

Veterinärmedizinische Universität Wien  
Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin  
Universitätsklinik für Wiederkäuer  
Abteilung Bestandsbetreuung bei Wiederkäuern  
(Leiter: Prof. Dr. Marc Drillich)

**Der Konditionsverlauf von Milchkühen der Rasse Fleckvieh - ein Update  
der Referenzkurve der Rückenfettdicke mit Berücksichtigung der  
Wachstumsphase von jüngeren Kühen**

DIPLOMARBEIT

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Sebastian Boge

Wien, August 2020

Wissenschaftliche Betreuung: Dr. Harald Pothmann

Gutachter: Prof. Dr. Sonja Franz

## **Abkürzungsverzeichnis**

a.p. ante partum

BV Braunvieh

FV Simmentaler Fleckvieh

HF Holstein Friesian

NEB negative Energiebilanz

p.p. postpartum

RFD Rückenfettdicke

RFDM Rückenfettdickenmessung

SMR Schwarzbuntes Milchrind

## **Inhaltsverzeichnis**

1	Einleitung .....	1
1.1	Energiestoffwechsel der Milchkuh .....	1
1.2	Methoden der Körperkonditionsbeurteilung .....	2
1.2.1	Indirekte Kalorimetrie und gemittelter Fettzelldurchmesser .....	2
1.2.2	Körpermasse .....	2
1.2.3	Body Condition Scoring .....	3
1.2.4	Rückenfettdicke .....	4
2	Material und Methoden .....	6
2.1	Messung und Messtechnik .....	6
2.2	Beschreibung der Betriebe .....	8
2.3	Statistik .....	9
3	Ergebnisse .....	10
4	Diskussion .....	14
5	Zusammenfassung .....	17
6	Summary .....	18
7	Literaturverzeichnis .....	19
8	Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis .....	24
9	Danksagung .....	25

## **1 Einleitung**

### **1.1 Energiestoffwechsel der Milchkuh**

Die Milchviehwirtschaft unterliegt weltweit einem stetigen Wandel. Sowohl in Deutschland als auch in Österreich werden die Milchviehbetriebe tendenziell größer, die durchschnittlichen Herdenmilchleistungen steigen und die Anzahl der Betriebe sinkt (Dorfner 2018, Kalcher und Stegellner 2018). Durch die Intensivierung der Produktionsbedingungen entstanden neue Herausforderungen für die Milchviehwirtschaft. In Österreich rückte insbesondere das Fütterungsmanagement unter den genetischen Aspekten der Herden in den Vordergrund (Ledinek et al. 2019). Die Rasse Simmentaler-Fleckvieh (FV) ist in Österreich und in Bayern die dominierende Rinderrasse (Dorfner 2018, Kalcher und Stegellner 2018). Eine der großen Herausforderungen besteht darin, die Milchkuhe im Laufe der Laktation entsprechend mit Energie zu versorgen. Die maximale Milchleistung wird bereits zwischen der dritten und siebten Woche postpartum (p.p.) erreicht (Nebel und McGilliard 1993), während die maximale Trockensubstanzaufnahme ihr Maximum erst um die achte bis 16. Woche erreicht (Coppock et al. 1974). Die resultierende negative Energiebilanz (NEB) wird durch die Mobilisation von 50 bis 60 kg körpereigenem Fett ausgeglichen (Bauman und Currie 1980, Emery 1979, McNamara 1991). Abhängig von der Milchleistung erreichen Milchkuhe die energetische Nullbilanz zwischen dem 70. und 100. Laktationstag, bzw. Kühe mit verlängerter Laktationsdauer erst ab dem 130. bis 140. Tag p.p. (Schröder und Staufenbiel 2003, Schroeder 2000). In der darauffolgenden anabolen Phase werden die Fettreserven wiederaufgebaut, um den Stoffwechselanforderungen in der Früh-laktation nach der nächsten Kalbung entsprechen zu können. Fehlende Restriktion der Fütterung in der Spät-laktation und in der Trockensteh (TS)-Phase birgt die Gefahr einer zu starken Verfettung, wodurch eine zu schnelle und ausgeprägte Mobilisation der Fettreserven in der Folgelaktation begünstigt wird (Macrae et al. 2019). Eine zu ausgeprägte Lipomobilisation in der Früh-laktation wirkt sich negativ auf den Stoffwechsel, die Gesundheit und die Fertilität aus (Dubuc et al. 2010, Janovick et al. 2011, Wang et al. 2019). Die regelmäßige Kontrolle der Körperkondition stellt eine effektive Methode im Rahmen der integrierten Bestandsbetreuung zur Überwachung von Milchviehherden dar, die dazu dient, die

Fütterung und Stoffwechsellage der Tiere sowie die Risiken assoziierter Erkrankungen abschätzen zu können (Roche et al. 2009, Schröder und Staufenbiel 2006).

## **1.2 Methoden der Körperkonditionsbeurteilung**

### **1.2.1 Indirekte Kalorimetrie und gemittelter Fettzelldurchmesser**

Die indirekte Kalorimetrie basiert auf der Messung des verbrauchten Sauerstoffs eines Organismus. Wenn der Energiegehalt des Futters bekannt ist, lässt sich so der Energieumsatz des Tieres errechnen. Diese Methode gilt als Goldstandard für die Ermittlung des Energieumsatzes (Schröder und Staufenbiel 2006).

Indirekt lässt sich der Energieumsatz über die Messung des Durchmessers von Fettzellen bestimmen. Bei adulten Wiederkäuern geschieht die Zu- und Abnahme von Fettreserven nicht über eine Änderung der Anzahl von Fettzellen, sondern über die Variabilität ihrer Größe. Dabei korreliert der mittlere Durchmesser der Fettzellen positiv mit dem Gesamtfett sowie mit dem prozentualen Anteil von Fett an der Körpermasse (Waltner et al. 1994). In der landwirtschaftlichen und tierärztlichen Praxis spielen diese Methoden keine Rolle, da die nötige Ausrüstung zu teuer und sperrig ist (Moe et al. 1972, Schröder und Staufenbiel 2006).

### **1.2.2 Körpermasse**

Die Bestimmung der Körpermasse ist über die Messung verschiedener Körperteile, wie Herzumfang, Widerristhöhe, Hüftbreite und Körperlänge, annäherungsweise errechenbar. Dabei zeigte der Herzumfang die höchste Korrelation mit der Körpermasse (Heinrichs et al. 1992). Obwohl immer häufiger Tierwaagen in der landwirtschaftlichen Praxis verfügbar sind, spricht der variable Energiegehalt pro Kilogramm Körpermasse gegen die Ermittlung der Körpermasse als Indikator für die Energiebilanz (Reid und Robb 1971). Bei der Mobilisation von Fett wird, vor allem zu Beginn der Laktation, Wasser statt des Fetts eingelagert. Dieses wird beim Aufbau von Körpermasse wiederum ersetzt (Moe et al. 1971). Zusätzlich verändern

der Panseninhalt, fortschreitende Trächtigkeit und allgemein der Körperbau die Körpermasse und somit den Energiegehalt pro Kilogramm Körpergewicht (Schröder und Staufenbiel 2006).

### 1.2.3 Body Condition Scoring

Der Body Condition Score (BCS) ist eine subjektive Schätzung der metabolisierbaren Energiereserven anhand visueller und/oder palpatorischen Bewertung des Tierkörpers. Durchgesetzt hat sich hier eine visuelle Bewertung und Skalierung von 1,0 (sehr mager) bis 5,0 (fett), welche in 0,25er Schritten nach Edmonson et al. (1989) an acht Körperstellen, durchgeführt wird (Abb. 1).

	SCORE	Spinous processes (SP) (anatomy varies)	Spinous to Transverse processes	Transverse processes	Overhanging shelf (care - rumen fill)	Tuber coxae (hooks) & Tuber ischi (pins)	Between pins and hooks	Between the hooks	Tailhead to pins (anatomy varies)
SEVERE UNDERCONDITIONING (emaciated)	1.00	individual processes distinct, giving a saw-tooth appearance	deep depression	very prominent, > 1/2 length visible	definite shelf, gaunt, tucked	extremely sharp, no tissue cover	severe depression, devoid of flesh	severely depressed	bones very prominent with deep "V" shaped cavity under tail
	1.25								
	1.50								
FRAME OBVIOUS	1.75			1/2 length of process visible					
	2.00	individual processes evident	obvious depression	between 1/2 to 1/3 of processes visible	prominent shelf	prominent	very sunken		bones prominent "U" shaped cavity formed under tail
	2.25								
FRAME & COVERING WELL BALANCED	2.50	sharp, prominent ridge		1/3 - 1/4 visible	moderate shelf		thin flesh covering	definite depression	first evidence of fat
	2.75								
	3.00	smooth concave curve		< 1/4 visible	slight shelf	smooth	depression	moderate depression	bones smooth, cavity under tail shallow & fatty tissue lined
FRAME NOT AS VISIBLE AS COVERING	3.25			appears smooth, TP's just discernible					
	3.50	smooth ridge, the SP's not evident	smooth slope	distinct ridge, no individual processes discernible		covered	slight depression	slight depression	
	3.75								
SEVERE OVERCONDITIONING	4.00	flat, no processes discernible	nearly flat	smooth, rounded edge	none	rounded with fat	sloping	flat	bones rounded with fat and slight fat-filled depression under tail
	4.25								
	4.50								
	4.75			edge barely discernible		buried in fat	flat		bones buried in fat, cavity filled with fat forming tissue folds
	5.00	buried in fat	rounded (convex)	buried in fat	bulging		rounded	rounded	

Abb. 1: Body Condition Scoring Chart (Edmonson et al. 1989)

Dabei werden Hüft- und Sitzbeinhöcker, der Bereich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker, der Bereich zwischen den beiden Hüfthöckern, die Dorn- und Querfortsätze der Lendenwirbel und der Bereich zwischen denselben, der Übergang von den Querfortsätzen zur Hungergrube und die Schwanzwurzelgrube evaluiert. Der Score ergibt sich aus dem Durchschnitt aller ermittelten Werte. Am unteren (< 2,5) und oberen (> 4,0) Ende der Skala ist die Evaluierung weniger genau möglich, sodass hier in 0,5er Schritten bewertet werden sollte. (Ferguson et al. 1994).

Unabhängig des Grades an Erfahrung fanden Edmonson et al. (1989) eine hohe Übereinstimmung bei wiederholtem BCS gleicher Untersucher. Auch andere Studien kamen zu sehr hohen Übereinstimmungen für einzelne bzw. verschiedene Untersucher von 94 % bis 97 % (Gearhart et al. 1990, Pothmann et al. 2015). Weitere Studien zeigten geringere Schätzgenauigkeiten von 76 % bis 86 %, in Abhängigkeit vom Trainingszustand der beurteilenden Person (Ferguson et al. 1994). Mittels Schulungen in der Methode des Body Condition Scoring lassen sich diese Abweichungen aber verringern (Ferguson et al. 1994, Kristensen et al. 2006, Vasseur et al. 2013). Alleiniges visuelles Scoring ermöglicht eine schnelle und günstige Bewertung großer Tierbestände ohne Fixierung. Regelmäßige monatliche Bewertungen, wie von einigen Autoren empfohlen, sind so durchführbar (Ferguson et al. 1994, Schaefer 2000).

Ein großer Vorteil des Body Condition Scorings ist die zunehmende Automatisierbarkeit dieser Methode mittels 3D - Kameras. Ähnliche Ergebnisse wie bei der manuellen Bewertung des BCS werden so erreicht (Mullins et al. 2019, Song et al. 2019), deutlich mehr Messwerte können generiert werden und die Systeme lassen sich mit der Erfassung von Lahmheitsdaten kombinieren (Hansen et al. 2018).

#### **1.2.4 Rückenfettdicke**

In der tierärztlichen Bestandsbetreuung von Milchkühen wird die Messung der Rückenfettdicke (RFD) zur Körperkonditionsbeurteilung häufig angewendet (Schröder und Staufenbiel 2006). Die Beurteilung der Körperkondition mittels Ultraschalluntersuchung erfolgt transkutan durch Messung der subkutanen RFD. Eine transrektale Messmethode ist ebenfalls dokumentiert (Atalay et al. 2019), besitzt aber kaum praktische Anwendung. Die Rückenfettdickenmessung (RFDM) zeichnet sich durch hohe Objektivität, schnelle Durchführbarkeit und hohe Messgenauigkeit von bis zu einem Millimeter aus, wodurch kleinere Veränderungen bei regelmäßiger Messung frühzeitig erkannt werden können (Schröder und Staufenbiel 2006). Dabei entspricht ein Millimeter RFD, die Haut mit inbegriffen, etwa fünf Kilogramm Gesamtkörperfett der Kuh (Daetz 2009, Staufenbiel 1997). Der Messpunkt befindet sich auf einer Strecke zwischen *Tuber coxae* und *Tuber ischiadicum*, am Übergang zwischen dem *caudalen* Viertel und dem *caudalen* Fünftel dieser Strecke (Staufenbiel 1992). An dieser Stelle

befindet zwischen der äußeren Haut und der *Fascia profunda* (Abb.2) jenes subkutane Fettgewebe, das die höchste Korrelation mit dem Gesamtkörperfett von Kühen aufweist ( $r = 0,62$  bis  $0,94$ ) (Klawuhn et al. 1997, Wappler 1997). Die Wiederholbarkeit der Messungen der RFD ist mit einem Konkordanz-Korrelationskoeffizienten von  $R_{ec.} = 0,91$  sehr gut und die Wahl der Körperseite spielt nur eine geringe Rolle (Pothmann et al. 2015). Die meisten Studien zu diesem Thema wurden allerdings an Holstein Friesian (HF) oder Kreuzungen vorgenommen. In der wissenschaftlichen Literatur befassten sich nur wenige Arbeiten mit der RFD von FV. Es zeigt sich allerdings, dass FV-Kühe im Mittel weniger ausgeprägtes subkutanes Fett besitzen als Schwarzbunte Milchrinder (SMR) (Janzekovic et al. 2015, Pothmann et al. 2014, Schneider et al. 2005, Staufenbiel et al. 2003). Braunvieh (BV)-Kühe besitzen durchschnittlich eine noch höhere RFD als SMR (Mösenfechtel et al. 2000). Die direkte Übertragung von RFD-Messungen zwischen unterschiedlicher Rassen ist somit nicht möglich.

Damit die RFD-Veränderungen von Milchkühen im Laufe der Laktation und während der TS-Phase interpretiert werden können, müssen Referenzkurven erstellt werden, die Abweichungen von der Norm aufzeigen. Methodisch an Schröder und Staufenbiel (2003) angelehnt, erstellten Pothmann et al. (2015) eine RFD-Referenzkurve für die Rasse FV. Demnach hatten FV-Kühe bei der Abkalbung eine durchschnittliche RFD von 17 mm. Diese nahm bis ungefähr zum 110. Laktationstag auf einen Tiefpunkt von durchschnittlich 12 mm ab und stieg dann bis zur folgenden Abkalbung wieder an. In vorhin genannter Studie wurde jedoch nicht berücksichtigt, dass junge Kühe in der ersten und zweiten Laktation auf Grund ihres Wachstums, einen anderen Energiebedarf besitzen als ältere Kühe ab der dritten Laktation (Staufenbiel et al. 1987).

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, retrospektiv, mithilfe zusätzlicher Erhebungen von RFD-Daten bei FV-Kühen, die Aussagekraft der Referenzkurve von Pothmann et al. (2014) zu erhöhen. Des Weiteren wurde dem unterschiedlichen Energiehaushalt von noch im Wachstum befindlichen Kühen der ersten und zweiten Laktation Rechnung getragen, sodass entsprechend zwei Referenzkurven erstellt wurden.

## 2 Material und Methoden

Die RFD-Daten stammen ausschließlich von Kühen der Rasse FV und wurden von Dr. Michael Schmaußer der Tierarztpraxis Freising in Bayern im Zeitraum von April 2013 bis Februar 2019 erhoben. Die Messtechnik und Interpretation der Ergebnisse wurde mit den Autoren von Pothmann et al. (2014) abgeglichen. Die gewonnenen Daten wurden dann mit den RFD-Messungen von österreichischen FV-Kühen (Pothmann et al. 2014) zusammengefügt. Der Gesundheitsstatus der Tiere spielte, wie auch in der Originalarbeit von Pothmann et al. (2014), bei der Erhebung der Daten keine Rolle.

### 2.1 Messung und Messtechnik

Die RFD in dieser Arbeit wurden, wie von Staufenbiel (1992) beschrieben, durchgeführt. Dabei befindet sich die Messstelle auf einer gedachten Linie zwischen dem *Tuber coxae* und dem *Tuber ischiadicum*, zwischen dem *caudalen* Viertel und dem *caudalen* Fünftel dieser Linie, sodass der Messpunkt ungefähr eine Handbreit *cranial* des *Tuber ischiadicum* liegt (Abb. 2).

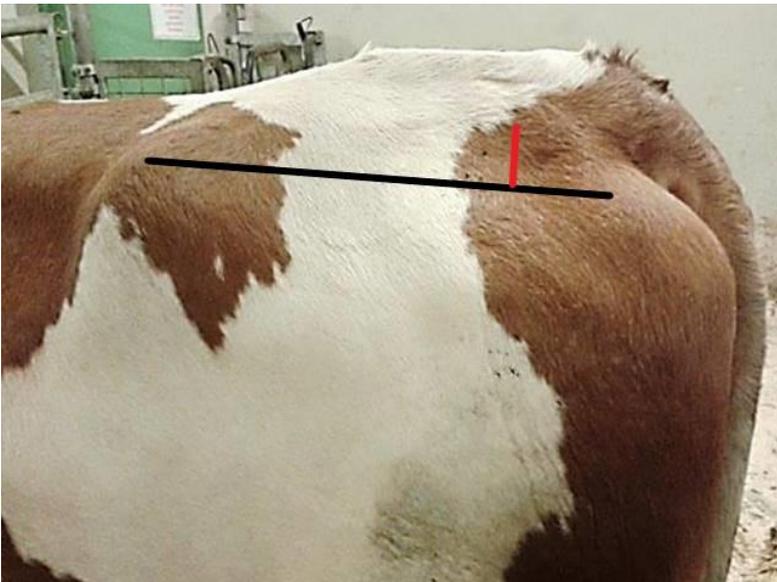


Abb. 2: Messpunkt der Rückenfettdicke (RFD): schwarze Linie: gedachte Linie zwischen *Tuber coxae* und *Tuber ischiadicum*, rote Linie: Position der Ultraschallsonde zum Zeitpunkt der Messung

Vor jeder Messung wurde die Stelle trocken gesäubert und mit 70%igem Alkohol als Kontaktmittel benetzt. Gemessen wurde von der Hautoberfläche bis zur *Fascia profunda*, welche als hyperechogene Linie über der Gluteal-Muskulatur auf dem Ultraschallbild sichtbar wird (Abb.3). Der Ultraschallkopf wird dafür parallel der transversalen Ebene verschoben, bis sich die tiefste Stelle der *Fascia profunda* in der Bildmitte befindet.

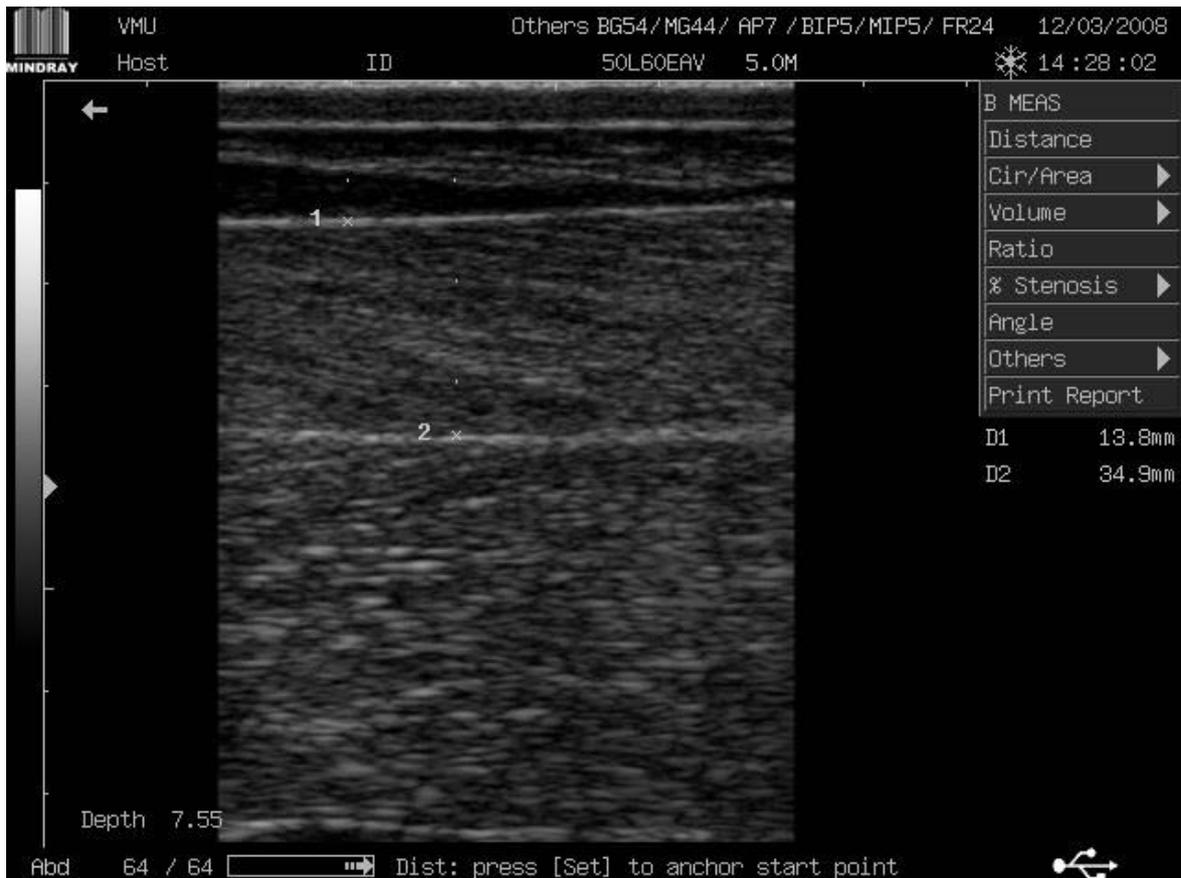


Abb. 3: Ultraschallbild einer Rückenfettdicken-Messung (RFDM) von 13,8 mm, 1: *Fascia profunda*, 2: Intramuskuläre Faszie

Die Messwerte aus Österreich wurden mit dem Modell Tringa Linear Vet (Firma Esaote, Neufahrn, Deutschland) erhoben (Pothmann et al. 2014). Die RFDM in den deutschen Betrieben wurden mit den Modellen iScan (Firma Dрамиński Ultrasound Scanners, Olsztyn, Polen) und Pavo (Firma Proxima Medical Systems GmbH, Weil am Rhein, Deutschland) durchgeführt.

## 2.2 Beschreibung der Betriebe

Die Daten aus Bayern wurden zwischen April 2013 und Februar 2019 im Rahmen der bestandsbetreuenden tierärztlichen Tätigkeit von sieben konventionellen und einem Bio-Betrieb ermittelt. Die Betriebe besaßen eine durchschnittliche Herdengröße von 61 Tieren (Spanne 18 bis 132 Tiere pro Betrieb). Sechs der Betriebe hielten reine FV-Herden, zwei besaßen vereinzelt andere Rassen, die aber nicht in die Auswertung einbezogen wurden. Die Mehrzahl der Betriebe (sieben) hielten die Tiere in Boxen-Laufställen. In einem Betrieb wurden die Tiere in Anbindehaltung gehalten. Gefüttert wurde meist Teilmischrationen auf Basis von Mais- und Grassilage, Heu und mit leistungsabhängiger Kraftfutterzufütterung mittels Transponderstationen. Zwei Betriebe fütterten Totalmischrationen mit Handzuteilung von Kraftfutter. Alle acht Betriebe verwendeten einen Futtermischwagen.

Das durchschnittliche Alter der Kühe betrug fünf Jahre, die durchschnittliche Zwischenkalbezeit 393 Tage (Spanne: 346 bis 440 Tage Herdendurchschnitt). Die Kühe wurden in der Regel zwei Mal täglich im Melkstand gemolken. Der Betrieb mit Anbindehaltung benutzte eine Rohrmelkanlage, und ein weiterer Betrieb verfügte über ein automatisches Melksystem. Die energiekorrigierte Jahresmilchleistung der Herden betrug im Schnitt 8.091 kg (Spanne: 7.301 kg bis 8.511 kg) mit durchschnittlich 4,15 % Fett- und 3,53 % Eiweißgehalt.

Die Daten aus Österreich wurden an elf konventionellen Betrieben in Niederösterreich im Rahmen der Bestandsbetreuung mit Studierenden der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhoben (Pothmann et al. 2014). Die Mehrheit der Betriebe hielten reine Fleckvieh Herden, hingegen zwei Betriebe einen Anteil von 60% bzw. 90% FV in ihren Beständen hatten. Die durchschnittliche Herdengröße betrug 52 Tiere (Spanne 27 bis 99 Tiere), mit einer durchschnittlichen Zwischenkalbezeit von 399 Tagen (Spanne: 370 bis 438 Tage Herdendurchschnitt). Zehn Betriebe hielten die Kühe in Boxen-Laufställen, während ein Betrieb einen Tretmiststall hatte. Sechs Betriebe verfügten über einen Auslauf und zwei hatten Weidezugang. Gefüttert wurde auf Basis von Gras- und Maissilage mit leistungsabhängiger Kraftfutterzufütterung über Transponderstationen. Zwei Betriebe verwendeten Totalmischrationen, die für je zwei verschiedene Leistungsgruppen ausgelegt waren. Die energiekorrelierte Jahresmilchleistung der Herden betrug im Schnitt 8.212 kg (Spanne: 5.715

kg bis 10.051 kg Herdendurchschnitt) bei einem durchschnittlichen Fettgehalt von 4.19% und Eiweißgehalt von 3,48 %.

### 2.3 Statistik

Die RFD-Daten der deutschen Herden wurden mithilfe des HerdeW Programms von dsp Agrosoft (Ketzin/Havel, Deutschland) ausgelesen und in Microsoft Excel 2010 (Microsoft Office Cooperation, Redmond, WA, USA) überführt. Danach wurden die Messdaten mit jenen aus den österreichischen Herden (Pothmann et al. 2014) zusammengeführt. Mithilfe des Open Source Statistikprogramms R (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) wurden einerseits die RFD-Daten im Gesamten, andererseits die ersten beiden Laktationen getrennt von den älteren Tieren ab der dritten Laktation analysiert. Dabei wurde ein Tagesmittel der RFD zu allen Melktagen errechnet. Aus diesen wurde ein gleitender Durchschnitt ermittelt, wobei aus jedem Tagesmittelwert und den zwei vorangegangenen Tagesmittelwerten ein arithmetisches Mittel errechnet wurde. Mithilfe dieser Werte wurden unter Verwendung des Statistik-Programm SPSS Statistical Software (Version 24, IBM Cooperation, Armonk, NY, USA) zwei Regressionsmodelle durch kubische Regression erstellt, eines für die TS-Zeit (ante partum: -60 bis minus einen Tag) und eines für die Laktation (post partum: null bis 360 Tage). Das Programm SPSS bietet dafür eine integrierte Funktion zur nichtlinearen Kurvenanpassung:  $Y = \text{Constant} + b_1 * (X) + b_2 * (X^2) + b_3 * (X^3)$ , wobei Y die RFD-Werte und X die Tage sind. Die Konstante und b1-b3 wurden so berechnet, dass der mittlere Abstand aller gemessenen RFD-Werte zur Kurve minimal ist. Um die Streuung zu verringern, wurden die RFD-Daten in 22 Gruppen zu je 20 Tagen zusammengefasst und mittels Microsoft Excel 2010 in einer geglätteten Kurve dargestellt. Somit wurde eine höhere Güte der Regressionsanalyse erreicht, ohne dass die RFD-Daten verändert wurden. Die dargestellten 95 %- Konfidenzintervalle erhielten durch diese Vorgehensweise eine höhere Aussagekraft in Form des RFD-Normalbereichs der jeweiligen Kategorie.

### 3 Ergebnisse

Für die Beschreibung des Konditionsverlaufs von 1.656 FV-Kühen innerhalb eines Reproduktionszyklus wurden insgesamt 12.966 Messwerte in 22 Kategorien zu je 20 Laktationstagen, mit durchschnittlich 589 Werten (Spanne 192 bis 996) eingeteilt und in einer Regressionsgeraden dargestellt (Abb. 4).

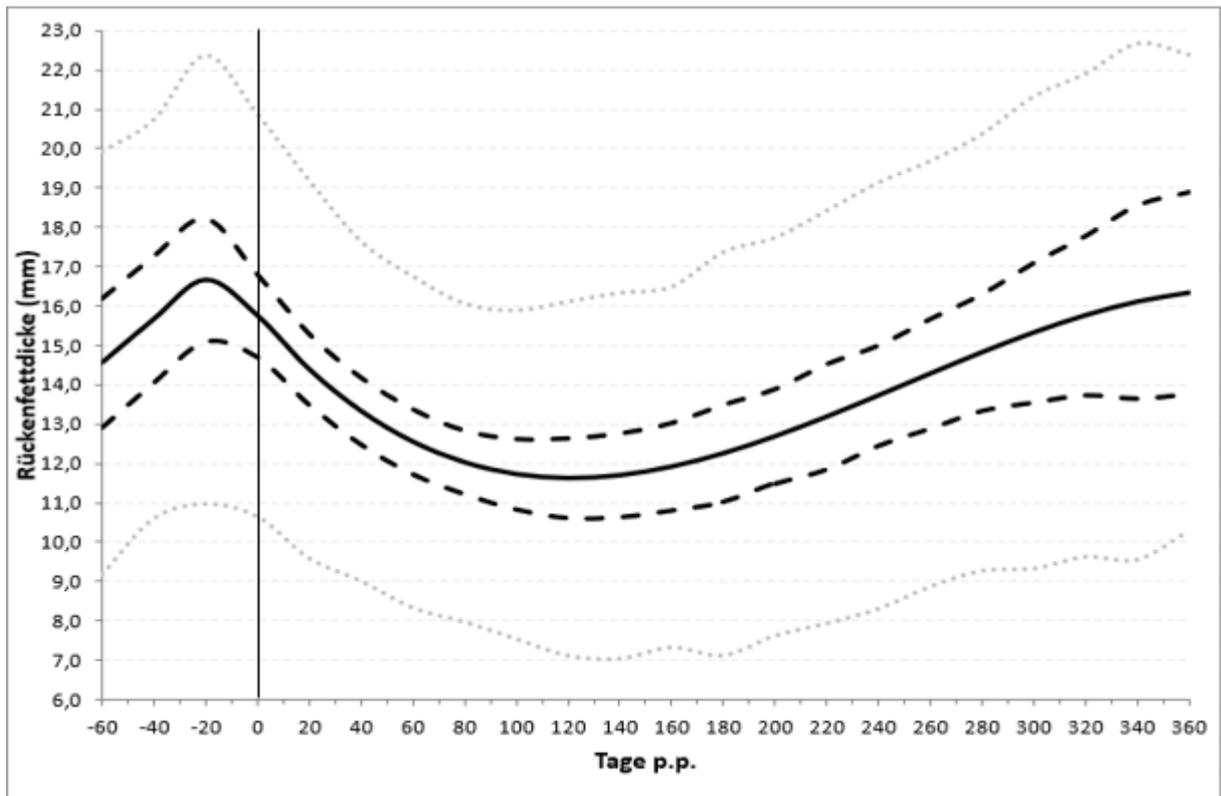


Abb. 4: Verlauf der mittleren Rückenfettdicke (RFD) beim Simmentaler Fleckvieh (FV) (durchgezogene Linie), dem 95 % - Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und der Standardabweichung (grau punktiert) im Reproduktionszyklus. Tage -60 bis 0 ist die Trockenstehphase, senkrechte Linie am Tag 0 ist Tag der Abkalbung, Tage 1 bis 360 postpartum (p.p.)

Aus Österreich stammten 5.026 Messwerte (Pothmann et al. 2014) und wurden mit 7.940 Messwerten aus Bayern zusammengefügt. Die Kühe befanden sich zum Messzeitpunkt durchschnittlich in der 2,9. Laktation. Zu Beginn der TS-Phase (Tag -60) besaßen die Kühe eine durchschnittliche RFD von 14,6 mm (+/- 5,4 mm). Das Maximum an RFD wurde 11 Tage vor der Abkalbung mit 16,8 mm (+/- 5,7 mm) erreicht. Zum Zeitpunkt der Abkalbung besaßen die Tiere eine durchschnittliche RFD von 15,8 mm (+/- 5,1 mm). Eine RFD von 11,6 mm (+/-

5,2 mm) am Tag 121 stellte den Nadir dar. Die numerischen Werte der RFD-Messungen und die deskriptive Statistik sind in Tabelle 1 aufgeführt.

*Tab. 1: Deskriptive Statistik der Rückenfettdicke (RFD) in mm des Simmentaler Fleckviehs (FV) in kategorisierten Tagen und die, über kubische Regression ermittelten, Normalbereiche (NB) der RFD (in mm). n = Anzahl der Messungen, x = Mittelwert, s = Standardabweichung.*

Tag	n	x	s	Min	25_Quantil	Median	75_Quantil	Max	NB von	NB bis
-60 bis -41	372	14,6	5,4	7	11	15	18	36	13	16
-40 bis -21	345	15,7	5,1	7	13	16	20	36	14	17
-20 bis -1	460	16,7	5,7	7	13	16	20	55	15	18
0 bis 19	827	15,8	5,1	6	12	15	19	36	15	17
20 bis 39	996	14,4	4,8	5	10	13	16	34	13	15
40 bis 59	905	13,3	4,3	6	9	12	15	30	12	14
60 bis 79	916	12,6	4,2	6	9	11	14	38	12	13
80 bis 99	881	12,0	4,0	5	8	10	14	32	11	13
100 bis 119	764	11,7	4,2	5	8	11	14	28	11	13
120 bis 139	692	11,6	4,5	6	8	11	14	34	11	13
140 bis 159	670	11,7	4,7	6	8	11	14	38	11	13
160 bis 179	595	11,9	4,6	5	9	11	15	34	11	13
180 bis 199	600	12,3	5,1	6	9	12	15	40	11	13
200 bis 219	616	12,7	5,1	6	9	12	16	35	11	14
220 bis 239	535	13,2	5,2	4	9	12	16	40	12	15
240 bis 259	629	13,7	5,4	6	10	13	17	35	12	15
260 bis 279	524	14,3	5,4	5	10	13	17	35	13	16
280 bis 299	487	14,8	5,5	6	10	14	18	39	13	16
300 bis 319	396	15,3	6,0	6	11	15	19	37	14	17
320 bis 339	318	15,8	6,1	6	11	15	20	34	14	18
340 bis 359	246	16,1	6,6	7	11	15	20	40	14	19
≥360	192	16,3	6,0	7	12	15	20	33	14	19

In Tabelle 2 werden die Ergebnisse der kubischen Regressionsrechnung getrennt für trockenstehende und für laktierende Tiere gelistet. Dabei beschreibt der Determinationskoeffizient  $R^2$  die Anpassungsgüte des Modells. Zusätzlich sind die Konstante  $a$  und die Steigungskoeffizienten  $b_1$ ,  $b_2$  und  $b_3$  als Regressionsparameter angeführt. Über die Gleichung  $Y = a + b_1 * (X) + b_2*(X^2) + b_3 * (X^3)$  mit  $Y = \text{RFD}$  und  $X = \text{Tage im Reproduktionszyklus}$ , lassen sich so Vorhersagen über die RFD zu bestimmten Zyklustagen treffen. Beispielhaft für den 210. Laktationstag ergäbe sich eine RFD von 13 mm ( $12,9 \text{ mm} = 15,758925974655 + (-0,0764428881458516 * 210) + (0,000416188545817386 * (210^2)) + (-5,53774611070437E-07 * (210^3))$ ).

Tab. 2: Ergebnisse der kubischen Regression für Trockensteher und laktierende Kühe bei Simmentaler Fleckvieh (FV).  $a$  = Regressionskonstante;  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  = Steigungskoeffizienten;  $R^2$  = Bestimmtheitsmaß; LZ = Laktationszyklus.

Phase		Parameterschätzwerte				Modellübersicht	
		a	b1	b2	b3	$R^2$	p
Trockensteher	gesamt	16,521	-0,053	-0,003	-2,163E-05	0,615	0,001
Laktierend	gesamt	15,759	-0,076	0,000	-5,538E-07	0,874	0,001
Trockensteher	1. + 2. LZ	14,580	-0,414	-0,019	-2,120E-04	0,444	0,001
Laktierend	1. + 2. LZ	15,245	-0,069	0,000	-4,834E-07	0,767	0,001

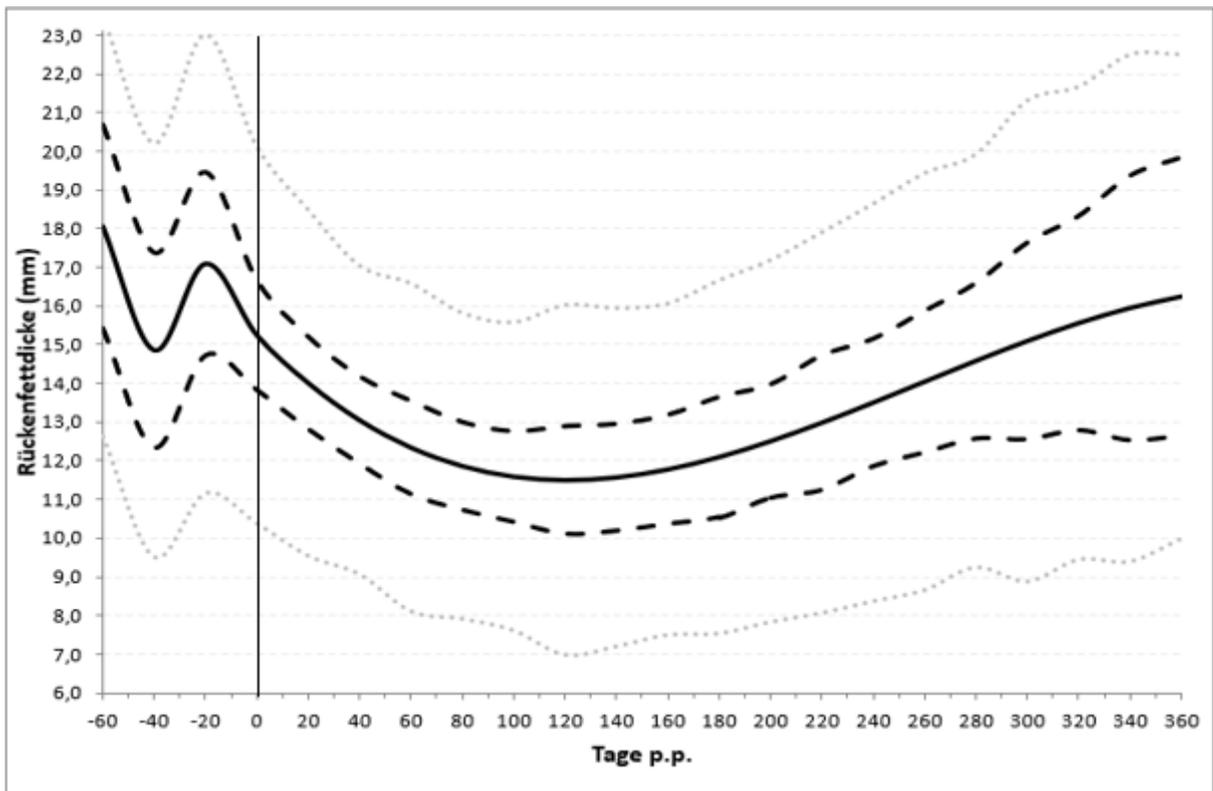


Abb. 5: Verlauf der mittleren Rückenfettdicke (RFD) beim Simmentaler Fleckvieh (FV) der ersten und zweiten Laktation im Reproduktionszyklus. Mittelwerte (durchgezogene Linie), 95 % - Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und Standardabweichung (grau punktiert). Tage -60 bis 0 ist die Trockenstehphase, senkrechte Linie am Tag 0 ist Tag der Abkalbung, Tage 1 bis 360 postpartum (p.p.)

Für die Beschreibung des Konditionsverlaufs der Körperkondition von 961 FV-Kühen in der ersten und zweiten Laktation wurden insgesamt 6.429 Messwerte in 22 Kategorien zu je 20 Tagen mit durchschnittlich 292 Werten (Spanne 104 bis 476) eingeteilt. Dies entspricht einem Anteil von 49,6 % aller durchgeführten Messungen an 58 % der untersuchten Tiere. Die in Abbildung 5 mittels Regression dargestellte Kurve beschreibt den Verlauf der RFD dieser Tiere in den ersten beiden Reproduktionszyklen. Am Beginn der TS-Phase 60 Tage vor dem Abkalben besaßen die Kühe eine durchschnittliche RFD von 18,1 mm (+/- 5,4 mm), welches auch das Maximum der Kurve darstellte. Nach anfänglicher Abnahme der RFD während der TS-Phase, erreichte die Kurve 20 Tage vor dem Abkalben mit 17,1 mm (+/- 5,9 mm) einen weiteren Peak. Zur Abkalbung besaßen die Tiere eine durchschnittliche RFD von 15,2 mm (+/- 4,9 mm). Der Nadir der Kurve wurde am 121. Tag der Laktation mit 11,5 mm (+/- 4,9 mm) errechnet.

#### 4 Diskussion

Die RFD-Methode als Methode der Körperkonditionsbeurteilung von Milchviehherden ist bereits fester Bestandteil in der integrierten tierärztlichen Bestandsbetreuung (Schröder und Staufenbiel 2006). Grundlage dieser ultraschallgestützten Technik ist die Messung des subkutanen Fettdepots im Sakralbereich, an jener Körperstelle mit der höchsten Korrelation zum Gesamtkörperfett (Klawuhn et al. 1997, Staufenbiel 1992). Während Kempster et al. (1981) keine Unterschiede in der Verteilung der Fettdepots von Rinder-Schlachtkörper fanden, berichteten Dolezal et al. (1993) von größeren subkutanen Fettdepots bei Fleischrassen im Vergleich zu Milchviehrindern, die mehr abdominales Fett einlagerten. Diese Aussagen konnten von anderen Autoren nicht bestätigt werden. Die Milchleistungsrasse Brown-Swiss hatte beispielsweise die höchste mittlere RFD (Mösenfechtel et al. 2000) an der sakralen Messstelle, die Zweinutzungsrasse FV zeigte im Verlauf des Reproduktionszyklus eine niedrigere mittlere RFD (Pothmann et al. 2014) und die RFD-Werte beim SMR (Staufenbiel et al. 2003) lagen in der Mitte. Beim Vergleich der Rassen müssen die verschiedenen Grade an Einkreuzungen, wie z.B. das fleischbetonte Original BV in Brown Swiss bzw. milchbetonte Red Holstein in FV, berücksichtigt werden. Das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Aussagekraft der bisherigen RFD-Referenzkurve für FV (Pothmann et al. 2014) durch eine größere Anzahl an Messungen zu erhöhen, veränderte die Dynamik der Kurve nur unwesentlich und generierte etwas niedrigere RFD-Mittelwerte. Der Nadir der RFD lag in beiden Arbeiten bei 12 mm, der Eintritt des Konditionstiefpunkts verschob sich aber vom 110. auf den 121. Laktationstag. In diesem Zusammenhang muss eine Vielzahl an Faktoren, wie z.B. Management, Fütterung, Genetik, Laktationsdauer und Alter der Milchkühe, die Einfluss auf die Konditionsentwicklung haben, einbezogen werden (Schröder und Staufenbiel 2006). Die Studientiere der vorliegenden Arbeit kamen aus bayrischen FV-Herden, unterschieden sich in der mittleren Laktationsdauer und Milchleistung kaum von den österreichischen Herden, was vermuten lässt, dass Management und Fütterung einen größeren Einfluss auf den RFD-Verlauf hatten. Des Weiteren fällt auf, dass die Streuung der RFD-Mittelwerte mit ca. 5mm Standardabweichung höher ausfielen als bei der Originalarbeit, aber vergleichbar mit der Studie von Schröder und Staufenbiel (2003), welches statistisch auf die höhere Inhomogenität der Population zurückzuführen ist. Wie schon von Pothmann et al. (2014) im Detail beschrieben, basiert die

aktuelle Arbeit auf der Glättung von Datenreihen, wodurch ein Konfidenzintervall der RFD-Werte geschaffen wurde, welches einen praxisrelevanten Vergleich von Gruppen in gleichem TS- und Laktationsabschnitt ermöglicht. Einzelne RFD-Messungen müssen entsprechend den Laktationsabschnitten zugeordnet werden und sollten im Streubereich der Referenzmittelwerte liegen. Bei der RFDM einzelner Kühe muss eine Ungenauigkeit bis zu 1,6-1,9 mm im Vergleich zur Messung an Schlachtkörper in Kauf genommen werden, wobei durch die Ultraschallmessung magere Tiere überschätzt und fettere Kühe unterschätzt werden (Brethour 1992, Greiner et al. 2003). Nichtsdestotrotz bietet die Methode der RFDM per se eine gute Inter- und Intrarater Reliabilität bei Messwiederholungen (Brethour 1992, Pothmann et al. 2015).

Ein weiteres Ziel der Studie war, den zusätzlichen Energiebedarf für das Körperwachstum von jüngeren Milchkühen im RFD-Verlauf zu berücksichtigen. Da das Wachstum über die erste Laktation hinausgeht (Staufenbiel et al. 1987), wurde zwischen jungen (ersten beiden Laktationen) und älteren Kühen (ab der dritten Laktation) unterschieden. Bei jüngeren Tieren erfolgt die Zunahme des Körpergewichts in stärkerem Ausmaß durch Proteinansatz als durch erhöhtes Gesamtkörperfett (Klawuhn et al. 1997). Interessanterweise wurden in dieser Arbeit jüngere Kühe mit einer durchschnittlich höheren RFD trockengestellt als Kühe mit drei oder mehr Laktationen. Eine Überkonditionierung von hochträchtigen Kalbinnen wird mit einem erhöhten Risiko für Schweregeburten und Stoffwechselerkrankungen assoziiert (Hoffman et al. 1996). Eine weitere Zunahme der Körperkondition bei den Jungtieren trat in dieser Studie nicht ein, da die RFD-Entwicklung in der TS-Phase einen biphasischen Verlauf nahm. Entsprechend der RFD-Kurve mobilisierten die jüngeren Kühe zu Beginn der TS-Phase Fett, gefolgt von einer Phase des Fettansatzes, um ca. ab dem 20. Tag a.p. in eine NEB zu gelangen. Erklärungsansätze dafür bietet die peripartale Verzehrdepression von Milchkühen, die eine Woche a.p. beginnend beschrieben wird (Bertics et al. 1992), aber ein höheres Ausmaß bei Kühen im Vergleich zu Kalbinnen erreicht (Vandelaar et al. 1999). Des Weiteren müssen die unterschiedlichen Fütterungs- und Haltungsbedingungen der Studientiere bedacht werden, da ein fehlendes Transitmanagement und sozialer Stress beim Eingliedern von Jungtieren in die Herde ein häufiges Problem für die Futteraufnahme darstellt (Schirmann et al. 2011).

Der RFD-Verlauf von Kühen der 1. und 2. Laktation in dieser Studie lässt schlussfolgern, dass ein besonderes Augenmerk auf die Fütterung von noch im Wachstum befindlichen, jüngeren

Kühen in der TS- und Transitphase gelegt werden sollte. Dies ergänzt die gängige Empfehlung, das letzte Laktationsdrittel zu nutzen, um Kühe in eine optimale Körperkondition zu bringen und in der sensiblen TS-Phase die Körperkondition konstant zu halten (Janovick et al. 2011). Dementsprechend führt eine optimale Fütterung der Trockensteher durch eine verbesserte postpartale Energiebilanz zu früheren RFD-Zunahmen, wodurch metabolische Störungen in der Frühlaktation vermindert werden (Vandehaar et al. 1999).

Die vorliegende Arbeit liefert durch die hohe Anzahl an Studientieren und Messdaten einen guten Querschnitt durch die Population. Durch die aktualisierte RFD-Referenzkurve mit hoher Güte ist es möglich, die Konditionsentwicklung von TS- und Laktationsgruppen sowie ganzen FV-Herden zu beurteilen. Die RFD-Referenzkurve für jüngere Kühe in der Wachstumsphase ermöglicht die Einschätzung von RFD-Abweichungen in der TS-Phase, um durch Fütterungs- und Managementmaßnahmen mögliche Stoffwechselstörungen in der Frühlaktation zu vermindern. Die Methode der RFDM kann im Rahmen der Herdenbetreuung zur Konditionsbeurteilung von Herden empfohlen werden (Schröder und Staufenbiel 1993, Pothmann et al. 2014).

## 5 Zusammenfassung

Die Messung der Rückenfettdicke mittels Ultraschalles ist eine geeignete Methode, um im Rahmen der Bestandsbetreuung den Energiehaushalt von Milchkühen zu beurteilen. Die an Milchleistungskühe gestellten Anforderungen einer hohen Milchleistung, guter Reproduktion und Gesundheit können nur durch eine optimale Körperkondition in jedem Stadium des Reproduktionszyklus erfüllt werden. Damit die regelmäßigen Rückenfettdicken-Messungen von Herden richtig eingeschätzt werden können, bedarf es Referenzkurven, die den Normalbereich der unterschiedlichen Rassen zu jedem Laktations- und Trockenstehzeitpunkt angeben. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Aussagekraft der Referenzkurve für Fleckvieh von Pothmann et al. (2014) zu erhöhen und den unterschiedlichen Anforderungen von im Wachstum befindlichen Kühen der ersten und zweiten Laktation gerecht zu werden. Die neue Referenzkurve basiert auf 12.966 Messungen von 1.656 Fleckviehkühen in deutschen und österreichischen Herden. Zum Zeitpunkt des Trockenstellens haben Fleckvieh-Kühe 13 bis 16 mm und zur Abkalbung 15 bis 17 mm Rückenfettdicke. In der postpartalen katabolen Phase wird am 121. Laktationstag der Nadir von 12 mm Rückenfettdicke erreicht. Die noch im Wachstum befindlichen Kühen der ersten und zweiten Laktation haben zum Trockenstellen 15 – 21 mm und zur Abkalbung 14 - 17 mm. Der Verlauf der Referenzkurve lässt darauf schließen, dass besonders bei jungen Tieren in der Trockensteh- und Transitphase auf eine optimale Körperkonditionierung geachtet werden muss. Das hohe Bestimmtheitsmaß der Referenzkurven ermöglicht bestandsbetreuenden Tierärztinnen und Tierärzten fundierte Management- und Fütterungsempfehlungen bei Abweichungen der Rückenfettdicke von Fleckvieh-Kühen zu geben. Auf Grund der hohen Standardabweichung sollte die Bewertung dabei auf Bestandsebene erfolgen, indem der Durchschnitt aller Kühe eines Laktationsabschnitts bewertet wird.

## 6 Summary

The measurement of the backfat thickness (BFT) with ultrasound is a valuable tool in herd management of dairy cows to evaluate their energy balance. The requirements for dairy cows such as a high milk yield, good reproduction and health, can only be met with an optimal body condition in every stage of the reproduction cycle. A reference curve is necessary, which defines the normal range for every different breed, to assess the periodic backfat thickness measurements correctly. The objectives of this study were to increase the informative value of a previous study by Pothmann et al. (2014) and to take the different energy balance of younger and still growing cows in their first and second lactation into consideration. The new reference curve is based on 12,966 measurements on 1,656 Simmental cows from Austrian and German herds. The backfat thickness at the beginning of the dry period was between 14 to 17 mm. The maximum of the curve was reached 11 days before parturition and the cows calved with an average backfat thickness of 16 mm. The nadir was reached 121 days after parturition with around 12 mm backfat thickness. The younger cows had 15 to 25 mm BFT at the beginning of the dry period and calved with 14 to 17 mm. The curve of the younger cows suggests that it is necessary to pay special attention on their body condition in the dry and transition period. The high coefficient of determination of this reference curve allows veterinarians and farmers to evaluate the energy balance of Simmental cows and adjust management and feeding measures swiftly. Because the standard variation of the reference curve is quite high, we recommend a comparison on herd level, in which the average of all cows in the same lactation phase is compared to the reference curve.

## 7 Literaturverzeichnis

- Atalay H, Danyer E, BİLAL T, Arslan M, Toksavul S, Yenilmez K, İpek H. 2019. Determination of backfat thickness with transrectal ultrasonography in cattle, and the relation between body condition score and nutritional diseases. *J. of Adv. in VetBio Sci. and Tech.*, 4 (1). DOI 10.31797/vetbio.548423.
- Bauman DE, Currie BW. 1980. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: A review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *J. of Dairy Sci.*, 63 (9): 1514–1529. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(80)83111-0.
- Bertics SJ, Grummer RR, Cadorniga-Valino C, Stoddard EE. 1992. Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation. *J. of Dairy Sci.*, 75 (7): 1914–1922. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(92)77951-x.
- Brethour JR. 1992. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *J. of Animal Sci.*, 70 (4): 1039–1044. DOI 10.2527/1992.7041039x.
- Coppock CE, Noller CH, Wolfe SA. 1974. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, (93): 1371–1380.
- 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 Früh lactation [Dissertation]. Berlin: Mensch und Buch-Verl., 182 S.
- Dolezal HG, Tatum JD, Williams FL. 1993. Effects of feeder cattle frame size, muscle thickness, and age class on days fed, weight, and carcass composition. *J. of Animal Sci.*, 71 (11): 2975–2985. DOI 10.2527/1993.71112975x.
- Dorfner G. 2018. Milchreport Bayern 2018. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL): 23. [http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/jdownloads/FODOK/2375-erstkalbealter/fodok\\_1\\_22082\\_gruber\\_et\\_al.\\_intensit\\_t\\_rinderaufzucht\\_2.\\_einfluss\\_tr\\_nke\\_intensit\\_t\\_futterniveau\\_erstkalbealter\\_sp\\_tere\\_milchleistung\\_viehwirttagung\\_2019\\_35\\_51.pdf](http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/jdownloads/FODOK/2375-erstkalbealter/fodok_1_22082_gruber_et_al._intensit_t_rinderaufzucht_2._einfluss_tr_nke_intensit_t_futterniveau_erstkalbealter_sp_tere_milchleistung_viehwirttagung_2019_35_51.pdf) (Zugriff 16.03.2020).
- Dubuc J, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS, LeBlanc SJ. 2010. Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, 93 (12): 5764–5771. DOI 10.3168/jds.2010-3429.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster G. 1989. A body condition scoring chart for holstein dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, 72 (1): 68–78. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0.
- Emery RS. 1979. Deposition, secretion, transport and oxidation of fat in ruminants. *J. of Animal Sci.*, 48 (6): 1530–1537. DOI 10.2527/jas1979.4861530x.

- Ferguson JD, Galligan DT, Thomsen N. 1994. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. *J. of Dairy Sci.*, 77 (9): 2695–2703. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(94)77212-x.
- Gearhart MA, Curtis CR, Erb HN, Smith RD, Sniffen CJ, Chase LE, Cooper MD. 1990. Relationship of changes in condition score to cow health in Holsteins. *J. of Dairy Sci.*, 73 (11): 3132–3140. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(90)79002-9.
- Greiner SP, Rouse GH, Wilson DE, Cundiff LV, Wheeler TL. 2003. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. of Animal Sci.*, 81 (3): 676–682. DOI 10.2527/2003.813676x.
- Hansen MF, Smith ML, Smith LN, Abdul Jabbar K, Forbes D. 2018. Automated monitoring of dairy cow body condition, mobility and weight using a single 3D video capture device. *Comp. in Industry*, 98: 14–22. DOI 10.1016/j.compind.2018.02.011.
- Heinrichs AJ, Rogers GW, Cooper JB. 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *J. of Dairy Sci.*, 75 (12): 3576–3581. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(92)78134-x.
- Hoffman PC, Brehm NM, Price SG, Prill-Adams A. 1996. Effect of accelerated postpubertal growth and early calving on lactation performance of primiparous holstein heifers. *J. of Dairy Sci.*, 79 (11): 2024–2031. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(96)76575-x.
- Janovick NA, Boisclair YR, Drackley JK. 2011. Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. *J. of Dairy Sci.*, 94 (3): 1385–1400. DOI 10.3168/jds.2010-3303.
- Janzekovic M, Mocnik U, Brus M. 2015. Ultrasound measurements for body condition score assessment of dairy cows. In: Katalinic B, Hrsg. DAAAM international scientific book 2015. : DAAAM International Vienna, 51–58.
- Kalcher L, Stegfellner M. 2018. <https://www.zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZAR-Jahresberichte.html> (Zugriff 13.02.2020).
- Kempster AJ, Cuthbertson A, Jones DW, Owen MG. 1981. Prediction of body composition of live cattle using two ultrasonic machines of differing complexity: a report of four separate trials. *J. Agric. Sci.*, 96 (2): 301–307. DOI 10.1017/S0021859600066077.
- Klawuhn D, Staufienbiel R, Klawuhn D. 1997. Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind. *Tierärztl. Prax.*, 1997 (25): 133–138.
- Kristensen E, Dueholm L, Vink D, Andersen JE, Jakobsen EB, Illum-Nielsen S, Petersen FA, Enevoldsen C. 2006. Within- and across-person uniformity of body condition scoring in danish holstein cattle. *J. of Dairy Sci.*, 89 (9): 3721–3728. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(06)72413-4.
- Ledinek M, Gruber L, Steininger F, Zottl K, Royer M, Krimberger K, Mayerhofer M, Egger-Danner C, Fuerst-Waltl B. 2019. Analysis of lactating cows in commercial Austrian dairy farms: diet composition, and influence of genotype, parity and stage of lactation on nutrient

- intake, body weight and body condition score. *Italian J. of Anim. Sci.*, 18 (1): 202–214. DOI 10.1080/1828051X.2018.1504632.
- Macrae AI, Burrough E, Forrest J, Corbishley A, Russell G, Shaw DJ. 2019. Risk factors associated with excessive negative energy balance in commercial United Kingdom dairy herds. *The Vet. J.*, 250: 15–23. DOI 10.1016/j.tvjl.2019.06.001.
- McNamara JP. 1991. Regulation of adipose tissue metabolism in support of lactation. *J. of Dairy Sci.*, 74 (2): 706–719. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(91)78217-9.
- Moe PW, Flatt WP, Tyrell HF. 1972. Net energy value of feeds for lactation. *J. of Dairy Sci.*, 55 (7): 945–958. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(72)85601-7.
- Moe PW, Tyrell HF, Flatt WP. 1971. Energetics of body tissue mobilization. *J. of Dairy Sci.*, 54 (4): 548–553. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(71)85886-1.
- Mösenfechtel S, Eigenmann UJ, Wanner M, Rüschi P. 2000. Rückenfettdicke und Fruchtbarkeit bei Braunviehkühen. *Schw. Arch. für Thk.*, 142 (12): 679–689.
- Mullins IL, Truman CM, Campler MR, Bewley JM, Costa JHC. 2019. Validation of a commercial automated body condition scoring system on a commercial dairy farm. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9 (6). DOI 10.3390/ani9060287.
- Nebel RL, McGilliard ML. 1993. Interactions of high milk yield and reproductive performance in dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, 76 (10): 3257–3268. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(93)77662-6.
- Pothmann H, Erlen A, Pichler M, Huber J, Drillich M. 2015. Korrelation und Vergleich der Wiederholbarkeit von Body Condition Scoring und Rückenfettdicken-Messung unterschiedlicher Untersucher bei Milchkühen. *Berl. und Muench. tierarztl. Wochenschrift*, 128 (7-8): 319–325.
- Pothmann H, Tichy A, Drillich M. 2014. Der Verlauf der Rückenfettdicke von Österreichischen Fleckviehkühen - Erstellung einer Referenzkurve. *WTM*: 206–213.
- Reid JT, Robb J. 1971. Relationship of body composition to energy intake and energetic efficiency. *J. of Dairy Sci.*, 54 (4): 553–564. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(71)85887-3.
- Roche JR, Friggens NC, Kay JK, Fisher MW, Stafford KJ, Berry DP. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J. of Dairy Sci.*, 92 (12): 5769–5801. DOI 10.3168/jds.2009-2431.
- Schaefer M. 2000. Untersuchungen zur Körperkonditionsbeurteilung bei Milchkühen der Rasse Fleckvieh unter den Haltungsbedingungen des nördlichen Oberbayerns [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Schirmann K, Chapinal N, Weary DM, Heuwieser W, von Keyserlingk MAG. 2011. Short-term effects of regrouping on behavior of prepartum dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, 94 (5): 2312–2319. DOI 10.3168/jds.2010-3639.

- Schneider S, Bellhof G, Preißinger W, Spiekers H, Hitzlsberger L. 2005. Die Aussagefähigkeit und der Einsatz der Rückenfettdickenmessung mittels Ultraschall bei Milchkühen der Rasse Fleckvieh. *Forum angewandter Forschung* 06./07.04.2005.
- Schröder U, Staufenbiel R. 2003. Konditionsbeurteilung per Ultraschall in der Herdenbetreuung: Teil 3: Berechnung von Referenzwerten. *Tierärztliche Praxis. Ausgabe G, Grosstiere/Nutztiere*, 31 (06): 300–305. DOI 10.1055/s-0038-1622995.
- Schröder UJ, Staufenbiel R. 2006. Invited review: Methods to determine body fat reserves in the dairy cow with special regard to ultrasonographic measurement of backfat thickness. *J. of Dairy Sci.*, (89): 1–14.
- Schroeder UJ. 2000. Untersuchungen zur Konditionsbeurteilung mittels ultrasonografischer Messung der Rückenfettdicke als Grundlage zur Anwendung in der Bestandsbetreuung von Milchviehherden [Dissertation]. Berlin: Freie Universität Berlin.
- Song X, Bokkers EAM, van Mourik S, Groot Koerkamp, P W G, van der Tol, P P J. 2019. Automated body condition scoring of dairy cows using 3-dimensional feature extraction from multiple body regions. *J. of Dairy Sci.*, 102 (5): 4294–4308. DOI 10.3168/jds.2018-15238.
- Staufenbiel R. 1992. Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes. Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. *Monatsheft für Veterinärmedizin*, (47): 467–474.
- Staufenbiel R. 1997. Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonografischen Rückenfettdickenmessung. *Der praktische Tierarzt*, (27): 87–92.
- Staufenbiel R, Rossow N, Jacobi U. 1987. Zur Milchproduktion aus der Sicht des Energie- und Fettstoffwechsels, *Berichte 7/11. Ber. Humboldt-Univ.*, (7/11): 26–34.
- Staufenbiel R, Schröder U, Gelfert C-C, Panicke L. 2003. Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit und allgemeiner Gesundheit von Milchkühen. *Archives Animal Breeding*, 46 (6): 513–526. DOI 10.5194/aab-46-513-2003.
- Vandehaar MJ, Yousif G, Sharma BK, Herdt TH, Emery RS, Allen MS, Liesman JS. 1999. Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period. *J. of Dairy Sci.*, 82 (6): 1282–1295. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(99)75351-8.
- Vasseur E, Gibbons J, Rushen J, Passille AM de. 2013. Development and implementation of a training program to ensure high repeatability of body condition scoring of dairy cows. *J. of Dairy Sci.*, 96 (7): 4725–4737. DOI 10.3168/jds.2012-6359.
- Waltner SS, McNamara JP, Hillers JK, Brown DL. 1994. Validation of indirect measures of body fat in lactating cows. *J. of Dairy Sci.*, 77 (9): 2570–2579. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(94)77198-8.

Wang Y, Huo P, Sun Y, Zhang Y. 2019. Effects of body condition score changes during peripartum on the postpartum health and production performance of primiparous dairy cows. *Animals : an open access journal from MDPI*, 9 (12). DOI 10.3390/ani9121159.

Wappler O. 1997. Vergleichende Untersuchungen zur Aussage des Harnstoffverteilungsraumes, der Lebendmasse und der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt der Milchkuh [Dissertation]. Freie Universität Wien.

## 8 Abbildungs-/ Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Body Condition Scoring Chart (Edmonson et al. 1989).....	3
Abb. 2: Messpunkt der RFD: schwarze Linie: gedachte Linie zwischen Tuber coxae und Tuber ischiadicum, rote Linie: Position der Ultraschallsonde zum Zeitpunkt der Messung .....	6
Abb. 3: Ultraschallbild einer RFD-Messung von 13,8 mm, 1: Fascia profunda, 2: Intramuskuläre Faszie.....	7
Abb. 4: Verlauf der mittleren Rückenfettdicke beim Simmentaler Fleckvieh (durchgezogene Linie), dem 95 % - Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und der Standardabweichung (grau punktiert) im Reproduktionszyklus. Tage -60 bis 0 ist die Trockenstehphase, senkrechte Linie am Tag 0 ist Tag der Abkalbung, Tage 1 bis 360 postpartum (p.p.).....	10
Abb. 5: Verlauf der mittleren Rückenfettdicke beim Simmentaler Fleckvieh (erste und zweite Laktation) im Reproduktionszyklus. Mittelwerte (durchgezogene Linie), 95 % - Konfidenzintervall (schwarz gestrichelt) und Standardabweichung (grau punktiert). Tage -60 bis 0 ist die Trockenstehphase, senkrechte Linie am Tag 0 ist Tag der Abkalbung, Tage 1 bis 360 postpartum (p.p.) .....	13
Tab. 1: Deskriptive Statistik der Rückenfettdicke (RFD) in mm des Simmentaler Fleckviehs (FV) in kategorisierten Tagen und die, über kubische Regression ermittelten, Normalbereiche (NB) der RFD (in mm). n = Anzahl der Messungen, $\bar{x}$ = Mittelwert, s = Standardabweichung..	11
Tab. 2: Ergebnisse der kubischen Regression für Trockensteher und laktierende Kühe bei Simmentaler Fleckvieh (FV). a = Regressionskonstante; b1, b2, b3 = Steigungskoeffizienten; R <sup>2</sup> = Bestimmtheitsmaß; LZ = Laktationszyklus.....	12

## **9 Danksagung**

Ich bedanke mich sehr herzlich bei Dr. Harald Pothmann für die geduldige Betreuung und Unterstützung meiner Diplomarbeit. Prof. Dr. Drillich danke ich für das konstruktive Korrekturlesen. Weiteres bedanke ich mich bei Dr. Michael Schmauß für das zur Verfügung stellen seiner RFD-Daten.

Ich danke meiner Familie, insbesondere meinen Eltern, für die endlose Unterstützung, die ich erfahre und ich danke meiner Freundin, dass sie mich auch in stressigen Phasen aushält.