert) angegeben.

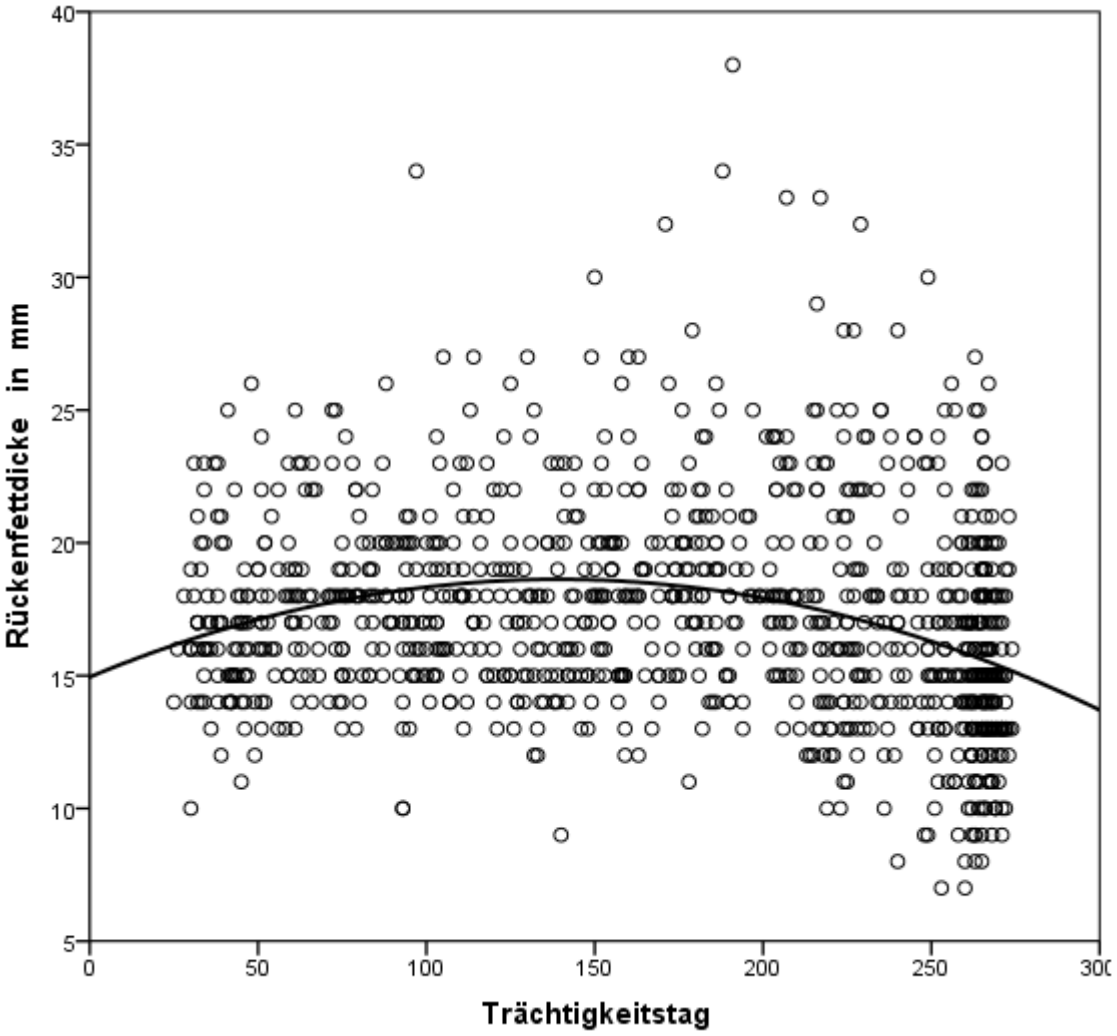
Im Altersabschnitt 10 - 15 Monate beträgt die Spannweite der Rückenfettdicke 13 mm und vergrößert sich auf 26 mm im Altersabschnitt 20 - 25 Monate. In diesem Zeitraum bewegen sich die Messwerte stärker im Konditionsbereich unterhalb von 15 mm. Mehrere Färsen weisen eine Rückenfettdicke im Bereich von 7 bis 10 mm auf. Der höchste Einzelwert beträgt 38 mm. Die Beziehung der RFD zum Alter ist nicht linear. Der altersabhängige Verlauf der RFD lässt sich anhand einer Regressionsfunktion quadratischen Modells beschreiben (Abb. 12).



$y = 1{,}93x - 0{,}05x^2 - 1{,}78$	n= 1916	$R^2 = 0{,}37$	$p < 0{,}001$

Abb. 12: Verlauf der Rückenfettdicke in Abhängigkeit vom Alter

Die Abb. 13 zeigt den Verlauf der RFD in Abhängigkeit der Trächtigkeitsdauer. Färsen am gleichen Trächtigkeitstag weisen eine weite Streuung der Rückenfettdicke auf. Zu Beginn der Trächtigkeit bewegt sich die Mehrzahl der Messwerte in einem Bereich zwischen 13 und 27 mm. Im dritten Trimester streuen die Messwerte zum überwiegenden Teil in einem Bereich zwischen 7 und 27 mm. Zwischen der Rückenfettdicke und der Trächtigkeitsdauer besteht ein quadratischer Zusammenhang.

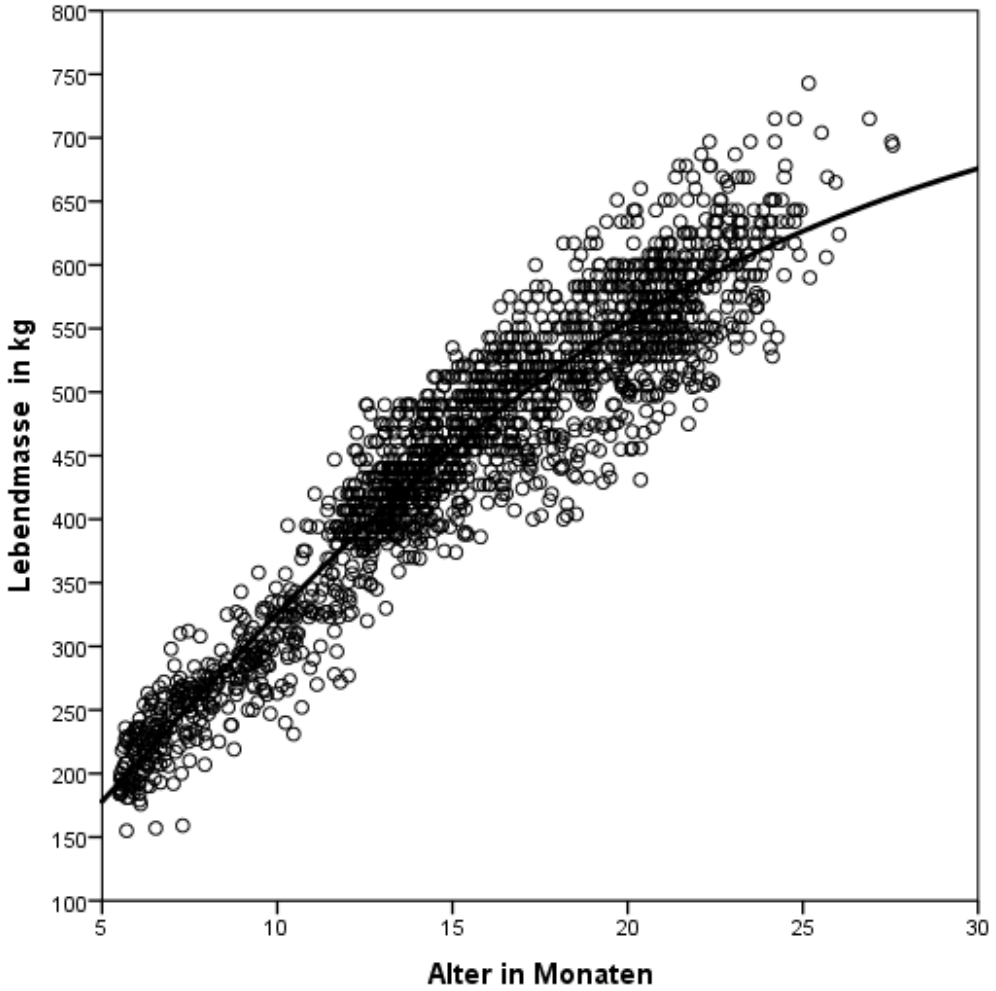


$y = 0{,}05x - 0{,}001x^2 + 14{,}95$	n = 1045	$R^2 = 0{,}08$	$p < 0{,}001$

Abb. 13: Verlauf der Rückenfettdicke in der Trächtigkeit

4.1.1.2 Lebendmasse

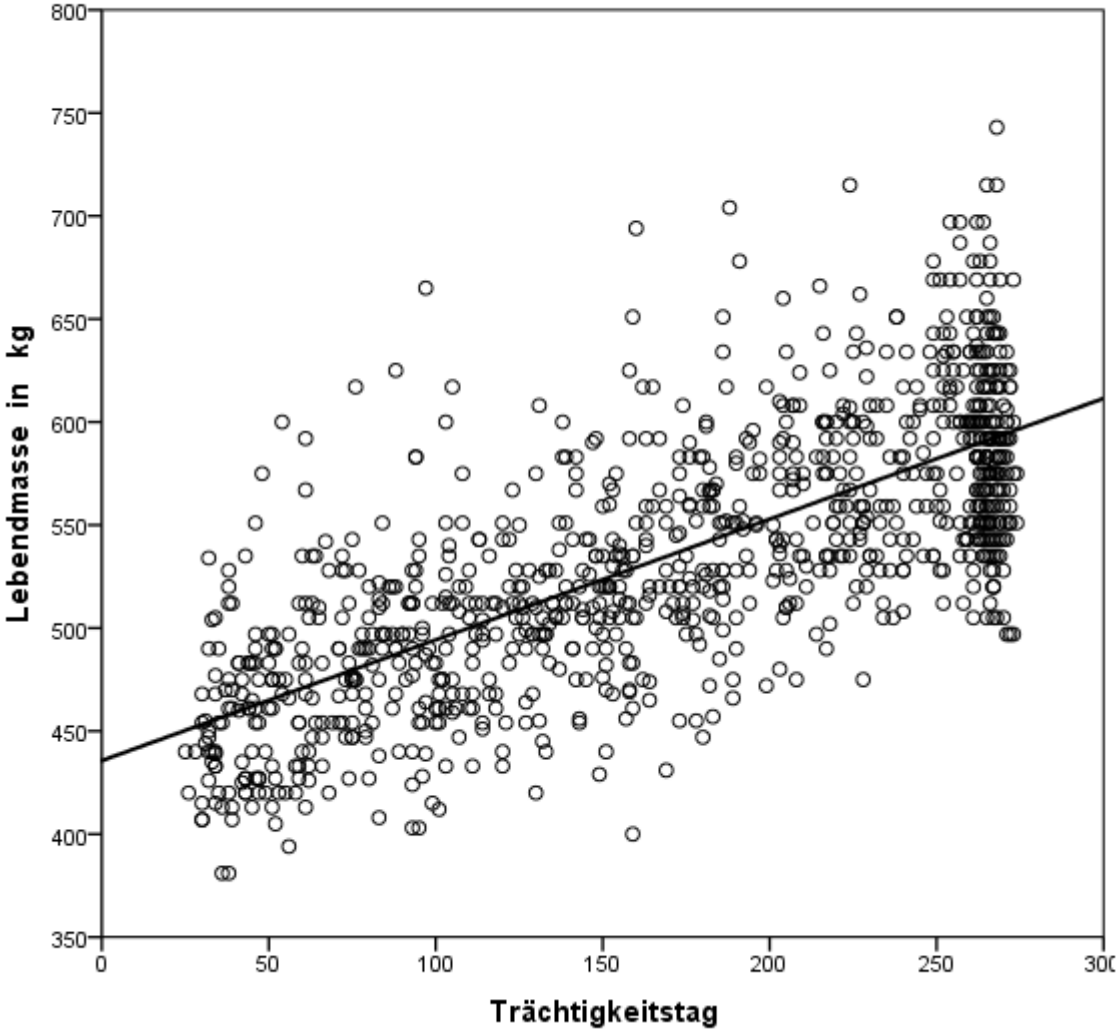
In Abb. 14 ist der Verlauf der Lebendmasse in Abhängigkeit vom Alter dargestellt. Die Spannweite der Lebendmasse der 6 Monate alten Färsen beträgt 140 kg und vergrößert sich auf 210 kg im Alter von 18 Monaten. Einzelne Tiere erreichen im Alter von 6 Monaten nur 160 kg. Der niedrigste Messwert bei den 18 Monate alten Färsen liegt bei 400 kg. Bis zum Alter von 13 Monaten ist das Lebendmassewachstum durch einen annähernd linearen Verlauf gekennzeichnet. Von diesem Zeitpunkt an nimmt die Wachstumsrate weiter ab. Die Verlaufskurve der Lebendmasse weist eine deutlich zu erkennende Beugung auf. Der Übergang zwischen den Stadien des zunehmenden Anstiegs zum abnehmenden Anstieg der Lebendmasseentwicklung lässt sich mit der in Abb. 14 dargestellten Wachstumsfunktion beschreiben.



W = ((2,404/0,262)-((2,404/0,262)-50,021^(1/3))*exp((-1/3)*0,262 *x))^3	
n = 1822	R^2 = 0,90

Abb. 14: Verlauf der Lebendmasse in Abhängigkeit vom Alter

Die Abb. 15 zeigt den Verlauf der Lebendmasse in der Trächtigkeit. Färsen am gleichen Trächtigkeitstag weisen eine verhältnismäßig starke Streuung der Lebendmasse auf. Zu Beginn der Trächtigkeit (30.Tag) bewegen sich die Messwerte in einem Bereich zwischen 380 kg und 530 kg. Am Ende der Trächtigkeit (270.Tag) beträgt der niedrigste Messwert 490 kg und der Höchstwert 743 kg. Für den Durchschnitt der Färsen ist der Lebendmasseverlauf in der Trächtigkeit durch eine Regressionsgerade beschrieben. Aus diesem linearen Modell geht hervor, dass die durchschnittlichen Tageszunahmen der Färsen in der Trächtigkeit 590 g betragen. Die Lebendmasseentwicklung in der Trächtigkeit folgt einem annähernd linearen Verlauf.

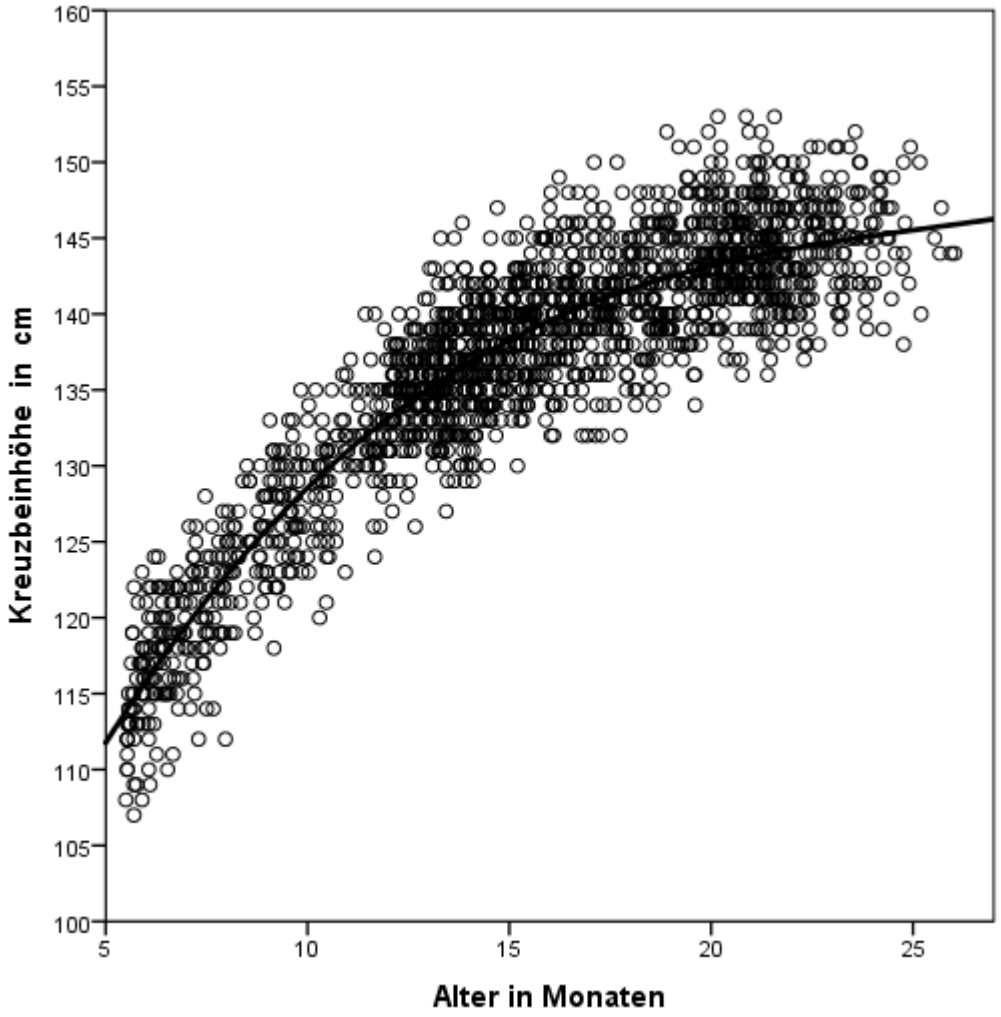


y = 0,59x + 435,69	n = 992	R^2 = 0,52	p < 0,001

Abb. 15: Verlauf der Lebendmasse in der Trächtigkeit

4.1.1.3 Kreuzbeinhöhe

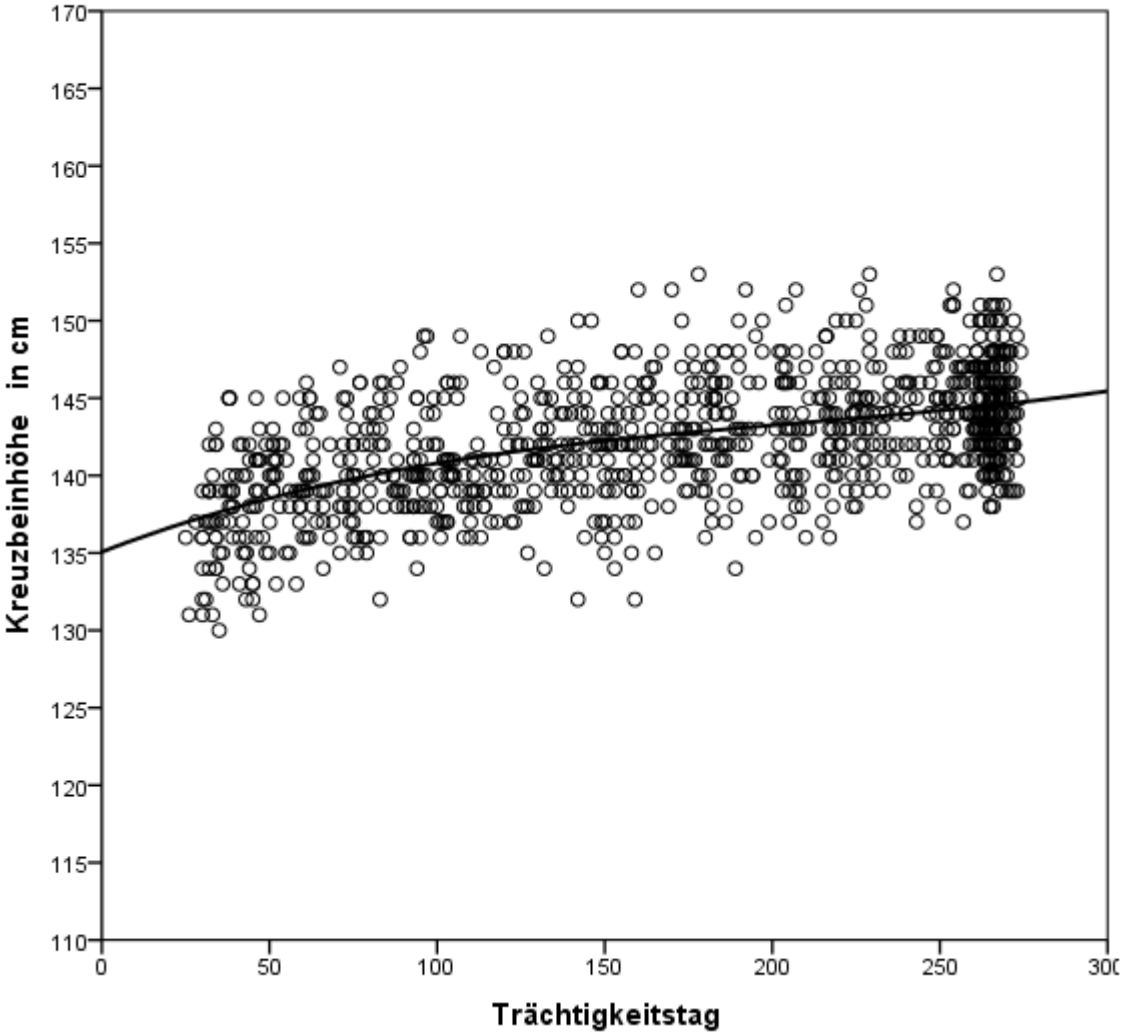
In Abb. 16 ist der Verlauf der Kreuzbeinhöhe (KBH) in Abhängigkeit vom Alter dargestellt. Die Spannweite der Messwerte der 6 Monate alten Aufzuchtfärsen beträgt 15 cm und vergrößert sich auf 19 cm im Alter von 18 Monaten. Bis zum Alter von 10 Monaten ist der Verlauf der Kreuzbeinhöhe durch einen steilen Anstieg gekennzeichnet. Im Alter von 16 Monaten weisen die Aufzuchtfärsen im Mittel bereits eine KBH von 140 cm auf. Von diesem Zeitpunkt an nimmt die Intensität des Größenwachstums weiter ab. Die Kreuzbeinhöhenentwicklung kann anhand einer Regressionsfunktion kubischen Modells beschrieben werden.



$y = 6{,}31x - 0{,}23x^2 + 0{,}003x^3 + 85{,}65$	$n = 1818$	$R^2 = 0{,}85$	$p < 0{,}001$

Abb. 16: Verlauf der Kreuzbeinhöhe in Abhängigkeit vom Alter

In Abb. 17 ist der Verlauf der Kreuzbeinhöhe in der Trächtigkeit dargestellt. Auffallend einheitlich verteilen sich die Einzelwerte der Kreuzbeinhöhe der Färsen aus den drei Untersuchungsbetrieben über den gesamten Zeitraum der Trächtigkeit. Zu Beginn der Trächtigkeit bewegen sich die Messwerte in einem Bereich zwischen 130 und 145 cm. Am Ende der Trächtigkeit beträgt der niedrigste Messwert 137 cm und der Höchstwert 153 cm. In der Trächtigkeit zeigt die Kreuzbeinhöhenkurve einen flachen Verlauf. Der Zusammenhang zwischen der KBH und der Trächtigkeitsdauer lässt sich mit der in Abb. 17 dargestellten kubischen Regressionsfunktion beschreiben.



$y = 0{,}08x + 0{,}001x^2 + 0{,}000001x^3 + 135{,}07$	$n = 997$	$R^2 = 0{,}28$	$p < 0{,}001$

Abb. 17: Verlauf der Kreuzbeinhöhe in der Trächtigkeit

4.1.2 Vergleich der Betriebe

4.1.2.1 Wachstum ab dem zweiten Lebenshalbjahr

In Abb. 18 ist der Verlauf der Lebendmasse der Holstein Friesian Färsen der Untersuchungsbetriebe gegenübergestellt.

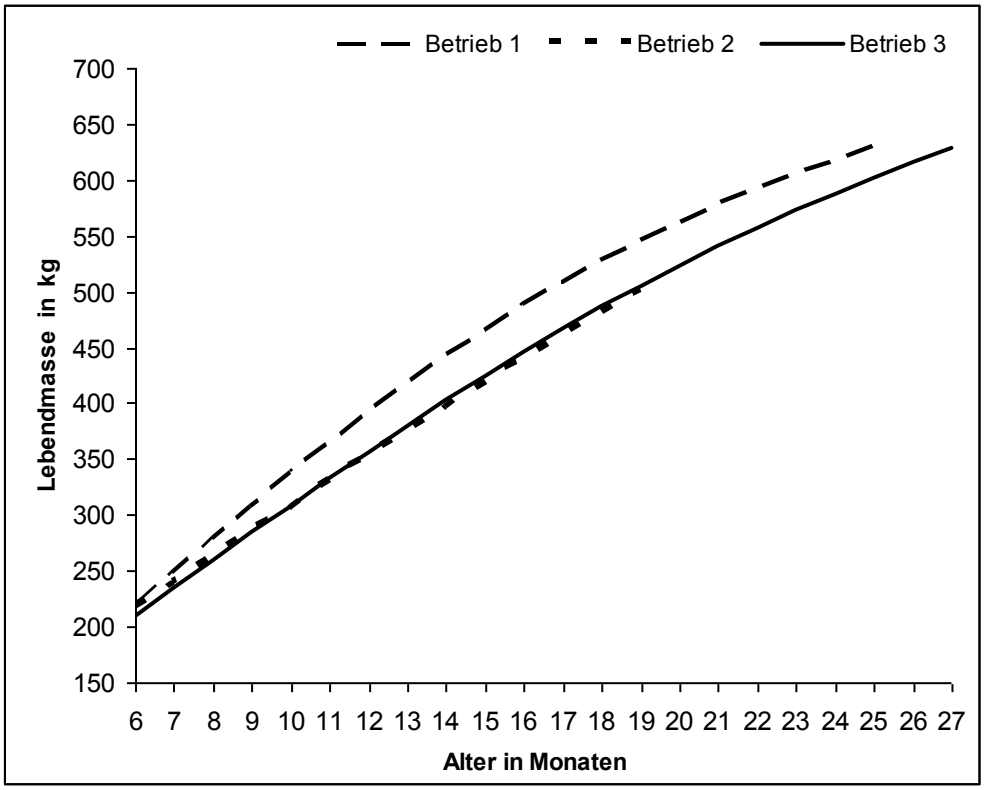


Abb. 18: Verlauf der Lebendmasse der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben (Angabe der statistischen Parameter der Wachstumskurven Tab. 67, Anhang)

Die Lebendmassekurven zeigen die unterschiedliche Wachstumsgeschwindigkeit der Färsen der Betriebe für den gesamten Untersuchungszeitraum. Das Lebendmassewachstum der Färsen im Betrieb 1 unterliegt einem zunächst steileren und später flacheren Verlauf. Im Altersabschnitt von 6 bis 12 Lebensmonaten erreichen die Färsen mittlere Tageszunahmen von 972 g. Im Altersabschnitt von 12 bis 24 Lebensmonaten betragen die Tageszunahmen der Färsen im Mittel 625 g. Die Kurven der Lebendmasse der Färsen in den Betrieben 2 und 3 liegen eng beieinander. Die Kurven zeigen einen gleichmäßig ansteigenden Verlauf. Färsen im Betrieb 2 weisen im Altersabschnitt von 6 bis 12 Lebensmonaten Tageszunahmen im Mittel von 755 g auf. Im gleichen Altersabschnitt erreichen die Färsen im Betrieb 3 mittlere tägliche Zunahmen von 822 g. Im Altersabschnitt von 12 bis 24 Lebensmonaten betragen die Tageszunahmen der Färsen im Betrieb 3 im Mittel 641 g.

Einen Vergleich der approximierten Werte der Lebendmasse auf Grundlage der in Abb. 18 dargestellten Regressionskurven und der Medianwerte der Lebendmasse zeigt Tab. 68, Anhang. Die Quantile $x_{0,25}$, $x_{0,5}$ und $x_{0,75}$ sowie Minima und Maxima der Lebendmasse sind für die Betriebe in den Tab. 69 bis 71, Anhang, zusammengefasst.

Wird der Verlauf der Rückenfettdicke in Abhängigkeit vom Alter betrachtet, so lassen sich zwischen den Aufzuchtfärsen der Betriebe bedeutende Unterschiede im Fettansatzverhalten feststellen (Abb. 19).

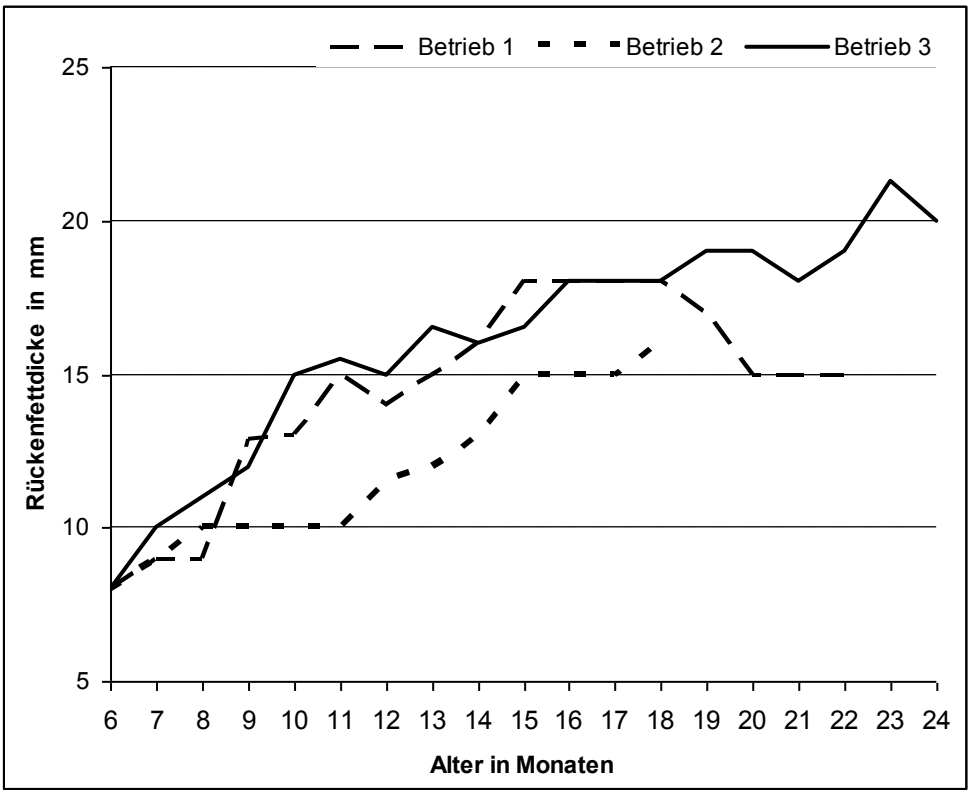


Abb. 19: Altersabhängiger Verlauf der Rückenfettdicke (Medianwerte) (Angabe der Stichprobenkennwerte der RFD Tab. 72 bis 74, Anhang)

Die moderat aufgezogenen Färsen im Betrieb 2 zeigen erst ab dem 11. Lebensmonat einen progressiven Verlauf im Fettansatz. Dieser Anstieg ist bei den intensiv wachsenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 bereits im Alter von 8 bis 9 Monaten zu beobachten. Während Färsen im Betrieb 3 weiter stetig an Körperkondition gewinnen, zeigt sich für den Verlauf der RFD im Betrieb 1 ein anderes Bild. Im Beobachtungszeitraum von 15 bis 18 Lebensmonaten bleibt der Rückenfettdickenwert der Färsen mit 18 mm auf einem zunächst konstant hohem Niveau. Danach wird der Median der RFD mit jedem weiteren Beobachtungsmonat kleiner. Im Alter von 22 Lebensmonaten beträgt der Median der RFD der Färsen im Betrieb 1 15 mm.

Die Abb. 20 zeigt die Kreuzbeinhöhenentwicklung der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben. Ausgenommen des Altersabschnittes von 6 bis 8 Lebensmonaten zeigt sich in der Kreuzbeinhöhenentwicklung der Aufzuchtfärsen der Betriebe ein einheitlicher Verlauf.

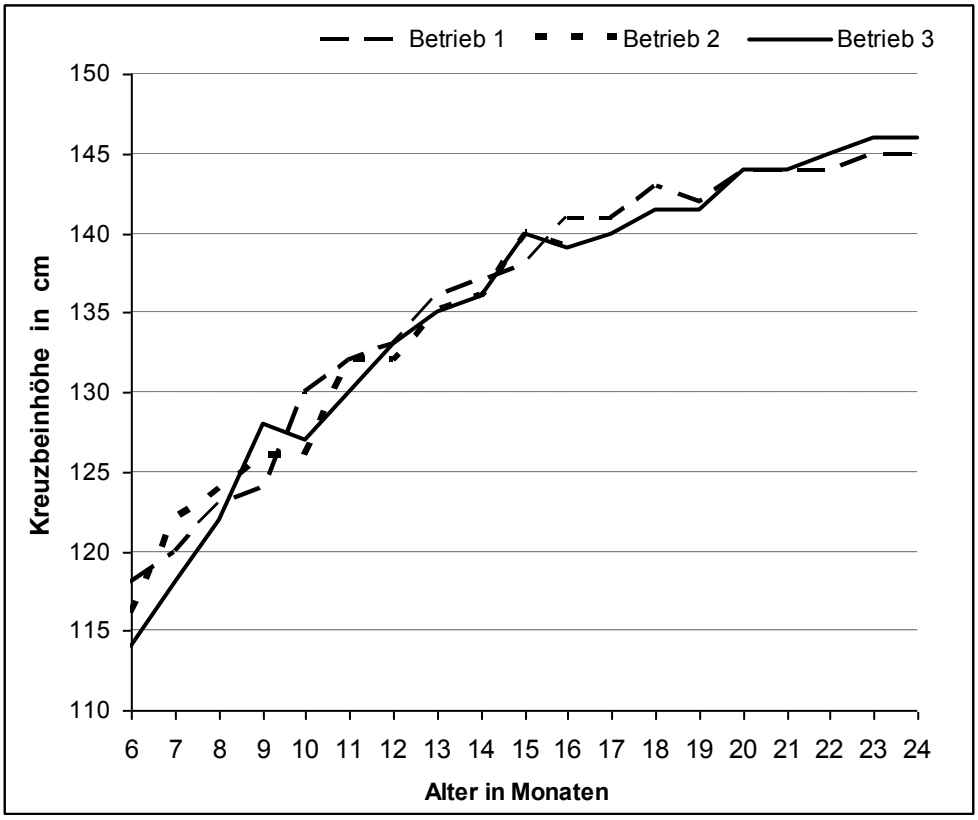


Abb. 20: Altersabhängiger Verlauf der Kreuzbeinhöhe (Medianwerte) (Angabe der Stichprobenkennwerte der KBH Tab. 75 bis 77, Anhang)

In Tab. 36 ist die Entwicklung der Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe der Färsen in den drei Betrieben im Alter von 6, 12 und 18 Monaten dargestellt. In den drei Untersuchungsbetrieben erreicht die Mehrzahl der Färsen im Alter von 6 Lebensmonaten eine Lebendmasse über 190 kg ($x_{0,25}$ - x_{max}). Färsen im Betrieb 1 weisen zu Untersuchungsbeginn bereits einen um 35 kg höheren Median der Lebendmasse auf als Färsen im Betrieb 3. Gegenüber den Färsen im Betrieb 2 besteht nur ein numerischer Unterschied mit einem Median von 23 kg. Hinsichtlich der Körperkondition unterscheiden sich die 6 Monate alten Jungrinder der Betriebe mit einem Median der RFD von 8 mm nicht.

Mit einer KBH von 118 cm realisieren die 6 Monate alten Färsen im Betrieb 1 bis zum Alter von einem Jahr noch einen Zuwachs um 15 cm. Im Betrieb 2 beträgt der KBH-Zuwachs 16 cm. Demgegenüber beträgt das Größenwachstum der Färsen im Betrieb 3 im zweiten Lebenshalbjahr insgesamt 19 cm. Die Kreuzbeinhöhen aller Färsen sind im Alter von einem Jahr mit jeweils etwa 133 cm vergleichbar (p = 0,262). Im Parameter der Rückenfettdicke unterscheiden sich die Jährlingsfärsen der Betriebe signifikant (p = 0,003). Der Median der Lebendmasse der 12 Monate alten Färsen beträgt im Betrieb 1 394 kg, im Betrieb 2 347 kg und im Betrieb 3 377 kg. Mit 18 Lebensmonaten besteht kein nachweisbarer Unterschied im Median der RFD und der KBH zwischen den Aufzuchtfärsen der Betriebe.

Tab. 36: Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe der Aufzuchtfärsen in den drei Untersuchungsbetrieben im Alter von 6 , 12 und 18 Lebensmonaten

EKA	Betrieb 1 Ø 22,4 ± 1,30			Betrieb 2 Ø 26,1 ± 1,61			Betrieb 3 Ø 24,2 ± 1,62			
Parameter	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	p-Wert
LM (kg)										
6 Monate	19	227 [a]	217- 234	10	204 [a,b]	196- 227	14	193 [b]	188- 218	0,008
12 Monate	25	394 [a]	381- 407	10	347 [b]	325- 375	9	377 [b]	375- 391	0,003
18 Monate	18	520 [a]	505- 559	6	479 [b]	440- 483	11	465 [b]	461- 483	0,001
RFD (mm)										
6 Monate	19	8 [a]	8- 8	10	8 [a]	7 - 9	14	8 [a]	6 - 10	0,693
12 Monate	25	14 [a]	13- 16	10	12 [b]	10 - 12	9	15 [a]	14 - 15	0,003
18 Monate	18	18 [a]	15- 19	6	16 [a]	13 - 18	11	18 [a]	17 - 19	0,222
KBH (cm)										
6 Monate	19	118 [a]	116- 119	10	116 [a,b]	115- 119	14	114 [b]	110- 117	0,033
12 Monate	25	133 [a]	132- 135	10	132 [a]	130- 134	9	133 [a]	130- 135	0,262
18 Monate	18	142 [a]	137- 144	6	143 [a]	140- 144	11	140 [a]	138- 143	0,382

[a, b] verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$

Um Aussagen zum Wachstum in Bezug auf den produzierten Fettanteil in der Körpermasse treffen zu können, sind in Tab. 37 die Rückenfettdicke, Kreuzbeinhöhe und das Alter der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben bei gleichem Lebendgewicht im Mittel von 400 kg dargestellt.

Tab. 37: Alter, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben bei Erreichen einer Lebendmasse im Bereich von 400 kg

Parameter	Lebendmasse >= 380 < 430 kg								
	Betrieb 1			Betrieb 2			Betrieb 3		
	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s	n	$\bar{x}$	s
Alter (Wo)	180	56,5	4,22	35	59,8	6,51	54	63,4	8,31
Lebendmasse (kg)	180	408,5	13,89	35	405,0	14,04	54	404,1	15,04
RFD (mm)	180	15,1	2,18	35	13,2	2,33	54	16,0	2,92
KBH (cm)	180	135,0	3,21	35	135,8	2,51	54	136,1	3,58

Mit einer Rückenfettdicke im Mittel von 13,2 ± 2,33 mm zeigen die Färsen im Betrieb 2 eine geringere Menge an Körperfett. Der Anteil an Fett in der Körpermasse ist bei den Färsen im Betrieb 1 und 3 mit einer durchschnittlichen RFD von 15,1 ± 2,18 mm beziehungsweise 16,0 ± 2,92 mm vergleichbar hoch. Färsen im Betrieb 1 erreichen diesen Fettanteil der Körpermasse zu einem früheren Zeitpunkt.

Um die Variabilität der erfassten Wachstumsmerkmale in den jeweiligen Betrieben zu beurteilen, werden die Parameter Rückenfettdicke, Kreuzbeinhöhe und Lebendmasse der Färsen in Altersgruppen vergleichend als Boxplots dargestellt (Abb. 21 bis 23).

Abb. 21 zeigt die Rückenfettdicke der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben. Färsen im Betrieb 2 weisen eine kleinere Spannweite der RFD auf als Färsen in den Betrieben 1 und 3. Die RFD-Messwerte der intensiv wachsenden Färsen im Betrieb 1 und 3 erstrecken sich über einen vergleichbar großen Wertebereich. Auffallend ist jedoch, dass Färsen im Betrieb 1 eine kleinere Interquartilsbreite (IQR) im Parameter der RFD zeigen. Die Gruppe der 12 bis 16 Monate alten Färsen weisen RFD-Messwerte bis 26 mm (Betrieb 1), bis 18 mm (Betrieb 2) und bis 25 mm (Betrieb 3) auf.

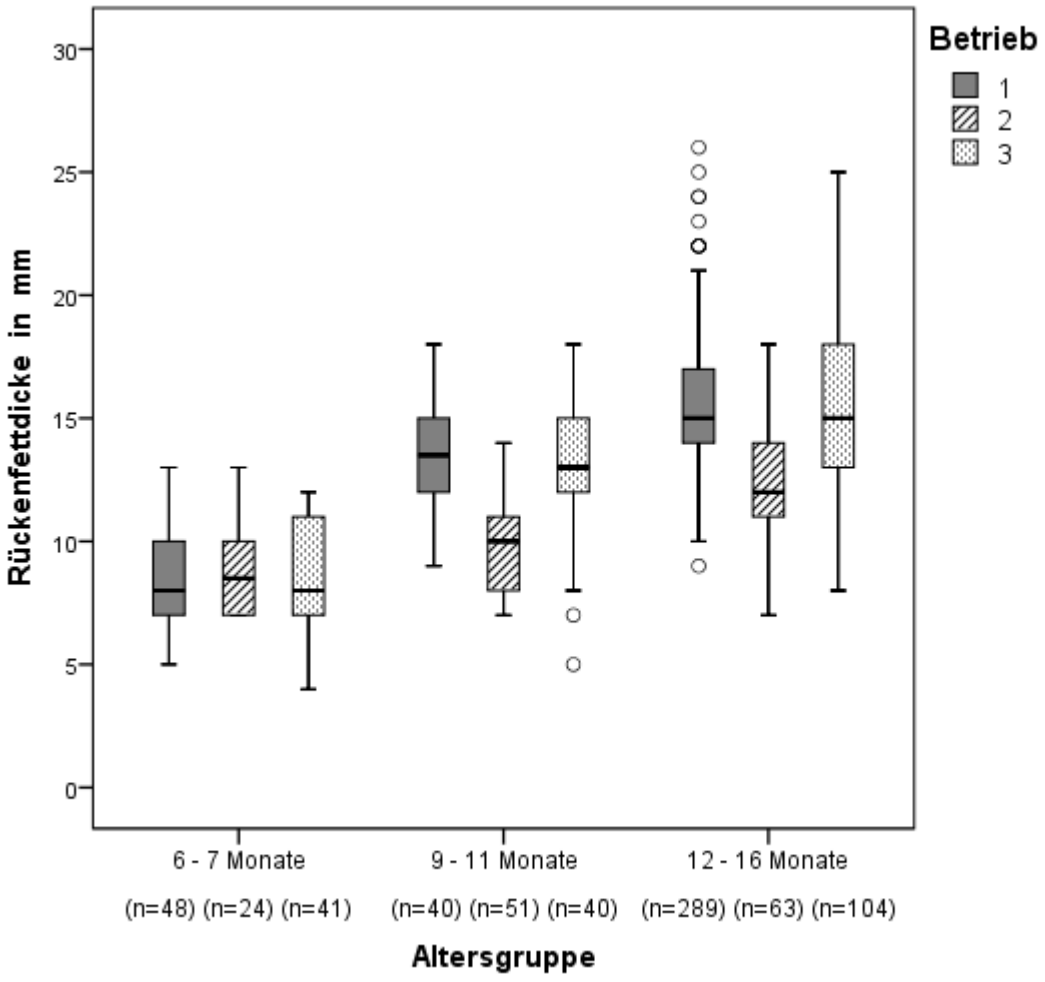


Abb. 21: Boxplotdarstellung der Rückenfettdicke der Färsen in den drei Betrieben

Bei der Betrachtung der KBH der 12 bis 16 Monate alten Tiere bestätigt sich die bereits in Tab. 36 getroffene Feststellung. Die Färsen der Untersuchungsbetriebe scheinen sich im Laufe des zweiten Lebenshalbjahres mit Eintritt der Pubertät im Wachstum der Körpergröße anzugleichen. Im Parameter der KBH unterscheiden sich die 12 bis 16 Monate alten Besamungsfärsen der Betriebe weder in den Medianen noch in der Streuung der mittleren 50% der Werte (IQR) (Abb. 22).

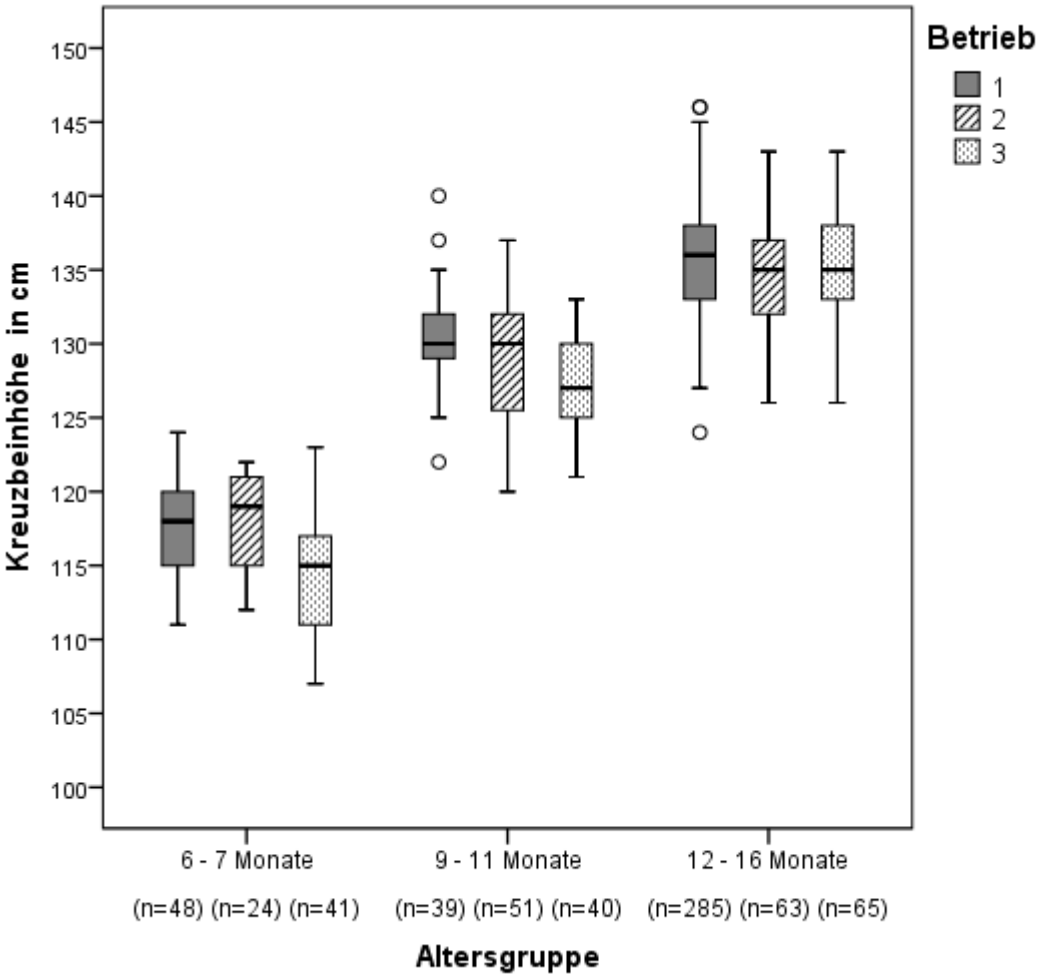


Abb. 22: Boxplotdarstellung der Kreuzbeinhöhe der Färsen in den drei Betrieben

In Abb. 23 ist die Lebendmasse der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben dargestellt. Ausnahme der Gruppe der 6 bis 7 Monate alten Tiere zeigen die Färsen in den drei Betrieben eine vergleichbar hohe Interquartilsbreite und Spannweite der Lebendmasse. Deutlich zu erkennen ist der unterschiedliche Anstieg im Median der Lebendmasseentwicklung zwischen den Färsen im Betrieb 1 und den Färsen in den Betrieben 2 und 3. Der erkennbar niedrige Median der Lebendmasse bei der Gruppe der 6 bis 7 Monate alten Färsen im Betrieb 1 ist auf die geringe Stichprobenanzahl bei den 7 Monate alten Tieren im Betrieb zurückzuführen (Tab. 69, Anhang).

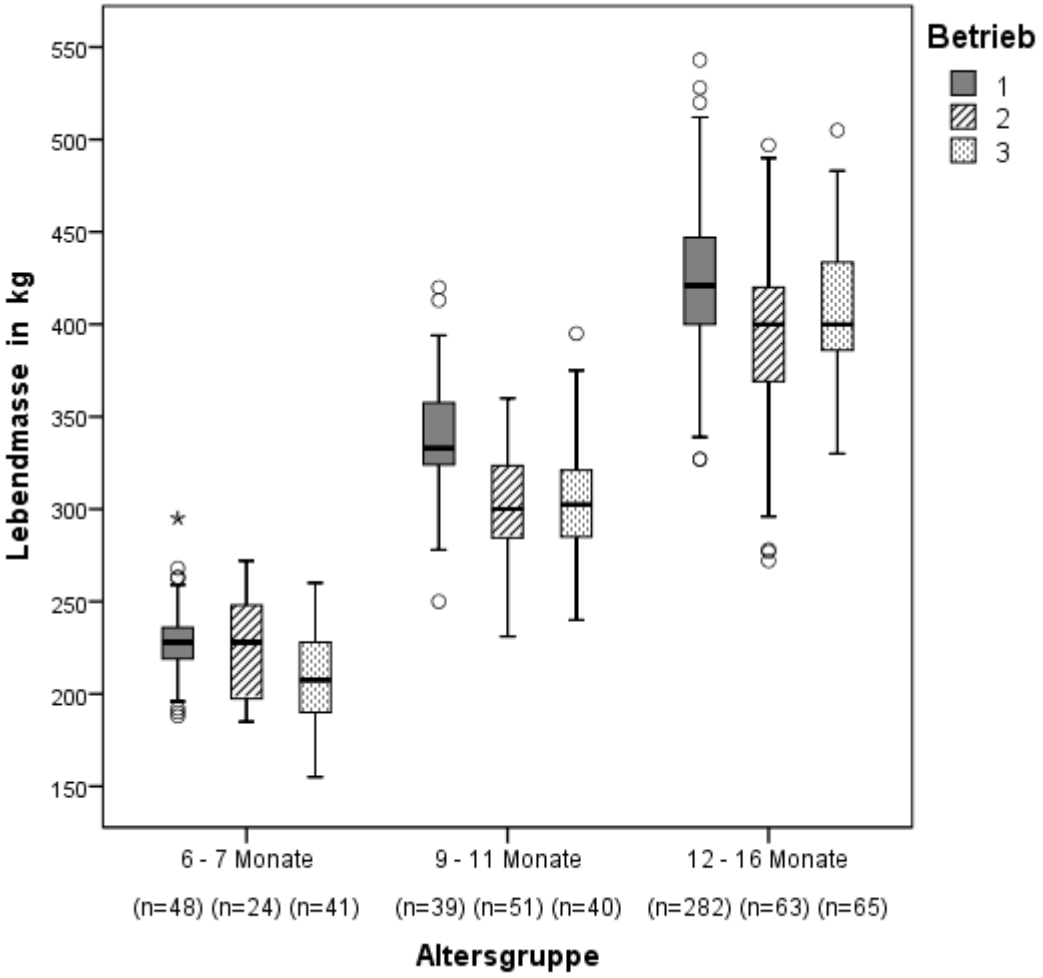


Abb. 23: Boxplotdarstellung der Lebendmasse der Färsen in den drei Betrieben

4.1.2.2 Wachstum in der Trächtigkeit

In den Tab. 38 bis 40 sind die Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen sowie Minima und Maxima der Wachstumsparameter und der Körperkondition der tragenden Färsen in den Untersuchungsbetrieben zu verschiedenen Zeitabschnitten der Trächtigkeit dargestellt. Für die Färsen der Betriebe 1 und 3 ist der Verlauf der Lebendmasse, der Rückenfettdicke und der Kreuzbeinhöhe in der Trächtigkeit in den Abb. 24 bis 26 vergleichend dargestellt.

Der Altersunterschied zwischen den tragenden Färsen im Betrieb 1 und den Färsen im Betrieb 2 und 3 beträgt im Mittel 91 beziehungsweise 66 Tage (Tab. 38). In der Kreuzbeinhöhenentwicklung im Trächtigkeitsabschnitt von 1 bis 4 Trächtigkeitsmonaten besteht zwischen den jüngeren Färsen im Betrieb 1 gegenüber den Färsen im Betrieb 2 und 3 mit durchschnittlich 1,7 cm und 1,2 cm ein signifikanter Unterschied (p = 0,019). Mit einer Körpermasse im Mittel von 497,3 ± 47,53 kg sind die 1 bis 4 Monate tragenden Färsen im Betrieb 2 im Vergleich zu den Färsen im Betrieb 1 und 3 schwerer. Die Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben weisen mit 1 bis 4 Trächtigkeitsmonaten eine vergleichbar hohe RFD um 17 mm auf.

Tab. 38: Wachstumsparameter und Körperkondition der 1 bis 4 Monate tragenden Färsen im den drei Untersuchungsbetrieben

Parameter		n	Betrieb 1	n	Betrieb 2	n	Betrieb 3	p-Wert
Lebendmasse (kg)	$\bar{x}$	298	487,1 [a]	23	497,3 [a]	64	473,3 [b]	0,037
	s		44,33		47,53		47,17	
	Min.		381		433		403	
	Max.		625		600		665	
Rückenfettdicke (mm)	$\bar{x}$	298	17,5 [a]	23	17,7 [a]	64	17,3 [a]	0,957
	s		3,01		3,90		3,51	
	Min.		10		12		9	
	Max.		27		25		34	
Kreuzbeinhöhe (cm)	$\bar{x}$	298	139,7 [a]	23	141,4 [b]	64	140,9 [b]	0,019
	s		3,70		3,13		4,02	
	Min.		130		134		132	
	Max.		150		146		150	
Lebenstag (d)	$\bar{x}$	298	474,7 [a]	23	566,4 [b]	64	541,0 [c]	0,001
	s		46,28		50,26		69,81	
	Min.		357		501		428	
	Max.		632		695		778	

Die Lebendmassekurven der Färsen im Betrieb 1 und 3 verlaufen bis 7 Trächtigkeitsmonate parallel (Abb. 24). In den letzten beiden Trächtigkeitsmonaten ist im Betrieb 1 im Vergleich zu Betrieb 3 eine Abnahme der Steigung der Lebendmassekurve erkennbar. Im Trächtigkeitsmonat 9 beträgt der Median der Lebendmasse bei den Färsen im Betrieb 1 583 kg und im Betrieb 3 600 kg (Abb. 24).

Im Rückenfettdickenverlauf in der Trächtigkeit bestehen zwischen den Färsen im Betrieb 1 und 3 Unterschiede. Im Betrieb 1 beträgt die RFD der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen im Mittel 18,2 ± 3,90 mm (Tab. 39). Vom Trächtigkeitsmonat 5 bis 7 bis zum Trächtigkeitsmonat 8 bis 9 weisen die Färsen eine signifikante Abnahme der Rückenfettdicke auf. Die durchschnittliche RFD der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen beträgt 15,7 ± 4,00 mm. Der Rückenfettdickenabbau im Zeitraum von 7 bis 9 Trächtigkeitsmonaten beträgt 3 mm (Abb. 25, Tab. 78, Anhang). Im Betrieb 3 beträgt die RFD der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen im Mittel 19,6 ± 4,75 mm. Vom Trächtigkeitsmonat 1 bis 4 bis zum Trächtigkeitsmonat 5 bis 7 verzeichnen die Färsen eine Zunahme der Rückenfettdicke im Mittel um 2 mm. Die 8 bis 9 Monate tragenden Färsen weisen eine durchschnittliche RFD von 18,3 ± 4,83 mm auf. Die Gruppenmittelwerte der RFD zwischen den Färsen im Betrieb 1 und 3 unterscheiden sich signifikant ($p < 0,001$) (Tab. 40).

Im Verlauf der Kreuzbeinhöhe unterscheiden sich die tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 nicht wesentlich (Abb. 26). Die Gruppenmittelwerte der KBH der 5 bis 7 und 8 bis 9 Monate tragenden Färsen weisen keinen signifikanten Unterschied auf (Tab. 39 und 40). Im Beobachtungszeitraum von 1 bis 9 Trächtigkeitsmonaten sind die Färsen im Betrieb 1 um 7 cm, im Betrieb 3 um 6 cm gewachsen.

In der Trächtigkeit weichen die Messwerte der Lebendmasse, der Rückenfettdicke und der Kreuzbeinhöhe bei den Färsen im Betrieb 3 stärker voneinander ab, als bei den Färsen in den Betrieben 1 und 2. Dementsprechend fällt die Spannweite (x_{max}-x_{min}) und die Standardabweichung (s) der betrachteten Merkmale größer aus.

Tab. 39: Wachstumsparameter und Körperkondition der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen im Betrieb 1 und Betrieb 3

Parameter		n	Betrieb 1	n	Betrieb 3	p-Wert
Lebendmasse (kg)	$\bar{x}$	166	548,6 [a]	79	534,0 [a]	0,061
	s		42,14		59,48	
	Min.		440		400	
	Max.		660		704	
Rückenfettdicke (mm)	$\bar{x}$	166	18,2 [a]	79	19,6 [b]	0,018
	s		3,90		4,75	
	Min.		10		11	
	Max.		33		38	
Kreuzbeinhöhe (cm)	$\bar{x}$	166	142,6 [a]	79	143,1 [a]	0,425
	s		3,42		4,46	
	Min.		134		132	
	Max.		152		153	
Lebenstag (d)	$\bar{x}$	166	572,7 [a]	79	626,3 [b]	0,001
	s		44,11		53,29	
	Min.		493		519	
	Max.		698		827	

Tab. 40: Wachstumsparameter und Körperkondition der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen im Betrieb 1 und Betrieb 3

Parameter		n	Betrieb 1	n	Betrieb 3	p-Wert
Lebendmasse (kg)	$\bar{x}$	333	585,0 [a]	17	590,5 [a]	0,643
	s		46,59		44,73	
	Min.		475		505	
	Max.		743		662	
Rückenfettdicke (mm)	$\bar{x}$	344	15,7 [a]	44	18,3 [b]	0,001
	s		4,00		4,83	
	Min.		7		10	
	Max.		30		32	
Kreuzbeinhöhe (cm)	$\bar{x}$	336	144,3 [a]	15	145,7 [a]	0,118
	s		3,17		4,03	
	Min.		137		141	
	Max.		153		153	
Lebenstag (d)	$\bar{x}$	344	651,0 [a]	44	692,2 [b]	0,001
	s		44,72		40,92	
	Min.		556		637	
	Max.		826		832	

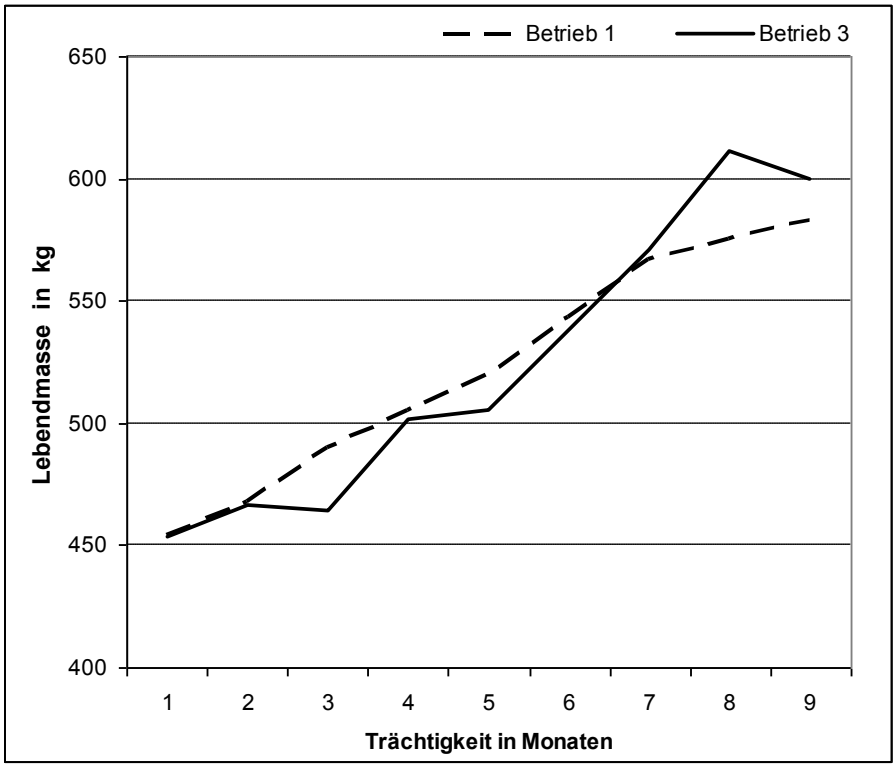


Abb. 24: Lebendmasseverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang)

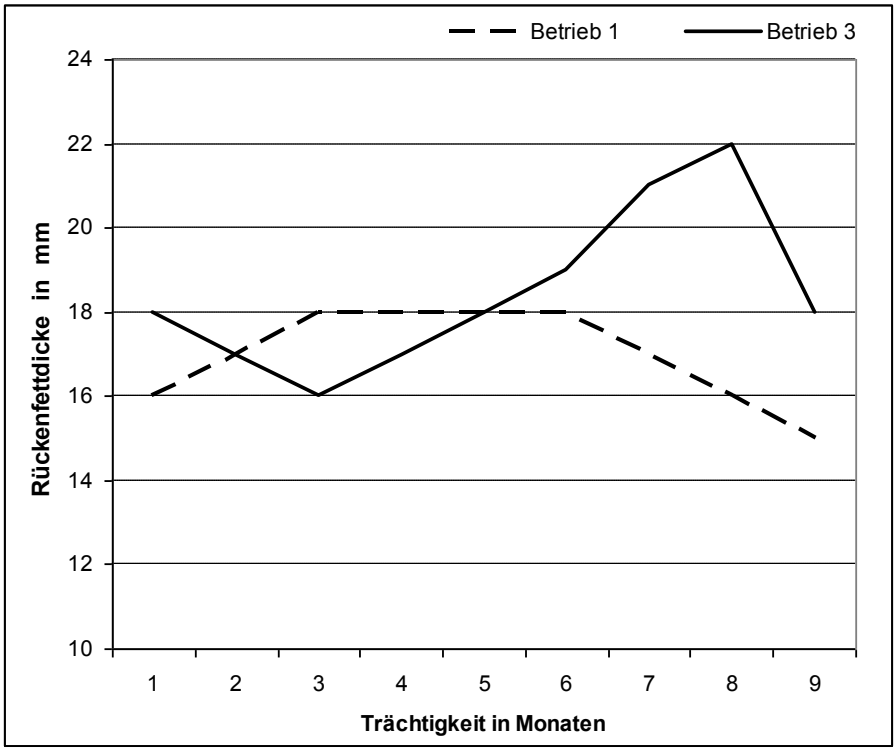


Abb. 25: Rückenfettdickenverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang)

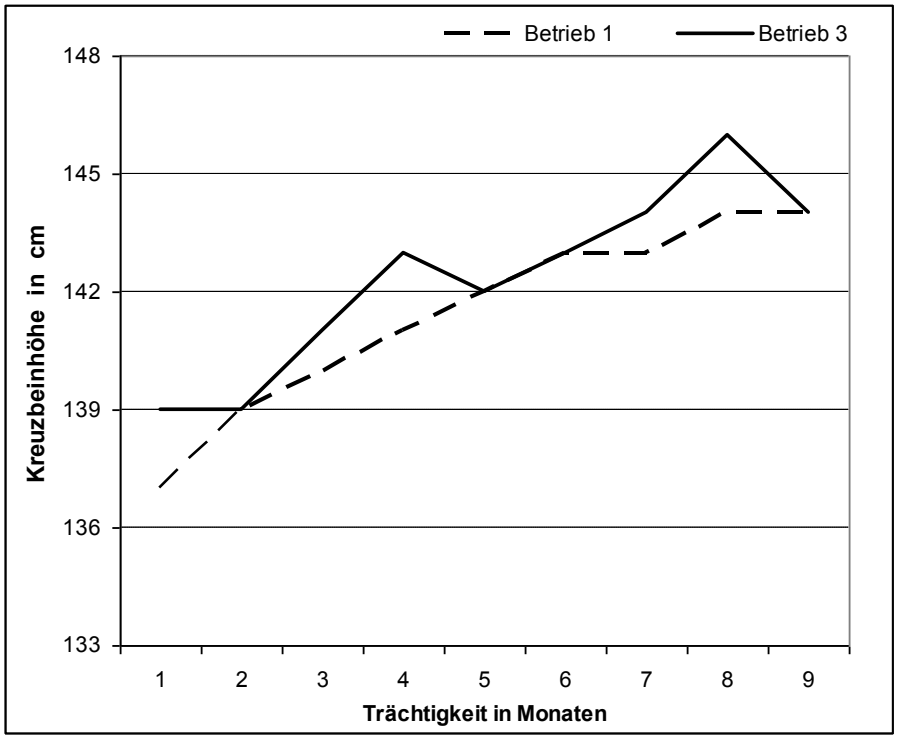


Abb. 26: Kreuzbeinhöhenverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang)

4.2 Schätzgenauigkeit der Körperkondition wachsender Färsen

4.2.1 Zeitlich getrennte RFD-Schätzwerte

Die Tab. 41 zeigt die Mittelwerte und die Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten S1 und S2 und den Schätzwerten untereinander im Betrieb 1 für alle Altersgruppen und die Gesamtstichprobe.

Tab. 41: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 1 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode S1 und S2

Altersgruppe/ Trächtigkeitsdauer	n	Mittelwerte			Korrelationskoeffizient r nach Pearson		
		RFD mm	S1 mm	S2 mm	RFD - S1	RFD - S2	S1 + S2
6 - 9 Monate	70	8,5 [a]	9,7 [a]	9,5 [a]	0,45***	0,60***	0,72***
9 - 11 Monate	40	13,3 [b]	12,5 [b]	13,9 [b]	0,67***	0,73***	0,83***
12 - 16 Monate	286	15,7 [c]	15,2 [c]	15,8 [c]	0,58***	0,69***	0,60***
1 - 4 Monate tragend	302	17,5 [d]	17,2 [d]	17,4 [d]	0,48***	0,65***	0,53***
5 - 7 Monate tragend	172	18,1 [d]	17,1 [d]	17,6 [d]	0,56***	0,69***	0,63***
8 - 9 Monate tragend	344	15,7 [c]	15,4 [c]	15,8 [c]	0,68***	0,75***	0,71***
p - Wert		0,001	0,001	0,001			
Gesamtstichprobe	1214	16,1	15,6	16,1	0,70***	0,78***	0,73***

[a - d] verschiedene Buchstaben in derselben Spalte stehen für signifikante Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$ Signifikanz für r *** $p < 0,001$

Bei der Betrachtung der Mittelwerte der visuell und palpatorisch geschätzten RFD nach Methode S1 und S2 fallen in Abhängigkeit vom Altersverlauf kaum Unterschiede zu den Ultraschallmesswerten auf (Tab. 41). In allen Altersgruppen und der Gesamtstichprobe bestehen hochsignifikante Korrelationsbeziehungen zwischen den Schätzwerten und Messwerten der RFD und zwischen den RFD-Schätzwerten untereinander. Die Korrelationen in den Altersgruppen nehmen mit r = 0,45 (RFD-S1) teils geringe, mit r = 0,56 bis 0,75 (RFD-S1, RFD-S2) überwiegend mittelstarke bis hohe Werte an. Dabei lässt der zeitliche Verlauf der Korrelationen einen höheren Zusammenhang zwischen den palpatorisch ermittelten Schätzwerten und den RFD-Messwerten erkennen. Für die Gesamtstichprobe ergeben sich mittlere bis hohe Korrelationen von r = 0,70 bis 0,78.

Vergleicht man die mittleren Differenzen zwischen Schätzwert und Messwert der Rückenfettdicke, werden Unterschiede in der Beurteilung der Altersgruppen deutlicher sichtbar. Die mittleren Abweichungen der Bewertungen nach Methode S1 und S2 weisen in Abhängigkeit vom Alter eine hohe Signifikanz auf (Tab. 42, 43).

In der Bewertung der 6 bis 9 Monate alten Tiere und der Gruppe der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen zeigen sich bei beiden Methoden größere Differenzwerte bis zu 1,2 mm. Anhand der Vorzeichen der Differenzen ist zu erkennen, dass die Schätzwerte der unter neun Monate alten Jungtiere über den RFD-Messwerten liegen, wohingegen Färsen Mitte der Trächtigkeit Schätzwerte unterhalb der jeweiligen RFD-Messwerte aufweisen.

Tab. 42: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) in Betrieb 1 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S1 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	70	1,2	2,32	- 6	6
9 - 11 Monate	40	- 0,8	2,39	- 4	6
12 - 16 Monate	286	- 0,5	2,51	- 10	7
1 - 4 Monate tragend	302	- 0,3	2,85	- 10	13
5 - 7 Monate tragend	172	- 1,0	3,41	- 12	7
8 - 9 Monate tragend	344	- 0,3	3,03	- 10	11
p -Wert		0,001			

Tab. 43: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 1 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S2 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	70	1,0	1,93	- 4	5
9 - 11 Monate	40	0,7	1,87	- 3	6
12 - 16 Monate	286	0,1	2,21	- 9	7
1 - 4 Monate tragend	302	- 0,1	2,44	- 9	10
5 - 7 Monate tragend	172	- 0,6	2,96	- 10	7
8 - 9 Monate tragend	344	- 0,1	2,73	- 14	8
p -Wert		0,001			

In Tab. 44 sind die Mittelwerte und die Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten S2 und S3 und den Schätzwerten untereinander im Betrieb 2 in den Altersabschnitten bis zu den 1 bis 4 Monate tragenden Färsen und für die Gesamtstichprobe dargestellt.

Tab. 44: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 2 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 2 und 3

Altersgruppe - / Trächtigkeitsdauer	n	Mittelwerte			Korrelationskoeffizient r nach Pearson		
		RFD mm	S2 mm	S3 mm	RFD - S2	RFD- S3	S2 + S3
6 - 9 Monate	42	9,5 [a]	10,5 [a]	10,6 [a]	0,72***	0,65***	0,67***
9 - 11 Monate	24	9,9 [a]	11,4 [a,b]	11,5 [a]	0,66***	0,51**	0,34
12 - 16 Monate	38	11,9 [b]	12,5 [b]	11,7 [a]	0,79***	0,62***	0,72***
1 - 4 Monate tragend	23	17,7 [c]	17,5 [c]	16,1 [b]	0,70***	0,23	0,43*
p - Wert		0,001	0,001	0,026			
Gesamtstichprobe	127	11,8	12,5	12,1	0,87***	0,74***	0,79***

[a] - [c] verschiedene Buchstaben in derselben Spalte stehen für signifikante Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$; Signifikanz für r * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Bei der Betrachtung der Mittelwerte der 6 bis 9 und 9 bis 11 Monate alten Färsen zeigen sich Abweichungen der RFD-Schätzwerte S2 und S3 oberhalb der RFD-Messwerte. Bei den 12 bis 16 Monate alten und 1 bis 4 Monate tragenden Färsen bestehen hingegen kaum Unterschiede. Für die Beziehung der palpatorisch geschätzten Rückenfettdicke (S2) zum RFD-Messwert lassen sich hochsignifikante Korrelationen in allen Altersgruppen feststellen. Demgegenüber korrelieren die visuell ermittelten RFD-Schätzwerte (S3) nicht in allen Altersgruppen signifikant zu den RFD-Messwerten und der palpatorisch geschätzten RFD. Es bestehen überwiegend mittelstarke Korrelationen von r = 0,51 bis r = 0,65 zum Ultraschallmaß der Rückenfettdicke. Für die Gesamtstichprobe ergeben sich hohe Korrelationskoeffizienten zwischen den Messwerten und den Schätzwerten der RFD nach Methode S2 von r = 0,87 und nach Methode S3 von r = 0,74 und den RFD-Schätzwerten untereinander von r = 0,79.

Die Tab. 45 und 46 zeigen die mittleren Differenzen zwischen den RFD-Schätzwerten S2 und S3 und den RFD-Messwerten in Abhängigkeit vom Alter und der Trächtigkeitsdauer. Bei beiden Methoden bewegen sich die mittleren Abweichungen in der Bewertung der Aufzuchtfärsen unter einem Jahr zwischen 0,9 bis 1,6 mm über dem RFD-Messwert. Während der Differenzbetrag bei Methode S2 mit zunehmendem Alter und Kondition der Färsen mit - 0,2 mm geringer ausfällt, wächst der Abweichungsbetrag der Werte nach Methode S3 auf -1,6 mm.

Tab. 45: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S2 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	42	0,9	1,45	- 3	4
9 - 11 Monate	24	1,5	1,44	- 1	4
12 - 16 Monate	38	0,6	1,60	- 2	5
1 - 4 Monate tragend	23	- 0,2	2,81	- 5	5
p- Wert		0,018			

Tab. 46: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S3 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	42	1,0	1,79	- 4	5
9 - 11 Monate	24	1,6	1,64	- 1	5
12 - 16 Monate	38	- 0,2	1,78	- 4	4
1 - 4 Monate tragend	23	- 1,6	4,12	- 9	5
p- Wert		0,001			

Die Tab. 47 zeigt die Mittelwerte der RFD und der RFD-Schätzwerte nach Methode S1, S2 und S3 im Betrieb 3 für den Aufzuchtabschnitt von 12 bis 16 Monaten und 8 bis 9 Trächtigkeitsmonaten. In Tab. 48 sind die Korrelationskoeffizienten für die Beziehung des Ultraschallmaßes der RFD zu den RFD-Schätzwerten S1, S2 und S3 dargestellt.

Tab. 47: Rückenfettdickenmittelwerte und Schätzwerte nach Methode 1, 2 und 3 im Betrieb 3 im Aufzuchtabschnitt von 12 bis 16 Monaten und bei hochtragenden Färsen

Altersgruppe - / Trächtigkeitsdauer	n	RFD mm	S1 mm	S2 mm	S3 mm
12 - 16 Monate	41	14,1 [a]	13,9 [a]	14,9 [a]	13,4 [a]
8 - 9 Monate tragend	34	16,5 [b]	17,9 [b]	19,6 [b]	18,1 [b]
p - Wert		0,002	0,001	0,001	0,001
Gesamtstichprobe	75	15,2	15,7	17,0	15,5

Tab. 48: Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten nach Methode 1, 2 und 3 im Betrieb 3

Altersgruppe - / Trächtigkeitsdauer	n	Korrelationskoeffizient r nach Pearson					
		RFD - S1	RFD - S2	RFD - S3	S1+ S2	S1+ S3	S2 + S3
12 - 16 Monate	41	0,66***	0,81***	0,66***	0,71***	0,73***	0,74***
8 - 9 Monate tragend	34	0,70***	0,68***	0,61***	0,77***	0,80***	0,73***
Gesamtstichprobe	75	0,72***	0,72***	0,65***	0,82***	0,85***	0,82***

Signifikanz für r *** $p < 0,001$

Im Vergleich zur Bewertung der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen verhalten sich die Mittelwerte der Schätzwerte der 12 bis 16 Monate alten Färsen einheitlicher zu den RFD-Messwerten (Tab. 47). Die Korrelationsbeziehungen zwischen den Messwerten und Schätzwerten der RFD und den RFD-Schätzwerten untereinander sind alle hochsignifikant. Für die beiden Aufzuchtabschnitte ergeben sich mittelstarke bis hohe Korrelationen von $r = 0,61$ bis 0,81. Betrachtet man die Gesamtstichprobe, so bestehen nur mittlere Korrelationen von $r = 0,65$ bis 0,72 zwischen den Messwerten und Schätzwerten der RFD. Dagegen zeigt sich ein jeweils hoher Zusammenhang der Schätzwerte untereinander von $r = 0,82$ bis 0,85.

Die Tab. 49 bis 51 zeigen die mittleren Differenzen zwischen den RFD-Schätzwerten und den RFD-Messwerten für die beiden Aufzuchtabschnitte im Betrieb 3. Bei den 12 bis 16 Monate alten Tieren bewegen sich die mittleren Abweichungen zwischen -0,7 und 0,9 mm. Demgegenüber reichen die mittleren Differenzwerte bei der Gruppe der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen bis 3,1 mm. Bei der vergleichenden Betrachtung der mittleren Differenzen fällt auf, dass sich die ausschließlich visuellen Bewertungsmethoden der RFD (S1, S3) in den Vorzeichen der Differenzen nicht und im Betrag kaum voneinander unterscheiden.

Tab. 49: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) im Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Aufzuchtabschnitt Faktor Gruppe	n	S1 - RFD	s	Min.	Max.
12 - 16 Monate	41	- 0,2	2,23	- 7	3
8 - 9 Monate tragend	34	1,4	2,82	- 3	8
p- Wert		0,008			

Tab. 50: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Aufzuchtabschnitt Faktor Gruppe	n	S2 - RFD	s	Min.	Max.
12 - 16 Monate	41	0,9	1,82	- 3	4
8 - 9 Monate tragend	34	3,1	3,53	- 3	11
p- Wert		0,002			

Tab. 51: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Aufzuchtabschnitt Faktor Gruppe	n	S3 - RFD	s	Min.	Max.
12 - 16 Monate	41	- 0,7	2,22	- 8	2
8 - 9 Monate tragend	34	1,6	3,62	- 4	13
p- Wert		0,002			

4.2.2 Zeitlich abhängige RFD-Schätzwerte

Die Tab. 52 zeigt die Mittelwerte und die Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten S1 und S2 und den Schätzwerten untereinander im Betrieb 3 für alle Altersgruppen und für die Gesamtstichprobe.

Tab. 52: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 3 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 1 und 2

Altersgruppe Trächtigkeitsdauer	n	Mittelwerte			Korrelationskoeffizient r nach Pearson		
		RFD mm	S1 mm	S2 mm	RFD- S1	RFD- S2	S1 + S2
6 - 9 Monate	102	10,1 [a]	9,9 [a]	11,1 [a]	0,69***	0,77***	0,80***
9 - 11 Monate	40	13,1 [b]	13,4 [b]	13,6 [b]	0,54***	0,72***	0,71***
12 - 16 Monate	64	16,3 [c]	16,0 [c]	16,8 [c]	0,72***	0,78***	0,77***
1 - 4 Monate tragend	67	17,4 [c]	16,4 [c]	17,4 [c]	0,71***	0,75***	0,84***
5 - 7 Monate tragend	81	19,5 [d]	18,1 [d]	19,0 [d]	0,51***	0,79***	0,68***
8 - 9 Monate tragend	15	21,6 [e]	18,1 [d]	19,9 [d]	0,60**	0,77***	0,67**
p - Wert		0,001	0,001	0,001			
Gesamtstichprobe	369	15,4	14,7	15,6	0,81***	0,88***	0,87***

[a - e] verschiedene Buchstaben in derselben Spalte stehen für signifikante Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$; Signifikanz für r *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$

Die Mittelwerte der geschätzten Rückenfettdickenwerte für die visuelle Betrachtung der Schwanzfalte (S1) und die Palpation der Schwanzfalte (S2) zeigen mehrheitlich kaum Unterschiede zu den RFD-Messwerten im Altersverlauf. Zwischen Schätzwert und Messwert der RFD und den Schätzwerten untereinander bestehen signifikante, überwiegend hochsignifikante Korrelationen. In den Altersgruppen lässt der Betrag der Koeffizienten einen engeren Zusammenhang der Rückenfettdicke Schätzwerte S2 zum RFD-Messwert erkennen. Die Korrelationen bewegen sich zwischen r = 0,51 und 0,72 (RFD-S1) und zwischen r = 0,72 und 0,79 (RFD-S2). Betrachtet man die Gesamtstichprobe, so bestehen jeweils hohe Korrelationen r = 0,81 bis 0,88 zwischen der visuell und palpatorisch geschätzten RFD zur gemessenen RFD und der Schätzwerte S1 und S2 untereinander.

In der Bewertung der Körperkondition besteht in Abhängigkeit vom Alter eine hohe Signifikanz (Tab. 53, 54). Während die Differenzwerte bei der Beurteilung der tragenden Färsen nach Methode S1 von -1,0 auf -3,5 mm anwachsen, fallen die Abweichungsbeträge bei der Bewertung nach Methode S2 mit -0,01 bis -1,7 mm insgesamt kleiner aus. Die Gruppe der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen weisen die höchsten mittleren Abweichungen auf.

Tab. 53: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S1 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	102	- 0,2	2,15	- 4	4
9 - 11 Monate	40	0,2	2,55	- 6	6
12 - 16 Monate	64	- 0,4	1,93	- 5	6
1 - 4 Monate tragend	67	- 1,0	2,90	- 11	4
5 - 7 Monate tragend	82	- 1,4	4,17	- 20	8
8 - 9 Monate tragend	15	- 3,5	4,16	- 13	2
p -Wert		0,004			

Tab. 54: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S2 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	102	1,0	1,72	- 3	6
9 - 11 Monate	40	0,4	2,01	- 5	4
12 - 16 Monate	64	0,5	1,87	- 4	5
1 - 4 Monate tragend	67	- 0,01	2,82	- 7	9
5 - 7 Monate tragend	82	- 0,5	2,97	- 9	9
8 - 9 Monate tragend	15	- 1,7	3,35	- 11	3
p -Wert		0,001			

Die Tab. 55 zeigt die Mittelwerte und die Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten S2 und S3 und den Schätzwerten untereinander im Betrieb 2 für die Altersabschnitte bis zu den 12 bis 16 Monate alten Färsen und für die Gesamtstichprobe.

Tab. 55: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 2 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 2 und 3

Altersgruppe - / Trächtigkeitsdauer	n	Mittelwerte			Korrelationskoeffizient r nach Pearson		
		RFD mm	S2 mm	S3 mm	RFD - S2	RFD- S3	S2 + S3
6 - 9 Monate	24	10,2 [a]	11,1 [a]	11,3 [a]	0,76***	0,69***	0,74***
9 - 11 Monate	27	10,5 [a]	11,1 [a]	11,0 [a]	0,54**	0,47 *	0,60**
12 - 16 Monate	25	13,8 [b]	15,7 [b]	15,1 [b]	0,86***	0,56**	0,52**
p - Wert		0,001	0,001	0,001			
Gesamtstichprobe	76	11,4	12,4	12,2	0,86***	0,76***	0,80***

[a, b] verschiedene Buchstaben in derselben Spalte stehen für signifikante Unterschiede auf dem Niveau $p < 0,05$; Signifikanz für r * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

Die numerische Betrachtung der Mittelwerte zeigt in allen Altersgruppen Abweichungen der RFD-Schätzwerte S2 und S3 oberhalb der RFD-Messwerte. Es bestehen signifikante, überwiegend hochsignifikante Korrelationen zwischen den Schätzwerten und Messwerten der RFD und zwischen den Schätzwerten untereinander. In den Altersgruppen bewegen sich die Korrelationskoeffizienten zwischen r = 0,54 und 0,86 (RFD-S2) und zwischen r = 0,47 bis 0,69 (RFD-S3). Für die Gesamtstichprobe ergeben sich jeweils hohe Korrelationskoeffizienten von r = 0,76 bis 0,86.

Die Tab. 56 und 57 zeigen die mittleren Differenzen zwischen den RFD-Schätzwerten S2 und S3 und den RFD-Messwerten. In den Altersabschnitten bis zu den 12 bis 16 Monate alten Färsen liegen die Schätzwerte mit einer mittleren Abweichung von 0,6 bis 1,9 (S2-RFD) und von 1,1 bis 1,4 mm (S3-RFD) über dem RFD-Messwert.

Tab. 56: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S2 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	24	0,9	1,64	- 2	4
9 - 11 Monate	27	0,6	2,06	- 5	4
12 - 16 Monate	25	1,9	1,35	- 1	4
p- Wert		0,019			

Tab. 57: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer

Entwicklungsabschnitt Faktor Gruppe	n	S3 - RFD	s	Min.	Max.
6 - 9 Monate	24	1,1	2,04	- 2	4
9 - 11 Monate	27	0,5	2,01	- 3	5
12 - 16 Monate	25	1,4	2,41	- 3	6
p- Wert		0,302			

4.2.3 Gegenüberstellung der Betriebe

Die Abb. 27 bis 30 geben einen Gesamtüberblick über die in Abhängigkeit vom Alter und Betrieb bestehenden Unterschiede in der Beurteilung der Körperkondition. In allen Betrieben liegen die mittleren Abweichungen der RFD-Schätzwerte bis zur Altersgruppe 12 - 16 Monate über den RFD-Messwerten. Ab Bewertung der 1 - 4 Monate tragenden Färsen kehrt sich das Verhältnis Schätzwert zu RFD-Messwert um. Die tragenden Färsen weisen mittlere Abweichungen der RFD-Schätzwerte unter den RFD-Messwerten auf. Anhand der Diagramme wird die im Betriebsvergleich bestehende Variation in der Bewertung der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen sichtbar.

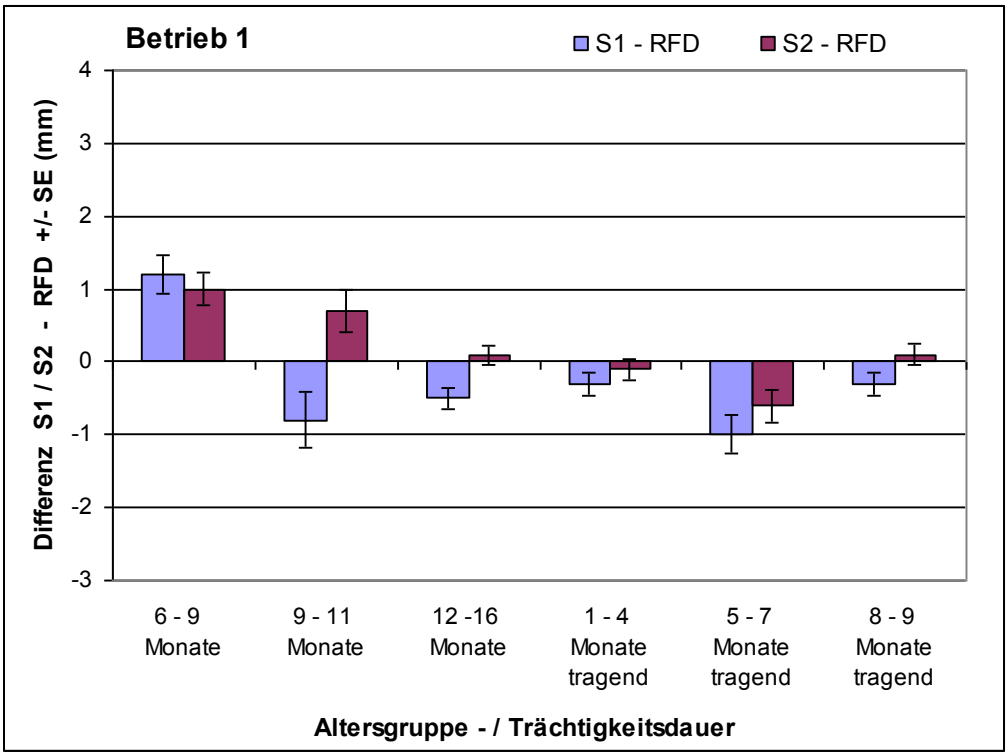


Abb. 27: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt erhobenen Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 1 im Altersverlauf

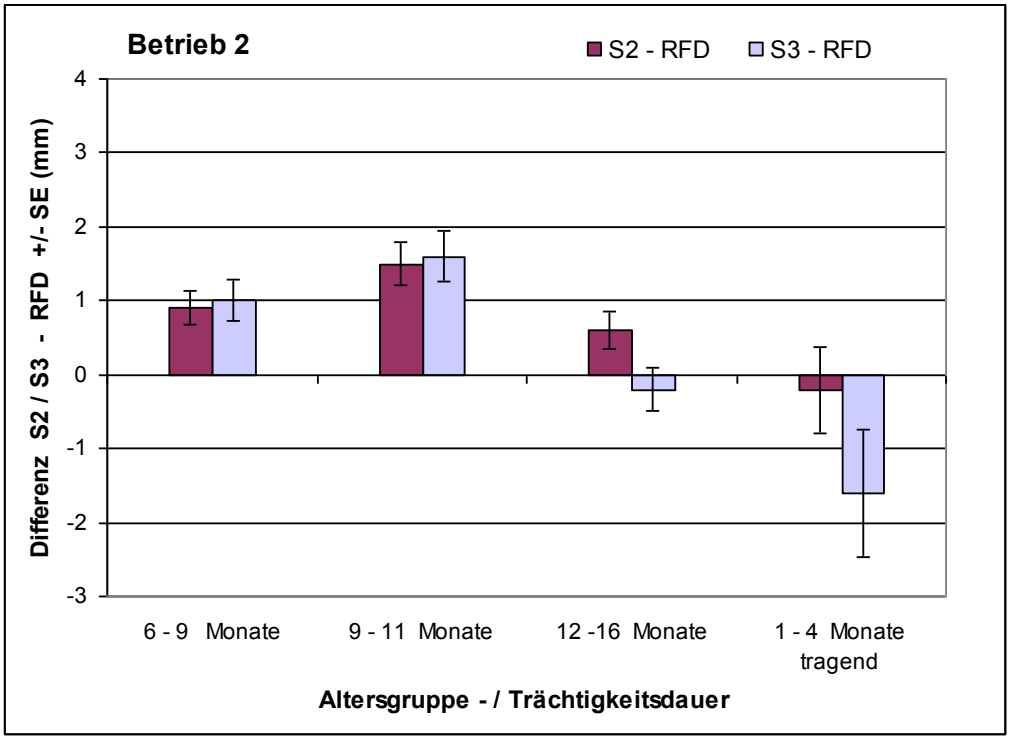


Abb. 28: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt erhobenen Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 2 im Altersverlauf

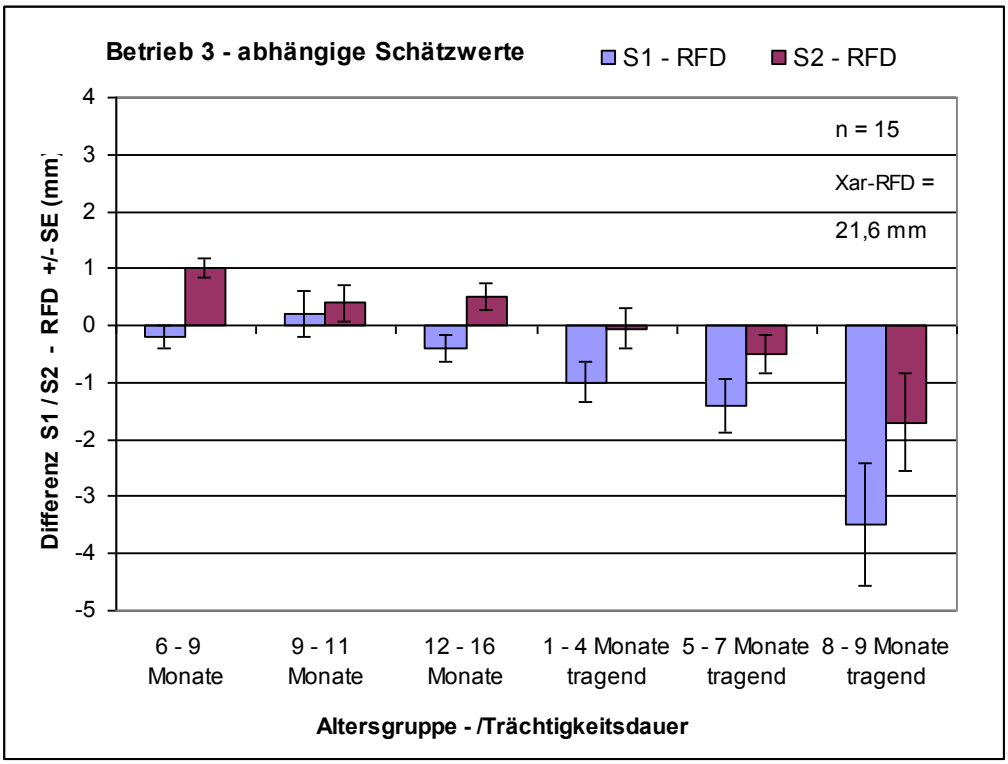


Abb. 29: Mittlere Differenz zwischen den abhängig ermittelten Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 3 im Altersverlauf

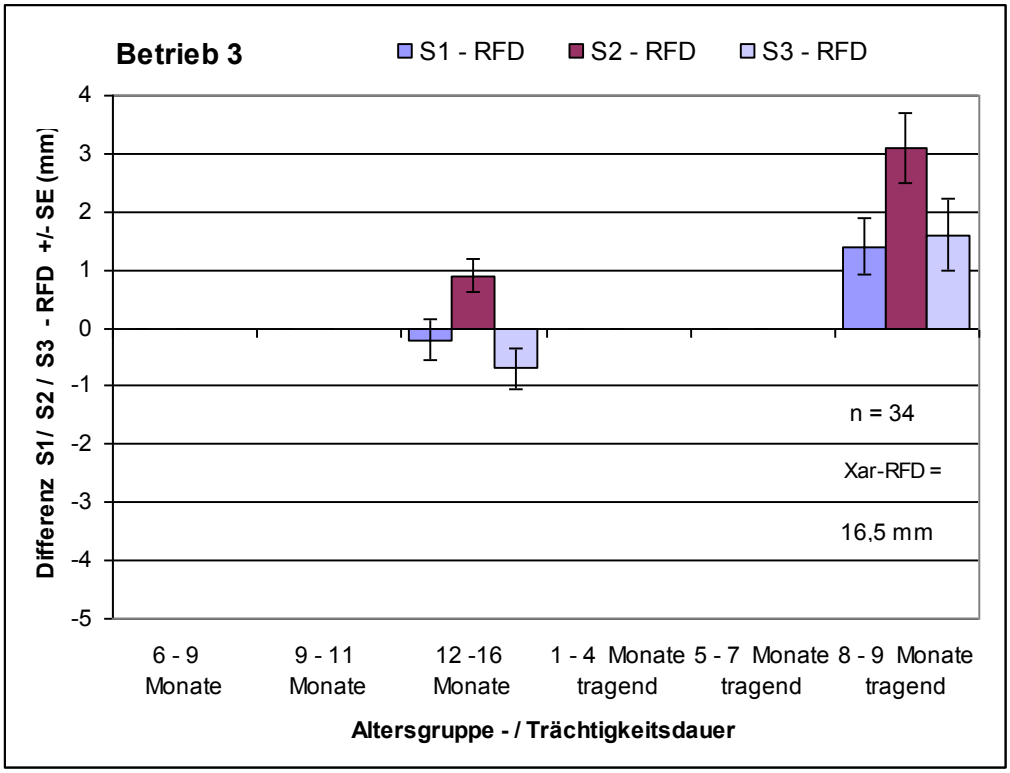


Abb. 30: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt ermittelten Schätzwerten und Messwerten der RFD im Betrieb 3 im Alters- u. Trächtigkeitsabschnitt

4.2.4 Übereinstimmungsgüte der Methoden

In Tab. 58 und den Abb. 31 bis 33 sind die Ergebnisse der Regressionsanalyse dargestellt. Es wird der Zusammenhang der abhängigen Variablen RFD (Ultraschallmaß) und aller nach Methode S1, S2 und S3 zeitlich getrennt ermittelten RFD-Schätzwerte geprüft. Die Abbildungen zeigen die Punktwolke und die Regressionsgerade im Vergleich mit der Winkelhalbierenden (y = x). Punkte auf der Winkelhalbierenden entsprechen der Übereinstimmung zwischen Schätz- und Messwerten der Rückenfettdicke. Der Abstand zur Winkelhalbierenden zeigt die Höhe der Abweichungen der Einzelwerte.

Tab. 58: Beziehung zwischen Schätzwerten und dem Ultraschallmaß der Rückenfettdicke

Methode	n	r	a	b	95% Konfidenzintervall		p	R^2	SE_R
					von a	von b			
S1	1316	0,70	3,85	0,78	3,16 - 4,54	0,73 - 0,82	<0,001	0,49	2,83
S2	1443	0,80	2,24	0,85	1,70 - 2,78	0,81 - 0,88	<0,001	0,64	2,49
S3	203	0,74	2,14	0,82	0,71 - 3,58	0,71 - 0,92	<0,001	0,55	2,76

y = bx + a y = RFD-Messwert ; x = RFD-Schätzwert S1, S2, S3

Auf Grundlage aller ermittelten Beobachtungswerte beträgt das Bestimmtheitsmaß (R^2) für die Schätzung der RFD über ausschließlich visuelle Betrachtung nach Methode S1 49% und nach Methode S3 55%. Hingegen können über die zusätzliche Palpation der Schwanzfalte 64% der Variabilität der Körperkondition (RFD) der Färsen anhand des Modells erklärt werden. Die betrachteten Beziehungen sind alle hochsignifikant ($p < 0,001$).

Beim Vergleich der Abbildungen fällt die weite Streuung der Einzelwerte auf. Größere Beobachtungswerte gehen mit einer Zunahme der Variabilität der RFD-Schätzwerte einher. Bei der Schätzung der Rückenfettdicke betragen die Abweichungen der Einzelwerte bis zu 14 mm. Im Vergleich der Schätzmethoden zeigt die Lage der Regressionsgeraden bei der palpatorisch geschätzten zur gemessenen RFD eine Annäherung zur Winkelhalbierenden, was mit einem Steigungskoeffizienten von b = 0,85 näher 1 belegt wird (Tab. 58).

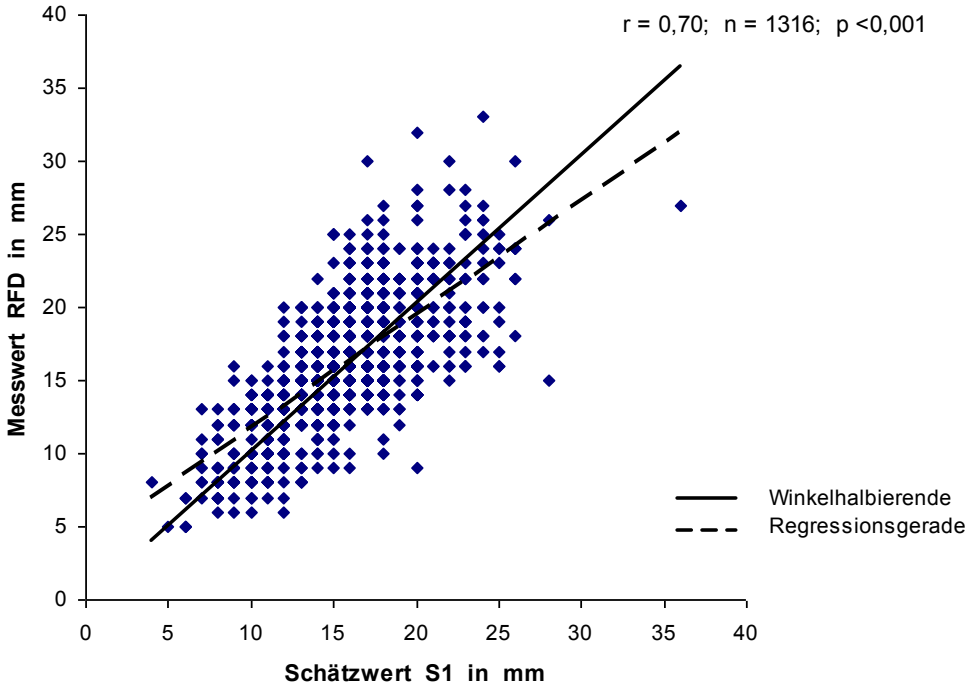


Abb. 31: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S1 und RFD-Messwerten

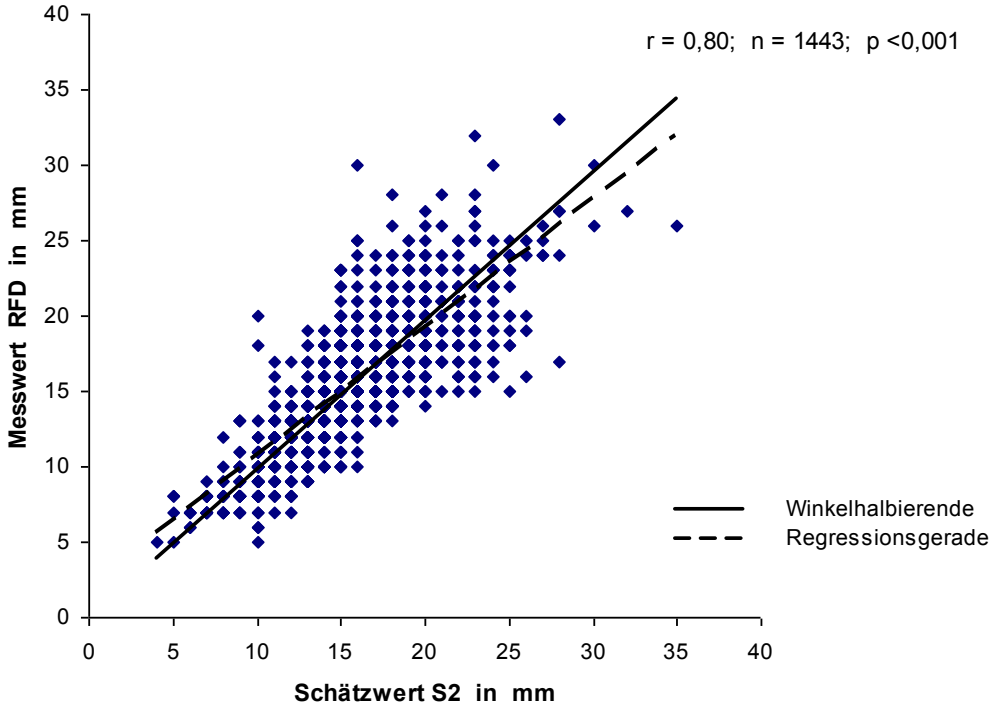


Abb. 32: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S2 und RFD-Messwerten

Für den Methodenvergleich S3-RFD fehlen Einzelwerte im mittleren bis hohen Konditionsbereich (Abb. 33). Da in der Auswertung alle Gruppen bis auf den Aufzuchtabschnitt der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen berücksichtigt sind, bleibt nur festzustellen, dass der Zusammenhang S3-RFD dem der Beziehung S1-RFD ähnelt.

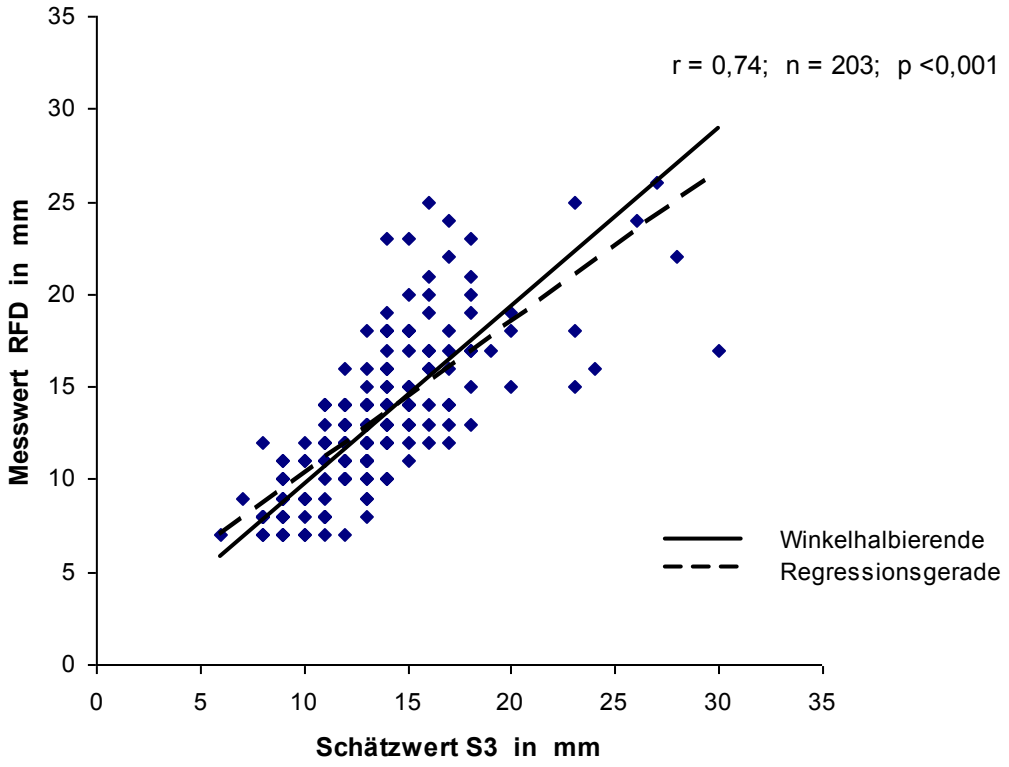


Abb. 33: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S3 und RFD-Messwerten

Um die Ergebnisse der Regressionsanalyse für die Methoden S1 und S2 bei gleicher Stichprobenanzahl vergleichen zu können, ist in Abb. 42, Anhang, noch einmal der Zusammenhang der RFD-Schätzwerte S2 zu den RFD-Messwerten auf Grundlage derselben nach Methode S1 beurteilten Färsen (Teilstichprobe S2 n = 1316) dargestellt.

4.2.5 Reproduzierbarkeit der Methoden

Zur Prüfung der Wiederholbarkeit der Körperkonditionsbeurteilung innerhalb der Methoden werden in Betrieb 3 über einen erfahrenen Beurteiler insgesamt 88 Färsen wiederholt bewertet. Die Abb. 34 bis 36 zeigen die Punktwolken aus erster und zweiter Schätzung der Rückenfettdicke für die jeweiligen Methoden. Es ist eine Übereinstimmungsgerade (Winkelhalbierende y = x) eingefügt. Bei allen Methoden nehmen die Abweichungen mit der Größe der Beobachtungswerte zu. Anhand der einzelnen Wertepaare (x, y) aus Schätzwert 1 und Schätzwert 2 ist erkennbar, dass ab einem Konditionsbereich um 20 mm bei der wiederholten Bewertung Abweichungen bis 6 mm (Methode S1), bis 8 mm (Methode S2) und bis 10 mm (Methode S3) auftreten.

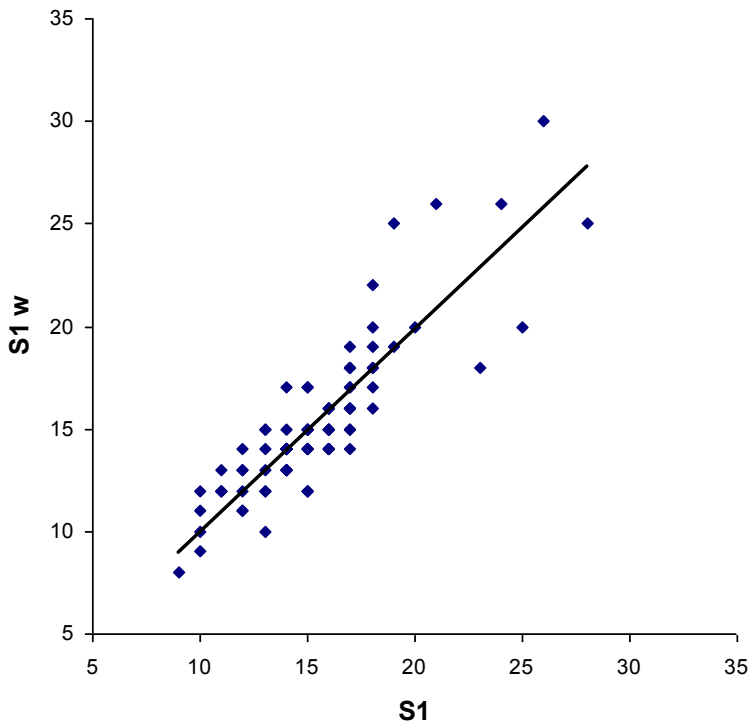


Abb. 34: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S1 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x

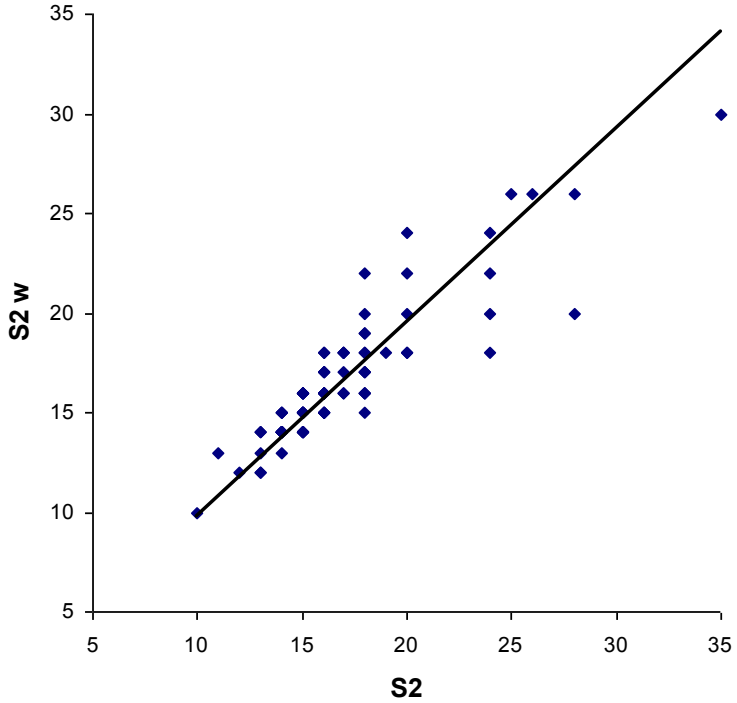


Abb. 35: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S2 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x

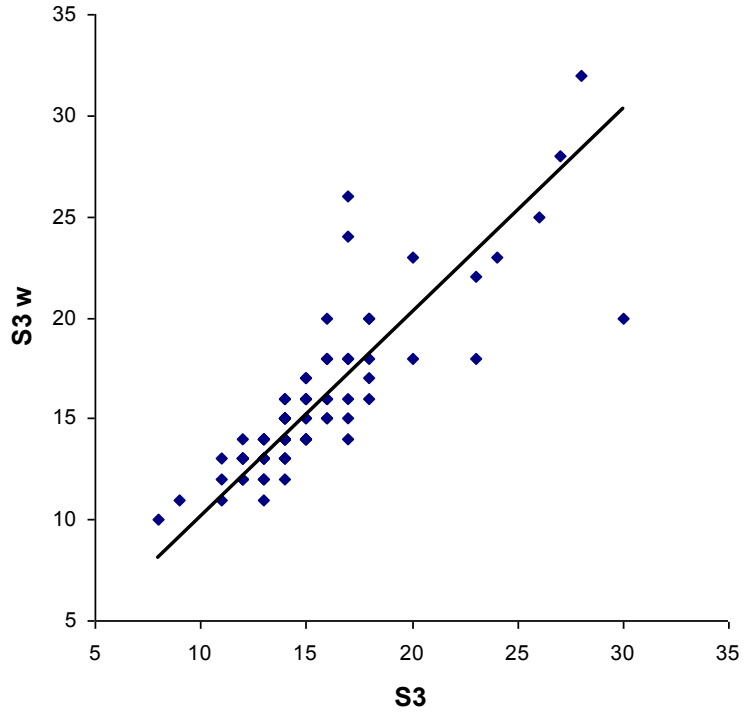


Abb. 36: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S3 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x

Die Tab. 59 zeigt die Standardabweichungen (s) der mittleren Messwertdifferenzen für die beiden Beurteilungsgruppen. Anhand der Standardabweichungen zeigt sich, dass bei den hochtragenden Färsen eine höhere Variabilität bei wiederholter Bewertung der Kondition besteht.

Tab. 59: Gruppenmittelwerte und mittlere Differenz aus erster und zweiter Schätzung der RFD nach Methode S1, S2 und S3

Altersgruppe/ Trächtigkeitsdauer	n	S1 S1w	S1 - S1w s	S2 S2w	S2 - S2w s	S3 S3w	S3 - S3w s
12 - 16 Monate	54	13,9 13,6	0,39 1,43	15,1 15,2	-0,07 1,15	13,5 13,8	-0,30 1,02
8 - 9 Monate tragend	34	17,9 18,2	-0,32 2,83	19,6 18,9	0,71 2,34	18,1 18,5	-0,38 3,25
Gesamtstichprobe	88	15,5 15,3	0,11 1,88	16,8 16,6	0,23 1,74	15,3 15,6	-0,33 2,15

In Tab. 60 sind für alle Methoden die absoluten und relativen Häufigkeiten der Differenzen bei wiederholter Schätzung der RFD dargestellt. Von den zweimalig durchgeführten Beurteilungen der RFD an allen 88 Färsen weichen 85% (S1), 92% (S2) und 91% (S3) um weniger als 3 mm voneinander ab. Es treten nur vereinzelt Abweichungen über 5 mm auf.

Tab. 60: Vergleich der absoluten und relativen Häufigkeiten der Differenzen bei wiederholt durchgeführter Beurteilung nach Methode S1, S2 und S3

Konditionsbewertung Methode	<2 mm	<3 mm	>5 mm
S1	58 (66%)	75 (85%)	1 (1,1%)
S2	69 (78%)	81 (92%)	2 (2,2%)
S3	63 (72%)	80 (91%)	3 (3,3 %)
n	Schätzwertpaare / 88 Färsen		

Zur Quantifizierung der Wiederholbarkeit der Methoden sind in Tab. 61 die Intraklassenkorrelationen für die beiden Aufzuchtabschnitte und die Gesamtstichprobe dargestellt.

Die Korrelation (r_I) der beiden Messwertreihen der Methoden (SW I - SW II) bewegen sich je Aufzuchtabschnitt zwischen r_I = 0,75 und 0,85. Damit beträgt der Anteil der Fehlervarianz an der Gesamtvariabilität der Körperkonditionswerte bei wiederholter Bewertung 15% bis 25%. Für die Gesamtstichprobe ergeben sich Intraklassenkorrelationen zwischen r_I = 0,84 bis 0,89. Damit bestehen für die Gesamtstichprobe mittelstarke, für die beiden Aufzuchtabschnitte geringe bis mittelstarke Wiederholbarkeiten der Konditionsbeurteilung. Die berechneten Koeffizienten sind alle hochsignifikant.

Tab. 61: Beziehung der Schätzwerte (SW I - SW II) bei zweimalig durchgeführter Beurteilung der Körperkondition desselben Tieres nach Methode S1, S2 und S3

		Intraklassenkorrelations-koeffizient r_I			95% Konfidenzintervall für r_I		
Altersgruppe/ Trächtigkeitsdauer	n	S1 + S1w	S2 + S2w	S3 + S3w	S1 + S1w	S2 + S2w	S3 + S3w
12 - 16 Monate	54	0,76***	0,83***	0,81***	0,62 - 0,86	0,73 - 0,90	0,70 - 0,89
8 - 9 Monate tragend	34	0,83***	0,85***	0,75***	0,67 - 0,91	0,73 - 0,92	0,55 - 0,86
Gesamtstichprobe	88	0,87***	0,89***	0,84***	0,80 - 0,91	0,84 - 0,92	0,77 - 0,89

Signifikanz für r_I *** $p<0,001$

4.3 Lebendmasseschätzung über die Messung des Brustumfanges

Bei insgesamt fünfzig Holstein Friesian Färsen im Lebendmasseabschnitt von 250 bis 350 kg wird die Genauigkeit der Erfassung der Lebendmasse über die Messung des Brustumfanges (BU) untersucht. Zwischen den Schätzwerten (BU) und den Messwerten der Lebendmasse besteht mit einem Korrelationskoeffizienten nach Pearson von r = 0,90 eine hohe signifikante Korrelation. Die Abb. 37 und die Tab. 62 zeigen die Ergebnisse des Bland-Altman-Methodenvergleiches. Die mittlere Differenz aus Schätzwert und Messwert der Lebendmasse beträgt -0,10 kg (p = 0,950). Mit steigender Körpermasse liegen die Lebendmasseschätzwerte zunehmend über den Messwerten. Beim Einzeltier betragen die absoluten Differenzen bis zu 28 kg. Insgesamt weisen die Einzelmessungen einen Fehler von +/-8 % auf (Tab. 62).

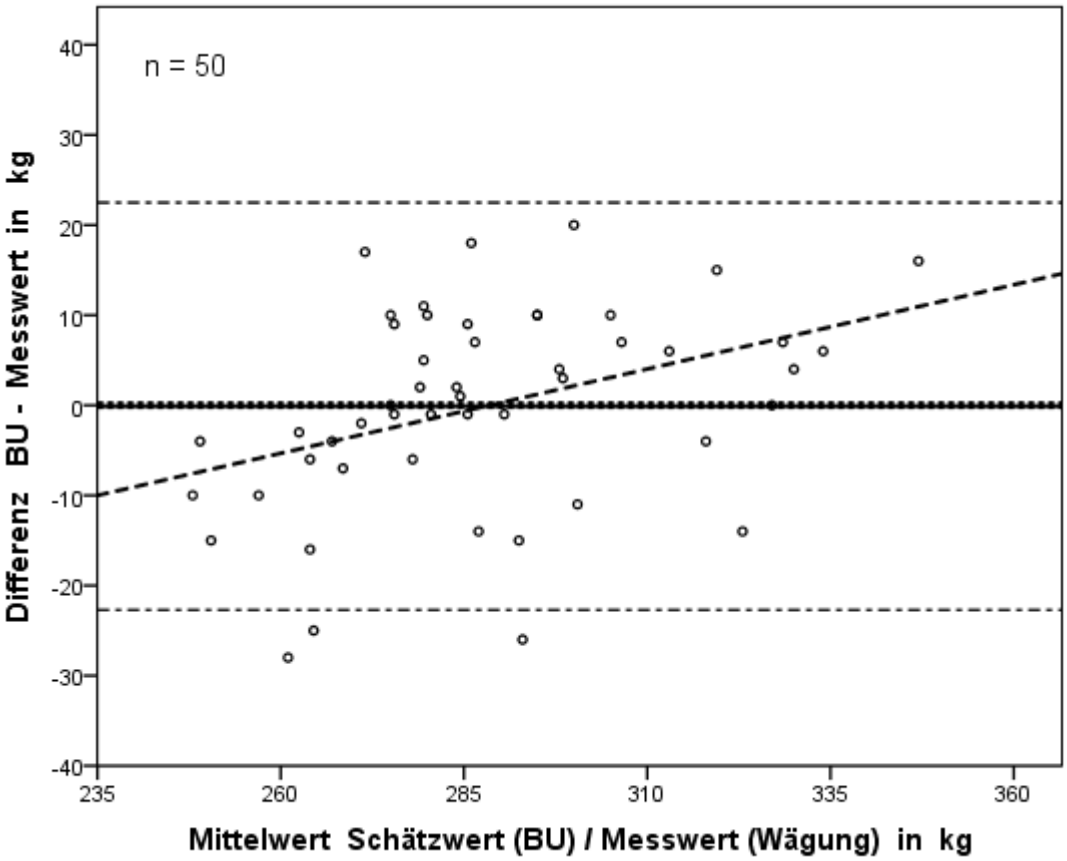


Abb. 37: Bland-Altman-Plot für Schätzwert (BU) minus Messwert der Lebendmasse

Tab. 62: Ergebnisse der Bland-Altman-Analyse zum Vergleich der LM-Schätzung anhand der Messung des Brustumfanges gegenüber der direkten Gewichtserfassung über Wägung

Lebend-masse-wert (kg)	Mittel-wert (kg)	Differenz D (p)	s von D s_y von D	Konfi-denz-intervall von D	untere /obere Übereinstimmungs-grenzen der Einzelwerte (kg)	B (p)	r
BU (minus) LM n = 50	287,7 287,8	- 0,10 (0,950)	11,30 1,598	-3,31 3,31	- 22,7 22,5	0,187 (0,006)	0,39

s=Standardabweichung, sy=Standardfehler, B=Regressionskoeffizient, r=Korrelationskoeffizient
p = Signifikanz

5 Diskussion

5.1 Aufgabenstellung

Das Ziel der vorliegenden Studie bestand in der Erarbeitung eines speziell für die Färsenaufzucht angepassten BCS-Beurteilungsschlüssels. Zur Prüfung der Aussagekraft der neu entwickelten Methode wurden in drei Milchviehbetrieben insgesamt 1916 Jungrinder der Rasse Holstein-Friesian stichprobenartig ausgewählt und die Körperkondition nach dem eigenen Schema geschätzt. Als Referenzmethode diente das Ultraschallmaß für die Rückenfettdicke. Um Aussagen zum Wachstum treffen zu können, wurden zusätzlich Daten der Lebendmasse und Kreuzbeinhöhe erfasst. Die Bewertung erfolgte im Aufzuchtzeitraum von 6 Lebensmonaten bis 9 Trächtigkeitsmonaten. In diesem Zeitraum besteht für das weibliche Jungrind mit Eintritt in die Pubertät im zweiten Lebenshalbjahr und weiter fortsetzend mit Beginn der Trächtigkeit eine betont lipogene Stoffwechsellage (Staufenbiel et al., 1982). Durch die Kontrolle des Wachstums ist eine unerwünschte Verfettung, aber auch eine Unterernährung durch die richtige Einstellung der Fütterung zu vermeiden. In der Praxis kommen noch zu häufig zu schwere, überkonditionierte Färsen zur Kalbung. Diese Tiere haben ein höheres Risiko für Dystokien (Philipsson et al., 1979; Hoffman et al., 1996) und Stoffwechselstörungen (Grummer et al., 1995; Goerigk et al., 2010). Auf der anderen Seite sind zu dünne Färsen mit einer unzureichenden körperlichen Entwicklung zur Kalbung einem ebenso hohen Risiko für die Tiergesundheit und einer geringen Nutzungsdauer ausgesetzt (Ackermann et al., 2013). Aus dieser Tatsache heraus erwächst die Notwendigkeit eines gezielten Einsatzes von Messmethoden zur Bewertung des Wachstumsverlaufes.

Für die Auswahl der in dieser Studie verwendeten Parameter wurden folgende Kriterien zu Grunde gelegt:

Lebendmasse:

Die Lebendmasse dient als erstes Kriterium zur Kontrolle der Aufzuchtleistung (Staufenbiel und Rossow, 1987; Lachmann et al., 1993). Als Summenparameter spiegelt die Lebendmasse die Gesamtwachstumsleistung ohne Differenzierung der Körperzusammensetzung wider (Staufenbiel, 2014). Die Lebendmasse lässt auch den Körperrahmen eines Tieres außer acht (Klawuhn und Staufenbiel, 1997). Zur Bewertung der Färsenqualität ist die quantitative Festlegung der Lebendmasse als alleiniges Kriterium nicht ausreichend, da eine hohe Lebendmasse auch durch einen vermehrten Fettansatz erreicht werden kann. Die Aussage der Lebendmasse zur Bewertung des Wachstums ist daher durch die Konditionsbeurteilung zu ergänzen (Staufenbiel und Rossow, 1987; Hoffman, 1997; Le Cozler et al., 2008).

Rückenfettdicke:

Als zweite Messgröße liefert die Rückenfettdicke Aussagen über den Fettansatzverlauf und die Körperzusammensetzung. Die Körperkondition wachsender Färsen ist die Folge unterschiedlich intensiver Wachstumsverläufe und darf nicht losgelöst von diesen bewertet werden (Steinhöfel und Pache, 2013). Zur Konditionsbeurteilung ist es günstig, sowohl die Rückenfettdicke als auch die Lebendmasse heranzuziehen, um den Verfettungsgrad im Zusammenhang mit der Rahmengröße zu beurteilen (Staufenbiel et al., 1993).

Kreuzbeinhöhe:

Die Kreuzbeinhöhe wird als Maß für die skelettale Entwicklung herangezogen. Die KBH ist ein bedeutendes Körpermaß des Körperrahmens und konditionsunabhängig. Die KBH besitzt einen Einfluss auf Unterschiede der Wachstumskapazität (Fischer, 1992). Die Wachstumskapazität wird sowohl von der Ausprägung der Lebendmasse als auch der Körpermaße bestimmt. Bei der Kontrolle des Wachstums ist auf eine proportionale Lebendmasse- und Körperrahmenentwicklung zu achten (Kertz et al, 1998).

5.2 Messwerte in Abhängigkeit vom Alter

Die in der vorliegenden Untersuchung dargestellten Regressionskurven der Parameter Lebendmasse, Kreuzbeinhöhe und Rückenfettdicke beziehen sich auf den Aufzuchtzeitraum von 6 bis 24 Lebensmonate. Für diesen Teilabschnitt der gesamten Aufzuchtperiode ist der Verlauf der Kurve der Lebendmasse und der Kreuzbeinhöhe zunächst annähernd linear ansteigend und geht nach der Pubertät mit Annäherung an die Endgröße in einen degressiven Verlauf über. Die Wachstumskurven der LM und der KBH zeigen bis zum Ende des ersten Lebensjahres einen nahezu linearen Verlauf. Die Wachstumsentwicklung nimmt danach kontinuierlich ab. Diese Ergebnisse bestätigen die Aussage anderer Autoren zum Wachstumsverlauf (Sendig, 1980; Baumgärtel, 2014). Ausgehend von einem generell intensiven Wachstum aller Körpermaße im ersten Lebensjahr, ist das Wachstum der Höhenmaße mit Abschluss des ersten Lebensjahres am weitesten fortgeschritten. Mit 12 Lebensmonaten sind bereits 85% der adulten Widerristhöhe erreicht (Panicke et al., 1988). Für die Kreuzbeinhöhe sind zum gleichen Zeitpunkt schon 89% des Endmaßes angelegt (Ott, 1940). Im ersten Lebensjahr werden mit 74% etwa drei Viertel des erforderlichen Gesamtzuwachses der Kreuzbeinhöhe ab der Geburt realisiert. Auf das zweite Lebensjahr bis zum Erreichen der Endgröße entfällt nur noch rund ein Viertel des gesamten Höhenwachstums. Diese Tatsache wird auch anhand des Diagramms deutlich, dass die Einzelwerte und die Verlaufskurve der Kreuzbeinhöhe in Abhängigkeit vom Trächtigkeitstag

darstellt (Abb. 17). Der relativ flache Kurvenverlauf zeigt, dass nur noch ein sehr langsames Wachstum in der Körperhöhe erfolgt. Die einheitliche Verteilung der Kreuzbeinhöhe aller tragenden Färsen aus den drei Betrieben belegt den fortgeschrittenen Entwicklungsstand.

Der Verlauf der Rückenfettdicke in Abhängigkeit vom Alter entspricht nicht dem Verlauf einer Wachstumskurve (Abb. 12). Für alle drei Untersuchungsparameter besteht ein nichtlinearer Zusammenhang zum Alter. Im Unterschied zur Lebendmasse und zur Kreuzbeinhöhe lässt der Verlauf der RFD-Werte nach einer zunächst stetigen Zunahme, dann einem gleichbleibenden hohen Niveau im weiteren Verlauf wieder eine starke Abnahme der Werte erkennen. Dieser RFD-Abbau zeigt sich im Altersabschnitt von 20 - 25 Lebensmonaten, der die tragenden Färsen repräsentiert. Die signifikante Abnahme der Rückenfettdicke ist die Folge des Haltungs-, Fütterungs- und Aufzuchtmanagements im Hauptuntersuchungsbetrieb (Betrieb 1) und wird unter Punkt 5.3.2 besprochen. Beim Vergleich der Untersuchungsparameter zeigt sich ein weiterer Unterschied anhand der Variabilität der Messwerte in Abhängigkeit vom Alter. Die Rückenfettdicke weist mit zunehmendem Alter den größten Streuungsbereich der Messwerte auf. Vom Altersabschnitt von 10 - 15 Monaten bis zum Altersabschnitt von 20 - 25 Monate verdoppelt sich die Spannweite der Rückenfettdicke von 13 mm auf 26 mm. Auch Schröder (2003) stellte in ihrer Untersuchung zum altersabhängigen Verlauf der RFD im gleichen Zeitraum eine Vergrößerung der Spannweite der RFD um das 1,5 bis 2 fache fest. Ausschlaggebend für das Auseinanderdriften der Rückenfettdickenwerte mit zunehmendem Alter ist vor allem die Tatsache, dass eine zu späte oder wenig erfolgreiche Besamung dazu führt, dass die Färsen während der Trächtigkeit verfetten. Eine Verzögerung der Konzeption führt bei konstanten Zunahmen zu einer zusätzlichen Erhöhung des Fettansatzes während der Trächtigkeit (Hoffman et al., 1996; Losand, 2007). Am Ende der Aufzuchtperiode stehen schließlich Färsen, die vermehrt Rückenfettdickenwerte oberhalb von 25 mm aufweisen (Abb. 12). Auf der anderen Seite finden sich aber auch Färsen mit Rückenfettdickenwerten von 10 mm oder darunter. Bei ihnen spielt eine unzureichende Entwicklung beziehungsweise eine nicht bedarfsgerechte Versorgung eine Rolle.

Auch bei der Lebendmasse und der Kreuzbeinhöhe nimmt die Spannweite der Messwerte mit dem Alter zu (Abb. 14, 16). Das Ausmaß der Streuung der Messwerte wird dabei einerseits durch Unterschiede in der Fütterungsintensität der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben und damit der individuellen Fütterung bestimmt. Andererseits liegt die Ursache für die Zunahme der Spannweite der Lebendmasse und der Kreuzbeinhöhe auch in der individuellen, vom Körperbautyp abhängigen Wachstumsleistung begründet. Die Tiere differenzieren sich mit zunehmendem Alter im Wachstum der einzelnen Körpermaße und im Gewicht zu verschiedenen Körperbautypen (Huth, 1995). Diese genetisch bedingten Unterschiede prägen

sich während des Wachstumsverlaufes erst allmählich und in einer bestimmten Stärke aus. Diese Tendenz zeigt sich sowohl innerhalb eines Betriebes als auch in allen drei Betrieben unter unterschiedlichen Umweltbedingungen. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Schröder (2003) kann festgestellt werden, dass sich die Abweichungen in der Konditions- und Rahmenentwicklung der Färsen in den Betrieben bis zum Zeitpunkt der Besamung noch in einem engen Bereich bewegen.

5.3 Vergleich der Betriebe

5.3.1 Wachstum ab dem zweiten Lebenshalbjahr

Lebendmasse

Die in die vorliegende Untersuchung einbezogenen Betriebe verfolgen im Erreichen des EKA eine unterschiedliche Zielstellung. Das durchschnittliche Erstkalbealter liegt bei 22, 24 und 26 Monaten. Die Unterschiede in der Form der Lebendmassekurven lassen sich auf die unterschiedlichen betrieblichen Fütterungsregime zurückführen (Abb. 18). Im Betrieb 1 folgt die Kurve der Lebendmasseentwicklung eher der normalen sigmoiden Kurve, die bei Tieren in intensiver Fütterung zu erwarten ist (Khalil, 1982). In den Betrieben 2 und 3 unterliegen die Färsen einem niedrigeren Fütterungsniveau. Hier ist der Verlauf der Lebendmassekurven flacher. Die maximale Wachstumsgeschwindigkeit wird zu einem späteren Zeitpunkt erreicht.

Lebendmassezunahmen

Bei der vergleichenden Betrachtung der täglichen Zunahmen fallen die stark wechselnden Aufzuchtintensitäten zwischen den Lebensabschnitten im Betrieb 1 auf (Tab. 63). Betrieb 1 verfolgt als Aufzuchtziel eine frühe erste Zuchtbenutzung mit 11 bis 12 Monaten, um ein mittleres EKA von 22 Monaten zu erreichen. Dafür sind hohe tägliche Zunahmen von 1000g im Aufzuchtabschnitt von 6 bis 12 Monaten erforderlich. Für das zweite Lebenshalbjahr betragen die mittleren täglichen Lebendmassezunahmen (LMZ) im Betrieb 1 972g . Die für diesen Zeitraum maximal zu erzielenden täglichen LMZ betragen 800 - 850g DLG (Schuster et al., 2008) beziehungsweise 750 - 850g (Losand et al., 2007b). Diese Zunahmen werden von den Färsen in den Betrieben 2 und 3 im Mittel erreicht.

Tab. 63: Lebendmassezunahmen (g/d) der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Aufzuchtabchnitt	LMZ g/d	LMZ g/d	LMZ g/d
6 - 12 Monate	972g	755g	822g
12 - 24 (22) Monate	625g	704g[1)]	641g

[1)]12 - 18 Monate (vor Weidegang)

Vielfach wurde in der Literatur auf den negativen Einfluss einer zu hohen Intensität der Aufzucht im zweiten Lebenshalbjahr auf die Milchleistung, den Geburtsverlauf und die Totgeburtenrate verwiesen. In einer Studie von Michel (1988) wurde die Beziehung zwischen den täglichen LMZ während der Pubertät und der Erstlaktationsleistung bei HF-Rindern untersucht. Die regressionsanalytische Auswertung ergab, dass bei einer um 100 g höheren Aufzuchtintensität während der Pubertät mit einer Minderleistung von 66 kg ECM zu rechnen ist ($p = 0{,}01$). Für eine hohe Leistung in der ersten Laktation erwiesen sich im Lebensabschnitt vom 9. bis 12. Lebensmonat tägliche LMZ zwischen 625 g und 775 g als optimal (Volkmann, 2014). Weiterhin waren sehr hohe Zunahmen in der Pubertät von über 900 g bei HF-Färsen mit höheren Schwer- und Totgeburtenraten verbunden (Warzecha et al., 2003; Bulang und Fischer, 2007; Steinhöfel, 2008; Rudolphi, 2012; Steinhöfel und Diener, 2015). Für eine lange Nutzungsdauer und eine hohe Lebenseffektivität sollten im ersten Lebensjahr Tageszunahmen von 800 bis 900 g erzielt werden (Anacker, 2008, 2009).

Im zweiten Lebensjahr muss die Fütterungsintensität zurückgenommen werden, um einer Verfettung der Färsen vorzubeugen. Hier liegen die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Färsen in den Betrieben 1 und 3 unterhalb der Empfehlung der DLG von 700 bis 750 g (Schuster et al., 2008). Färsen im Betrieb 1 haben zu dieser Zeit bereits eine höhere Lebendmasse erreicht. Geht man von einer angestrebten Lebendmasse vor der ersten Kalbung bei HF-Färsen von 610 bis 640 kg aus (Staufenbiel, 2014), so müssten die Färsen bis zur Erstabkalbung im Alter von 22 Lebensmonaten weiterhin noch mittlere Tageszunahmen von etwa 760 g erreichen. Im Durchschnitt erzielen die Färsen im Betrieb 1 tägliche Zunahmen von 625 g. Dabei ist davon auszugehen, dass die Energieaufnahme über das Grobfutter reduziert wurde, um einen zu hohen Fettansatz der Färsen zu vermeiden. Allerdings ist festzustellen, dass Färsen, die im ersten Lebensjahr zu energiereich ernährt werden, ihr Wachstum im zweiten Lebensjahr verlangsamen, was durch mehrere Studien belegt worden ist (Hansson, 1954; Koriath, 1970; Van Amburgh et al., 1998; Bulang und Fischer, 2007; Steinhöfel und Diener, 2015). Hierbei konnte bei im ersten Lebensjahr differenziert gefütterten Färsen im zweiten Lebensjahr bei gleicher Futtergrundlage eine Umkehr der Wachstumsintensität beobachtet werden. Je höher das Fütterungsniveau vor der Trächtigkeit war, desto niedriger waren die täglichen Lebendmassezunahmen in der Trächtigkeit und auch

der Zuwachs an Rückenfett (Steinhöfel und Diener, 2015). Grundsätzlich sollten stark wechselnde Aufzuchtintensitäten zwischen den einzelnen Lebensabschnitten vermieden werden. Die Aufzuchtfütterung sollte so gestaltet werden, dass Färsen einen gleichmäßigen Wachstumsverlauf zeigen.

Rückenfettdicke

Zu Untersuchungsbeginn konnte bei den sechs Monate alten Aufzuchtfärsen in den drei Betrieben mit 8 mm nur ein geringer Rückenfettdickenwert festgestellt werden (Abb. 19, Tab. 36). Im RFD-Messwert ist die Hautdicke mit 3 bis 5 mm enthalten (Staufenbiel, 1992). Auch Baumgärtel (2014) ermittelte an Holsteinfärsen in fünf Betrieben im Alter von 6 Lebensmonaten eine RFD von 7 bis 8 mm. Klawuhn und Staufenbiel (1997) stellten starke Veränderungen im Fettansatz bei Jungrindern erst ab einem Alter von 9 bis 11 Monaten fest. Auch Shamay et al. (2005) und Abeni et al. (2012) konnten eine starke Zunahme im Fettansatz bei HF-Färsen erst ab dem 9. Lebensmonat beobachten. Der steile Verlauf der Fettansatzkurve zeigt sich unmittelbar nach Eintritt der Pubertät (Staufenbiel und Rossow, 1987; Shamay et al., 2005). Bei Holstein-Friesian-Färsen ist mit dem Eintritt in die Pubertät ab einem Lebendmassebereich von 260 bis 280 kg, um den achten Lebensmonat, zu rechnen (Reinhold, 2013; Steinhöfel und Diener, 2015). In der vorliegenden Untersuchung ist eine deutliche Zunahme der Rückenfettdicke bei den intensiv aufgezogenen Färsen in den Betrieben 1 und 3 im Alter von 8 bis 9 Monaten zu beobachten (Abb. 19). Ausgehend von der bereits höheren Lebendmasse der sechs Monate alten Aufzuchfärsen im Betrieb 1 (Tab. 36) und einem weiterhin hohen täglichen Zunahmeniveau von 1000 g wäre dieser Anstieg im Rückenfettdickenverlauf bereits früher zu erwarten gewesen, etwa um 7 - 8 Lebensmonaten. Die Ursache für diese Abweichung kann unter anderem darin liegen, dass von den 7 und 8 Monate alten Färsen im Betrieb 1 nur eine geringe Stichprobenanzahl vorlag (Tab. 72, Anhang). Bei den moderat aufgezogenen Färsen im Betrieb 2 zeigt sich erst ab dem 11. Lebensmonat ein progressiver Verlauf im Fettansatz. Durch ein niedriges Fütterungsniveau kann der Übergang vom flachen zum steilen Verlauf im Fettansatz herausgezögert werden (Staufenbiel und Rossow, 1987). Er wird dadurch aber nicht verhindert. Die Färsen aus ausschließlicher Stallaufzucht in den Betrieben 1 und 3 zeigen einen wesentlich steileren Verlauf der Fettansatzkurve (Abb. 19). In Tab. 64 sind die nach Staufenbiel (2014) angegebenen Referenzbereiche für die Rückenfettdicke in der Färsenaufzucht aufgeführt. Die Tab. 65 zeigt Einschätzungswerte zur optimalen Entwicklung der Rückenfettdicke in der Aufzucht nach Baumgärtel (2014). Anhand der Literaturangaben liegt der Rückenfettdickenwert, den die intensiv aufgezogenen Färsen im Alter von 12 Monaten mit einem Median von 15 mm erreichen, im oberen Grenzbereich. Durch den stetig zunehmenden Fettansatz erreichen die Aufzuchtfärsen im Altersabschnitt 13 bis 15

Monate einen Median der Rückenfettdicke von 17 bis 18 mm. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei einer intensiven Aufzucht mit hohen Tageszunahmen auch eine zeitgerechte Besamung notwendig ist, um einer späteren Verfettung und damit verbundenen Kalbeproblemen und Stoffwechselproblemen vorzubeugen (Hoffman et al., 1996; Platen et al., 1999). Die Konzeptionsbereitschaft der Tiere nimmt mit der Anzahl nicht genutzter Ovulationen ab. Erfolgt eine zeitgerechte Besamung bei hohen täglichen Zunahmen, kann von einer problemlosen Konzeption ohne Gefahr der Verfettung ausgegangen werden (Platen und Krocker, 1999). In diesem Zusammenhang ist auch zu berücksichtigen, dass die Körperkondition der Färsen durch eine regelmäßige und aktive Bewegung günstig beeinflusst werden kann. Eine ganzjährige Stallhaltung von Jungrindern wird als ein wichtiger den Fettansatz fördernder Faktor angesehen (Staufenbiel et al., 1982). Zur Vorbeugung einer Verfettung ist ab dem zweiten Lebensjahr die Nutzung der Weidehaltung oder auch eine Weide- /Auslaufhaltung zu empfehlen.

Tab. 64: Referenzbereiche für die Rückenfettdicke in der Aufzucht nach Staufenbiel (2014)

Aufzuchtabschnitt	Bereich RFD in mm
6 bis 8 Monate	5 - 10
9 bis 12 Monate	5 - 15
13 Monate bis Besamung	10 - 15

Tab. 65: Einschätzungen zur optimalen Entwicklung der Rückenfettdicke in der Aufzuchtnach Baumgärtel (2014)

Aufzuchtabschnitt	Bereich RFD in mm
6 Monate	> 5
12 Monate	8 - 12
Besamung	10 - 15

Bei der vergleichenden Betrachtung der Lebendmasse mit den Fettansatzverlaufskurven (Abb. 18, 19) fällt auf, dass in der Lebendmasseentwicklung zwischen den Färsen in den Betrieben 2 und 3 wesentliche Qualitätsunterschiede bestehen. Bei vergleichbarer Lebendmasse bestehen deutliche Unterschiede in der Höhe des Fettansatzes. Die Lebendmasse lässt die Differenzierung durch den Fettansatz der Tiere nicht erkennen (Abb. 18, 19).

Kreuzbeinhöhe

Mit Ausnahme des Altersabschnittes von 6 bis 8 Lebensmonaten zeigen die Aufzuchtfärsen in den drei Untersuchungsbetrieben einen einheitlichen Verlauf in der Kreuzbeinhöhenentwicklung (Abb. 20). Steinhöfel (2008) und Koriath (1969) konnten Unterschiede in der Kreuzbeinhöhe beziehungsweise Widerristhöhe bei restriktiv gegenüber intensiv versorgten Färsen noch bis zum Alter von 12 Lebensmonaten nachweisen. Im zweiten Lebensjahr und weiter danach verlor sich der Ernährungseinfluss. Beim Vergleich der Lebendmasse zur Kreuzbeinhöhenentwicklung zeigt sich, dass der höhere Zuwachs an Lebendmasse bei den Färsen im Betrieb 1 gegenüber den anderen Betrieben in den Altersabschnitten von 9 bis 11 und 12 bis 16 Monaten nicht mit einer adäquat hohen Zunahme der Kreuzbeinhöhe verbunden ist. Dies kommt sehr anschaulich anhand der Boxplotdarstellung und insbesondere beim Vergleich der Betriebe 1 und 2 zum Ausdruck (Abb. 22, 23). Bedingt durch das nicht ganz proportionale Verhältnis von Lebendmasse zur Körperhöhe ist davon auszugehen, dass die Lebendmasseerhöhung der Färsen im Betrieb 1 in dieser Zeit über einen höheren Fettansatz erzielt wird (Kertz et al., 1998). Dies ist eng mit der Tatsache verbunden, dass sowohl für das Proteinansatzvermögen als auch im Knochenwachstum eine biologische Grenze während des Wachstums existiert. Sobald des Wachstum über diesen Punkt beschleunigt wird, tritt eine erhöhte Fetteinlagerung ein.

5.3.2 Wachstum in der Trächtigkeit

Lebendmasse

Bei der ersten Kalbung sollten die Färsen 85% des Endgewichtes erreicht haben, was nach DLG Ausrichtung einer anzustrebenden Lebendmasse von 620 bis 650 kg entspricht (Schuster et al., 2008). Laut Staufenbiel (2014) sollten HF-Färsen vor der ersten Kalbung eine Lebendmasse von 610 bis 640 kg aufweisen. Im Betrieb 3 erreichen die Färsen mit 9 Trächtigkeitsmonaten einen Median der Lebendmasse von 600 kg und liegen damit im unteren Orientierungsbereich. Die Lebendmasse der 9 Monate tragenden Färsen im Betrieb 1 liegt mit einem Median von 583 kg noch darunter. Die niedrige Körpermasse vor der Kalbung ist zurückzuführen auf die niedrigere Erstbesamungsmasse (Tab. 28) und die geringen Zunahmen der tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 (5.3.1). Eine frühe erste Zuchtbenutzung (≤ 13 Lebensmonate) beziehungsweise ein niedriges EKA bedingt generell kleinrahmigere Färsen zur ersten Kalbung (Gardner et al., 1977; Hoffman et al., 1996). Dies kann mit der Tatsache belegt werden, dass im zweiten Lebensjahr noch ein intensiveres Körperlängenwachstum gegenüber dem Höhenwachstum erfolgt und diese Tendenz in der

fortlaufenden Entwicklung anhält (Tab. 10). Auch die Brusttiefe und die Breitenmaße nehmen gegenüber der Widerristhöhe relativ stärker zu (Huth, 1968). Das Wachstum eines Rindes ist mit sechs Lebensjahren abgeschlossen (Staufenbiel und Rossow, 1987). Der geringere Entwicklungsstand der im durchschnittlichen Alter von 22,4 Monaten sehr jung kalbenden Färsen im Betrieb 1 wird auch anhand der in der Lebendmasse zum Ausdruck kommenden Kapazität deutlich. In der Literatur wird von einer negativen Beziehung zwischen dem Körpergewicht zur ersten Kalbung und der Inzidenz von Schwergeburten berichtet (Thompson et al., 1983; Erb et al., 1985; Uzmay et al., 2010). In der Untersuchung von Uzmay et al. (2010) lag der Schwergeburtenanteil bei Erstkalbenden (HF) in den Körpergewichtsklassen p.p. von ≤475 kg, 476-550 kg und ≥551 kg bei 58,3 %, 39,8 % und 34,7 %. Auch konnte durch mehrere Studien belegt werden, dass für Färsen mit einem EKA unter 24 Monaten ein höheres Risiko für Totgeburten besteht im Vergleich zu Färsen mit höherem EKA (Ettema und Santos, 2004; Hansen et al., 2004; Berry und Cromie, 2009; Bleul, 2011; Mee et al., 2014). Ebenso bestand bei diesen früh kalbenden Färsen eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine erforderliche Assistenz zur Kalbung (Berry und Cromie, 2009) und für schwere Kalbeverläufe (Baek et al., 2015). Nach Barkema et al. (1992) ist das Risiko für einen Kaiserschnitt bei Erstkalbenden vor allem dann gegeben, wenn die Tiere zur Kalbung jünger als 730 Tage alt sind. Auch im Untersuchungsbetrieb 1 kam es zu einem erhöhten Aufkommen von Schwer- und Totgeburten bei Färsenabkalbungen (Tab. 29). Neben anderen möglichen Ursachen nehmen der maternale Entwicklungsstand der hochtragenden Färse und das Kälbergeburtsgewicht eine zentrale Stellung in der Entstehung von Schwergeburten ein (Staufenbiel et al., 2006). Bei zu geringer Körperrahmenentwicklung der Färse kann es bei relativ großen Kälbern zu Schwergeburten und damit verbundenen hohen Kälberverlusten im Betrieb kommen (Staufenbiel et al., 1982). Während der Aufzuchtphase sollte die Wachstumsveranlagung der Färsen ausgeschöpft werden. Das Ziel der Aufzucht besteht in der Bereitstellung von Färsen mit einem großen Körperrahmen und einer mäßigen Kondition zum Abkalbezeitpunkt (Staufenbiel et al., 2007), einer hohen Erstkalbemasse bei niedrigem Fettgehalt. Nach der Kalbung sollte die Aufwendung an Energie für das eigene Wachstum nur noch gering sein (Lippmann und Steinhöfel, 2002). Werden die Rahmenwerte für die Lebendmasseentwicklung zur ersten Kalbung nicht erreicht, führt dies zu einer Verschärfung der Nährstoffkonkurrenz zwischen der Laktationsleistung und der noch erforderlichen Wachstumsleistung. Untersuchungsergebnisse verweisen darauf, dass Entwicklungsrückstände im Färsenalter während des ersten Laktationsjahres nur in geringem Maße kompensiert werden (Gillwald und Heinz, 1980; Hoffman et al., 1996; Trilk und Münch, 2011). Langzeitstudien belegen, dass Unterschiede in den Anfangslebendmassen noch bis zur dritten Laktation bestanden (Schwark et al., 1986; Macdonald et al., 2005; Sakaguchi et al., 2005).

Rückenfettdicke

In vorliegender Untersuchung zeigen die Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 bereits mit 7 Trächtigkeitsmonaten eine Abnahme der Rückenfettdicke, was auf eine Energieunterversorgung hindeutet (Abb. 25, Tab. 78, Anhang). Dieses Ergebnis bestätigt die Feststellung von Kupsch (2005), dass Färsen in den von ihm untersuchten Herden schon 40 bis 30 Tage vor der Kalbung mit dem Fettgewebsabbau beginnen. Wickersham und Schultz (1963) stellten bei Holsteinfärsen mit jüngerem Zulassungsalter und einem durchschnittlichen Erstkalbealter von 20,4 Monaten eine deutliche Abnahme der Körperkondition 30 Tage vor der ersten Kalbung im Vergleich zu älteren unter gleichen Umwelt- und Fütterungsbedingungen gehaltenen Färsen mit einem EKA von 24,2 und 27,9 Monaten fest. Für die frühzeitige Mobilisation von Körperfettreserven bei den tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 kommen mehrere Faktoren in Betracht: die Umstallung der Färsen ab dem 200. Trächtigkeitstag in einen teilüberdachten Außenbereich und den damit verbundenen Veränderungen in der Haltung und Tiergruppenzuordnung (Rangordnung). Weiterhin ist zu berücksichtigen: das geringe Trockenmasseaufnahmevermögen der zudem noch kleineren, leichteren Färsen bei gleichzeitig zu niedrigem Energiegehalt der Ration. Die Energieaufnahme aus dem Futter reicht nicht aus, um den in den letzten 2 bis 3 Trächtigkeitsmonaten steigenden Energiebedarf des Fetus (Bell et al., 1995) und dem Aufbau des Eutergewebes bei noch zusätzlichem Energiebedarf für das eigene Wachstum (Schröder, 2003) zu decken. Die Färsen können die fehlende Energie nur über die Mobilisation ihrer Körperfettreserven bereitstellen. Die Konditionsentwicklung der tragenden Färsen wird auch von der Aufzuchtintensität bis zur Besamung beeinflusst. Wie Untersuchungen von Steinhöfel und Diener (2015) und Abeni et al. (2012) belegen, zeigen Tiere, die bis zur Erstbesamung verhalten gefüttert werden, bei der Kalbung sogar eine höhere Rückenfettauflage als intensiv versorgte Tiere. Die zuvor intensiv versorgten Tiere verringerten ihre RFD während der Trächtigkeit sogar geringfügig. Im gleichen Zeitraum, in dem die Färsen im Betrieb 1 an Kondition verlieren, zeigen die Färsen im Untersuchungsbetrieb 3 eine Zunahme der Rückenfettdicke (Abb. 25). Während der Trockenstehzeit ist ein geringer Fettansatz im Mittel von 1 bis 2 mm Rückenfettdickenzunahme möglich (Staufenbiel, 1999), wobei bei Färsen eine übermäßige Reservenbildung ante partum unbedingt zu vermeiden ist, ebenso wie ein frühzeitiges Einsetzen einer unerwünschten Körperfettmobilisation, was über die Konditionsbeurteilung zu kontrollieren ist. Die Kondition der hochtragenden Färsen soll zwischen 15 und 20 mm Rückenfettdicke liegen (Staufenbiel, 2007, 2014). Zum Ende der Trächtigkeit weisen die Aufzuchtfärsen im Untersuchungsbetrieb 3 mit einer RFD von 18 mm eine optimale Kondition auf. Bei den hochtragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 liegt die RFD mit 15 mm im unteren Grenzbereich. Damit sind die sehr intensiv aufgezogenen Färsen des Betriebes am Ende der Aufzucht nicht nur leichter, sondern auch magerer. Aus den

aus der Literatur zur Verfügung stehenden Ergebnissen und den eigenen Beobachtungen kann festgestellt werden, dass anhand einer einmaligen Bewertung der Rückenfettdicke vor der Kalbung ein Rückschluss auf den Wachstumsverlauf der Tiere nicht möglich ist. Die Kondition wachsender Färsen ist immer eine Folge unterschiedlich intensiver Wachstumsverläufe und darf nicht getrennt von diesen bewertet werden (Steinhöfel und Pache, 2013).

Kreuzbeinhöhe

Während der Trächtigkeit realisieren die Färsen in den Untersuchungsbetrieben 1 und 3 noch einen Zuwachs in der Kreuzbeinhöhe von 6 bis 7 cm. Auch Schröder (2003) ermittelte bei Färsen während der Trächtigkeit ein Wachstum der Widerristhöhe von durchschnittlich 4 bis 5 cm. Die Kreuzbeinhöhen der tragenden Färsen in den drei Betrieben unterscheiden sich statistisch, jedoch fallen die Unterschiede mit einem Differenzbetrag um 1 cm gering aus (Tab. 38). Im Trächtigkeitsmonat 5 bis 7 und 8 bis 9 besteht zwischen den jüngeren Färsen im Betrieb 1 und den Färsen im Betrieb 3 nur ein numerischer Unterschied (Tab. 39, 40). Die Färsen im Betrieb 1 sind im Vergleich zu den Färsen in den Betrieben 2 und 3 kleiner. Auch Hoffman et al.(1996) konnten bei Färsen mit einem EKA von 21,7 und 24,6 Monaten einen signifikanten Größenunterschied in der Widerristhöhe von 1,5 cm feststellen. Hochtragende Färsen sollen eine Kreuzbeinhöhe von 144 bis 150 cm aufweisen (Staufenbiel, 2014). Der anzustrebende Wertebereich wird von den Färsen in den Untersuchungsbetrieben 1 und 3 mit 144,3 cm und 145,7 cm im Mittel erreicht. Hoffman (1997) empfiehlt zur Beurteilung des Entwicklungsstandes (Rahmengröße) bei Färsen neben der Höhenmaße auch die Körperlänge und die Beckenmaße heranzuziehen. HF-Färsen sollten vor dem Abkalben eine Rumpflänge von 169 bis 173 cm aufweisen (Hoffman, 1997). Sendig (1980) empfiehlt als Längenmaß die Beckenlänge am Tier zu messen, da die Rumpflänge mit einem größeren Messfehler behaftet ist. Im Zeitraum der ersten Zuchtbenutzung sind aussagekräftige Parameter zur Beurteilung der optimalen Körpergröße die Höhenmaße Widerristhöhe und Kreuzbeinhöhe (Fischer, 1992).

Über den optimalen Wachstumsverlauf und die Verkürzung der Aufzuchtdauer zur Vorverlegung des Erstkalbealters gibt es noch unterschiedliche Auffassungen. Die Spanne der aus der Literatur hervorgehenden Empfehlungen für das durchschnittliche EKA von Färsen der Rasse Holstein-Friesian reicht von 22 bis 27 Monate. Ein Konsens in der Literatur besteht darüber, dass jünger abkalbende Färsen, deren Erstkalbealter um 2 Jahre liegt (23 bis 25 Monate), bei Einhaltung der Normen der Lebendgewichte, eine hohe Milchleistung und Fruchtbarkeitsleistung erbringen und eine bessere Gesundheit und Überlebensrate aufweisen. Dies zeigt sich in der ersten Laktation (Ettema und Santos, 2004) und den Folgelaktationen (Cooke et al., 2013; Wathes et al., 2014). Als Hauptnachteil des frühen Zulassens wird ein Anstieg der Schwergeburtenhäufigkeit und Kälbermortalität herausgestellt (Wickersham und Schultz, 1963). Die Literaturangaben sind in diesem Zusammenhang hinsichtlich einer weiteren Senkung des Erstkalbealters von 24 auf 22 Monate unterschiedlich. Einige Autoren konnten keine Häufung der Schwergeburten- oder Totgeburtenfrequenz bei Holsteinfärsen mit sinkendem EKA < 23 Monate feststellen (Thompson et al., 1983; Hoffman et al., 1996; Van Amburgh et al., 1998; Platen et al., 1999). Dies steht im Gegensatz zu den Beobachtungen in vorliegender Untersuchung (Betrieb 1) und den Untersuchungen anderer Autoren. Die meisten Studien verweisen darauf, dass das Risiko für Kalbeschwierigkeiten und /oder Totgeburten bei Färsen am größten ist, wenn das EKA unter 24 Monaten liegt (Barkema et al., 1992; Warzecha et al., 2003; Hansen et al., 2004; Bleul, 2011; Mee et al., 2014; Baek et al., 2015). Während in der Literatur eine übereinstimmende Meinung für die obere Grenze des Erstkalbealters mit 27 Monaten besteht, gehen die Meinungen hinsichtlich einer weiteren Intensivierung der Färsenaufzucht für das Erreichen eines EKA unter 24 Monaten auseinander. Es sollten weitere Untersuchungen zur Ermittlung des optimalen Wachstumsverlaufes für Jungrinder der Rasse Holstein-Friesian durchgeführt werden.

5.4 Schätzgenauigkeit der Körperkondition wachsender Färsen

5.4.1 Übereinstimmungsgüte der Methoden

Als Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit galt die Prüfung der Eignung einer speziell für Aufzuchtfärsen entwickelten BCS-Beurteilungsmethode. Bei der angewandten Methode erfolgt die Bewertung der Kondition nicht in einer definierten Punktstufe (Score), sondern wird anhand der Rückenfettdicke in mm Fettauflage als Ausdruck des BCS geschätzt. Nach Löschner (1994) beinhaltet diese Verfahrensweise im Unterschied zu den von Edmonson et al. (1989) und Metzner et al. (1993) beschriebenen BCS-Systemen keine ausschließliche subjektive Beurteilung der Kondition, da die visuell und palpatorisch geschätzte RFD mit Hilfe der RFD-Messung objektiv zu überprüfen ist. Die Konditionsangabe in mm lässt eine bessere Differenzierung zwischen den Tieren zu und ist nach oben offen (Staufenbiel et al., 1993). Ein grundsätzliches Problem bei der Konditionsbewertung mit Hilfe eines Benotungsschlüssels wird in der nach unten und oben eng begrenzten Konditionsskala von 1 bis 5 gesehen, was eine Differenzierung insbesondere überkonditionierter Tiere erschwert. Die BCS-Bewertung bei der Aufzuchtfärse erfolgt nur anhand der Fettauflage im Unterschied zur Milchkuh, bei der Fett- und Fleischauflage bewertet werden. Entwicklungsbedingt verläuft der Fettansatz bei der Färse kumulativ (Steinhöfel, 2014). Gerade bei ihnen sollte über die Bewertung die Möglichkeit zu einer genaueren individuellen Differenzierung auch im oberen Konditionsbereich bestehen. Das von Edmonson et al. (1989) für Milchkühe entwickelte BCS-System dient zur adspektorischen Konditionsbewertung. Nach Edmonson et al. (1989) kann auf ein Betasten der Kühe verzichtet werden. Bei Aufzuchtfärsen wird durch ein zusätzliches Betasten eine gesicherte Aussage zum Fettansatz getroffen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden reproduzierbare sensorische Beurteilungskriterien für den BCS für Färsen erfasst. Diese erlauben eine einfache und sichere Bewertung der Kondition bei wachsenden Färsen.

Aus der Literatur geht hervor, dass zwischen der geschätzten und der gemessenen Rückenfettdicke eine hohe Übereinstimmung besteht (Staufenbiel et al., 1990; Rieckhoff, 1993; Löschner, 1994; Löschner und Staufenbiel, 1996). Dies kann anhand der numerischen Betrachtung der Mittelwerte der nach den eigenen Methoden geschätzten und der objektiv gemessenen RFD für die Beurteilung einer Gruppe von Aufzuchtfärsen bestätigt werden. Allerdings ist eine weite Streuung der Einzelwerte zu berücksichtigen. Die Korrelationen in den einzelnen Altersgruppen in den Betrieben nehmen überwiegend mittelstarke bis hohe Werte an: r = 0,45-0,72 (RFD-S1), r = 0,60-0,81 (RFD-S2) und r = 0,51-0,66 (RFD-S3). Für die Gesamtstichprobe aller nach Methode S1, S2 und S3 zeitlich getrennt ermittelten Schätz- und Messwerte der RFD betragen die Korrelationen r = 0,70, r = 0,80 und r = 0,74.

Durch die zusätzliche Palpation der Schwanzfalte (Methode S2) verbessert sich die Schätzgenauigkeit. Klawuhn (1992) ermittelte bei Mastfärsen für den Zusammenhang zwischen der visuell geschätzten und der gemessenen Rückenfettdicke für die gesamte Mastfärsengruppe mit r = 0,88 eine hohe Korrelation. In den unterschiedlichen Altersgruppen lagen mit r = 0,32 bis 0,46 geringe Korrelationen vor. Löschner (1994) ermittelte bei hochtragenden Färsen für den Zusammenhang zwischen der visuell und palpatorisch geschätzten und der gemessenen RFD mit r = 0,79 (Schätzperson 1) und r = 0,84 (Schätzperson 2) hohe Korrelationen. Rieckhoff (1992) fand bei Tieren der ersten Laktation zwischen der visuell geschätzten und der gemessenen RFD mit r = 0,57 eine niedrigere Korrelation. Alle oben angeführten Autoren konnten bei hochtragenden Färsen und Jungkühen niedrigere Korrelationen zwischen der geschätzten und gemessenen RFD im Vergleich zu Tieren mit mehr als drei Laktationen feststellen. Die Autoren gehen davon aus, dass bei der subjektiven Konditionsbewertung generell mit Unterschieden bei der Beurteilung von Jungkühen und mageren Tieren zu rechnen ist. Bei ihnen besteht die Gefahr einer Überbewertung. Bei Altkühen und fetten Tieren wird die Körperkondition vorwiegend unterschätzt. Diese Tendenz zur Unter- und Überschätzung in Abhängigkeit vom Alters- und Konditionsverlauf zeigt sich auch in vorliegender Untersuchung bei der Beurteilung der Aufzuchtfärsen. Die Kondition der 6 bis 9 Monate alten Aufzuchtfärsen wurde in der Tendenz zu gut bewertet, die der hochtragenden Färsen unterschätzt (Abb. 27 bis 30). Im mittleren Konditionsbereich ist der Schätzfehler am geringsten (Tab. 66).

Tab. 66: Einfluss der Kondition auf die Schätzgenauigkeit nach Methode S1 und S2

RFD in mm	S1[1)] in mm	S2[1)] in mm
5	9	8
10	12	12
13	14	14
14	14	15
15	15	15
16	16	16
17	16	17
18	17	18
19	17	18
20	18	19
23	20	21
25	21	23
30	24	26
35	27	30

1) $y_1 = 0{,}6117\ x_1 + 5{,}8661$

$y_1 = S1;\ x_1 = RFD$

$y_2 = 0{,}7218\ x_2 + 4{,}5719$

$y_2 = S2;\ x_2 = RFD$

Weiterhin konnte in Abhängigkeit vom Aufzuchtniveau festgestellt werden, dass die moderat aufgezogenen Färsen im Betrieb 2 bei der Beurteilung der Kondition in der Tendenz überbewertet wurden. Bei Betrachtung der Punktwolken für die Beziehung der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten ist mit zunehmender Rückenfettdicke auch eine höhere Streuung der Einzelwerte zu beobachten (Abb. 31 bis 33). Dies ist auf eine schlechtere Bewertungsmöglichkeit einzelner tragenden Färsen zurückzuführen. Ab dem Zeitraum der Besamung beginnen sich Unterschiede zwischen den Tieren in der Rückenfettauflage und der Körperkapazität stärker auszubilden, so dass es bei Einzeltieren zu einer stärkeren Über- bzw. Unterschätzung kommen kann. Bei Einzeltieren kann es auch in Verbindung mit dem hochtragenden Zustand zu Fehleinschätzungen kommen (Löschner, 1994). Bei dieser Tiergruppe sollten zur Sicherung der Schätzergebnisse bei einem Anteil an Tieren zusätzlich in bestimmten Zeitabständen die Schätzwerte mit den Ultraschallmesswerten verglichen werden. Grundsätzlich kann jedoch gesagt werden, dass unter Beachtung der Einflussfaktoren auf die Schätzgenauigkeit der RFD – insbesondere bei Tieren in extremen Konditionszuständen (Tab. 66) die Schätzung der Rückenfettdicke nach den Methoden für Herdenuntersuchungen für die Beurteilung einer Tiergruppe mit guter Genauigkeit möglich ist.

Zusätzlich zum Hauptuntersuchungsplan wurde bei einem Teil der zu bewertenden Tiere in zwei Betrieben die Schätzung und Messung der RFD in direkter zeitlicher Aufeinanderfolge vorgenommen (abhängige Schätzwerte). Bei diesem Vorgehen wurde im Anschluss an die Schätzung die RFD des jeweiligen Tieres gemessen und danach das nächste untersucht. Dadurch war ein großer Trainingseffekt gegeben, worauf die höheren Korrelationskoeffizienten in den Tab. 52 und 55 zurückzuführen sind. Anhand dieses Vorgehens wird belegt, dass die Schätzgenauigkeit durch Training verbessert werden kann.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich die Beurteilungskriterien für die praktische Anwendung zur Konditionsbewertung für Aufzuchtfärsen eignen. Eine zunehmende Anzahl der zu bewertenden Tiere erhöht die Zuverlässigkeit der Methode bei der Beurteilung einer Altersgruppe. Hauptaufgabe der Methode ist das frühzeitige Erkennen der Zunahme eines unerwünschten Fettansatzes, um eine Überkondition als wichtigen, die Tiergesundheit negativ beeinflussenden Faktor zu vermeiden. Da die Korrelationen mit zunehmendem Alter bzw. größerem Fettansatz enger werden, ist von einer sicheren Erfassung einer starken Zunahme im Fettansatz der Tiere auszugehen.

5.4.2 Reproduzierbarkeit der Methoden

Nach Evans (1978) gilt ein Körperkonditionswert dann als reproduzierbar, wenn der Korrelations-koeffizient Werte von mindestens r = 0,70 erreicht. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass die Wiederholbarkeit der RFD-Schätzung für die beurteilten Körperregionen als gut zu bewerten ist. Die Beurteilungsmethodik weist eine für die Praxis taugliche Wiederholbarkeit auf. In Abhängigkeit der Aufzuchtabschnitte ergeben sich Korrelationen zwischen r = 0,75 und 0,85. Für alle 88 wiederholt beurteilten Aufzuchtfärsen betragen die Korrelationen r = 0,84 bis 0,89. Reinhold (2013) ermittelte bei Aufzuchtfärsen für die Wiederholbarkeit des BCS innerhalb einer Person Werte zwischen r = 0,31 und 0,81. Bei der Betrachtung der Punktwolken für die zweimalig erhobene Schätzung der Rückenfettdicke fällt auf, dass die Variabilität der wiederholten Bewertung mit der Größe der Beobachtungswerte zunimmt. Der gleiche Trend zeigt sich auch bei der Beziehung zwischen Schätz- und Messwert der RFD. Dies ist auf eine zunehmende Unsicherheit bei der Beurteilung einzelner tragender Färsen zurückzuführen (Tab. 59). Es ist jedoch festzustellen, dass nur vereinzelt Abweichungen über 5 mm auftreten. 90 % der wiederholten Beurteilungen weichen um weniger als 3 mm voneinander ab (Tab. 60).

5.5 Lebendmasseschätzung über die Messung des Brustumfanges

Das durchschnittliche Gewicht einer Aufzuchtgruppe von Färsen konnte über die Messung des Brustumfanges mittels Wiegeband mit einer hohen Genauigkeit geschätzt werden (Tab. 62). Wiedemann (1989) findet bei Jungrindern in seinen Untersuchungen wiederum Differenzen zwischen den durch Wägung und über Messung des Brustumfanges (BU) ermittelten Körpermassen von 0,9 % bis 30,3 %. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass auf das Einzeltier bezogen Abweichungen zwischen dem geschätzten und dem tatsächlichen Gewicht von bis zu 28 kg auftreten. Das Wiegeband wies bei Einzelmessungen einen Fehler von +/-8 % auf (Tab. 62). Die Methode ist für die Einzeltierbeurteilung zu ungenau. Es ist zu empfehlen, die Färsen um den Zeitpunkt der Besamung korrekt zu wiegen. Betrachtet man die Punktwolke, zeigt sich, dass mit steigender Körpermasse die Lebendmasseschätzwerte zunehmend über den Messwerten liegen. Diese Tendenz der zunehmenden Überschätzung der Lebendmasse anhand der Brustumfangmessung kann damit erklärt werden, dass der BU ein Körpermaß ist, welches die Kondition berücksichtigt. Da ein zunehmender Fettansatz als Anteil der Lebendmasse Wasser verdrängt, kann sich dies in einer nicht adäquaten Lebendmassezunahme im Vergleich mit einer auf reinem Proteinansatz beruhenden Masseerhöhung äußern (Staufenbiel et al., 1993).

6 Schlussfolgerungen

(1) Aufzuchtfärsen weisen bis zu einem Alter von 9 Lebensmonaten nur eine geringe Rückenfettdicke auf. Die Nutzung der Rückenfettdicke als Maß für die Körperkondition in der Färsenaufzucht ist erst ab einem Alter von 9 Lebensmonaten nach Eintritt in die Pubertät sinnvoll. Bis zu diesem Zeitpunkt ist der Lebendmassewägung als globales Maß für die Beurteilung des Wachstumsverlaufes den Vorrang zu geben.

(2) Die Rückenfettdicke ist ein Maß für den Körperfettansatz. Bei Aufzuchtfärsen ab einem Alter von 9 Lebensmonaten sind zur zuverlässigen Kontrolle des Wachstumsverlaufes sowohl die Körpermasse als auch die Rückenfettdicke heranzuziehen. Die Lebendmasse spiegelt die altersgemäße Körperentwicklung wider, die Rückenfettdicke zeigt frühzeitig eine unerwünschte Überkondition/Verfettung als starken, für die Tiergesundheit der Jungkühe negativen Risikofaktor in der Aufzuchtperiode an.

(3) Das Ultraschallmaß für die Rückenfettdicke ist die Referenzmethode. Die Messmethodik entspricht der bei Milchkühen.

(4) Nachteil der Ultraschallmessung der RFD ist die erforderliche Fixierung des Einzeltieres für die Messung.

(5) Die bei Milchkühen weit verbreitete einfachere Methodik des body condition scoring (BCS) durch ausschließliche Betrachtung des Tieres ist nicht direkt zur Konditionsbeurteilung auf wachsende Färsen übertragbar.

(6) Sowohl durch ausschließliche visuelle Betrachtung der Schwanzfalte (Messwert S1) oder durch Palpation der Beschaffenheit der Schwanzfalte (Messwert S2) sowie durch ausschließliche visuelle Betrachtung des Bereiches zwischen Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker (Messwert S3) kann der Mittelwert für die mit Ultraschall objektiv gemessene Rückenfettdicke für eine Gruppe von Aufzuchtfärsen mit hoher Übereinstimmung geschätzt werden.

(7) Anhand der Schätzung der RFD nach Methode S1 (ausschließliches Betrachten der Fettfüllung in der Schwanzfaltengrube) können 49% und nach Methode S3 (ausschließliches Betrachten des Bereiches zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker) 55% der Variabilität der Körperkondition (RFD) der Färsen erklärt werden. Anhand der Schätzung der RFD nach Methode S2 (Betrachten plus zusätzliches Betasten der Schwanzfaltengrube) steigt das Bestimmtheitsmaß (r^2) auf 64 %.

(8) Für die praktische Anwendung kann die Körperkondition von Färsen während der Aufzucht durch visuelle Betrachtung der Schwanzfalte hinreichend genau geschätzt werden. Bei Unsicherheiten in der Beurteilung kann zusätzlich die Beschaffenheit der Schwanzfalte über die Palpation zur Beurteilung herangezogen werden.

(9) Zur Überprüfung und zur Sicherung der Schätzgenauigkeit der Kondtionsbeurteilung sollten bei einem Anteil an Tieren zusätzlich in bestimmten Zeitabständen die Schätzwerte mit den Ultraschallmesswerten verglichen und der Bewertungsmaßstab justiert werden.

(10) Die RFD in mm ist eine geeignete Messgröße zur begleitenden Konditionsbeurteilung von Färsen während der Aufzucht mit dem Fokus der Vermeidung einer Überkondition/Verfettung sowie einer Unterkondition. Das Maß der RFD (in mm) wird gleichermaßen für die objektive Methode der Konditionsbeurteilung über die Ultraschallmessung als auch über die subjektive Methode des body condition scoring (BCS) verwendet. Damit gelten die gleichen Referenzwerte für Aufzuchtfärsen sowohl für die Ultraschallmessung der RFD als auch für die visuelle und für die kombinierte visuelle/palpatorische Konditionsbeurteilung.

(11) Die in der Praxis übliche Methode der Kontrolle der Lebendmasse über die Messung des Brustumfanges mittels Bandmaß (Wiegeband) ist für die Einzeltierbeurteilung zu ungenau. Die Differenzen zwischen den durch Wägung und über die Messung des Brustumfanges ermittelten Lebendmassen betrugen bis zu 28 kg. Um den Zeitpunkt der Besamung sollten die Färsen korrekt gewogen werden. Bei der Bildung von Gruppendurchschnitten ist jedoch eine hohe Aussagekraft der Methodik gegeben.

7 Zusammenfassung

Erarbeitung einer Methode zur Bewertung des Wachstumsverlaufes von Holstein-Friesian Färsen vom zweiten Lebenshalbjahr bis zur Hochträchtigkeit

Zur Beurteilung der Körperkondition von Milchkühen wird das BCS-System nach Edmonson et al. (1989) angewandt. Für wachsende Jungrinder hingegen steht noch kein eigenes Bewertungsschema zur Verfügung. Das Ziel der vorliegenden Untersuchung bestand daher darin, ein für die Färsenaufzucht angepassten BCS-Beurteilungsschlüssel zu erarbeiten. Im ersten Teil der Untersuchung wurden Erhebungen zum Wachstumsverlauf und zum Fettansatzverlauf wachsender Färsen durchgeführt. Im zweiten Teil der Untersuchung galt es die Aussage der neu entwickelten Methode zur Körperkonditionsbewertung zu prüfen. Zeitraum für die Bewertung war der Aufzuchtzeitraum von 6 Lebensmonaten bis 9 Trächtigkeitsmonaten. Da gerade in diesem Lebensabschnitt mit Eintritt in die Pubertät im zweiten Lebenshalbjahr und weiter fortsetzend in der Trächtigkeit eine starke Zunahme des Fettansatzes eintritt, gilt es in dieser Zeit ein optimales Wachstum zu gewährleisten und dabei einer Verfettung mit Hilfe der Konditionsbeurteilung entgegenzuwirken. Innerhalb eines Untersuchungszeitraumes von zwei Jahren wurden in drei Herden mit unterschiedlichen Aufzuchtverfahren bei insgesamt 1936 zufällig ausgewählten Holstein-Friesian-Zuchtfärsen die Untersuchungsgrößen Rückenfettdicke (RFD), Lebendmasse (LM) und Kreuzbeinhöhe (KBH) erfasst und die Körperkondition nach einem speziell für die Anwendung bei Färsen neu entwickelten Beurteilungsverfahren geschätzt. Es wurden Altersgruppen gebildet bestehend aus 6 bis 9 Monate alten, 9 bis 11 Monate alten, 12 bis 16 Monate alten Färsen, 1 bis 4 Monate tragenden, 5 bis 7 Monate tragenden und 8 bis 9 Monate hochtragenden Färsen. Pro Untersuchungsgang wurden jeweils 30 Färsen beurteilt. Die mit Ultraschall objektiv gemessene Rückenfettdicke diente als Referenzmethode zur Beurteilung der Körperkondition einer Altersgruppe. Nach dem neuen BCS-System wird die Rückenfettdicke in mm Fettauflage durch visuelle Betrachtung und Palpation am Tier geschätzt. Als Beurteilungskriterien für den BCS bei Aufzuchtfärsen dienen die Fettfüllung der Schwanzfalte und der Bereich zwischen Hüfthöcker und Sitzbeinhöcker.

In der Auswertung zum Wachstumsverlauf zeigen sich Unterschiede in der Lebendmasse und der Rückenfettdickenentwicklung. In der Kreuzbeinhöhe besteht ausgenommen des Altersabschnittes von 6 bis 8 Lebensmonaten ein einheitlicher Verlauf zwischen den unterschiedlich aufgezogenen Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben. Die Lebendmassekurve der sehr intensiv aufgezogenen Färsen im Betrieb 1 zeigt im Abschnitt von 6 bis 12 Lebensmonaten einen steileren Verlauf, gefolgt von einer Abnahme der

Wachstumsintensität im zweiten Lebensjahr. Im Unterschied dazu zeigen die Färsen in den Betrieben 2 und 3 einen gleichmäßig ansteigenden Verlauf der Lebendmassekurve. Im Fettansatz treten starke Veränderungen ab einem Alter von 8 bis 9 Lebensmonaten auf. Die Nutzung der RFD als Maß für die Körperkondition ist erst ab diesem Alter nach Eintritt in die Pubertät sinnvoll. In der Trächtigkeit realisieren die Färsen in den Untersuchungsbetrieben noch einen Zuwachs in der KBH von 6 bis 7 cm. Die für das Erreichen eines EKA von 22 Monaten im ersten Lebensjahr sehr intensiv aufgezogenen Färsen im Betrieb 1 zeigen ab 7 Trächtigkeitsmonaten eine signifikante Abnahme RFD. Die RFD-Abnahme ist die Folge des Haltungs-, Fütterungs- und Aufzuchtmanagements des Betriebes. Die für ein EKA von 24 Monaten ebenfalls intensiv aufgezogenen Aufzuchtfärsen im Betrieb 3 zeigen im gleichen Beobachtungszeitraum eine geringe Zunahme der Rückenfettdicke. Die in den Untersuchungsbetrieben erreichten Lebendgewichte der Färsen vor dem Abkalben betragen 583 kg (Betrieb 1) und 600 kg (Betrieb 3). Die hochtragenden Färsen weisen eine RFD von 15 mm (Betrieb 1) und 18 mm (Betrieb 3) auf. Die mittlere KBH liegt bei 144,3 cm (Betrieb 1) und 145,7 cm (Betrieb 3).

Hinsichtlich des Einsatzes der Messmethoden ist festzustellen, dass die RFD immer als Ergebnis unterschiedlich intensiver Wachstumsverläufe zu betrachten ist und nicht getrennt von diesen bewertet werden darf. Auch die Lebendmasse lässt die Differenzierung durch die RFD der Färsen nicht erkennen. Zur zuverlässigen Kontrolle des Wachstumsverlaufes sind daher ab einem Alter von 9 Lebensmonaten sowohl die Lebendmasse als auch die Rückenfettdicke heranzuziehen. Methoden zur Überwachung des Wachstumsverlaufes sind:

– Lebendmassewägung

– Messung der Widerristhöhe / Kreuzbeinhöhe

– Körperkonditionsbeurteilung

Aus den Ergebnissen zur Schätzgenauigkeit der Körperkondition wachsender Färsen geht hervor, dass sowohl durch ausschließliche Betrachtung der Schwanzfaltengrube (visuelle Methode S1) als auch des Bereiches zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker (visuelle Methode S3) sowie durch Betrachten plus zusätzliches Betasten der Fettfüllung der Schwanzfalte (palpatorische Methode S2) der Mittelwert für die mit Ultraschall objektiv gemessene RFD für eine Altersgruppe von Färsen mit hoher Übereinstimmung geschätzt werden kann. Anhand der Schätzung der RFD über ausschließlich visuelle Betrachtung nach Methode S1

können 49% und nach Methode S3 55% der Variabilität der Körperkondition der Färsen erklärt werden. Durch zusätzliches Betasten der Schwanzfalte steigt das Bestimmtheitsmaß (R^2) auf 64%. Damit verbessert sich die Schätzung der RFD durch das zusätzliche Betasten. Bei den Methoden wurden hohe Korrelationskoeffizienten in den verschiedenen Altersabschnitten für wiederholte Beurteilungen erzielt (r= 0,75 bis 0,85). Daher kann von einer sicheren Merkmalserfassung anhand der Beurteilungsmethoden ausgegangen werden. Die Aussagekraft der BCS-Methode beim Einzeltier ist relativ begrenzt. Für Herdenuntersuchungen bei der Beurteilung von Tiergruppen stellt diese Methode jedoch ein wichtiges Instrument zur Kontrolle des Wachstumsverlaufes und zur Korrektur der Fütterung dar. Durch die Schätzung der RFD kann der Messaufwand im Rahmen von Herdenuntersuchungen minimiert werden. Zur Überprüfung und zur Sicherung der Schätzgenauigkeit der Konditionsbeurteilung sollten bei einem Anteil an Tieren zusätzlich in bestimmten Zeitabständen die Schätzwerte mit den Ultraschallmesswerten verglichen und der Bewertungsmaßstab justiert werden. Bei schwerer zu beurteilenden Tieren, wie den hochtragenden Färsen, sollten die Schätzwerte bei einem Teil der Tiere durch die RFD-Messung überprüft werden. Der bei Milchkühen bekannte BCS kann nicht auf wachsende Färsen direkt übertragen werden. Es wird vorgeschlagen, die im Ergebnis der Untersuchung erarbeiteten Beurteilungskriterien für die Konditionsbewertung bei Aufzuchtfärsen heranzuziehen. Darüber hinaus sollte keine Note vergeben werden, sondern die Kondition mittels der konkreten RFD in mm geschätzt werden.

8 Summary

Devising a method for supervising the course of growth of Holstein-Friesian heifers from their second six months of life to late pregnancy

The body condition of dairy cows is assessed by the BCS system according to Edmonson et al. (1989). A separate method for assessing young cattle in their growth period, though, is still lacking. The present study was aimed at working out a BCS assessment scheme adapted to heifer rearing. During the first part of the study, data on the course of growth and of fat deposition were collected from growing heifers. In the second part, the new method developed for body condition scoring had to be verified with regard to the information it provided. Scoring comprised the rearing period from age six months to the 9th month of pregnancy. Starting with the beginning of puberty in the second six months and continuing during pregnancy, a substantial increase in fat deposition is observed, so it is important in this period to ensure an optimum growth rate while counteracting adiposity, with the aid of condition scoring. Within a study period of two years, three herds of Holstein-Friesian breeding heifers reared on three farms by different methods, with a total of 1936 randomly selected head were checked for backfat thickness (BFT), live weight (LW) and sacral height (SH), and the body condition was assessed by a method specially developed for heifers. The heifers were grouped according to months of age (6 to 9 , 9 to 11, 12 to 16) and months of pregnancy (1st to 4th, 5th to 7th, late-pregnant 8th to 9th). Every examination included at least 30 heifers. Backfat thickness measured objectively by ultrasound was used as a reference method for assessing the body condition of each age group. According to the new BCS system, backfat thickness is estimated in terms of mm fat deposit by visual observation and palpation. For breeding heifers, the BCS criteria are fat deposition in the tailhead skinfold and the area between the hooks and the rump points.

An analysis of the course of growth revealed differences in live weight and in the development of backfat. Except for the 6-to-9-months age group, the course of growth in sacral height was uniform for the heifers reared by differing methods in the three dairy farms. The live weight curve of the heifers of farm 1, which were raised under extra-high-intensity management, took a steeper course in the 6 to 12 months age group, whereas the growth intensity declined during the second year of life. In contrast to this, the heifers of farms 2 and 3 showed a continuous rise in live weight. Fat deposit was found to undergo substantial changes starting in the 8th to 9th month of life. Only from this age, when the heifers reach

puberty, is it practical to use BFT as a measure of body condition. When pregnant, the heifers in the three farms still accomplished a growth in SH of 6 to 7 cm. The heifers of farm 1, raised at extra-high intensity in their first year in order to reach an age at first calving (AFC) of 22 months, suffered a significant decrease in BFT from the 7th month of pregnancy, a consequence of that farm's housing, feeding and breeding management. The heifers of farm 3, also raised intensively to achieve an AFC of 24 months, showed a slight increase in BFT during the same period of observation. The prepartum live weights reached by the heifers were 583 kg (farm 1) and 600 kg (farm 3). The late-pregnant heifers had a BFT of 15 mm (farm 1) and 18 mm (farm 3). The mean SH was 144.3 cm (farm 1) and 145.7 cm (farm 3).

Concerning the use of the measuring methods, it should be noted that the BFT must always be regarded as the result of growth courses of differing intensities, which must not be left out of account. Nor does the live weight reveal the heifers' differentiation in BFT. For a reliable control of the course of growth, therefore, one should, with heifers age 9 months and over, consider both live weight and backfat thickness. Methods to supervise the course of growth include:

– Live weighing

– Measurement of wither height / sacral height

– Body condition scoring

From the results of determining the accuracy of estimation of the body condition of growing heifers, it follows that it is possible to estimate the mean BFT for an age group of heifers, whether by exclusively examining the caudal fold cavity (visual method, S1) or the area between hooks and points of rump (visual method, S3), or by examination plus palpation of the fat deposit in the tailhead fold (palpatory method, S2), all with a high level of agreement with the BFT measured objectively by ultrasound. 49% of the variability of the heifers' body condition can be explained on the basis of BFT estimation by exclusively visual examination according to method S1, whereas 55% can be explained according to method S3. Additional palpation of the tailhead fold increases the coefficient of determination (R^2) to 64%, thus improving BFT estimation. In the various age groups, the methods attained high correlation coefficients for repeated scorings (r= 0.75 to 0.85). Therefore, the methods can be assumed to capture the characteristics reliably. The validity of the BCS method for a single animal is relatively limited. For the assessment of groups of animals in a herd, however, this method is

an important tool for checking the course of growth and feed correction. BFT estimation minimizes measurement efforts within the scope of herd examinations. For checking, and verifying the accuracy of condition estimation, the estimated data should be compared with the ultrasonic measurements in a portion of the animals at certain intervals, and the assessment criteria adjusted accordingly. With cattle difficult to assess, such as late-pregnant heifers, the estimated data should by checked against BFT measurements in a portion of the animals. The BCS as known for milk cows cannot be readily applied to growing heifers. The suggestion is that the assessment criteria established as a result of the study be used for scoring the condition of heifers. Moreover, one should not assign grades but rather estimate conditions by means of the concrete BFT in terms of mm.

9 Literaturverzeichnis

Abeni, F., Calamari, L., Stefanini, L. und Pirlo, G., (2012):
Effect of average daily gain on body size, metabolism, and milk production of Italian Holstein heifers raised on two different planes of nutrition and calving at two different ages.
Livest. Sci. 149 (1/2):7-17.

Ackermann, S., Gottschalk, J., Einspanier, A., Jäckel, L. und Fürll, M., (2013):
Beziehungen zwischen peripartalem Stoffwechsel, Leistung sowie Morbidität bei Holstein-Friesian-Kalbinnen eines Bestandes und deren Nutzungsdauer.
Tierärztl. Prax. Großtiere. 41 (2):88-94.

ADR (2001):
Rinderproduktion in Deutschland 2000.
Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR), Bonn.

ADR (2016):
Rinderproduktion in Deutschland 2015.
Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter e.V. (ADR), Bonn.

Adrien, M.L., Mattiauda, D.A., Artegoitia, V., Carriquiry, M., Motta, G., Bentancur, O. und Meikle, A., (2012):
Nutritional regulation of body condition score at the initiation of the transition period in primiparous and multiparous dairy cows under grazing conditions: milk production, resumption of post-partum ovarian cyclicity and metabolic parameters.
Animal. 6 (2):292-299.

Albanat, W.A., Hüller, A., Köller, G., Fürll, M., Einspanier, A. und Gottschalk, J., (2013):
Zusammenhang zwischen Geburtsverlauf und stoffwechselrelevanten Parametern im peripartalen Zeitraum beim Rind.
Tierärztl. Prax. Großtiere. 41 (6):353-360.

Ali, T.E., Burnside, E.B. und Schaeffer, L.R., (1984):
Relationship between external body measurements and calving difficulties in Canadian Holstein-Friesian cattle.
J. Dairy Sci. 67 (12):3034-3044.

Anacker, G. (2008):
Einfluss der Aufzuchtintensität auf die Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen.
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Forschungsbericht.

Anacker, G., (2009):
Aufzuchtintensität und Lebensleistung - ist schneller immer besser ?
Neue Landw. (9):58 - 60.

Anacker, G. und Instenberg, E. (2009):
Analyse der Abgangsursachen von Jungkühen in Thüringen. Abschlussbericht.
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

Arango, J.A., Cundiff, L.V. und Vleck, L.D.v., (2002):
Genetic parameters for weight, weight adjusted for body condition score, height, and body condition score in beef cows.
J. Anim. Sci. 80 (12):3112-3122.

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.

Atil, H., Khattab, A.S. und Badawy, L., (2005):
Genetic parameter of birth and weaning weights for Friesian calves by using an animal model.
Arch. Tierz. 48 (3):261-269.

Bach, A., (2011):
Associations between several aspects of heifer development and dairy cow survivability to second lactation.
J. Dairy Sci. 94 (2):1052-1057.

Baek, K.S., Yoon, H.S., Lee, W.S., Ahn, H.S., Kim, W.H., Chae, H.S., Kim, N.Y. und Cho, I.C., (2015):
Effect of Age at the First Pregnancy on Calving Status in Holstein Heifers.
Ann. Anim. Resour. Sci. 26 (1):13-20.

Bar-Peled, U., Robinzon, B., Maltz, E., Tagari, H., Folman, Y., Bruckental, I., Voet, H., Gacitua, H. und Lehrer, A.R., (1997):
Increased weight gain and effects on production parameters of Holstein heifer calves that were allowed to suckle from birth to six weeks of age.
J. Dairy Sci. 80 (10):2523-2528.

Barkema, H.W., Schukken, Y.H., Guard, C.L., Brand, A. und Vanderweyden, G.C., (1992):
Caesarean section in dairy cattle: a study of risk factors.
Theriogenology. 37 (2):489-506.

Bartlett, K.S., McKeith, F.K., VandeHaar, M.J., Dahl, G.E. und Drackley, J.K., (2006):
Growth and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein at two feeding rates.
J. Anim. Sci. 84 (6):1454-1467.

Baumgärtel, T. (2014):
Verbesserung der Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen.
Teilbericht: Entwicklung von Lebendmasse, Wachstum und Konditionsentwicklung weiblicher Jungrinder während der Aufzucht in fünf Thüringer Milchviehbetrieben.
Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Forschungsbericht.

Bell, A.W., Slepetis, R. und Ehrhardt, R.A., (1995):
Growth and accretion of energy and protein in the gravid uterus during late pregnancy in Holstein cows.
J. Dairy Sci. 78 (9):1954-1961.

Ben Gara, A., Bouraoui, R., Rekik, B., Hammami, H. und Rouissi, H., (2009):
Optimal age at first calving for improved milk yield and length of productive life in Tunisian Holstein Cows.
Am-Euras. J.Agron. 2 (3):162-167.

Bergk, N. (2011):
Genetisch-statistische Untersuchungen zum Wachstum weiblicher Jungrinder der Rasse Holstein auf Basis von zum Zeitpunkt der ersten Besamung erhobenen Gewichten.
Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Berry, D.P. und Cromie, A.R., (2009):
Associations between age at first calving and subsequent performance in Irish spring calving Holstein-Friesian dairy cows.
Livest. Sci. 123 (1):44-54.

Bertalanffy, L.v. (1951):
Theoretische Biologie, II.Bd.,
A. Francke AG Verlag, Bern

Bicalho, R.C., Galvao, K.N., Cheong, S.H., Gilbert, R.O., Warnick, L.D. und Guard, C.L., (2007):
Effect of stillbirths on dam survival and reproduction performance in Holstein dairy cows.
J. Dairy Sci. 90 (6):2797-2803.

Bland, J.M. und Altman, D.G., (1999):
Measuring agreement in method comparison studies.
Stat. Methods Med. Res. 8 (2):135-160.

Bleul, U., (2011):
Risk factors and rates of perinatal and postnatal mortality in cattle in Switzerland.
Livest. Sci. 135 (2-3):257-264.

Blome, R.M., Drackley, J.K., McKeith, F.K., Hutjens, M.F. und McCoy, G.C., (2003):
Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers containing different amounts of protein.
J. Dairy Sci. 81 (6):1641-1655.

Boersema, S.J., Da Silva, J.C., Mee, J. und Noordhuizen, J. (2010):
Farm health and productivity management of dairy young stock.
Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.

Boligon, A.A., Carvalheiro, R., Ayres, D.R. und Albuquerque, L.G., (2013):
Analysis of genetic correlations of hip height with selection indices and mature weight in Nelore cattle.
J. Appl. Genetics. 54 (1):89-95.

Bortz, J. und Döring, N. (2006):
Forschungsmethoden und Evaluation für Human - und Sozialwissenschaftler.
4.Auflage, Springer Medizin Verlag, Heidelberg

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 Klauentiere, 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.

Brody, S. (1968):
Bioenergetics and growth.
Hafner Publishing Company, INC., New York

Brotherstone, S., Coffey, M.P. und Banos, G., (2007):
Genetic parameters of growth in dairy cattle and associations between growth and health traits.
J. Dairy Sci. 90 (1):444-450.

Bulang, M. und Fischer, B. (2007):
Vergleich einer nach DLG-Norm angelehnten Füttterung (EKA 24 Monate) zu einer gesteigerten Aufzuchtintensität (EKA 22 Monate) im zweiten Lebenshalbjahr auf ausgewählte Merkmale in Aufzucht und erster Laktation bei DH- und (BSxDH)-Rindern., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. 9.Thüringer Nutztierforum Kälber- und Jungrinderaufzucht.

Bushra, O.E.E., Wilcox, C.J., J.M., W. und R.C., L., (1989):
Genetic Effects on Dairy Calf Growth.
J. Dairy Sci. 72:162-166.

Capuco, A.V., Smith, J.J., Waldo, D.R. und Rexroad, C.E., Jr., (1995):
Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers.
J. Dairy Sci. 78 (12):2709-2725.

Carson, A.F., Wylie, A.R.G., McEvoy, J.D.G., McCoy, M. und Dawson, L.E.R., (2000):
The effects of plane of nutrition and diet type on metabolic hormone concentrations, growth and milk production in high genetic merit dairy herd replacements.
Animal Science. 70 (2):349-362.

Chassagne, M., Barnouin, J. und Chacornac, J.P., (1999):
Risk factors for stillbirth in Holstein heifers under field conditions in France: a prospective survey.
Theriogenology. 51 (8):1477-1488.

Chelikani, P.K., Ambrose, J.D. und Kennelly, J.J., (2003):
Effect of dietary energy and protein density on body composition, attainment of puberty, and ovarian follicular dynamics in dairy heifers.
Theriogenology. 60 (4):707-725.

Coffey, M.P., Hickey, J. und Brotherstone, S., (2006):
Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth to maturity.
J. Dairy Sci. 89 (1):322-329.

Cooke, J.S., Cheng, Z., Bourne, N.E. und Wathes, D.C., (2013):
Association between growth rates, age at first calving and subsequent fertility, milk production and survival in Holstein-Friesian heifers.
Open J. Anim. Sci. 3 (1):1-12.

Curran, R.D., Weigel, K.A., Hoffman, P.C., Marshall, J.A., Kuzdas, C.K. und Coblentz, W.K., (2013):
Relationships between age at first calving; herd management criteria; and lifetime milk, fat, and protein production in Holstein cattle.
Professional Animal Scientist. 29 (1):1-9.

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 Klauentiere, Freie Universität Berlin

Dawson, L.E.R. und Carson, A.F., (2004):
Management of the dairy heifer.
Cattle Practice. 12 (3):181-192.

Dematawewa, C.M.B. und Berger, P.J., (1997):
Effect of dystocia on yield, fertility, and cow losses and an economic evaluation of dystocia scores for Holsteins.
J. Dairy Sci. 80 (4):754-761.

Do, C., Wasana, N., Choi, K., Choi, Y., Choi, T., Park, B. und Lee, D., (2013):
The Effect of Age at First Calving and Calving Interval on Productive Life and Lifetime Profit in Korean Holsteins.
Asian Australas. J.Anim. Sci. 26 (11):1511-1517.

Dobos, R.C., Nandra, K.S., Riley, K., Fulkerson, W.J., Lean, I.J. und Kellaway, R.C., (2001):
Effects of age and liveweight at first calving on first lactation milk, protein and fat yield of Friesian heifers.
Aust.J.Exp.Agriculture. 41 (1):13-19.

Döcke, F., (1994):
Spezielle Endokrinologie - Keimdrüsen.
In: Döcke, F. (Hrsg.), Veterinärmedizinische Endokrinologie.
3.Auflage, Gustav Fischer Verlag Jena.

Donovan, A.G., Dohoo, R.I., Montgomery, D.M. und Bennet, F.L., (1998):
Calf and disease factors affecting growth in female Holstein calves in Florida, USA.
Prev.Vet.Med. 33:1 - 10.

Dorsch, K., (2000):
Mit dem Maßband das Gewicht schätzen.
In: Top agrar, T.a. (Hrsg.), Fachbuch „Intensive Färsenaufzucht“.
Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster Hiltrup.

Duplessis, M., Cue, R.I., Santschi, D.E., Lefebvre, D.M. und Lacroix, R., (2015):
Weight, height, and relative-reliability indicators as a management tool for reducing age at first breeding and calving of dairy heifers.
J. Dairy Sci. 98 (3):2063-2073.

Eastham, N., (2012):
Long term effects of age at first calving.
The Journal for Holstein UK and British Friesian Breeders (8):114-115.

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., (1996):
Was bringt die Konditionsbewertung?
Top agrar (5):R14-R18.

Engelhard, T. und Götze, K., (2017):
Erst dünn, dann lahm?
Bauernzt. 58 (11):38-40.

Erb, H.N., Smith, R.D., Oltenacu, P.A., Guard, C.L., Hillman, R.B., Powers, P.A., Smith, M.C. und White, M.E., (1985):
Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield, and culling in Holstein cows.
J. Dairy Sci. 68 (12):3337-3349.

Essmeyer, K. (2006):
Aufklärung der Ursachen einer erhöhten Häufigkeit von Totgeburten in einem Milchviehbetrieb.
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover

Ettema, J.F. und Santos, J.E.P., (2004):
Impact of age at calving on lactation, reproduction, health, and income in first-parity Holsteins on commercial farms.
J. Dairy Sci. 87 (8):2730-2742.

Evans, D.G., (1978):
The interpretation and analysis of subjective body condition scores.
Anim. Prod. 26 (2):119-125.

Evans, R.D., Wallace, M., Garrick, D.J., Dillon, P., Berry, D.P. und Olori, V., (2006):
Effects of calving age, breed fraction and month of calving on calving interval and survival across parities in Irish spring-calving dairy cows.
Livest. Sci. 100 (2-3):216-230.

Ferguson, J.D., Galligan, D.T. und Thomsen, N., (1994):
Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.
J. Dairy Sci. 77 (9):2695-2703.

Fiebig, U., (1991):
Wachstums- und Entwicklungsprozesse beim Kalb.
In: Schmoldt, P. (Hrsg.), Kälber- und Jungrinderaufzucht.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

Fiebig, U. und Bünger, U. (1985):
Der Einfluss von Störungen im frühen Lebensalter auf die zellulären Wachstumsprozesse beim Kalb.
Tierhygiene-Information, Hygienesymposium 30./31.05.1985, Eberswalde-Finow.

Fiebig, U., Bünger, U., Heyer, H., Brade, W., Kaphengst, P., Kleiner, W., Lemke, P., Mehnert, E., Motsch, T., J., P. und Schmoldt, P. (1984):
Zelluläres Wachstum beim Rind im Alter von 0-600 d.
Tierhygiene-Information (Sonderheft 43), Eberswalde-Finow.

Fischer, B., (1992):
Untersuchungen zur Bewertung von Färsen zum Zeitpunkt der Erstbesamung.
Arch. Tierz. 35 (3):231-241.

Fischer, B. und Bäthge, T., (2007):
Färsen unter 24 Monaten abkalben lassen?
Elite (6):24-28.

Fischer, B. und Bäthge, T., (2013):
Versorgung von Tränkekälbern - Start mit Schwung.
Agrarmanager (5):50-55.

Fischer, B., Mäurer, H., Engelhard, T. und Haacker, W., (2002):
Zur Futteraufnahme und Energieversorgung von Kühen in der frühen Trockenstehphase.
Veterinarija ir Zootechnika. 19 (41):41-48.

Flade, J.E. (1983):
Entwicklung der Körpermaße beim Shetlandpony., Leipziger Tierzucht-Symposien, IV. Internationales wissenschaftliches Symposium: Züchtung, Ernährung und Wachstum von Pferden, Band II, 623-635.

Froidmont, E., Mayeres, P., Picron, P., Turlot, A., Planchon, V. und Stilmant, D., (2013):
Association between age at first calving, year and season of first calving and milk production in Holstein cows.
Animal. 7 (4):665-672.

Fürll, M., Dabbagh, M. und Jäkel, L., (1999):
Körperkondition und Dislocation abomasi (DA): Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten der Rückenfettdicke sowie weiterer Kriterien bei Rindern.
Dtsch. Tierärztl. Wochenschr. 106 (1):5-9.

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.

Gardner, R.W., Smith, L.W. und Park, R.L., (1988):
Feeding and Management of Dairy Heifers for Optimal Lifetime Productivity.
J. Dairy Sci. 71 (4):996-999.

GfE (2001):
Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchtrinder.
Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE).
DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Ghavi Hossein-Zadeh, N., (2016):
Effect of dystocia on subsequent reproductive performance and functional longevity in Holstein cows.
J. Anim. Physiol.a Anim. Nutr. 100:860-867.

Gill, G.S. und Allaire, F.R., (1976):
Relationship of age at first calving, days open, days dry, and herdlife to a profit function for dairy cattle.
J. Dairy Sci. 59 (6):1131-1139.

Gillwald, I. und Heinz, S., (1980):
Lebendmasseentwicklung - ein bedeutendes Leistungskriterium bei Jungkühen.
Tierzucht. 34 (5):213 214.

Goerigk, D., Steinhöfel, I., Gottschalk, J. und Fürll, M., (2010):
Peripartaler Energie- und Fettstoffwechsel bei Färsen unterschiedlicher Aufzuchtintensität.
Tierärztl. Prax. Großtiere. 38 (6):339-347.

Grant, R.J. und Albright, J.L., (1995):
Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle.
J. Dairy Sci. 73 (9):2791-2803.

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.

Hansen, M., Luhd, M.S., Pedersen, J. und Christensen, L.G., (2004):
Genetic parameters for stillbirth in Danish Holstein cows using a Bayesian threshold model.
J. Dairy Sci. 87 (3):706-716.

Hansson, A., (1954):
Der Einfluss der Aufzuchtintensität auf Wachstum, Fruchtbarkeit, Milchleistung und Langlebigkeit.
Züchtungskunde. 25:200-207.

Harbeck, K.D., Gravert, H.O. und Pabst, K., (1981):
Körpermaße als Indikatoren von Gewichtsveränderungen bei Milchkühen.
Kieler Milchw. Forsch. 33 (3):197-203.

Haworth, G.M., Tranter, W.P., Chuck, J.N., Cheng, Z. und Wathes, D.C., (2008):
Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows.
Vet. Rec. 162 (20):643-647.

Heckel, F. (2009):
Peripartaler Stoffwechsel- und Gesundheitsstatus sowie Fruchtbarkeit bei unterschiedlichen Milchleistungen von Schwarzbunten Kühen.
Dissertation, Medizinische Tierklinik, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Leipzig.

Heinrichs, A.J. (2011):
Futtereffizienz im Jungviehstall.
Innovationsteam Milch Hessen; Vortrag von Heinrichs A. J., 29.11.2011, Hofheim, BY.
http://www.agrinet.de/I-Team/Jungviehfuetterung.pdf, Abgerufen am: 11.10.2013.

Heinrichs, A.J., Erb, H.N., Rogers, G.W., Cooper, J.B. und Jones, C.M., (2007):
Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight.
Prev.Vet.Med. 78 (3/4):333-338.

Heinrichs, A.J. und Hargrove, G.L., (1987):
Standards of weight and height for Holstein heifers.
J. Dairy Sci. 70 (3):653-660.

Heinrichs, A.J., Heinrichs, B.S., Harel, O., Rogers, G.W. und Place, N.T., (2005):
A prospective study of calf factors affecting age, body size, and body condition score at first calving of Holstein dairy heifers.
J. Dairy Sci. 88 (8):2828-2835.

Heinrichs, A.J., Rogers, G.W. und Cooper, J.B., (1992):
Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements.
J. Dairy Sci. 75 (12):3576-3581.

Heiting, N., (2000):
Kälbergesundheit - Haltungs- und Futterkonzepte für Kälber.
Züchtungskunde. 72 (6):450-458.

Hering, A. (1925):
Ein Beitrag zur Kenntnis der Jugendentwicklung des rheinisch-deutschen Kaltblutpferdes. Arb. Dtsch. Ges. f. Züchtungskunde Heft 27, Hannover.

Heuwieser, W., (1991):
Die Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen - Ein praktisches Hilfsmittel für ein erfolgreiches Herdenmanagement - Teil: 1.
Milchpraxis. 29 (3):130-133.

Heuwieser, W. und Bergmann, J., (1996):
Body condition scoring - Kühe nach noten füttern.
Top agrar (3):R8-R11.

Heuwieser, W. und Mansfeld, R., (1992):
Beurteilung der Körperkondition bei Milchkühen - Wie Sie Ihre Herde durch die Beurteilung der Körperkondition besser in den Griff bekommen - Teil: 2.
Milchpraxis. 30 (1):10-14.

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. 75:836 - 845.

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.

Hoffman, P.C. und Plourd, R., (2003):
Heifer Fundamentals. In: Raising Dairy Replacements.
MidWest Plan Service, Iowa, 53-56.

Hoffmann, M., (2016):
Jungviehfütterung- Keine halben Sachen.
dlz primus Rind (9):18-22.

Horvai-Szabo, M., (2003):
Analysis of plasma IGF-I hormone level and its correlation with live weight and age in Holstein-Friesian heifers.
Arch. Tierz. 46 (1):17-24.

Hoy, S. und Reith, S., (2012):
Nach der Abkalbung verlieren die Kühe an Körpermasse - aber wie viel?
Milchpraxis. 50 (4):36-39.

Hulsen, J. und Klein Swormink, B. (2012):
Kuhsignale - Jungtiere, Praxisleitfaden für die Färsenaufzucht.
Roodbont Verlag, Zutphen, Die Niederlande

Huth, F.W., (1968):
Zur Frage des Wachstums beim Rind.
Züchtungskunde. 40:161-176.

Huth, F.W. (1995):
Die Laktation des Rindes.
Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

Huth, F.W. und Smidt, D., (1979):
Gewichtsveränderungen von Kühen während derTrächtigkeit und nach der Abkalbung.
Züchtungskunde. 51 (1):71-84.

Ippendorf, S. (1999):
Zum Einfluss von Erkrankungen bei Kälbern in den ersten drei Lebensmonaten auf die Gewichtsentwicklung bis zum sechsten Lebensmonat.
Dissertation, Tierklinik für Fortpflanzung, Freie Universität Berlin

Janovick, N.A., Boisclair, Y.R. und Drackley, J.K., (2011):
Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows.
J. Dairy Sci. 94 (3):1385-1400.

Janssen, H. (2006):
Untersuchung zum Einfluss unterschiedlicher Fütterungsintensitäten auf das Körperwachstum, die Futteraufnahme, die Körperzusammensetzung sowie den Stoff- und Energieansatz von weiblichen Kälbern und Aufzuchtrindern.
Dissertation, Fakultät für Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen

Kadivar, A., Ahmadi, M.R., Gheisari, H.R. und Nazifi, S., (2012):
Assessment of IGF-I as a factor influencing postpartum reproductive performance and ovarian condition in dairy cattle.
Comp.Clin.Pathol. 21 (5):589-596.

Kamphues, J., Wolf, P., Coenen, M., Eder, K., Iben, C., Kienzle, E., Liesegang, A., Männer, K., Zebelin, Q. und Zentek, J. (2014):
Supplemente zur Tierernährung für Studium und Praxis. - Fachbezeichnungen für Entwicklungs- und Leistungsstadien.
12.Auflage, Verlag M.&H.Schaper, Alfeld

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. (2015):
Reducing age at first breeding, calving possible.
http://feedstuffs.com/story-reducing-age-first-breeding-calving-possible-54-133970,
Abgerufen am: 12.01.2016.

Kertz, A.F., Barton, B.A. und Reutzel, L.F., (1998):
Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle.
J. Dairy Sci. 81 (5):1479-1482.

Khalil, H. (1982):
Genotyp-Umwelt Interaktion bei Wachstum, Futterverwertung und Körpermaßen von Rindern.
Dissertation, Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Technische Universität München.

Kirchgessner, M., Roth, F., Schwarz, F.J. und Stangl, I. (2011):
Tierernährung - Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis.
13. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

Klawuhn, D. (1992):
Vergleich der Rückenfettdicke mit dem über die Gesamtkörperwasserbestimmung ermittelten Körperfettgehalt bei Rindern.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Humboldt Universität Berlin.

Klawuhn, D. und Staufenbiel, R., (1997):
Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind.
Tierärztl. Prax. Großtiere. 25 (2):133-138.

Kleiböhmer, C., Heuwieser, W., Bergmann, J. und Ochsmann, A., (1998):
Untersuchung zur Erlernbarkeit und Genauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung (BCS) beim Rind.
Prakt. Tierarzt. 79 (1):50-61.

Kocak, S., Tekerli, M., Ozbeyaz, C. und Yuceer, B., (2007):
Environmental and genetic effects on birth weight and survival rate in Holstein calves.
Turk J. Vet. Anim. Sci. 31 (4):241-246.

Koenen, E.P.C. und Groen, A.F., (1996):
Genetic analysis of growth patterns of black and white dairy heifers.
J. Dairy Sci. 79 (3):495-501.

Koenen, E.P.C. und Groen, A.F., (1998):
Genetic evaluation of body weight of lactating Holstein heifers using body measurements and conformation traits.
J. Dairy Sci. 81 (6):1709-1713.

Koriath, G., (1969):
Die Entwicklung der Körpermaße bei unterschiedlich aufgezogenen Rinderzwillingen.
Arch. Tierz. 12 (4):319-326.

Koriath, G., (1970):
Körpermasse und tägliche Massezunahmen bei unterschiedlich aufgezogenen Rinderzwillingen.
Arch. Tierz. 13 (1):33-42.

Kratochvilova, M., (2001):
Relationship between growth and milk production in dairy cattle.
Czech J.Anim.Sci. 46 (3):139-144.

Krpalkova, L., Cabrera, V.E., Kvapilik, J., Burdych, J. und Crump, P., (2014b):
Associations between age at first calving, rearing average daily weight gain, herd milk yield and dairy herd production, reproduction, and profitability.
J. Dairy Sci. 97 (10):6573-6582.

Krpalkova, L., Cabrera, V.E., Vacek, M., Stipkova, M., Stadnik, L. und Crump, P., (2014a):
Effect of prepubertal and postpubertal growth and age at first calving on production and reproduction traits during the first 3 lactations in Holstein dairy cattle.
J. Dairy Sci. 97 (5):3017-3027.

Kunz, H.J., (2008):
Neues Stallbaukonzept für die Kälberaufzucht - Holsteiner Kälberstall.
Top agrar (12):R38-R41.

Kunz, H.J., (2013):
Fütterungs- und Tränkesysteme.
In: BFL (Hrsg.), BauBriefe Landwirtschaft 52
Kälber- und Jungviehhaltung - Aufzucht und Mast.
Deutscher Landwirtschaftsverlag, Münster.

Kunz, H.J. und Pabst, W., (2011):
Die Aufzucht In: Weiß, J., Pabst, W., Grenz, S. (Hrsg.), Tierproduktion.
14. Auflage, Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart.

Künzi, N. und Stranzinger, G. (1993):
Allgemeine Tierzucht
Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

Kupsch, J.A. (2005):
Untersuchungen zur ultrasonographischen Messung der Rückenfettdicke und der Rückenfettdickenänderung von Milchkühen während der Trockenstehphase.
Dissertation, Klinik für Klauentiere, 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. 76:3420-3427.

Lachmann, I., Fischer, B., Rischk, U., Morchen, F. und Staufenbiel, R., (1993):
Beurteilung der Aufzuchtqualität von Färsen in Hinblick auf ihre spätere Leistungsfähigkeit als Milchkühe.
Arch. Tierz. 36 (1):13-25.

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. 82:1753-1764.

Le Cozler, Y., Lollivier, V., Lacasse, P. und Disenhaus, C., (2008):
Rearing strategy and optimizing first-calving targets in dairy heifers: a review.
Animal. 2 (9):1393-1404.

Lee, A.J., Boichard, D.A., McAllister, A.J., Lin, C.Y., Nadarajah, K., Batra, T.R., Roy, G.L. und Vesely, J.A., (1992):
Genetics of growth, feed intake, and milk yield in Holstein cattle.
J. Dairy Sci. 75 (11):3145-3154.

Lee, J., Koh, D. und Ong, C.N., (1989):
Statistical evaluation of agreement between two methods for measuring a quantitative variable.
Compute.Biol.Med. 19:61-70.

Lin, C.Y., McAllister, A.J., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. und Winter, K.A., (1986):
Production and reproduction of early and late bred dairy heifers.
J. Dairy Sci. 69 (3):760-768.

Lin, C.Y., McAllister, A.J., Batra, T.R., Lee, A.J., Roy, G.L., Vesely, J.A., Wauthy, J.M. und Winter, K.A., (1988):
Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows.
J. Dairy Sci. 71 (10):2735-2743.

Lins, M., Gruber, L. und Obritzhauser, W., (2003):
Zum Einfluss der Energieversorgung vor der Abkalbung auf Futteraufnahme, Körpermasse und Körperkondition sowie Milchleistung und Stoffwechsel von Milchkühen.
Übers. Tierernährg. 31:75-120.

Little, W. und Kay, R.M., (1979):
The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers.
Anim.Prod. 29:131-142.

Loker, S., Miglior, F., Koeck, A., Neuenschwander, T.F., Bastin, C., Jamrozik, J., Schaeffer, L.R. und Kelton, D., (2012):
Relationship between body condition score and health traits in first-lactation Canadian Holsteins.
J. Dairy Sci. 95 (11):6770-6780.

Lopez de Maturana, E., Ugarte, E. und Gonzalez-Recio, O., (2007):
Impact of calving ease on functional longevity and herd amortization costs in basque holsteins using survival analysis.
J. Dairy Sci. 90 (9):4451-4457.

Losand, B. (2007):
Jungrinderaufzucht bis zur Zuchtreife - intensiv bedeutet kontinuierlich., Vortrag anlässlich des Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminars am 14.11.07 in Dummerstorf.

Losand, B., (2012):
Jungrinderhaltung - Richtig groß werden.
Neue Landw., Sonderheft Lange leistungsstark:8-10.

Losand, B., Czerniawska-Piatkowska, E., Szewczuk, M., Blum, E. und Blaszczyk, P., (2007a):
Auswirkungen der Weidehaltung tragender Jungrinder in einer auf ein Erstkalbealter von 24 Monaten ausgerichteten intensiven Aufzucht auf Körperentwicklung, Abkalbung und Milchleistung.
Arch. Tierz. 50 (5):427-441.

Losand, B., Dunkel, S., Fischer, B., Münch, K. und Steinhöfel, I. (2014):
Ergebnisse eines Mehrländerprojektes mit aktuellen Schlussfolgerungen zu Verfahren der Kälber- und Jungrinderaufzucht.
DGfZ-Schriftenreihe, Heft 65.

Losand, B., Harms, J., Rudolphi, B., Sanftleben, P., Wangler, A., Blum, E. und Flor, J. (2007b):
Ableitung optimaler Aufzuchtstrategien für weibliche Jungrinder hinsichtlich Aufzuchtintensität, Aufzuchtkosten, Fruchtbarkeit und Milchleistung unter den Bedingungen in M-V., Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Forschungsbericht.

Löschner, U. (1994):
Untersuchungen zur visuellen und palpatorischen Schätzung der Rückenfettdicke zur Objektivierung der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen.
Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Löschner, U. und Staufenbiel, R., (1996):
Schätzung der Rückenfettdicke als Methode der Körperkonditionsbeurteilung bei Milchrindern.
Prakt.Tierarzt. 77 (9):816-824.

Maccari, P. (2012):
Effekte unterschiedlicher Aufzuchtkonzepte auf Gewichstentwicklung, Gesundheitsstatus und metabolische Leitparameter von Holstein-Kälbern.
Dissertation, Klinik für Rinder, Tierärztliche Hochschule Hannover

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.

Mahlkow-Nerge, K., (2013):
Jungrinderaufzucht - Wo werden die größten Fehler gemacht?
Rind im Bild (2):12-16.

Mansfeld, R., Hoedemaker, M., Martin, R. und De Kruif, A., (2014):
Jungviehaufzucht und Färsenmanagement.
In: De Kruif, A., Mansfeld, R., Hoedemaker, M. (Hrsg.), Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind.
3.Auflage, Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart.

Mäntysaari, P., Ojala, M. und Mäntysaari, E.A., (2002):
Measures of before and after breeding daily gains of dairy replacement heifers and their relationship with first lactation milk production traits.
Livest. Prod. Sci. 75 (3):313-322.

Mao, W.H., Albrecht, E., Teuscher, F., Yang, Q., Zhao, R.Q. und Wegner, J., (2008):
Growth- and breed-related changes of fetal development in cattle.
Asian-Aust.J.Anim.Sci. 21 (5):640-647.

Margerison, J.K., Robarts, A.D.J. und Reynolds, G.W., (2013):
The effect of increasing the nutrient and amino acid concentration of milk diets on dairy heifer individual feed intake, growth, development, and lactation performance.
J. Dairy Sci. 96 (10):6539-6549.

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.

Mee, J.F., Sanchez-Miguel, C. und Doherty, M., (2014):
Influence of modifiable risk factors on the incidence of stillbirth/perinatal mortality in dairy cattle.
The Veterinary Journal. 199 (1):19-23.

Meikle, A., Kulcsar, M., Chilliard, Y., Febel, H., Delavaud, C., Cavestany, D. und Chilibroste, P., (2004):
Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive parameters of the cow.
Reproduction. 127 (6):727-737.

Metzner, M., Heuwieser, W. und Klee, W., (1993):
Die Beurteilung der Körperkondition (body condition scoring) im Herdenmanagement.
Prakt. Tierarzt. 74 (11):991-998.

Meyer, M.J., Everett, R.W. und Van Amburgh, M.E. (2004):
Reduced Age at First Calving: Effects on Lifetime Production, Longevity, and Profitability.
http://cals.arizona.edu/extension/dairy/conference/proceedings/2004/reduced_age_calving.pdf , Abgerufen am: 16.12.2015.

Michel, A. (1988):
Einfluss von Aufzuchtintensität, Erstkalbealter und Alpung auf Wachstum und Milchleistung von Rindern unterschiedlicher Zuchtrichtung.
Dissertation, Institut für Nutztierwissenschaften ETH Zürich, Technische Hochschule Zürich.

Michel, G., (1986):
Entwicklung der Milchdrüse.
In: Wendt, K., Mielke, H., Fuchs, H.w. (Hrsg.), Euterkrankheiten.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

Micke, G.C., Sullivan, T.M., Magalhaes, R.J.S., Rolls, P.J., Norman, S.T. und Perry, V.E.A., (2010):
Heifer nutrition during early- and mid-pregnancy alters fetal growth trajectory and birth weight.
Anim.Reprod.Sci. 117 (1/2):1-10.

Mlaouhi, A. (2010):
Untersuchungen zum Einfluss der Fütterungsintensität während der Aufzucht auf Milchleistung und physiologische Kennwerte beim Milchrind - eine Zwillingsstudie.
Dissertation, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Humboldt-Universität Berlin

Moussavi, A.H. und Mesgaran, M.D., (2008):
Impact of Age at First Calving on Lactation and Reproduction of First-Parity Iranian Holsteins Dairy Cows.
J.Anim.Vet.Adv. 7 (2):190-195.

Müller, U., Mlaouhi, A., Sharifi, A.R., Staufenbiel, R., Hasselmann, L., Tripmacher, R. und Brockmann, G.A., (2007):
Der Einfluss der Energiekonzentration von Futterrationen in der Jungviehaufzucht auf physiologische Kennwerte und Milchleistung: Eine Zwillingsstudie.
Züchtungskunde. 79 (3):231-242.

Müller, U., Sharifi, A.R., Staufenbiel, R., Hasselmann, L., Tripmacher, R., Wiebe, J. und Brockmann, G.A., (2005):
Rearing diet effects on body condition and milk performance in first lactating dairy cows - a longitudinal study.
Arch. Tierz. 48 (5):417-427.

Münch, T. und Richter, T., (2012):
Abgänge und Abgangsursachen bei Milchkühen in Baden-Württemberg unter dem Blickwinkel des Tierschutzes und der Ökonomie.
Tieraerztl. Umschau. 67 (3):68-74.

Naumann, A. und Fünfarek, J. (2015):
Langlebigkeit und Leistung - Was zeichnet Spitzenbetriebe in Sachsen-Anhalt aus?
40. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt, 25./26.03.2015, Bernburg und Iden.

Nilforooshan, M.A. und Edriss, M.A., (2004):
Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan Province.
J. Dairy Sci. 87 (7):2130-2135.

Ott, A., (1940):
Die Entwicklung des schwarzbunten Niederungsrindes von der Geburt bis zum 5.Lebensjahr und variationsstatistische Untersuchungen einer Population solcher Rinder von der Geburt bis zum 3. Lebensjahr.
Z. f. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. 45 (3):259-308.

Otto, K.L., Ferguson, J.D., Fox, D.G. und Sniffen, C.J., (1991):
Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows.
J. Dairy Sci. 74 (3):852-859.

Ozkaya, S. und Toker, M.T., (2012):
Effect of amount of milk fed, weaning age and starter protein level on growth performance in Holstein calves.
Arch. Tierz. 55 (3):234-244.

Panicke, L., (1991):
Wachstumsverlauf der Färse und Produktionsleistung der Milchkuh.
Mh. Vet. Med. 46 (18):635-639.

Panicke, L., Biemann, J. und Kadow, U., (1988):
Aufzuchtqualität der Färse und Produktionsleistung der Kuh.
Tierzucht. 42 (4):148-149.

Parish, J.A., Bourg, B.M., Marks, M.L., Simmons, N.B. und Smith, T., (2012):
Evaluation of different methods of cattle hip height data collection.
Professional Animal Scientist. 28 (3):292-299.

Philipsson, J., (1976):
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. 26:221-229.

Pirlo, G., Miglior, F. und Speroni, M., (2000):
Effect of age at first calving on production traits and on difference between milk yield returns and rearing costs in Italian Holsteins.
J. Dairy Sci. 83 (3):603-608.

Platen, M. und Krocker, M. (1999):
Mit der Kälber- und Jungrinderaufzucht den Erfolg in der Milchproduktion sichern., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, 2. Thüringer Nutztierforum Kälber- und Jungrinderaufzucht.

Platen, M., Krocker, M., Lindemann, E. und Gross, U., (1999):
Einfluß des Erstkalbealters auf Fruchtbarkeit und Leistung bei Milchkühen.
Arch. Tierz. 42 (5):417-429.

Pothmann, H., Erlen, A., Pichler, M., Huber, J.T. und Drillich, M., (2015):
Korrelation und Vergleich der Wiederholbarkeit von Body Condition Scoring und Rückenfettdicken-Messung unterschiedlicher Untersucher bei Milchkühen.
Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr. 128 (7/8):319-325.

Pries, M. (2011):
Empfehlung zur Tränke von jungen Aufzuchtkälbern mit Milchaustauschern
Information des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung.
http://2015.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/futtermittel/Empfehlungen_zur_Traenke_von_jungen_Aufzuchtkaelbern.pdf, Abgerufen am: 14.12.2015.

Pries, M. und Jilg, T., (2013):
Jungviehhaltung und - fütterung.
In: Littmann, E., Hammerl, G., Adam, F. (Hrsg.), Landwirtschaftliche Tierhaltung.
13.Auflage, BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, München.

Prior, R.L. und Laster, D.B., (1979):
Development of the bovine fetus.
J. Anim. Sci. 48 (6):1546-1553.

Pryce, J.E., Coffey, M.P. und Simm, G., (2001):
The relationship between body condition score and reproductive performance.
J. Dairy Sci. 84 (6):1508-1515.

Pusch, G. und Attinger, H. (1923):
Die Beurteilung des Rindes.
Paul Parey Verlag, Berlin

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.

Randall, L.V., Green, M.J., Chagunda, M.G.G., Mason, C., Archer, S.C., Green, L.E. und Huxley, J.N., (2015):
Low body condition predisposes cattle to lameness: An 8-year study of one dairy herd.
J. Dairy Sci. 98 (6):3766-3777.

Raschke, K. (2007):
Erstellung eines Schemas zur Beurteilung der Körperkondition von Kälbern der Rassen Deutsches Fleckvieh und Holstein Friesian.
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München.

Reinhold, N. (2013):
Altersabhängige Modellierung des Entwicklungsverlaufes ausgewählter Wachstumsmerkmale weiblicher Jungrinder und deren Zusammenhang zum Pubertätseintritt.
Dissertation, Naturwissenschaftliche Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Reiter, W., Seebacher, M. und Tiefenthaller, F. (2014):
Kalbinnenaufzucht- Richtige Fütterung von weiblichen Jungrindern.
Beratungsstelle Rinderproduktion OÖ, Landwirtschaftskammer Oberösterreich.

Rieckhoff, T. (1993):
Aussage der Gesamtkörperwasserbestimmung und der Rückenfettdickenmessung zum Körperfettgehalt der Milchkuh.
Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät, Humboldt-Universität Berlin.

Rincker, L.E.D., VandeHaar, M.J., Wolf, C.A., Liesman, J.S., Chapin, L.T. und Nielsen, M.S.W., (2011):
Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics.
J. Dairy Sci. 94 (7):3554-3567.

Robelin, J., (1986):
Growth of adipose tissues in cattle; partitioning between depots, chemical composition and cellularity. A review.
Livest. Prod. Science. 14 (4):349-364.

Robelin, J. und Chilliard, Y., (1989):
Short-term and long-term effects of early nutritional deprivation on adipose tissue growth and metabolism in calves.
J. Dairy Sci. 72 (2):505-513.

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.

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

Römer, A., (2012):
Erstkalbealter und Lebenseffektivität- Junge Mütter im Vorteil?
Neue Landw., Sonderheft Lange leistungsstark:12-13.

Römer, A., Rudolphi, B. und Harms, J., (2016):
Schwerpunkte für eine längere Nutzungsdauer bei Milchkühen.
Prakt. Tierarzt. 97 (1):64-69.

Rossow, N., Staufenbiel, B., Staufenbiel, R. und Bauer, J., (1989):
Stoffwechselüberwachung bei Milchkühen durch Bewertung und Korrektur des Körperfettansatzes.
Mh. Vet.-Med. 44 (17):590-594.

Rudolphi, B. (2004):
Normwerte für die Gewichtsentwicklung weiblicher Kälber und Jungrinder.
http://portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=91, Abgerufen am: 04.08.2012.

Rudolphi, B., (2009):
Körpermasse und Kreuzhöhe von Jungkühen post partum- beeinflussen sie die Milchleistung und den Kalbeverlauf?
Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg Vorpommern (41):30-35.

Rudolphi, B. (2012):
Verbesserung der Gesundheit, Nutzungsdauer und Lebensleistung von Milchkühen durch Einbeziehung zusätzlicher funktionaler Merkmale in die Selektion. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Forschungsbericht.

Sakaguchi, M., Suzuki, T., Sasamoto, Y., Takahashi, Y., Nishiura, A. und Aoki, M., (2005):
Effects of first breeding age on the production and reproduction of Holstein heifers up to the third lactation.
Anim. Sci J. 76 (5):419-426.

Sanftleben, P., (2012):
Kälberhaltung - Die ersten Lebenswochen.
Neue Landw., Sonderheft Lange leistungsstark:4-7.

Santos, J.E.P., DePeters, E.J., Jardon, P.W. und Huber, J.T., (2001):
Effect of prepartum dietary protein level on performance of primigravid and multiparous Holstein dairy cows.
J. Dairy Sci. 84 (1):213-224.

Schmidt, H.P. und Franz, H., (1989):
Körpermasseentwicklung und Futteraufnahme von Kälbern und Jungrindern im ersten Lebenshalbjahr bei intensiver Aufzucht.
Tierzucht. 43:502-504.

Schmidt, J. und von Patow, C., (1938):
Studien über die Entwicklung der weiblichen Nachzucht der schwarzbunten Rinderherde des Versuchs- und Forschungsgutes Koppehof der Universität Berlin.
Z. f. Tierzüchtg. u. Züchtgsbiol. 41 (1):5-27.

Schönmuth, G. und Seeland, G., (1994):
Wachstum und Fleisch.
In: Kräußlich, H. (Hrsg.), Tierzüchtungslehre.
4. Auflage, Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart.

Schorm, G. (1983):
Analyse der phänotypischen Entwicklung des Warmblutpferdes von der Geburt bis zum dreijährigen Pferd und Einflüsse von genetischen sowie umweltbedingten Faktoren.
Dissertation, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Karl-Marx-Universität Leipzig.

Schröder, B. (2003):
Beurteilung der Aufzuchtqualität von Färsen mit Hilfe bildelektronischer Datenauswertung und ultrasonographischer Rückenfettdickenmessung.
Dissertation, Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin.

Schröder, U. und Staufenbiel, R., (2003):
Konditionsbeurteilung per Ultraschall in der Herdenbetreuung - Teil 3: Berechnung von Referenzwerten.
Tierärztl. Prax. Großtiere. 31 (6):300-305.

Schröder, U.J. und Staufenbiel, R., (2006):
Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness.
J. Dairy Sci. 89 (1):1-14.

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. Hochschule Neubrandenburg

Schuldt, A. und Dinse, R. (2013):
Fruchtbarkeit und Abgänge von Färsen und Jungkühen - welche Rolle spielt die Kondition in der Aufzucht?
Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar, 20.11.2013.

Schuldt, A. und Dinse, R., (2015):
Konditionsbewertung als Maßstab für die Intensität der Jungrinderaufzucht, 14./15.04.2015, Forum für angewandte Forschung in der Rinder- Schweinefütterung, Fulda.

Schuster, H., Fischer, B. und Losand, B., (2008):
Produktionsziele in der Jungrinderaufzucht.
In: DLG (Hrsg.), Jungrinderaufzucht. Grundstein erfolgreicher Milcherzeugung.
Arbeiten der DLG Band 203. DLG-Verlags GmbH, Frankfurt am Main.

Schwark, H.J., Fahr, R.D. und Schmidt, K., (1986):
Untersuchungen zum Zusammenhang von Wachstums- und Milchleistung im Verlauf von 3 Laktationen.
Tierzucht. 40 (1):37-39.

Scibilia, L.S., Muller, L.D., Kensinger, R.S., Sweeney, T.F. und Shellenberger, P.R., (1987):
Effect of environmental temperature and dietary fat on growth and physiological responses of newborn calves.
J. Dairy Sci. 70 (7):1426-1433.

Sejrsen, K., Foldager, J., Purup, S. und Vestergaard, M., (2000):
High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential.
Domest. Animal Endocrinol. 19 (2):93-104.

Sejrsen, K., Huber, J.T. und Tucker, H.A., (1983):
Influence of amount fed on hormone concentrations and their relationship to mammary growth in heifers.
J. Dairy Sci. 66 (4):845-855.

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.

Sendig, S. (1980):
Untersuchungen zum Wachstumsverlauf und zur Körperentwicklung weiblicher Jungrinder verschiedener genotypischer Konstruktionen unter den natürlichen Bedingungen des Thüringer Waldes.,
Dissertation, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Karl-Marx-Universität Leipzig.

Shamay, A., Werner, D., Moallem, U., Barash, H. und Bruckental, I., (2005):
Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers.
J. Dairy Sci. 88 (4):1460-1469.

Sherwin, V.E., Hudson, C.D., Henderson, A. und Green, M.J., (2016):
The association between age at first calving and survival of first lactation heifers within dairy herds.
Animal. 10 (11):1877-1882.

Sieber, M., Freeman, A.E. und Kelley, D.H., (1988):
Relationships between body measurements, body weight, and productivity in Holstein dairy cows.
J. Dairy Sci. 71 (12):3437-3445.

Silva, L.F.P., VandeHaar, M.J., Whitlock, B.K., Radcliff, R.P. und Tucker, H.A., (2002):
Relationship between body growth and mammary development in dairy heifers.
J. Dairy Sci. 85 (10):2600-2602.

Simerl, N.A., Wilcox, C.J., Thatcher, W.W. und Martin, F.G., (1991):
Prepartum and peripartum reproductive performance of dairy heifers freshening at young ages.
J. Dairy Sci. 74 (5):1724-1729.

Soberon, F. und Amburgh, M.E.v., (2013):
The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: a meta-analysis of current data.
J. Anim. Sci. 91 (2):706-712.

Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W. und Van Amburgh, M.E., (2012):
Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves.
J. Dairy Sci. 95 (2):783-793.

Sorge, U. (2005):
Untersuchungen zum Einfluss einer variierten Vorbereitungsdauer auf das Auftreten von Schwergeburten und der perinatalen Mortalität bei Kälbern primiparer Rinder.
Dissertation, Klinik für Klauentiere, Freie Universität Berlin.

Stamer, E., Hafez, S., Junge, W. und Kalm, E., (2004):
Genetische Parameter für das Geburts- und Absetzgewicht von schwarzbunten weiblichen Kälbern.
Züchtungskunde. 76 (3):188-195.

Stassen, E.N., Noordhuizen, J.P., Goelema, J.O., Perez, E., van Wuijckhusie-Sjouke, L.A. und Wertenbroek, C.J., (1991):
Age and weight at first calving and subsequent performance in Dutch dairy cattle from rearing farms.
Vet. Quart. 13 (3):180-184.

Staufenbiel, R., (1988):
Fütterungsbedingte Störungen der Aufzucht- und Mastleistung beim Rind.
In: Rossow, N., Horvath, Z. (Hrsg.), Innere Krankheiten der Haustiere, Band II: Funktionelle Störungen.
Gustav Fischer Verlag, Jena.

Staufenbiel, R., (1992):
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 sonographischen Rückenfettdickenmessung.
Prakt. Tierarzt, coll.vet.XXVII:87-92.

Staufenbiel, R. (1999):
Die Stoffwechselüberwachung der Milchkuhherde als Mittel zur Stabilisierung von Leistung und Gesundheit.
3. Symposium - Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen.
Tagungsbericht, Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, 13.1.1999, Neuruppin.

Staufenbiel, R. (2014):
Anwendung der Körperkonditionsbeurteilung in der Färsenaufzucht als Mittel zur Sicherung einer guten Färsenqualität. 7. Leipziger Tierärztekongress, 16.01.- 19.01.2014, LBH: Tagungsband 1.

Staufenbiel, R., Gelfert, C.-C., Hof, K., Westphal, A. und Daetz, C. (2007):
Einfluss verschiedener Varianten der Trockensteher- und Transitkuhfütterung auf die Tiergesundheit und die Leistung.
10. Symposium - Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen.
Tagungsbericht, Dr. Pieper Technologie- und Produktentwicklung GmbH, 25.10.2007, Neuruppin.

Staufenbiel, R. und Rossow, N., (1987):
Zur Färsenaufzucht und Rindermast aus Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels.
Berichte Humboldt-Univ. Berlin. 7 (11):22-26.

Staufenbiel, R., Rossow, N., Staufenbiel , B. und Bauer, J., (1990):
Untersuchungsgrößen des Energie- und Fettstoffwechsels beim Rind., Symposiumbericht Energie- und Fettstoffwechsel der Milchkuh.
Humboldt Universität Berlin, Vet.-med. Fakultät, 23./24.10.1990.

Staufenbiel, R. und Schröder, U., (2004):
Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettdicke - Teil 1: Methodische Grundlagen.
Veterinärspiegel. 2:149-155.

Staufenbiel , R. und Schröder, U., (2005):
Körperkonditionsbeurteilung mittels Ultraschallmessung - Teil 5: Informationsgewinn über die Kalkulation der Rückenfettdickenänderung.
Veterinärspiegel (1):31-35.

Staufenbiel , R., Sorge, U., Trimpe, D., Geiger, H. und Brakmann, K. (2006):
Einfluss der Dauer der antepartalen Transitfütterung auf den Geburtsverlauf und die Totgeburtenrate von Erstkalbinnen und deren Leistung und Gesundheit in der ersten Laktation.
Tagungsbericht, 6. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, 5.- 7.10. 2006.

Staufenbiel, R., Staufenbiel , B., Rossow, N. und Klukas, H., (1991):
Fettstoffwechsel und Fruchtbarkeit bei der Milchkuh.
Prakt. Tierarzt, coll.vet. XXII:18-25.

Staufenbiel, R., Staufenbiel, B., Rossow, N. und Wiedemann, F., (1993):
Energie und Fettstoffwechsel des Rindes - Vergleich der Aussage der Rückenfettdicke und anderen Untersuchungsgrößen.
Mh. Vet. Med. 48:167-174.

Steinhöfel, I. (2008):
Jungrinderwachstum - Ergebnisse eines Verbundprojektes
Anwenderseminar, 08.12.2008, Köllitsch.
http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/Steinhoefel_081208.pdf,
Abgerufen am: 11.5.2013.

Steinhöfel, I., (2014):
Vitale Kälber, schlanke Färsen.
Bauernzt., Sonderheft Dez. 2014. 51/52:4-7.

Steinhöfel, I. und Diener, K. (2015):
Optimierung des Wachstumsverlaufes in der Kälber- und Jungrinderaufzucht zur Verbesserung von Gesundheit, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer in der Milchrindhaltung.
Schriftenreihe des LfULG, Heft 20/2015. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

Steinhöfel, I., Kunz, H.J., Schuldt, A., Hoffanns, C., Timmreck, H. und Vogel, M. (2013):
Vorträge Köllitscher Fachgespräch - Kälbertränke ad libitum - das Erfolgsrezept für intensives Wachstum?, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/31488.htm, Abgerufen am: 26.04.14.

Steinhöfel, I. und Pache, S., (2013):
Herdenmanagement in der Kälber- und Jungrinderaufzucht.
In: BFL (Hrsg.), BauBriefe Landwirtschaft 52
Kälber- und Jungviehhaltung - Aufzucht und Mast.
Deutscher Landwirtschaftsverlag, Münster.

Steinhöfel, I. und Steinhöfel, O., (2006):
Auf die ersten Lebenstage kommt es an.
Neue Landw., Sonderheft Fruchtbarkeit im Fokus:2-5.

Strapak, P., Juhas, P. und Bujko, J., (2013):
The influence of health status in calves with subsequent growth of heifers and milk production in dairy cows.
J. Cent. Eur. Agr. 14 (3):347-356.

Taylor, V.J., Cheng, Z., Pushpakumara, P.G.A., Beever, D.E. und Wathes, D.C., (2004):
Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield.
Vet. Rec. 155 (19):583-588.

Teke, B. und Murat, H., (2013):
Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk yield and lifetime in Turkish Holsteins of the Mediterranean Region in Turkey.
Bulg. J. Agric. Sci. 19 (5):1126-1129.

Terre, M., Tejero, C. und Bach, A., (2009):
Long-term effects on heifer performance of an enhanced-growth feeding programme applied during the preweaning period.
Journal of Dairy Research. 76 (3):331-339.

Thompson, J.R., Pollak, E.J. und Pelissier, C.L., (1983):
Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproduction, and age at first calving.
J. Dairy Sci. 66 (5):1119-1127.

Thorup, V.M., Edwards, D. und Friggens, N.C., (2012):
On-farm estimation of energy balance in dairy cows using only frequent body weight measurements and body condition score.
J. Dairy Sci. 95 (4):1784-1793.

Toshniwal, J.K., Dechow, C.D., Cassell, B.G., Appuhamy, J.A.D.R.N. und Varga, G.A., (2008):
Heritability of electronically recorded daily body weight and correlations with yield, dry matter intake, and body condition score.
J. Dairy Sci. 91 (8):3201-3210.

Trilk, J. und Münch, K., (2008):
Zusammenhänge zwischen Kälbergesundheit, Wachstumsverlauf und späteren Leistungen bei Milchrindern.
Züchtungskunde. 80 (6):461-472.

Trilk, J. und Münch, K. (2009):
Stall- im Vergleich zu Freiland- und Weidehaltung von Jungrindern als Einflussfaktor auf Leistung und Gesundheit in der Aufzucht und späteren Laktation.
Schriftenreihe des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Abteilung Landwirtschaft und Gartenbau, Reihe Landwirtschaft, Band 10, Heft 8.

Trilk, J. und Münch, K. (2010):
Untersuchungen zum Einfluss der Tiergesundheit und des Aufzuchtverhaltens von Kälbern auf die spätere Leistungsfähigkeit der Milchkuh.
Schriftenreihe des Landesamtes für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Abteilung Landwirtschaft und Gartenbau, Reihe Landwirtschaft, Band 11, Heft 9.

Trilk, J. und Münch, K., (2011):
Je schwerer, desto mehr Milch.
Elite (4):26-28.

Ugur, F., (2005):
Relationships between body measurement of dairy calves at six month of ages and age at first calving and milk production.
J. Centr. Europ. Agric. 6 (2):191-193.

Utz, J., (1998):
Exterieurbeurteilung bei einzelnen Nutztierspezies - Rind.
In: Brem, G. (Hrsg.), Exterieurbeurteilung landwirtschaftlicher Nutztiere.
Eugen Ulmer Verlag GmbH &Co., Stuttgart (Hohenheim).

Uzmay, C., Kaya, I. und Ayyilmaz, T., (2010):
Analysis of Risk Factors for Dystocia in a Turkish Holstein Herd.
J. Anim.Vet.Adv. 9 (20):2571-2577.

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):527-638.

Van Amburgh, M.E. und Tikofsky, J., (2001):
The Advantages of "accelerated growth" in heifer rearing.
Adv.DairyTech. 13:79-82.

Veauthier, G., (2000):
Fütterung vom Absetzen bis zur Belegung.
In: Top agrar (Hrsg.), Fachbuch „Intensive Färsenaufzucht“.
Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup.

Virtala, A.M.K., Mechor, G.D., Grohn, Y.T. und Erb, H.N., (1996):
The effect of calfhood diseases on growth of female dairy calves during the first 3 months of life in New York State.
J. Dairy Sci. 79 (6):1040-1049.

Volkmann, N. (2014):
Meta-Analyse zur Berechnung des Zusammenhangs von Aufzuchtintensität und Funktionalität sowie Lebenseffektivität von Milchkühen., Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Forschungsbericht.

Vukasinovic, N., Moll, J. und Casanova, L., (2001):
Implementation of a routine genetic evaluation for longevity based on survival analysis techniques in dairy cattle populations in Switzerland.
J. Dairy Sci. 84 (9):2073-2080.

Waldo, D.R., Capuco, A.V. und Rexroad, C.E., Jr., (1998):
Milk production of Holstein heifers fed either alfalfa or corn silage diets at two rates of daily gain.
J. Dairy Sci. 81 (3):756-764.

Wangler, A. (2010):
Milchkuhfütterung und Tiergesundheit - Was kostet uns eine geringe Lebensleistung?
http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschfaft/download/Wangler_Futtertag_2010.pdf
, Abgerufen am: 05.06.14.

Wangler, A., Blum, E., Böttcher, I. 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 Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in Mecklenburg-Vorpommern.

Warzecha, H., Gräfe, E. und Sauerteig, B. (2003):
Untersuchungen zur optimalen Gestaltung der Jungrinderaufzucht in den verschiedenen Territorien Thüringens., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Forschungsbericht.

Wathes, D.C., Brickell, J.S., Bourne, N.E., Swali, A. und Cheng, Z., (2008):
Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms.
Animal. 2 (8):1135-1143.

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. Animal Endocrinol. 33 (2):203-225.

Wathes, D.C., Pollott, G.E., Johnson, K.F., Richardson, H. und Cooke, J.S., (2014):
Heifer fertility and carry over consequences for life time production in dairy and beef cattle.
Animal. 8:91-104.

Wickersham, E.W. und Schultz, L.H., (1963):
Influence of age at first breeding on growth, reproduction, and production of well-fed Holstein heifers.
J. Dairy Sci. 46 (6):544-549.

Wiedemann, F. (1989):
Untersuchungen zur Rückenfettdicke und dem über das Gesamtkörperwasser bestimmten Körperfettgehalt bei weiblichen Jungrindern und Jungkühen.
Dissertation, Agrarwissenschaftliche Fakultät, Humboldt Universität Berlin.

Wildman, E.E., Jones, G.M., Wagner, P.E., Boman, R.L., Troutt, H.F., Jr. und Lesch, T.N., (1982):
A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics.
J. Dairy Sci. 65 (3):495-501.

Wolf, P., Zirpins, L., Miesorski, M. und Deininger, A. (2016):
Aktuelles zur ad libitum-Tränke bei Kälbern in den ersten Lebenstagen.
Vortrag anlässlich des bpt-Kongresses, 19.11.2016, Hannover,
Kongressband Rind: 167-172.

Zanton, G.I. und Heinrichs, A.J., (2005):
Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production.
J. Dairy Sci. 88 (11):3860-3867.

Zavadilova, L. und Stipkova, M., (2013):
Effect of age at first calving on longevity and fertility traits for Holstein cattle.
Czech J. Anim. Sci. 58 (2):47-57.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Körperproteinansatz (nach Hoffman und Plourd, 2003) 4

Abb. 2: Körperfettansatz (nach Hoffman und Plourd, 2003) 4

Abb. 3: Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit der Zeit bei Holstein-Friesian Färsen (modifiziert nach Boersema et al., 2010) 15

Abb. 4: Rückenfettdicke von Färsen vor der Kalbung (in mm) in Beziehung zur Totgeburtenrate (nach Steinhöfel, 2008) 28

Abb. 5: Zusammenhang zwischen dem Erstkalbealter und der Zwischenkalbezeit in den ersten drei Laktationsperioden (Eastham, N.,2012; zit. bei Wathes et al. 2014) 40

Abb. 6: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 1 50

Abb. 7: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 2 51

Abb. 8: Anteil aufgezogener Färsen in Prozent in den monatlichen EKA-Klassen im Untersuchungsbetrieb 2 51

Abb. 9: Ultraschallbild der Rückenfettdicke bei einer Färse mit einem RFD-Messwert von 1,4 cm 56

Abb. 10: Betrachtete Merkmale für die Konditionsbewertung bei Färsen in unterschiedlichen Entwicklungsphasen 58

Abb. 11: Untersuchungsablauf bei zeitlich getrennt ermittelten RFD-Schätzwerten und RFD-Messwerten (A) und bei direkter zeitlicher Aufeinanderfolge von Schätzung und Messung der Rückenfettdicke am Tier (abhängige Schätzwerte) (B). 59

Abb. 12: Verlauf der Rückenfettdicke in Abhängigkeit vom Alter 66

Abb. 13: Verlauf der Rückenfettdicke in der Trächtigkeit 67

Abb. 14: Verlauf der Lebendmasse in Abhängigkeit vom Alter 68

Abb. 15: Verlauf der Lebendmasse in der Trächtigkeit 69

Abb. 16: Verlauf der Kreuzbeinhöhe in Abhängigkeit vom Alter 70

Abb. 17: Verlauf der Kreuzbeinhöhe in der Trächtigkeit 71

Abb. 18: Verlauf der Lebendmasse der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben (Angabe der statistischen Parameter der Wachstumskurven Tab. 67, Anhang) 72

Abb. 19: Altersabhängiger Verlauf der Rückenfettdicke (Medianwerte) (Angabe der Stichprobenkennwerte der RFD Tab. 72 bis 74, Anhang) 73

Abb. 20: Altersabhängiger Verlauf der Kreuzbeinhöhe (Medianwerte) (Angabe der Stichprobenkennwerte der KBH Tab. 75 bis 77, Anhang) 74

Abb. 21: Boxplotdarstellung der Rückenfettdicke der Färsen in den drei Betrieben 77

Abb. 22: Boxplotdarstellung der Kreuzbeinhöhe der Färsen in den drei Betrieben 78

Abb. 23: Boxplotdarstellung der Lebendmasse der Färsen in den drei Betrieben 79

Abb. 24: Lebendmasseverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang) 83

Abb. 25: Rückenfettdickenverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang) 83

Abb. 26: Kreuzbeinhöhenverlauf (Medianwerte) der tragenden Färsen in den Betrieben 1 und 3 (Angabe der Stichprobenkennwerte, Tab. 78, 79, Anhang) 84

Abb. 27: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt erhobenen Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 1 im Altersverlauf 95

Abb. 28: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt erhobenen Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 2 im Altersverlauf 95

Abb. 29: Mittlere Differenz zwischen den abhängig ermittelten Schätzwerten und Messwerten der Rückenfettdicke im Betrieb 3 im Altersverlauf 96

Abb. 30: Mittlere Differenz zwischen den zeitlich getrennt ermittelten Schätzwerten und Messwerten der RFD im Betrieb 3 im Alters- u. Trächtigkeitsabschnitt 96

Abb. 31: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S1 und RFD-Messwerten 98

Abb. 32: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S2 und RFD-Messwerten 98

Abb. 33: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S3 und RFD-Messwerten 99

Abb. 34: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S1 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x 100

Abb. 35: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S2 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x 101

Abb. 36: Zusammenhang zwischen erster und zweiter RFD-Schätzung nach Methode S3 mit Angabe der Winkelhalbierenden y = x 101

Abb. 37: Bland-Altman-Plot für Schätzwert (BU) minus Messwert der Lebendmasse 104

Abb. 38: Histogramm für die RFD-Schätzwerte S1 (unabhängige Variable) mit Normalverteilungskurve 177

Abb. 39: Histogramm für die RFD-Messwerte (abhängige Variable) mit Normalverteilungskurve 178

Abb. 40: Histogramm für die RFD-Schätzwerte S2 (unabhängige Variable) mit Normalverteilungskurve 179

Abb. 41: Histogramm für die RFD-Messwerte (abhängige Variable) mit Normalverteilungskurve 180

Abb. 42: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S2 und RFD-Messwerten y = 0,82 x + 2,89, R^2 = 0,5974 181

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Heritabilität (h^2) der Lebendmasse verschiedener Entwicklungsabschnitte 5

Tab. 2: Heritabilitätskoeffizienten von Wachstumsraten 6

Tab. 3: Heritabilitäten (h^2) und Wiederholbarkeit skelettaler Größenparameter 7

Tab. 4: Entwicklung der Lebendmasse in kg und der Widerristhöhe in cm bei Rindern der Rasse Holstein-Friesian 8

Tab. 5: Beurteilung der Körperkondition mittels BCS und RFD (Staufenbiel, 1997) 13

Tab. 6: Mittlere Milchleistungen und Abgangsraten von Jungkühen mit unterschiedlicher Entwicklung als Tränkkalb (nach Steinhöfel und Steinhöfel 2006) 17

Tab. 7: Orientierung für den Wachstumsverlauf von Kälbern der Rasse Holstein-Friesian für die ersten drei Lebensmonate (nach Steinhöfel und Pache, 2013) 17

Tab. 8: Täglicher Protein-, Fett- und Energieansatz zur LM (kg) (nach GfE, 2001) 20

Tab. 9: Einfluss der Aufzuchtintensität auf den Pubertätseintritt bei Holstein-Friesian-Färsen 21

Tab. 10: Entwicklung der Rumpflänge im Verhältnis zur Widerristhöhe (WDH = 100) bei Pferden und Rindern 22

Tab. 11: Anzustrebende Gewichtsentwicklung weiblicher Jungrinder (Deutsche Holstein) in Abhängigkeit vom Erstkalbealter (Rudolphi, 2004) 23

Tab. 12: Referenzbereich für die Körperkondition in der Färsenaufzucht (Staufenbiel, 2014) 23

Tab. 13: Empfehlungen für Alter, Lebendmasse und Körpergröße bei der Erstbesamung 24

Tab. 14: Verfahrensvorschlag zur Fütterung von Jungrindern für ein Erstkalbealter von 24 Monaten (nach Losand, 2007b) 25

Tab. 15: Übersicht zu Empfehlungen für die Aufzuchtintensität (LMZ) von Kälbern und Jungrindern der Rasse Holstein-Friesian für eine hohe Leistungsbereitschaft in der ersten Laktation und im gesamten Herdenleben[1] 26

Tab. 16: Futteraufnahme (kg TM/Tag) von Kühen und Färsen im Zeitraum vor der Geburt (nach Grummer, 2000; zitiert in Spiekers et al. 2009) 27

Tab. 17: Übersicht zu Stoffwechselparametern der Färse im Vergleich zur Kuh im peripartalen Zeitraum der Rasse Holstein-Friesian 30

Tab. 18: Empfehlungen für Lebendmasse, Körpergröße und Körperkondition zur Kalbung.. 31

Tab. 19: Richtwerte für Futterrationen von Färsen in der Hochträchtigkeit 32

Tab. 20: Einfluss der Dauer der Vorbereitungsfütterung auf den Verlauf der Abkalbungen (nach Sorge, 2005) 33

Tab. 21: Einfluss des Erstkalbealters auf die Erstlaktationsleistung (Hoffman und Plourd, 2003)..... 34

Tab. 22: Einfluss der Fütterungsintensität im präpubertalen Abschnitt auf die Milchleistung der ersten Laktation von Rindern der Rasse Holstein-Friesian 37

Tab. 23: Einfluss der Fütterungsintensität im postpubertalen Abschnitt auf die Milchleistung der ersten Laktation von Rindern der Rasse Holstein Friesian 38

Tab. 24: Einfluss der Aufzuchtintensität während des zweiten Lebenshalbjahres auf die Totgeburtenrate bei Erstkalbinnen der Rasse Holstein-Friesian (Fischer, 2007; Steinhöfel, 2008)..... 42

Tab. 25: Anteil der Jungkuhabgänge an den Gesamtabgängen bei Holstein-Friesian Rindern44

Tab. 26: Mittlere Aufzucht- und Nutzungsdauer von unterschiedlich intensiv aufgezogenen Holstein-Friesian Färsen in Bezug zur Leistung der Tiere (Steinhöfel, 2014) 46

Tab. 27: Empfohlenes EKA für Rinder der Rasse Holstein-Friesian für eine hohe Leistungsbereitschaft anhand Auswertungen zur Erstlaktation [1] und zur Lebensleistung [2] .. 48

Tab. 28: Erstbesamungsalter und durchschnittliche Erstbesamungsmasse der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben 49

Tab. 29: Ausgewählte Kennzahlen der Untersuchungsbetriebe zum Untersuchungszeitpunkt50

Tab. 30: Angaben zum Futtermitteleinsatz (Rationskomponenten)..... 52

Tab. 31: Anzahl der Beobachtungen für die Parameter Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe in den Untersuchungsbetrieben 54

Tab. 32: Messgeräte 55

Tab. 33: Lage- und Streuungsmaße der Rückenfettdicke in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1870) 64

Tab. 34: Lage- und Streuungsmaße der Lebendmasse in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1770) 65

Tab. 35: Lage- und Streuungsmaße der Kreuzbeinhöhe in den Alters- und Trächtigkeitsgruppen (n = 1774) 65

Tab. 36: Lebendmasse, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe der Aufzuchtfärsen in den drei Untersuchungsbetrieben im Alter von 6 , 12 und 18 Lebensmonaten 75

Tab. 37: Alter, Rückenfettdicke und Kreuzbeinhöhe der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben bei Erreichen einer Lebendmasse im Bereich von 400 kg 76

Tab. 38: Wachstumsparameter und Körperkondition der 1 bis 4 Monate tragenden Färsen im den drei Untersuchungsbetrieben 80

Tab. 39: Wachstumsparameter und Körperkondition der 5 bis 7 Monate tragenden Färsen im Betrieb 1 und Betrieb 3 82

Tab. 40: Wachstumsparameter und Körperkondition der 8 bis 9 Monate tragenden Färsen im Betrieb 1 und Betrieb 3 82

Tab. 41: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 1 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode S1 und S2 85

Tab. 42: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) in Betrieb 1 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 86

Tab. 43: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 1 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 86

Tab. 44: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 2 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 2 und 3 87

Tab. 45: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 88

Tab. 46: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 88

Tab. 47: Rückenfettdickenmittelwerte und Schätzwerte nach Methode 1, 2 und 3 im Betrieb 3 im Aufzuchtabschnitt von 12 bis 16 Monaten und bei hochtragenden Färsen 89

Tab. 48: Beziehungen der RFD-Messwerte zu den RFD-Schätzwerten nach Methode 1, 2 und 3 im Betrieb 3 89

Tab. 49: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) im Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 90

Tab. 50: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 90

Tab. 51: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 90

Tab. 52: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 3 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 1 und 2 91

Tab. 53: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 1 und Messwert (S1 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 92

Tab. 54: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 3 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 92

Tab. 55: Rückenfettdickenmittelwerte von Aufzuchtfärsen im Betrieb 2 und Beziehungen des Ultraschallmaßes der Rückenfettdicke zu den Schätzwerten nach Methode 2 und 3 93

Tab. 56: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 2 und Messwert (S2 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 94

Tab. 57: Mittlere Differenz zwischen Rückenfettdicke-Schätzwert nach Methode 3 und Messwert (S3 - RFD) in Betrieb 2 in Abhängigkeit vom Alter / Trächtigkeitsdauer 94

Tab. 58: Beziehung zwischen Schätzwerten und dem Ultraschallmaß der Rückenfettdicke .. 97

Tab. 59: Gruppenmittelwerte und mittlere Differenz aus erster und zweiter Schätzung der RFD nach Methode S1, S2 und S3 102

Tab. 60: Vergleich der absoluten und relativen Häufigkeiten der Differenzen bei wiederholt durchgeführter Beurteilung nach Methode S1, S2 und S3 102

Tab. 61: Beziehung der Schätzwerte (SW I - SW II) bei zweimalig durchgeführter Beurteilung der Körperkondition desselben Tieres nach Methode S1, S2 und S3 103

Tab. 62: Ergebnisse der Bland-Altman-Analyse zum Vergleich der LM-Schätzung anhand der Messung des Brustumfanges gegenüber der direkten Gewichtserfassung über Wägung 104

Tab. 63: Lebendmassezunahmen (g/d) der Färsen in den drei Untersuchungsbetrieben 109

Tab. 64: Referenzbereiche für die Rückenfettdicke in der Aufzucht nach Staufenbiel (2014) 111

Tab. 65: Einschätzungen zur optimalen Entwicklung der Rückenfettdicke in der Aufzuchtnach Baumgärtel (2014) 111

Tab. 66: Einfluss der Kondition auf die Schätzgenauigkeit nach Methode S1 und S2..... 118

Tab. 67: statistische Parameter der Wachstumskurven 169

Tab. 68: Vergleich der approximierten Werte (geschätzt) und der Medianwerte (beobachtet) der Lebendmasse 169

Tab. 69: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 1 170

Tab. 70: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 2 171

Tab. 71: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 3 171

Tab. 72: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 1 172

Tab. 73: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 2 172

Tab. 74: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 3 173

Tab. 75: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 1 173

Tab. 76: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 2 174

Tab. 77: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 3 174

Tab. 78: Stichprobenkennwerte der Wachstumsparameter und der Rückenfettdicke der tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 (n = 798) 175

Tab. 79: Stichprobenkennwerte der Wachstumsparameter und der Rückenfettdicke der tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 3 (n = 166). 176

Tab. 80: statistische Maßzahlen für die RFD-Schätzwerte S1 177

Tab. 81: statistische Maßzahlen für die RFD-Messwerte 178

Tab. 82: statistische Maßzahlen für die RFD-Schätzwerte S2 179

Tab. 83: statistische Maßzahlen für die RFD-Messwerte 180

Anhang

Untersuchung zum Wachstumsverlauf

Vergleich der Betriebe

Ergebnisse der nichtlinearen Regressionsanalyse für das LM-Wachstum (Tab. 67, 68)

Tab. 67: statistische Parameter der Wachstumskurven

Betrieb	N	Kurvengleichung	R^2
gesamt	1822	W= ((2,404/0,262)-((2,404/0,262)-50,021^(1/3))*exp((-1/3)*0,262*x))^3	0,90
Betrieb 1	1209	W= ((2,498/0,274)-((2,498/0,274)-52,636^(1/3))*exp((-1/3)*0,274*x))^3	0,89
Betrieb 2	215	W= ((1,565/0,158)-((1,565/0,158)-95,524^(1/3))*exp((-1/3)*0,158*x))^3	0,88
Betrieb 3	398	W= ((1,909/0,203)-((1,909/0,203)-73,909^(1/3))*exp((-1/3)*0,203*x))^3	0,92

Modellformel: W = (a/b) - ((a/b) - w0^(1/3)*exp ((-1/3)*b*x))^3; W = Wachstumsgröße, a = Parameter, b = Parameter, w0 = Anfangswert bei x = 0, x = Alter in Monaten

Tab. 68: Vergleich der approximierten Werte (geschätzt) und der Medianwerte (beobachtet) der Lebendmasse

Monat	Betrieb 1		Betrieb 2		Betrieb 3	
	geschätzt	beobachtet	geschätzt	beobachtet	geschätzt	beobachtet
6	217,393268	227	217,77775	204	208,976169	193
7	248,123394	236	240,168395	252	233,888579	238
8	278,58386	263	262,781689	269	258,891895	261
9	308,474813	293	285,506741	280	283,814228	295
10	337,557528	330	308,242796	291	308,506407	310
11	365,647806	369	330,89907	325	332,840792	337
12	392,609051	394	353,394445	347	356,709809	377
13	418,345493	420	375,65706	400	380,024314	400
14	442,795806	440	397,623827	420	402,711904	402
15	465,927263	461	419,239899	430	424,715213	426
16	487,730527	490	440,458112	437	445,990265	438
17	508,215057	512	461,238416	452	466,504891	455
18	527,405138	520	481,547306	479	486,237251	465
19	545,336479	535			505,174463	483
20	562,053349	559			523,311345	508
21	577,606169	571			540,649272	530
22	592,04953	583			557,195151	546
23	605,440565	608			572,960497	585
24	617,83764	625			587,960618	610

Tab. 69: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 1

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	19	227	217 - 234	194	254
7	7	236	221 - 250	206	298
8	7	263	250 - 266	227	308
9	6	293	278 - 293	250	313
10	15	330	324 - 337	283	357
11	11	369	333 - 385	322	420
12	25	394	381 - 407	327	427
13	44	420	404 - 440	345	490
14	47	440	420 - 454	394	490
15	35	461	440 - 487	394	535
16	33	490	475 - 512	427	543
17	29	512	497 - 543	454	575
18	18	520	505 - 559	447	617
19	31	535	522 - 583	475	625
20	29	559	535 - 583	505	643
21	38	571	543 - 600	497	651
22	43	583	555 - 608	505	697
23	45	608	579 - 640	535	697
24	30	625	592 - 651	535	715

Tab. 70: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 2

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	10	204	196 - 227	185	257
7	8	252	247 - 261	233	285
8	14	269	249 - 277	207	286
9	12	280	275 - 288	262	327
10	17	291	266 - 300	247	323
11	10	325	290 - 328	270	339
12	10	347	325 - 375	277	407
13	11	400	394 - 417	388	454
14	10	420	400 - 433	381	454
15	10	430	413 - 475	375	497
16	6	437	420 - 454	413	483
17	6	452	447 - 461	447	475
18	6	479	440 - 483	440	505
19	5	528	497 - 535	454	535

Tab. 71: Stichprobenkennwerte für den Lebendmasseverlauf in kg im Betrieb 3

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	14	193	188 - 218	155	238
7	21	238	221 - 258	159	266
8	20	261	250 - 270	224	285
9	22	295	270 - 310	219	343
10	15	310	298 - 324	265	335
11	8	337	317 - 364	293	395
12	9	377	375 - 391	323	417
13	12	400	377 - 424	330	441
14	14	402	385 - 445	369	472
15	10	426	400 - 446	374	483
16	11	438	427 - 466	386	534
17	10	455	435 - 506	424	535
18	11	465	461 - 483	442	550
19	10	483	470 - 510	433	564
20	24	508	497 - 540	455	600
21	17	530	508 - 552	480	590
22	19	546	520 - 593	504	678
23	9	585	572 - 604	550	666
24	7	610	577 - 619	528	632

Tab. 72: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 1

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	19	8	8 - 8	6	10
7	7	9	8 - 11	7	13
8	7	9	9 - 12	6	13
9	6	13	9 - 13	9	14
10	15	13	11 - 14	9	17
11	11	15	14 - 15	12	17
12	25	14	13 - 16	10	21
13	44	15	14 - 17	10	24
14	47	16	14 - 17	9	20
15	35	18	16 - 19	13	25
16	33	18	17- 20	14	26
17	29	18	16 - 20	14	25
18	18	18	15 - 19	13	27
19	31	17	16 - 20	13	28
20	29	15	14 - 19	8	23
21	38	15	13 - 17	9	26
22	43	15	13 - 18	9	25
23	45	17	13 - 21	7	30
24	30	17	14 - 20	7	24

Tab. 73: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 2

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	10	8	7- 9	7	11
7	8	9	9 - 11	8	14
8	14	10	8 - 11	5	13
9	12	10	8 - 12	8	13
10	17	10	8 - 11	7	14
11	10	10	8 - 11	8	12
12	10	12	10 - 12	8	16
13	11	12	12 - 13	11	15
14	10	13	11 - 14	10	18
15	10	15	13 - 16	11	18
16	6	15	14 - 16	12	18
17	6	15	14 - 17	12	25
18	6	16	13 - 18	12	18
19	5	15	15 - 17	13	20

Tab. 74: Stichprobenkennwerte für den Rückenfettdickenverlauf in mm im Betrieb 3

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	14	8	6 - 10	5	11
7	21	10	9 - 11	4	12
8	20	11	10 - 13	8	14
9	22	12	11- 14	8	18
10	15	15	13 - 16	12	17
11	8	16	13 - 16	11	18
12	9	15	14 - 15	11	20
13	12	17	14 - 18	12	20
14	14	16	15 - 18	11	21
15	10	17	15 - 19	12	20
16	11	18	17 - 19	15	25
17	10	18	15 - 18	10	22
18	11	18	17 - 19	15	26
19	10	19	17 - 19	14	22
20	24	19	15 - 20	11	30
21	17	18	15 - 19	12	24
22	19	19	18 - 23	13	38
23	9	22	16 - 25	13	33
24	7	20	17- 22	13	24

Tab. 75: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 1

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	19	118	117 - 120	112	124
7	7	120	117 - 122	116	123
8	7	123	121 - 124	119	127
9	6	124	122 - 127	118	131
10	15	130	129 - 133	127	135
11	11	132	130 - 134	128	140
12	25	133	132 - 135	127	139
13	44	136	135 - 138	130	143
14	47	137	135 - 139	129	146
15	35	138	137 - 141	133	145
16	33	141	137 - 145	132	148
17	29	141	139 - 144	132	150
18	18	143	137 - 144	135	146
19	31	142	140 - 146	137	152
20	29	144	143 - 146	139	153
21	38	144	142 - 146	139	150
22	43	144	141 - 146	138	150
23	45	145	143 - 147	139	151
24	30	145	142 - 147	139	150

Tab. 76: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 2

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	10	116	115 - 119	115	121
7	8	122	119 - 123	116	126
8	14	124	122 - 126	119	127
9	12	126	124 - 127	122	130
10	17	126	125 - 130	120	135
11	10	132	130 - 135	123	136
12	10	132	130 - 134	129	137
13	11	135	133 - 137	131	143
14	10	136	134 - 138	134	143
15	10	140	137 141	135	142
16	6	139	138 - 141	137	142
17	6	136	134 - 140	134	144
18	6	143	140 - 144	139	145
19	5	139	139 - 139	138	142

Tab. 77: Stichprobenkennwerte für den Verlauf der Kreuzbeinhöhe in cm im Betrieb 3

Lebensmonat	n	$x_{0,5}$	$x_{0,25}$ - $x_{0,75}$	Min.	Max.
6	14	114	110 - 117	108	123
7	21	118	115 - 121	111	124
8	20	122	119 - 124	112	126
9	22	128	123 - 129	119	133
10	15	127	126 - 130	123	131
11	8	130	127- 132	125	133
12	9	133	130 - 135	128	137
13	12	135	134 - 139	129	140
14	14	136	133 - 139	129	143
15	10	140	136 - 140	134	143
16	11	139	137 - 141	132	143
17	10	140	135 - 141	132	143
18	11	141	138 - 143	134	148
19	10	141	138 - 145	135	146
20	24	144	141 - 147	139	150
21	17	144	142 - 147	139	153
22	19	145	142 - 148	139	153
23	9	146	143 - 149	138	151
24	7	146	142 - 150	141	152

Tab. 78: Stichprobenkennwerte der Wachstumsparameter und der Rückenfettdicke der tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 1 (n = 798)

Trächtigkeit (Monat)	n		Lebendmasse (kg)	Rückenfettdicke (mm)	Kreuzbeinhöhe (cm)
1	48	$x_{0,5}$	444	16	137
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	420-479	15-17	134-139
		Min.	381	10	130
> =28 < 45 d [1]		Max.	528	23	145
2	73	$x_{0,5}$	468	17	139
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	433-490	16-19	137-141
		Min.	394	13	131
> =45 < 75 d		Max.	575	26	147
3	81	$x_{0,5}$	490	18	140
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	468-512	16-20	138-142
		Min.	427	13	134
> =75 < 105 d		Max.	625	27	149
4	68	$x_{0,5}$	505	18	141
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	475-520	15-19	139-142
		Min.	433	12	135
> =105 < 135d		Max.	617	27	148
5	77	$x_{0,5}$	520	18	142
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	505-551	15-20	140-144
		Min.	440	13	132
> = 135 < 165d		Max.	651	30	150
6	59	$x_{0,5}$	543	18	143
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	520-567	16-20	141-145
		Min.	447	13	136
> =165 < 195d		Max.	651	32	152
7	75	$x_{0,5}$	567	17	143
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	535-600	14-20	141-146
		Min.	475	10	136
> =195 < 225d		Max.	715	33	151
8	93	$x_{0,5}$	575	16	144
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	543-617	14-19	142-146
		Min.	475	7	137
> =225 < 255d		Max.	697	30	152
9	224	$x_{0,5}$	583	15	144
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	551-617	13-17	142-147
		Min.	475	7	137
> =255 <= 273d		Max.	743	27	153

[1] Gruppe mit Trächtigkeitstag

Tab. 79: Stichprobenkennwerte der Wachstumsparameter und der Rückenfettdicke der tragenden Färsen im Untersuchungsbetrieb 3 (n = 166).

Trächtigkeit (Monat)	n		Lebendmasse (kg)	Rückenfettdicke (mm)	Kreuzbeinhöhe (cm)
1	18	$x_{0,5}$	453	18	139
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	435-470	16-22	137-140
		Min.	415	14	132
> =28 < 45 d [1]		Max.	535	25	143
2	8	$x_{0,5}$	466	17	139
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	458-489	15-19	138-140
		Min.	405	14	138
> =45 < 75 d		Max.	542	22	141
3	20	$x_{0,5}$	464	16	141
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	424-500	15-19	140-144
		Min.	403	10	132
> =75 < 105 d		Max.	665	34	149
4	16	$x_{0,5}$	501	17	143
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	453-510	15-20	139-147
		Min.	420	12	134
> =105 < 135d		Max.	550	26	149
5	27	$x_{0,5}$	520	18	142
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	472-537	15-19	139-146
		Min.	400	12	132
> = 135 < 165d		Max.	694	27	152
6	34	$x_{0,5}$	538	19	143
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	492-566	17-22	141-146
		Min.	431	11	134
> =165 < 195d		Max.	704	38	153
7	24	$x_{0,5}$	571	21	144
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	526-602	18-24	140-148
		Min.	472	13	137
> =195 < 225d		Max.	666	33	152
8	12	$x_{0,5}$	611	22	146
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	566-633	18-25	142-150
		Min.	505	13	141
> =225 < 255d		Max.	662	32	153
9	7	$x_{0,5}$	600	18	144
		$x_{0,25}$-$x_{0,75}$	583-611	16-24	142-148
		Min.	508	13	141
> =252 <= 266d		Max.	632	24	151

[1] Gruppe mit Trächtigkeitstag

Schätzgenauigkeit der Körperkonditionsbeurteilung wachsender Färsen

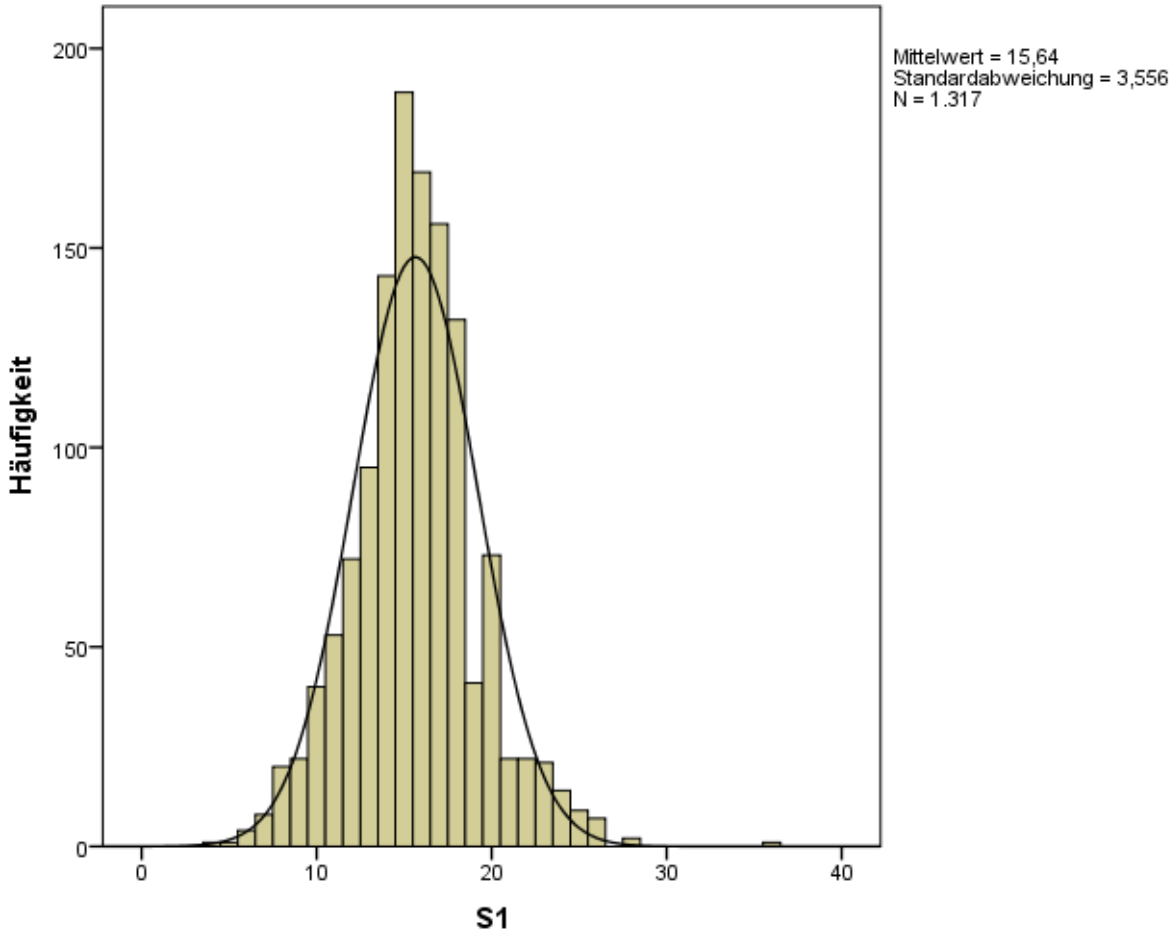


Abb. 38: Histogramm für die RFD-Schätzwerte S1 (unabhängige Variable) mit Normalverteilungskurve

Tab. 80: statistische Maßzahlen für die RFD-Schätzwerte S1

	n	$\bar{x}$	Median	Modalwert
RFD-S1	1317	15,6	16	15

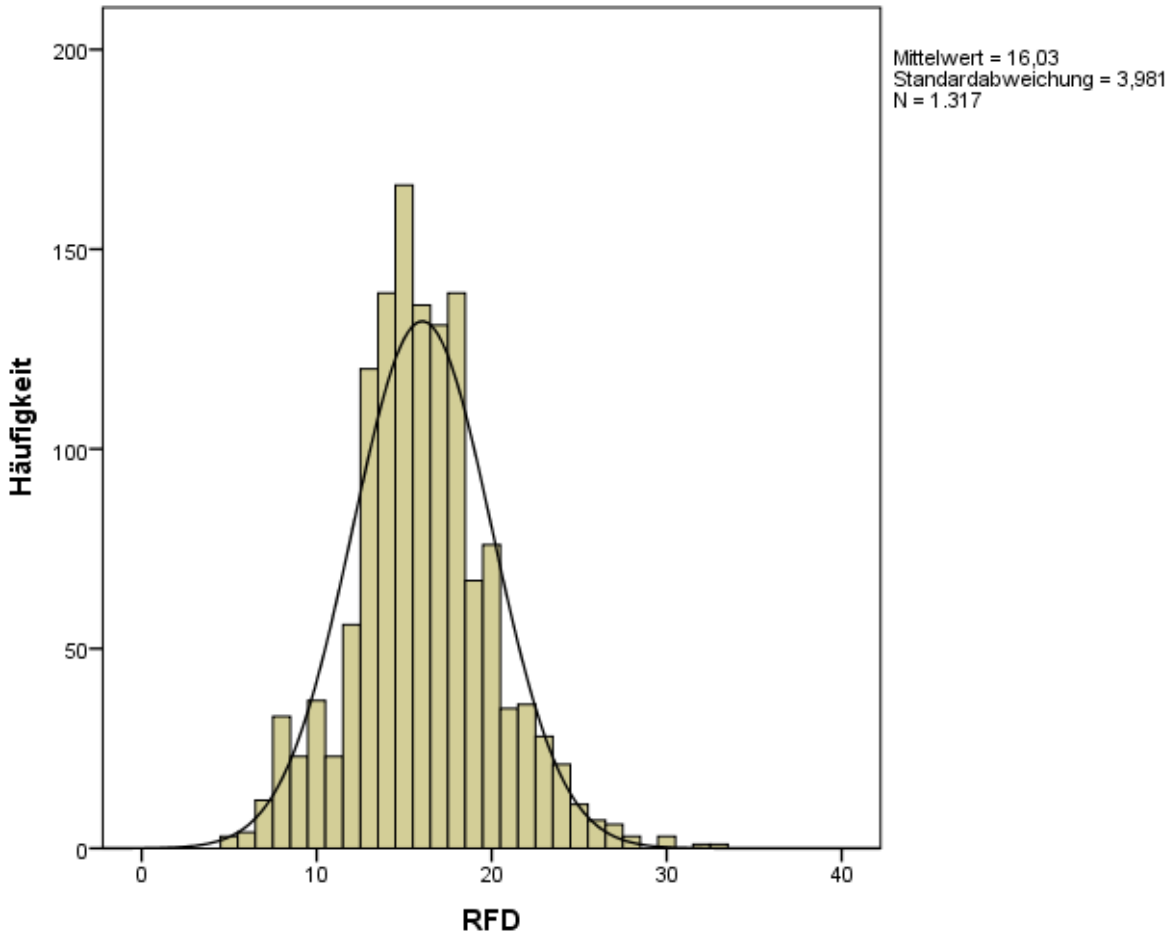


Abb. 39: Histogramm für die RFD-Messwerte (abhängige Variable) mit Normalverteilungskurve

Tab. 81: statistische Maßzahlen für die RFD-Messwerte

	n	$\bar{x}$	Median	Modalwert
RFD	1317	16,0	16	15

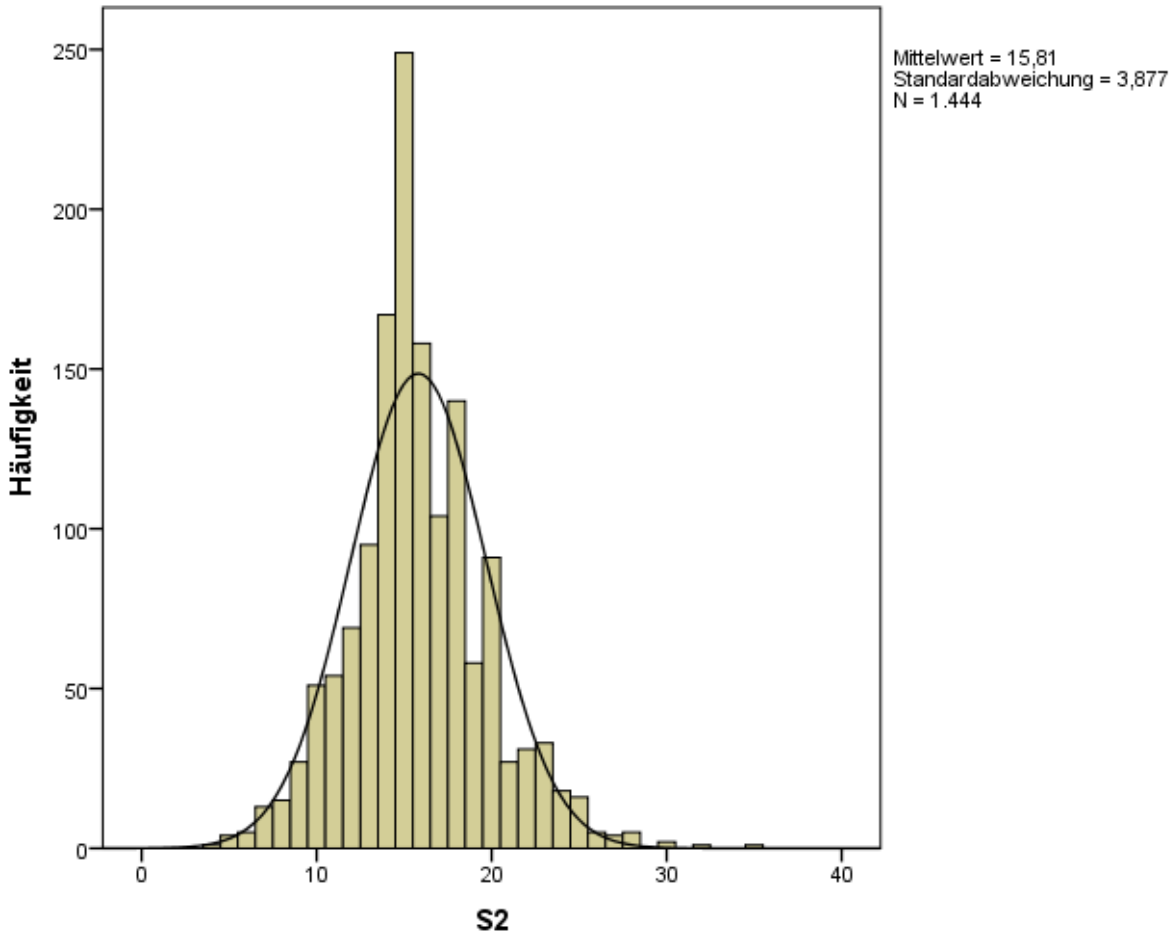


Abb. 40: Histogramm für die RFD-Schätzwerte S2 (unabhängige Variable) mit Normalverteilungskurve

Tab. 82: statistische Maßzahlen für die RFD-Schätzwerte S2

	n	$\bar{x}$	Median	Modalwert
RFD-S2	1444	15,8	15	15

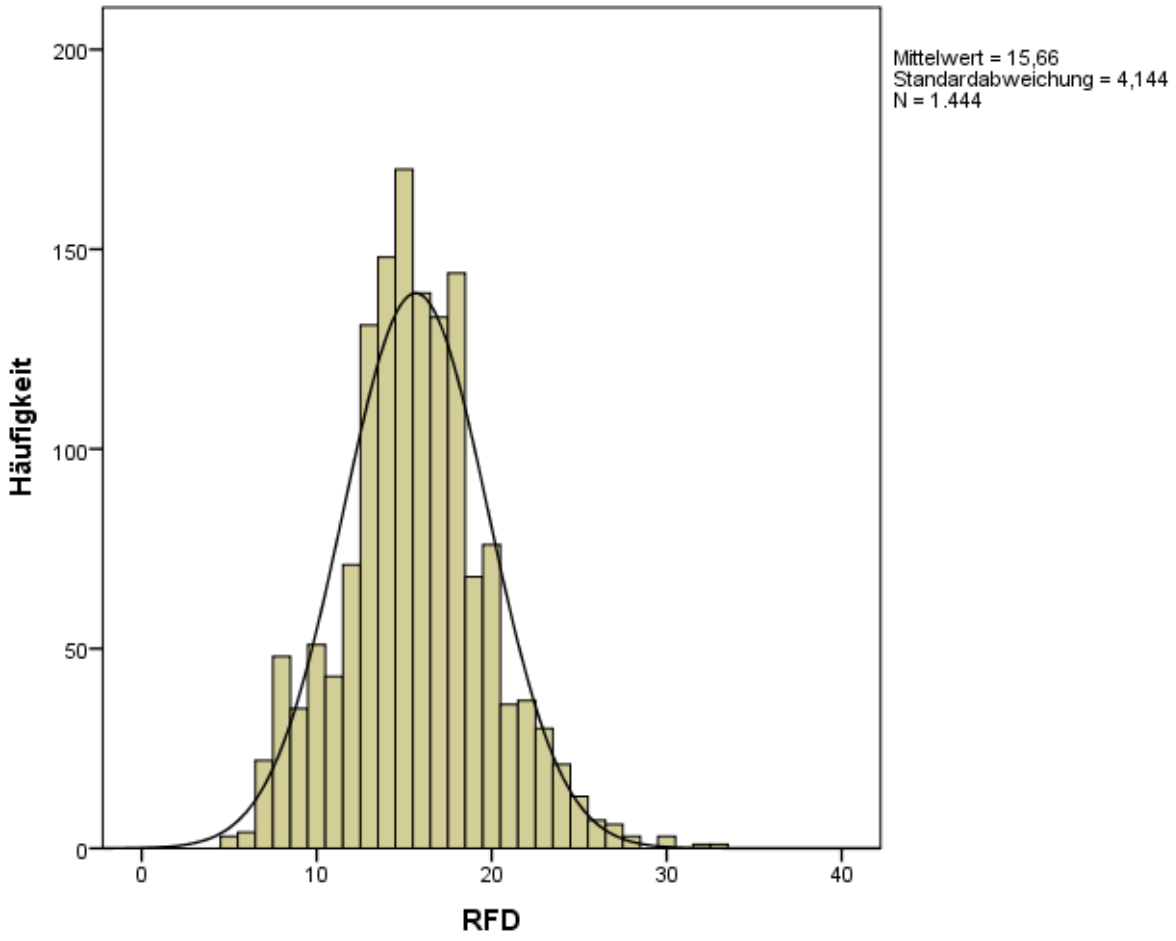


Abb. 41: Histogramm für die RFD-Messwerte (abhängige Variable) mit Normalverteilungskurve

Tab. 83: statistische Maßzahlen für die RFD-Messwerte

	n	$\bar{x}$	Median	Modalwert
RFD	1444	15,6	15	15

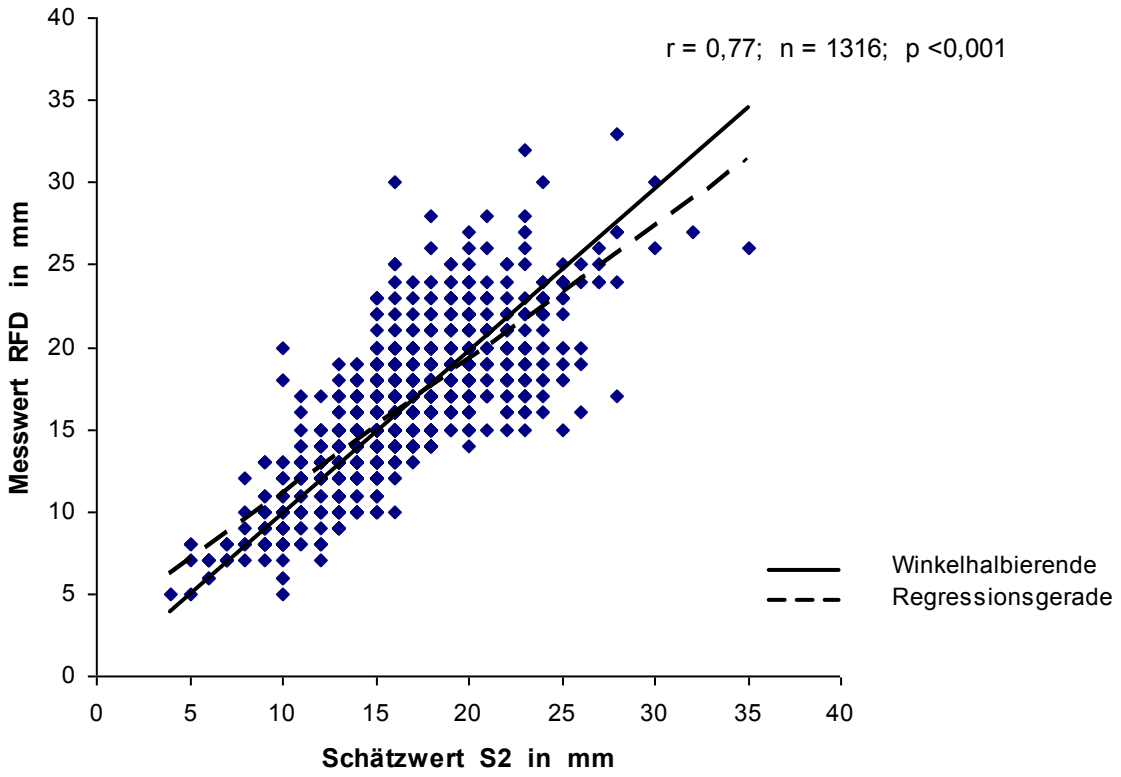


Abb. 42: Zusammenhang zwischen RFD-Schätzwerten S2 und RFD-Messwerten $y = 0{,}82\ x + 2{,}89$, $R^2 = 0{,}5974$

Publikationsverzeichnis

Poster, 10. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, 02-04.10.2014,
Weiß, N., Staufenbiel, R.
Erarbeitung einer Methode zur Konditionsbeurteilung von Aufzuchtfärsen

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof.Dr.R.Staufenbiel für die Überlassung des Themas und die fachliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit.

Ein ganz herzlicher Dank an Herrn Martin Moos für die vielfältige Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen und für die Zeit, die ich auf Gut Hohen Luckow als Praktikantin und Doktorandin verbringen durfte.

Ich möchte mich auch herzlich bei Herrn Ralf Hägele, Kirsten, Steffi und Steve vom Agrarunternehmen Barnstädt e.G. für die Unterstützung bei den Messungen und Wägungen der Färsen, der jederzeit gewährten Hilfe und die schöne Zeit bei euch bedanken.

Des Weiteren gilt mein besonderer Dank Herrn Bäthge und Herrn Fischer vom Zentrum für Tierhaltung und Technik in Iden für die Bereitschaft, die Untersuchungen bei ihnen durchführen zu lassen und die Hilfe bei den Messungen.

Ein Dank auch allen Freunden für unterstützende Worte und Begleitung.

Der größte Dank geht an meine Familie für die persönliche Unterstützung und den nötigen Rückhalt für die Fertigstellung dieser Arbeit.

Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 22.05.2018

Nora Weiß

9 783863 879037

mbvberlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-86387-903-7