

4 Ergebnisse

4.1 Auswertung der Einzelmessungen

4.1.1 Ausgewählte Kenngrößen der Herden

Zur Beschreibung und Darstellung der absoluten Rückenfettdicke im Verlauf der Laktation wurden 70097 Einzelmessungen ausgewertet, wobei 10576 Tiere untersucht worden sind. Somit werden die Einzelmessungen als unabhängig voneinander betrachtet, obwohl die Mehrzahl der Tiere (mit zeitlichen Abständen) mehrmals untersucht wurden. Die Tabelle 4 gibt ein Überblick über Minima, Maxima, Mittelwerte (\bar{x}), Standardabweichungen (s), Mediane ($x_{0,5}$) und Überschreitungswahrscheinlichkeiten (p) einiger Fruchtbarkeits- und Milchleistungsdaten der untersuchten Kühe.

Tab. 4: Lage- und Streuungsmaße für ausgewählte Fruchtbarkeits- und Milchleistungsdaten

Variable	Tierzahl	Min.	Max.	$\bar{x} \pm s$	$x_{0,5}$
RFD (mm)	70097	5	85	$18,2 \pm 7,62$	18
Anz. Kalbungen	13540	1	12	$2,15 \pm 1,34$	2
RZ	6500	25	239	$76,1 \pm 25,9$	71
ZKZ	6672	298	759	$390,1 \pm 56,3$	375
Besamungen	6505	1	13	$1,95 \pm 1,25$	2
Mkg (100)	4157	1402	6015	$3472,1 \pm 735,5$	3407
Mkg (305)	3920	2378	14907	$9332,6 \pm 1695,6$	9253
E % (100)	4155	2,22	4,29	$3,28 \pm 0,23$	3,27
Ekg (305)	2289	53	500	$319,7 \pm 55,3$	320
F % (100)	4157	1,11	7,05	$4,07 \pm 0,56$	4,03
Fkg (305)	2289	62	673	$376,5 \pm 66,8$	376
FEQ (100)	4157	0,52	2,16	$1,24 \pm 0,17$	1,23
FEQ (305)	2292	0,7	1,84	$1,18 \pm 0,13$	1,18

Angegeben sind die Rückenfettdicke (RFD), Anzahl der Kalbungen (= Laktationen), Rastzeit (RZ), Zwischenkalbezeit (ZKZ) und die Anzahl künstlicher Besamungen bis zur Trächtigkeit. Als Leistungsparameter sind die 100-Tage und die 305-Tage Milchmengenleistung (Mkg100, Mkg305) angeführt. Des weiteren sind die Mittelwerte des 100-Tage Milcheiweiß- (E%) und Milchfettgehaltes (F%) sowie der zugehörige Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) beschrieben. Das gleiche gilt für den 305-Tage Melkabschnitt.

4.1.2 Verlauf der Rückenfettdicken in den einzelnen Herden

Der Verlauf der Rückenfettdicken in den Herden wird für die Tiere, die sich im Bereich von 60 Tagen vor der Kalbung bis 305 Tagen nach der Kalbung befanden, dargestellt. Damit wird eine von Hochleistungsbetrieben angestrebte Zwischenkalbezeit (ZKZ) von 365 eingeschlossen. Auf den Abbildungen sind die Kühe in Laktationsgruppen 1, 2 und 3 zusammengefasst. Dabei enthält die Laktationsgruppe 3 alle Tiere mit 3 und mehr Laktationen. Zu jeder Abbildung sind die zugehörigen Regressionsgleichungen, eingeschlossene Tierzahlen, der Standardfehler des Schätzers (S.E.) und das Bestimmtheitsmaß angegeben. Da sich die Regressionen zwischen den trockenstehenden und den laktierenden Tieren deutlich unterscheiden, wurden diese Abschnitte einzeln ausgewertet. Des weiteren wird der Zeitpunkt der Kalbung genauer beschrieben. Hier werden alle Tiere im Zeitraum - 5 bis 5 Melktage einbezogen. Diese Kühe werden über die Mittelwerte der Rückenfettdicken (RFD) mit zugehörigem Standardfehler bewertet.

Herde 1

Die erste Herde umfasst ungefähr 1000 laktierende Kühe. Die mittlere 305 Tage Milchleistung beträgt 8960 ± 1608 kg und die Zwischenkalbezeit (ZKZ) $384 \pm 50,7$ Tage. Der Besamungsindex liegt bei $2,2 \pm 1,43$. Die Färsen kalben mit einer durchschnittlichen RFD von $22,2 \pm 6,62$ mm. Vom Kalbezeitpunkt an bauen die Erstkalbinnen bis zum 90. Melktag kontinuierlich ab (Tiefpunkt $14,6 \pm 6,42$) und nehmen ab Tag 100 langsam wieder zu. Tiere der 2. Laktation weisen zum Partus eine mittlere RFD von $21,7 \pm 6,33$ mm auf. Sie verlieren ähnlich der Erstkalbinnen bis zum 90. Melktag an Kondition (tief $13,3 \pm 7,12$ mm), jedoch die Rate des Fettgewebsanabolismus ab dem 100. Melktag liegt deutlich über der der Färsen. Kühe der 3. Laktation und höher kommen mit $26,2 \pm 8,83$ mm erheblich fetter zur Kalbung. Sie bauen bis fast zum 100. Melktag ab und erreichen wie die Tiere der ersten Laktation mit $14,6 \pm 7,93$ mm ihren Tiefpunkt.

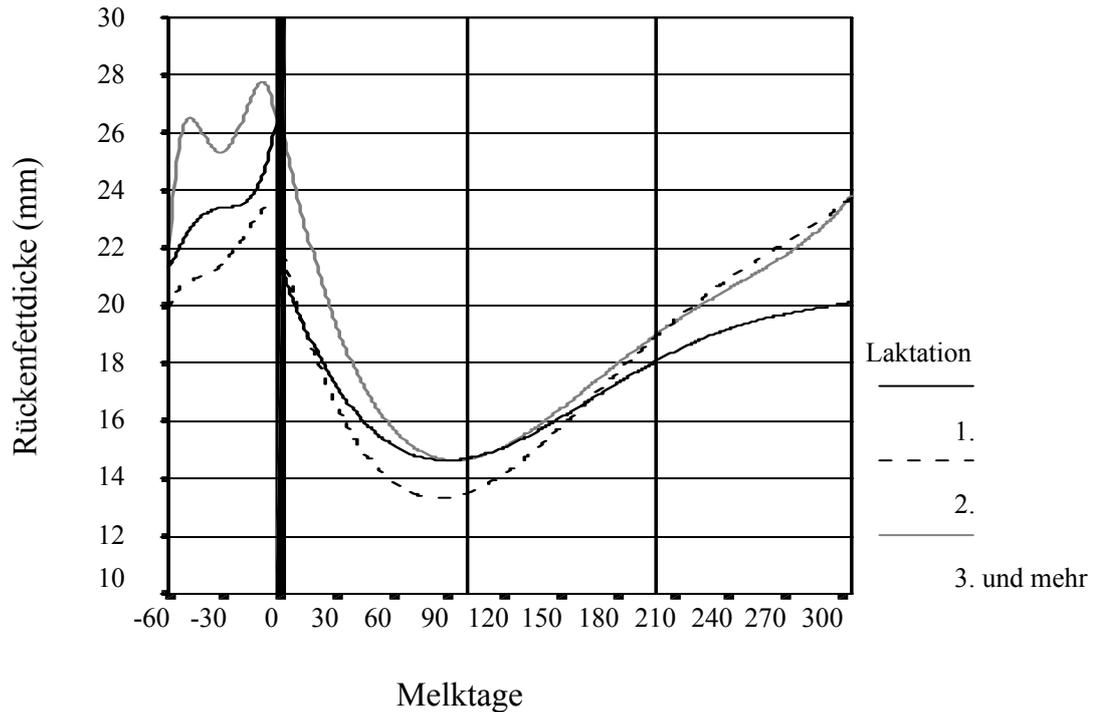


Abb. 8: Regressionskurven für die Herde 1

Tab. 5: Regressionsgleichungen zu Abb. 8

1	Lakt.: $RFD = 21,274 - 0,177 \cdot d + 1,461E-03 \cdot d^2 - 3,548E-06 \cdot d^3 + 6,665E-12 \cdot d^5$		
	n = 4952	S.E. = 6,418	$R^2 = 0,078$
	Trocken: $RFD = 27,218 + 0,402 \cdot d + 1,482E-02 \cdot d^2 + 1,971E-04 \cdot d^3 - 9,591E-09 \cdot d^5$		
	n = 918	S.E. = 6,207	$R^2 = 0,022$
2	Lakt.: $RFD = 21,969 - 0,239 \cdot d + 2,032E-03 \cdot d^2 - 4,976E-06 \cdot d^3 + 1,016E-11 \cdot d^5$		
	n = 3458	S.E. = 7,124	$R^2 = 0,169$
	Trocken: $RFD = 23,375 - 6,699E-02 \cdot d - 9,061E-03 \cdot d^2 - 1,74E-04 \cdot d^3 + 1,596E-08 \cdot d^5$		
	n = 577	S.E. = 7,612	$R^2 = 0,18$
3	Lakt.: $RFD = 26,256 - 0,301 \cdot d + 2,469E-03 \cdot d^2 - 6,323E-06 \cdot d^3 + 1,481E-11 \cdot d^5$		
	n = 2995	S.E. = 7,934	$R^2 = 0,118$
	Trocken: $RFD = 25,278 - 0,589 \cdot d - 4,208E-02 \cdot d^2 - 8,271E-04 \cdot d^3 + 8,456E-08 \cdot d^5$		
	n = 672	S.E. = 9,072	$R^2 = 0,012$

Herde 2

Die zweite Herde ist mit rund 280 melkenden Tieren die kleinste der Untersuchungsreihe. Die durchschnittliche 305 Tage Milchleistung liegt bei 10400 kg und die ZKZ bei $406 \pm 54,5$ Tage. Die Färsen kalben mit einer mittleren RFD von $19,8 \pm 6,26$ mm. Sie bauen bis zum

100. Laktationstag Fettgewebe ab (tief $14,5 \pm 5,53$ mm). Mit $23,0 \pm 7,74$ mm kommen die Tiere der 2. Laktation zur Kalbung. Mit $14,5 \pm 5,64$ mm erreichen sie einen ähnlichen Tiefpunkt wie die Erstkalbinnen, jedoch mit ungefähr 70 Melktagen erkennbar früher als diese. Die konditionell eher fetten Drittlaktierenden weisen zum Partus eine RFD von $28,4 \pm 7,07$ mm auf. Ihr konditioneller Tiefpunkt liegt bei $16,6 \pm 6,24$ mm.

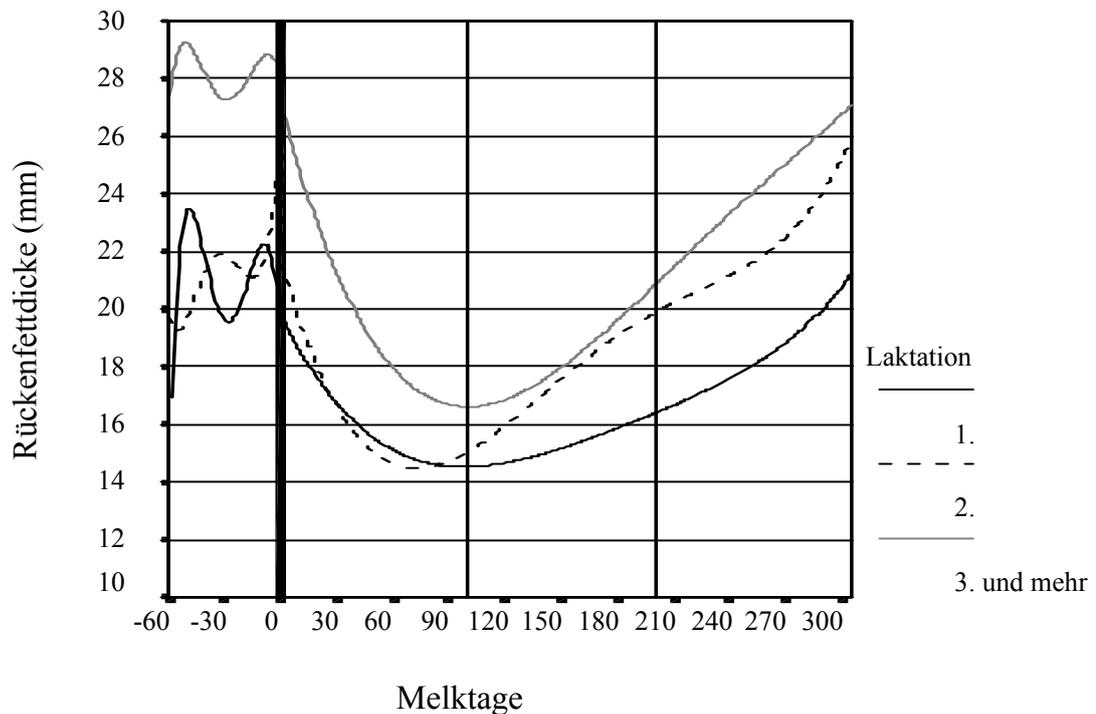


Abb. 9: Regressionskurven für die Herde 2

Tab. 6: Regressionsgleichungen zu Abb. 9

1	Lakt.: $RFD = 19,759 - 0,13 \cdot d + 1,033E-03 \cdot d^2 - 2,635E-06 \cdot d^3 + 7,49E-12 \cdot d^5$		
	n = 829	S.E. = 5,538	$R^2 = 0,087$
2	Trocken: $RFD = 19,318 - 0,761 \cdot d - 5,954E-02 \cdot d^2 - 1,278E-03 \cdot d^3 + 1,434E-07 \cdot d^5$		
	n = 101	S.E. = 5,819	$R^2 = 0,049$
2	Lakt.: $RFD = 21,735 - 0,235 \cdot d + 2,36E-03 \cdot d^2 - 6,984E-06 \cdot d^3 + 2,066E-11 \cdot d^5$		
	n = 624	S.E. = 5,641	$R^2 = 0,213$
3	Trocken: $RFD = 25,918 + 0,782 \cdot d + 4,104E-02 \cdot d^2 + 6,988E-04 \cdot d^3 - 5,648E-08 \cdot d^5$		
	n = 109	S.E. = 5,613	$R^2 = 0,044$
3	Lakt.: $RFD = 27,077 - 0,245 \cdot d + 1,776E-03 \cdot d^2 - 3,792E-06 \cdot d^3 + 6,478E-12 \cdot d^5$		
	n = 630	S.E. = 6,976	$R^2 = 0,171$
3	Trocken: $RFD = 28,089 - 0,233 \cdot d - 2,15E-02 \cdot d^2 - 4,727E-04 \cdot d^3 + 5,073E-08 \cdot d^5$		
	n = 157	S.E. = 7,834	$R^2 = 0,006$

Herde 3

Bei der dritten Herde handelt es sich um eine Anlage mit drei Betriebsuntereinheiten. Die Gesamtanzahl an gemolkenen Tieren liegt bei 690 mit einer durchschnittlichen Leistung von 9300 kg. Die ZKZ beträgt im Mittel $387 \pm 59,8$ Tage und die Anzahl der Besamungen bis zur positiven Trächtigkeitsuntersuchung $2,2 \pm 1,3$. Die Färsen kalben mit einer mittleren RFD von $19,2 \pm 6,10$ mm. Sie nehmen bis zum 80. Melktag ab (tief $14,4 \pm 6,03$ mm). Ab dem 100. Tag bauen sie wieder ihre Fettreserven auf, jedoch nicht so deutlich wie die Zweit- und Drittlaktierenden. Die Kühe der 2. Laktation weisen zum Partus eine RFD von $20,4 \pm 6,61$ mm. Sie erreichen ihren konditionellen Tiefpunkt schon kurz vor dem 80. Melktag ($12,4 \pm 7,1$ mm). Die Tiere der 3. Laktation und darüber erreichen zum Partus eine RFD von $25,3 \pm 7,26$ mm auf. Sie schmelzen ihre Fettreserven bis zum 90. Melktag ein (tief $15,4 \pm 7,45$ mm) und bauen ihre Depots ab dem 110. Melktag wieder auf.

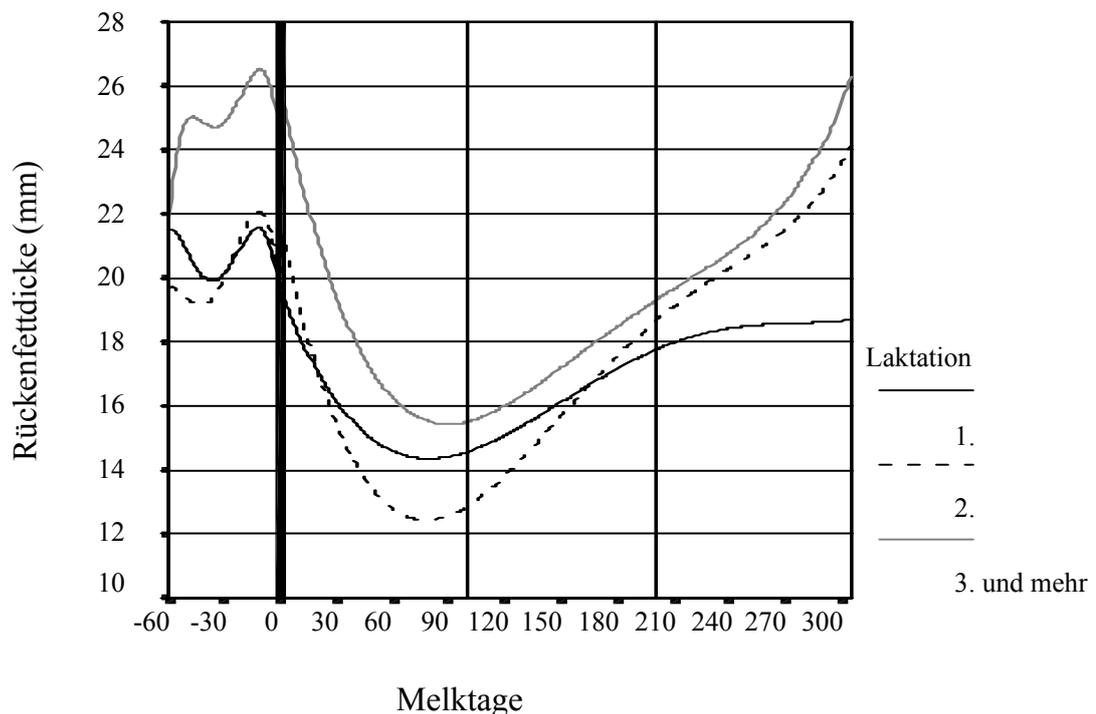


Abb. 10: Regressionskurven für die Herde 3

Tab. 7: Regressionsgleichungen zu Abb. 10

1	Lakt.: $RFD = 21,274 - 0,177 \cdot d + 1,461E-03 \cdot d^2 - 3,548E-06 \cdot d^3 + 6,665E-12 \cdot d^5$
	n = 4952 S.E. = 6,418 $R^2 = 0,078$
	Trocken: $RFD = 27,218 + 0,402 \cdot d + 1,482E-02 \cdot d^2 + 1,971E-04 \cdot d^3 - 9,591E-09 \cdot d^5$
2	n = 918 S.E. = 6,207 $R^2 = 0,022$
	Lakt.: $RFD = 21,969 - 0,239 \cdot d + 2,032E-03 \cdot d^2 - 4,976E-06 \cdot d^3 + 1,016E-11 \cdot d^5$
	n = 3458 S.E. = 7,124 $R^2 = 0,169$
3	Trocken: $RFD = 23,375 - 6,699E-02 \cdot d - 9,061E-03 \cdot d^2 - 1,74E-04 \cdot d^3 + 1,596E-08 \cdot d^5$
	n = 577 S.E. = 7,612 $R^2 = 0,18$
	Lakt.: $RFD = 26,256 - 0,301 \cdot d + 2,469E-03 \cdot d^2 - 6,323E-06 \cdot d^3 + 1,481E-11 \cdot d^5$
3	n = 2995 S.E. = 7,934 $R^2 = 0,118$
	Trocken: $RFD = 25,278 - 0,589 \cdot d - 4,208E-02 \cdot d^2 - 8,271E-04 \cdot d^3 + 8,456E-08 \cdot d^5$
	n = 672 S.E. = 9,072 $R^2 = 0,012$

Herde 4

Die vierte Herde war mit 1200 laktierenden Tieren die größte zu untersuchende Tiergruppe. Die durchschnittliche Herdenleistung liegt bei 8500 kg. Die Zwischenkalbezeit beträgt $390 \pm 55,7$ Tage und der Besamungsindex $1,8 \pm 1,04$.

Die Färsen kalben hier mit einer mittleren RFD von $22,5 \pm 7,00$ mm. Sie bauen kontinuierlich bis zum 100. Tag ab (tief $15,1 \pm 6,17$ mm), um dann ab dem 120. Melktag in ähnlichem Maße wie die Tiere der anderen Laktationen an Kondition zuzulegen. Mit durchschnittlich $24,2 \pm 5,56$ mm kalben die Kühe der 2. Laktation und erreichen am 85. Melktag ihr Konditionstief von $15,2 \pm 6,47$ mm. Ab etwa dem 95. Melktag nehmen die Kühe der 2. Laktation wieder zu. Mit einer RFD von $27,1 \pm 7,82$ mm kommen die Drittlaktierenden zur Kalbung. Sie erreichen ihren konditionellen Tiefpunkt mit $17,8 \pm 6,92$ mm am 95. Melktag und gewinnen ab dem 110. Melktag wieder deutlich an Kondition.

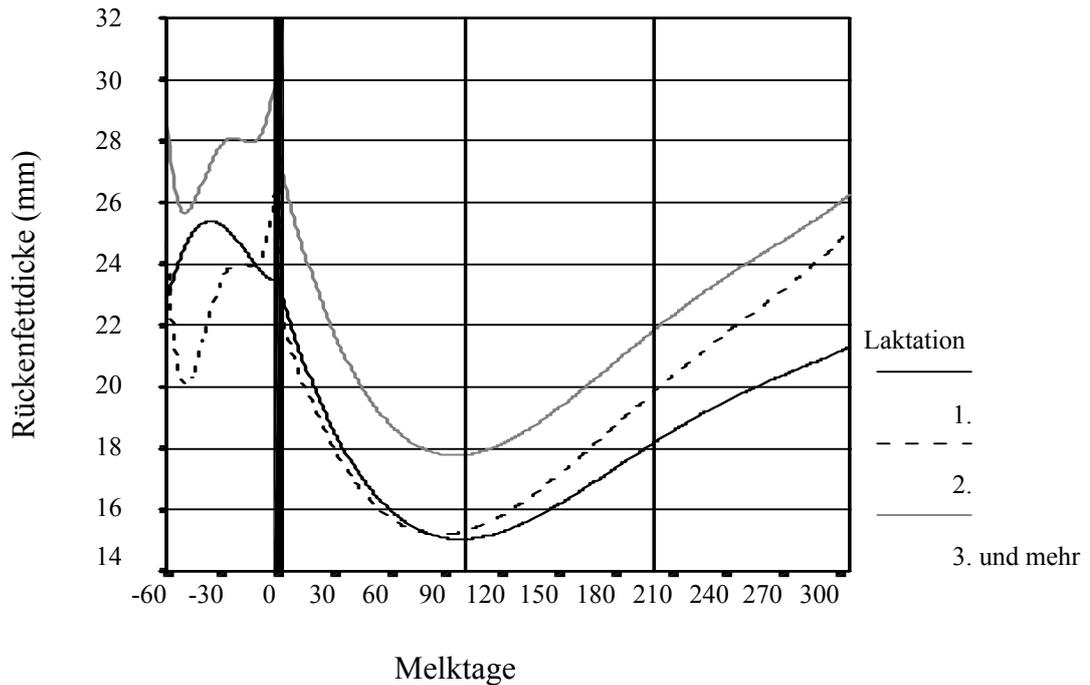


Abb. 11: Regressionskurven für die Herde 4

Tab. 8: Regressionsgleichungen zu Abb. 11

1	Lakt.: $RFD = 23,213 - 0,2 \cdot d + 1,534E-03 \cdot d^2 - 3,567E-06 \cdot d^3 + 6,665E-12 \cdot d^5$		
	n = 4251	S.E. = 6,165	$R^2 = 0,106$
	Trocken: $RFD = 23,45 + 9,426E-03 \cdot d + 5,378E-03 \cdot d^2 + 1,067E-04 \cdot d^3 - 4,803E-09 \cdot d^5$		
	n = 652	S.E. = 6,288	$R^2 = 0,01$
2	Lakt.: $RFD = 22,466 - 0,197 \cdot d + 1,644E-03 \cdot d^2 - 3,964E-06 \cdot d^3 + 8,427E-12 \cdot d^5$		
	n = 3285	S.E. = 6,467	$R^2 = 0,167$
	Trocken: $RFD = 27,461 + 0,62 \cdot d + 3,681E-02 \cdot d^2 + 7,591E-04 \cdot d^3 - 8,47E-08 \cdot d^5$		
	n = 439	S.E. = 6,942	$R^2 = 0,063$
3	Lakt.: $RFD = 27,302 - 0,24 \cdot d + 1,889E-03 \cdot d^2 - 4,491E-06 \cdot d^3 + 9,033E-12 \cdot d^5$		
	n = 2645	S.E. = 6,916	$R^2 = 0,125$
	Trocken: $RFD = 30,828 + 0,499 \cdot d + 2,884E-02 \cdot d^2 + 5,683E-04 \cdot d^3 - 5,987E-08 \cdot d^5$		
	n = 564	S.E. = 7,374	$R^2 = 0,024$

Herde 5

Rund 430 Kühe werden täglich in der Herde 5 gemolken. Mit $406 \pm 66,2$ sind sowohl die ZKZ als auch mit $2,3 \pm 1,8$ der Besamungsindex dieser Herde die schlechtesten im Herdenvergleich. Die durchschnittliche 305-Tage-Leistung liegt bei 8715 ± 1996 kg. Die

RFD der Färsen zur Kalbung ist mit $22,0 \pm 5,41$ mm ähnlich dem Betrieb 4. Im Gegensatz zu Betrieb 4 verlieren die Erstkalbinnen jedoch nur bis zum 80. Melktag (tief $15,0 \pm 6,74$ mm) an Kondition und bauen ab dem 90. wieder Fettreserven auf. Die Kühe der 2. Laktation kalben mit $26,6 \pm 9,66$ mm. Ihren konditionellen Tiefpunkt (Nadir) erreichen sie mit ungefähr 85 Melktagen ($15,5 \pm 8,22$ mm).

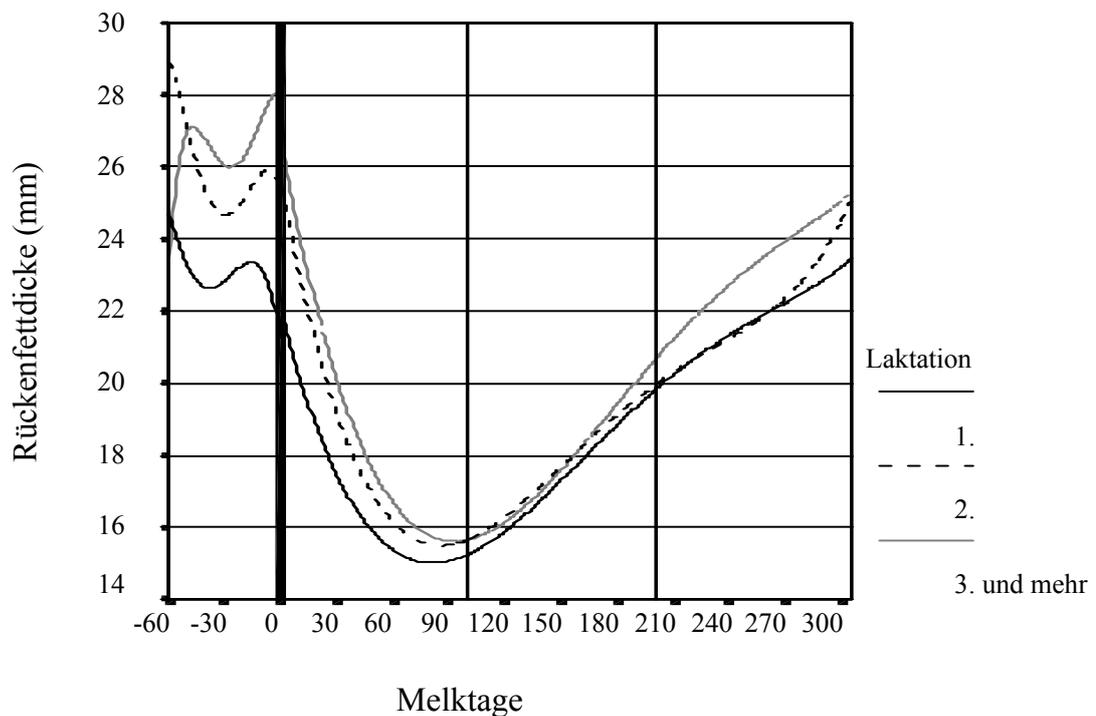


Abb. 12: Regressionskurven für die Herde 5

Tab. 9: Regressionsgleichungen zu Abb. 12

1	Lakt.: $RFD = 21,99 - 0,201 \cdot d + 1,78E-03 \cdot d^2 - 4,542E-06 \cdot d^3 + 9,868E-12 \cdot d^5$		
	n = 1947	S.E. = 6,739	$R^2 = 0,133$
	Trocken: $RFD = 21,23 - 0,319 \cdot d - 1,501E-02 \cdot d^2 - 2,147E-04 \cdot d^3 + 1,034E-08 \cdot d^5$		
	n = 416	S.E. = 5,42	$R^2 = 0,01$
2	Lakt.: $RFD = 25,54 - 0,285 \cdot d + 2,54E-03 \cdot d^2 - 7,036E-06 \cdot d^3 + 1,885E-11 \cdot d^5$		
	n = 1383	S.E. = 8,223	$R^2 = 0,098$
	Trocken: $RFD = 25,327 - 0,17 \cdot d - 1,484E-02 \cdot d^2 - 3,025E-04 \cdot d^3 + 2,381E-08 \cdot d^5$		
	n = 308	S.E. = 8,981	$R^2 = 0,013$
3	Lakt.: $RFD = 26,688 - 0,282 \cdot d + 2,234E-03 \cdot d^2 - 5,275E-06 \cdot d^3 + 1,002E-11 \cdot d^5$		
	n = 1106	S.E. = 8,057	$R^2 = 0,13$
	Trocken: $RFD = 28,154 + 1,117E-02 \cdot d - 9,573E-03 \cdot d^2 - 2,904E-04 \cdot d^3 + 4,152E-08 \cdot d^5$		
	n = 292	S.E. = 8,525	$R^2 = 0,01$

Der Nadir liegt bei den Drittlaktierenden mit $15,6 \pm 8,06$ mm ähnlich wie bei den Tieren der zweiten Laktation, wird jedoch erst 10 Tage später erreicht. Sie kalben mit $27,1 \pm 6,92$ mm.

Herde 6

Die sechste Herde ist mit knapp 1000 laktierenden Kühen die zweitgrößte der Untersuchungsreihe. Es war in dieser Herde jedoch nicht möglich ständig alle laktierenden Tiere zu beurteilen. So liegen hier nur für durchschnittlich 890 Kühe die Daten vor. Für sie beträgt die mittlere ZKZ $399 \pm 62,9$ Tage und der Besamungsindex $1,7 \pm 1,04$. Die 305-Tage-Milchleistung liegt bei 9149 ± 1837 kg. Mit einer mittleren RFD von $22,6 \pm 7,78$ mm kommen die Färsen zur Kalbung. Sie erreichen ihren Nadir von $12,6 \pm 6,28$ mm RFD mit 90 Melktagen. Mit $22,5 \pm 7,27$ mm weisen die Kühe der 2. Laktation eine ähnliche RFD zur Kalbung wie die Färsen auf. Auch der konditionelle Tiefpunkt von $12,3 \pm 6,25$ mm ist sehr ähnlich. Dieser wird etwa am 85. Tag nach der Kalbung erreicht. Auch in diesem Betrieb kommen die Kühe der 3. Laktation wesentlich fatter zur Kalbung ($26,7 \pm 7,90$ mm). Ihr konditioneller Tiefpunkt wird am 90. Melktag erreicht ($14,7 \pm 7,04$ mm).

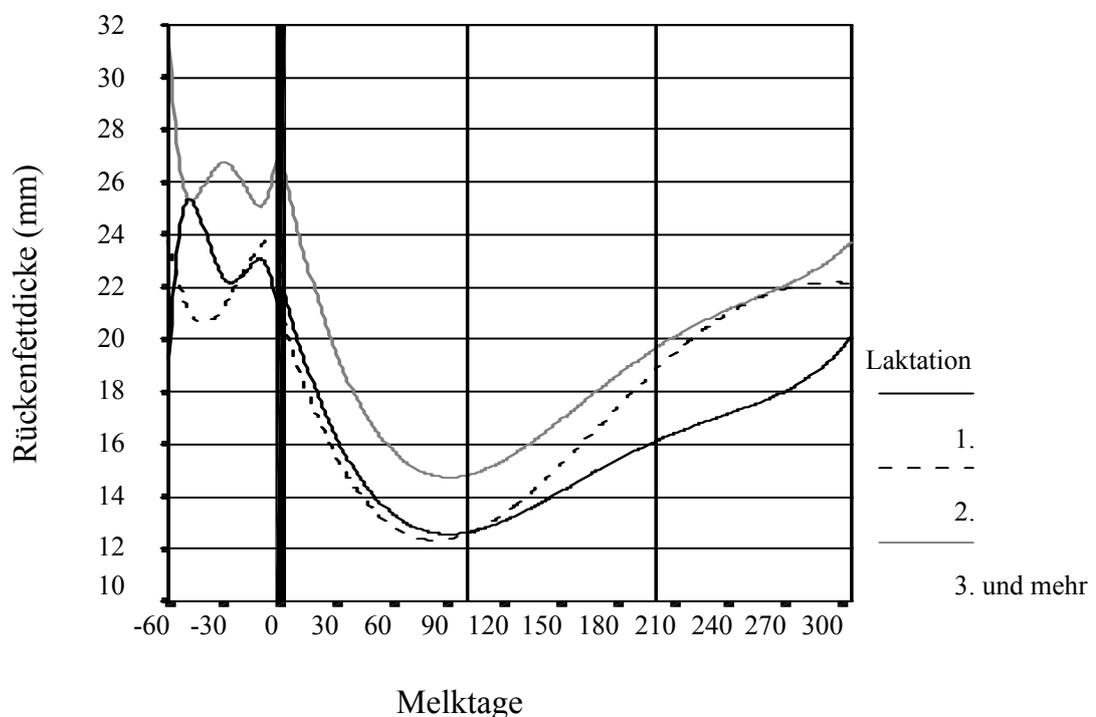


Abb. 13: Regressionskurven für die Herde 6

Tab. 10: Regressionsgleichungen zu Abb. 13

1	Lakt.: $RFD = 22,128 - 0,259 \cdot d + 2,231E-03 \cdot d^2 - 6,061E-06 \cdot d^3 + 1,568E-11 \cdot d^5$		
	n = 2636	S.E. = 6,276	R ² = 0,129
	Trocken: $RFD = 20,093 - 0,639 \cdot d - 4,332E-02 \cdot d^2 - 9,069E-04 \cdot d^3 + 1,017E-07 \cdot d^5$		
	n = 576	S.E. = 8,425	R ² = 0,015
2	Lakt.: $RFD = 20,99 - 0,24 \cdot d + 2,012E-03 \cdot d^2 - 4,6E-06 \cdot d^3 + 6,703E-12 \cdot d^5$		
	n = 1488	S.E. = 6,246	R ² = 0,223
	Trocken: $RFD = 23,738 - 6,168E-02 \cdot d - 8,415E-03 \cdot d^2 - 1,229E-04 \cdot d^3 - 1,473E-09 \cdot d^5$		
	n = 429	S.E. = 7,15	R ² = 0,025
3	Lakt.: $RFD = 26,86 - 0,324 \cdot d + 2,731E-03 \cdot d^2 - 7,116E-06 \cdot d^3 + 1,649E-11 \cdot d^5$		
	n = 2383	S.E. = 7,035	R ² = 0,158
	Trocken: $RFD = 28,27 + 0,682 \cdot d + 4,526E-02 \cdot d^2 + 8,921E-04 \cdot d^3 - 9,476E-08 \cdot d^5$		
	n = 780	S.E. = 8,018	R ² = 0,016

Herde 7

Sowohl die ZKZ mit $393 \pm 48,5$ Tagen und der Besamungsindex ($2,0 \pm 1,24$) der Herde 7 liegen im akzeptablen Bereich. Diese Herde gehört mit einer durchschnittlichen 305-Tage-Herdenleistung von 10133 ± 1492 kg zu den leistungsstärksten in der Untersuchungsreihe. Das wird auch an den postpartalen Entwicklungen der RFD deutlich.

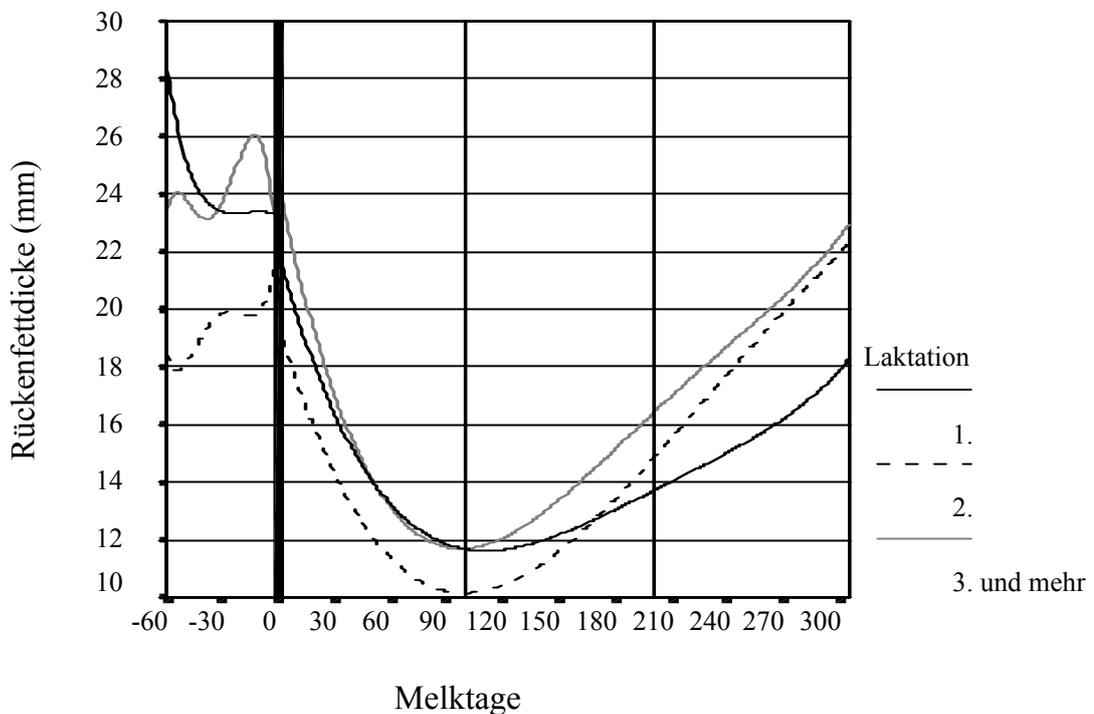


Abb. 14: Regressionskurven für die Herde 7

Die Erstkalbinnen erreichen ihren RFD-Tiefpunkt erst nach 110 Tagen. Dieser liegt mit $11,6 \pm 5,02$ mm sehr niedrig. Bis zum 142. Laktationstag wird auch die 12 mm Marke nicht überschritten. Die Färsen kommen mit einer mittleren RFD von $22,7 \pm 5,47$ mm zur Kalbung. Die Tiere der zweiten Laktation erreichen ihren Tiefpunkt schon mit 100 Tagen, dieser ist jedoch mit $10,2 \pm 5,77$ mm der niedrigste aller untersuchten Betriebe. Sie kalben mit einer mittleren RFD von $20,7 \pm 6,69$ mm und überschreiten die 11 mm Marke erst nach 137 Laktationstagen. Die Kühe der 3. und mehr Laktationen kalben mit einer RFD von $23,8 \pm 7,71$ mm und erreichen ihren RFD- Nadir von $11,7 \pm 5,18$ mm kurz vor dem 100. Melktag. Schon mit 118 Melktagen überschreiten sie die 12 mm Marke.

Tab. 11: Regressionsgleichungen zu Abb. 14

1	Lakt.: $RFD = 21,845 - 0,23 \cdot d + 1,677E-03 \cdot d^2 - 4,032E-06 \cdot d^3 + 9,463E-12 \cdot d^5$		
	n = 3191	S.E. = 5,023	R ² = 0,182
	Trocken: $RFD = 23,241 - 3,03E-02 \cdot d - 1,949E-03 \cdot d^2 - 3,257E-05 \cdot d^3 - 4,123E-09 \cdot d^5$		
	n = 343	S.E. = 5,93	R ² = 0,018
2	Lakt.: $RFD = 19,409 - 0,213 \cdot d + 1,482E-03 \cdot d^2 - 2,803E-06 \cdot d^3 + 3,607E-12 \cdot d^5$		
	n = 2308	S.E. = 5,766	R ² = 0,268
	Trocken: $RFD = 22,155 + 0,387 \cdot d + 2,082E-02 \cdot d^2 + 3,794E-04 \cdot d^3 - 3,407E-08 \cdot d^5$		
	n = 494	S.E. = 6,309	R ² = 0,024
3	Lakt.: $RFD = 24,221 - 0,308 \cdot d + 2,384E-03 \cdot d^2 - 5,686E-06 \cdot d^3 + 1,221E-11 \cdot d^5$		
	n = 2823	S.E. = 5,812	R ² = 0,252
	Trocken: $RFD = 21,442 - 0,825 \cdot d - 4,573E-02 \cdot d^2 - 7,436E-04 \cdot d^3 + 5,592E-08 \cdot d^5$		
	n = 628	S.E. = 7,88	R ² = 0,017

Herde 8

Die Herde 8 liegt mit einer durchschnittlichen 305-Tage-Milchleistung von 8995 ± 1158 kg im mittleren Leistungsbereich der untersuchten Herden. Mit $378 \pm 52,9$ Tagen ist die ZKZ dieser Herde die kürzeste aller untersuchten Herden. Auch der Besamungsindex ist mit $1,9 \pm 1,17$ als gut einzustufen. Die Färsen kalben mit einer mittleren RFD von $20,9 \pm 7,70$ mm und bauen dann bis zum 90. Melktag kontinuierlich ab (Nadir $12,6 \pm 5,67$ mm). Der Aufbau von Fettgewebe ist dann deutlich geringer, so dass erst mit 122 Melktagen eine RFD von 13 mm überschritten wird. Die Tiere der 2. Laktation kalben mit $21,4 \pm 6,83$ mm und verlieren auch

nur bis zum 80. Melktag an Kondition. Ihr Tiefpunkt liegt bei $13,9 \pm 6,80$ mm. Auch die älteren Kühe bauen Fettgewebe bis zum 80. Melktag ab. Ihr Nadir liegt bei $16,7 \pm 7,52$ mm. Sie haben zum Partus eine mittlere RFD von $26,3 \pm 9,85$ mm, sind also deutlich fetter als die anderen Tiere.

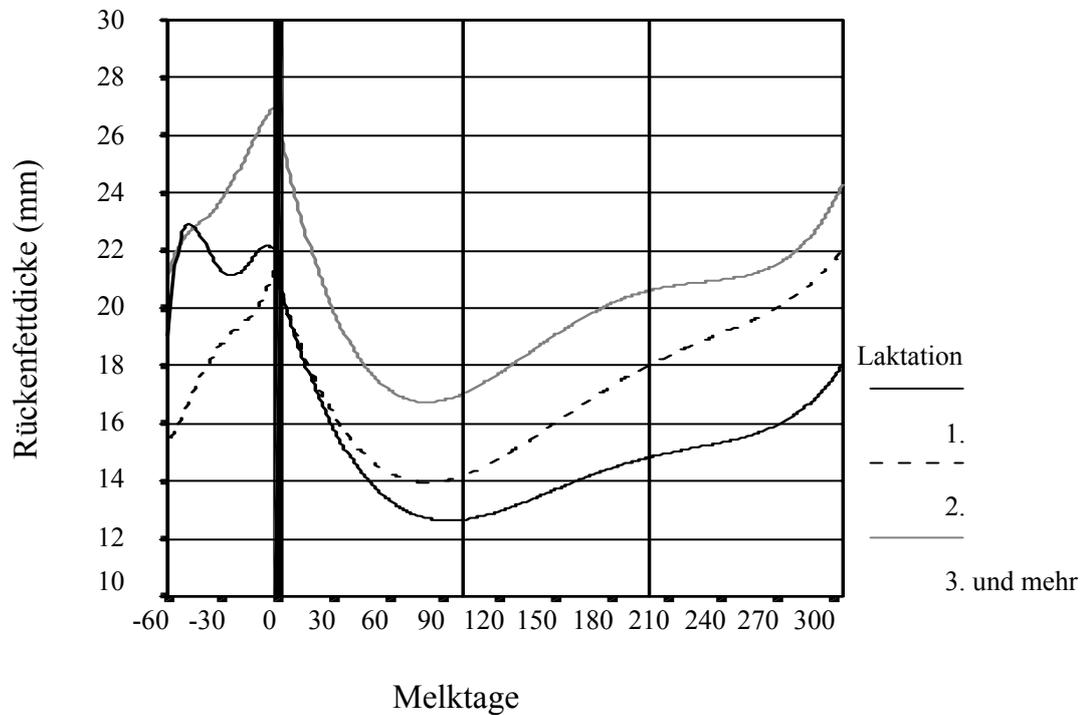


Abb. 15: Regressionskurven für die Herde 8

Tab. 12: Regressionsgleichungen zu Abb. 15

1	Lakt.: $RFD = 20,888 - 0,223 \cdot d + 1,946E-03 \cdot d^2 - 5,538E-06 \cdot d^3 + 1,563E-11 \cdot d^5$		
	n = 3569	S.E. = 5,669	$R^2 = 0,082$
	Trocken: $RFD = 21,769 - 0,148 \cdot d - 1,626E-02 \cdot d^2 - 4,053E-04 \cdot d^3 + 5,225E-08 \cdot d^5$		
	n = 215	S.E. = 6,903	$R^2 = 0,005$
2	Lakt.: $RFD = 20,861 - 0,204 \cdot d + 1,881E-03 \cdot d^2 - 5,211E-06 \cdot d^3 + 1,374E-11 \cdot d^5$		
	n = 2605	S.E. = 6,801	$R^2 = 0,100$
	Trocken: $RFD = 21,972 + 0,258 \cdot d + 9,899E-03 \cdot d^2 + 1,713E-04 \cdot d^3 - 1,325E-08 \cdot d^5$		
	n = 576	S.E. = 6,851	$R^2 = 0,041$
3	Lakt.: $RFD = 26,261 - 0,288 \cdot d + 2,765E-03 \cdot d^2 - 8,306E-06 \cdot d^3 + 2,437E-11 \cdot d^5$		
	n = 3121	S.E. = 7,522	$R^2 = 0,073$
	Trocken: $RFD = 27,07 + 3,498E-02 \cdot d - 5,996E-03 \cdot d^2 - 1,316E-04 \cdot d^3 + 1,367E-08 \cdot d^5$		
	n = 775	S.E. = 8,332	$R^2 = 0,031$

4.1.3 Verlauf der Rückenfettdicke in allen Herden

Für die mathematische Beschreibung der Kurvenverläufe wurde, wie unter 3.5.2.1 beschrieben, eine nichtlineare Regression durchgeführt. Dabei wurde die Rückenfettdicke als abhängige und die Melktage bis zur fünften Potenz als unabhängige Variable in die Berechnung einbezogen. Da die Kurvenverläufe der Trockensteher und der laktierenden Tiere verschiedenartig sind, wurden diese Abschnitte separat ausgewertet. Die dargestellten Kurven stellen die jeweils errechneten Schätzwerte dar, die äußeren Linien entstanden durch Addition bzw. Subtraktion des halben Standardfehlers. Zu den Tieren, die in den Tabellen zum Zeitpunkt des Partus zusammengefasst werden, gehören Kühe bzw. Färsen mit 5 Tagen vor bis 5 Tage nach der Kalbung. Zu jeder Grafik sind die zugehörigen Polynomgleichungen, die Tierzahlen (n), der Standardfehler (S.E.) und das Bestimmtheitsmaß (R^2) angegeben.

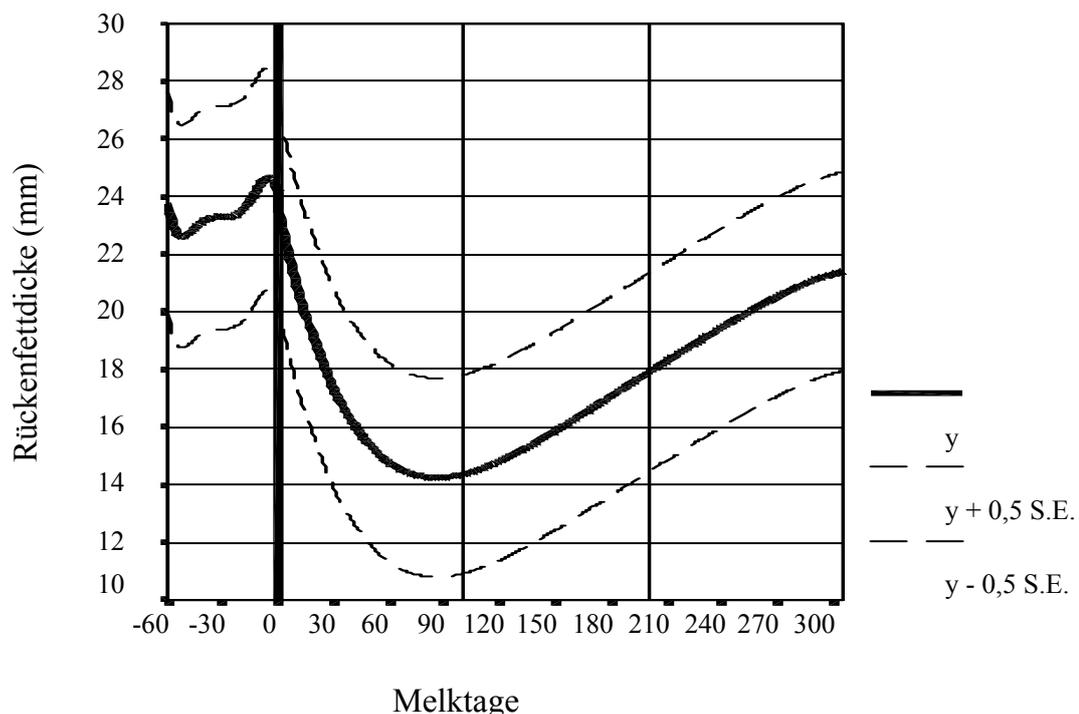


Abb. 16: Regressionskurve für die Abhängigkeit der RFD von den Melktagen aller Studientiere (n = 70097)

Aus der graphischen Darstellung der Rückenfettdicke aller Tiere kann entnommen werden, dass die Kühe und Färsen in der Trockenstehphase an Kondition gewinnen. So beträgt die mittlere RFD in der Trockenstehphase 1 $22,9 \pm 7,75$ mm und steigt in der Trockenstehphase 2 auf $23,8 \pm 7,7$ mm. Mit dem Einsetzen der Laktation bauen die Kühe ihr Rückenfett bis auf

14,5 ± 6,27 mm ab. Der konditionelle Tiefpunkt wird zwischen dem 80. und 95. Melktag erreicht. Auffällig ist, dass nach 300 Melktagen die Kondition vor der Kalbung noch nicht erreicht ist (siehe Tab. 14).

Die Abbildung 16 wird im weiteren Verlauf als Referenzkurve bezeichnet.

Tab. 13: Regressionsgleichungen zu Abb. 16

Lakt.: RFD = 23,477 - 0,2855·d + 3,107E-03·d ² - 1,486E-05·d ³ + 3,582E-08·d ⁴ - 3,502E-11·d ⁵		
n = 58765	S.E. = 6,899	R ² = 0,110
Trock.: RFD = 23,929 - 0,299·d - 3,936E-02·d ² - 1,721E-03·d ³ - 3,189E-05·d ⁴ - 2,124E-07·d ⁵		
n = 11332	S.E. = 7,736	R ² = 0,005

Tab. 14: Lage- und Streuungsmaße zu Abb. 16

	$\bar{x} \pm s$	$x_{0,5}$	Min.	Max.	Tierzahl
TS 1	22,9 ± 7,75	21	4	70	5325
TS 2	23,8 ± 7,7	22	5	60	5427
Partus	23,5 ± 7,75	22	5	85	1941
Talsole	14,5 ± 6,27	13	5	61	2230
RFD 300 MT	21,4 ± 7,48	20	5	51	1951

Der Verlauf der RFD der Färsen ist in Abb. 17 dargestellt. Im Gegensatz zur Referenzkurve aller Tiere zeigen die Färsen innerhalb der letzten 60 Trächtigkeitstage keine Zubildungen an Körperfettgewebe. Sie weisen zur Kalbung eine mittlere Rückenfettdicke von 21,7 ± 6,82 mm auf. Auch bei ihnen beginnt post partum die Verringerung von Körperkondition bis zu einer minimalen RFD von 14,0 ± 5,65 mm. Das Plateau der Talsole ist bei den Erstlaktierenden verlängert. Es erstreckt sich vom 80. bis 100. Melktag. Auch die Tiere der ersten Laktation erreichen bis zum 300. Melktag nicht die RFD die sie vor der Kalbung aufwiesen.

Tab. 15: Lage- und Streuungsmaße zur Abb. 17

	$\bar{x} \pm s$	$x_{0,5}$	Min.	Max.	Tierzahl
TS 1	22,9 ± 6,44	21	7	50	1743
TS 2	22,9 ± 6,73	22	7	50	1911
Partus	21,7 ± 6,82	21	7	52	636
Talsole	14,0 ± 5,65	12	5	45	1334
RFD 300 MT	19,5 ± 6,68	19	5	44	898

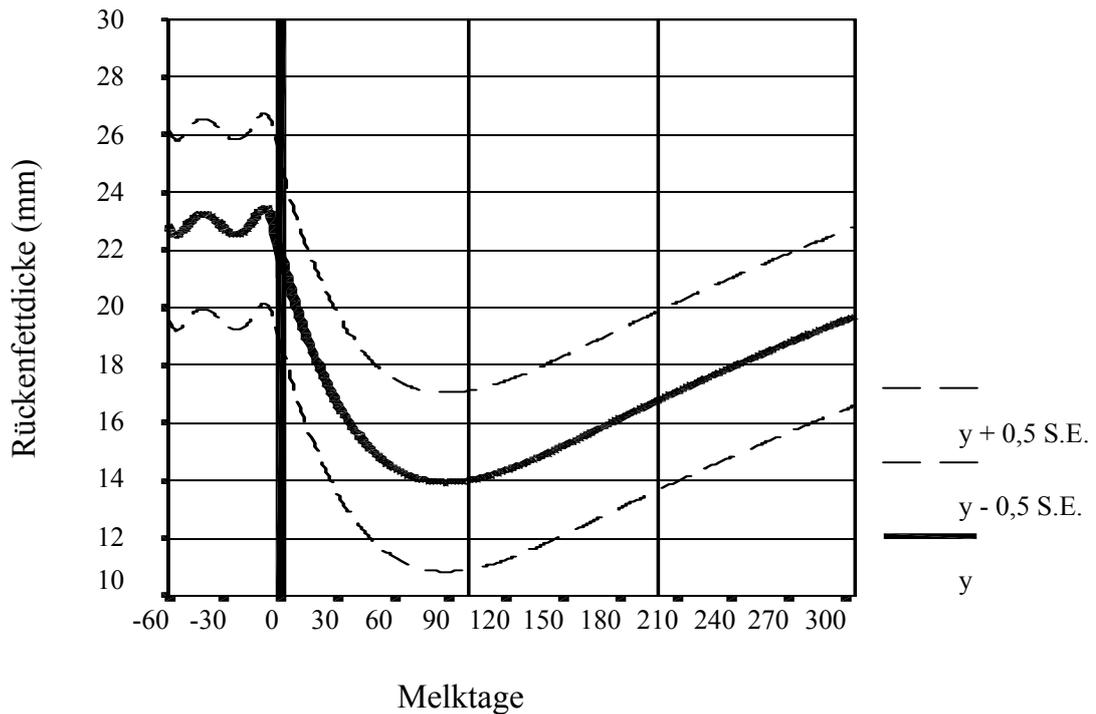


Abb. 17: Regressionskurve für die Abhängigkeit der RFD von den Melktagen aller Färsen und Jungkühe (n = 28501)

Tab. 16: Regressionsgleichungen zur Abb. 16

Lakt.: $RFD = 21,767 - 0,234 \cdot d + 2,447E-03 \cdot d^2 - 1,101E-05 \cdot d^3 + 2,426E-08 \cdot d^4 - 2,115E-11 \cdot d^5$		
n = 24672	S.E. = 6,209	R ² = 0,086
Trock.: $RFD = 20,972 - 0,73 \cdot d - 7,276E-02 \cdot d^2 - 2,886E-03 \cdot d^3 - 4,935E-05 \cdot d^4 - 3,038E-07 \cdot d^5$		
n = 3829	S.E. = 6,589	R ² = 0,001

In der Abb. 18 ist der Verlauf der RFD aller Tiere mit mehr als einer Laktation dargestellt. Die Kühe haben deutliche Fettgewebszubildungen in den letzten 60 Tagen ante partum. So beträgt die mittlere RFD in der Trockenstehphase 1 $23,0 \pm 8,32$ mm und zur Kalbung schon $24,4 \pm 8,01$ mm. Die postpartale Fettgewebserschmelzung ist bei diesen Tieren wesentlich stärker ausgeprägt als bei den Färsen. Ihr Tiefpunkt liegt zwar nur bei $14,7 \pm 6,67$ mm, dafür ist aber der Betrag des RFD-Abbau mit fast 10 mm stärker als bei den Färsen. Mit dem 100. Melktag beginnen die Kühe wieder mit dem Aufbau von Körperkondition. Dieser erreicht schon ab dem 300. Melktag eine Rückenfett Dicke wie sie im Mittel in der Trockenstehphase 1 vorliegt.

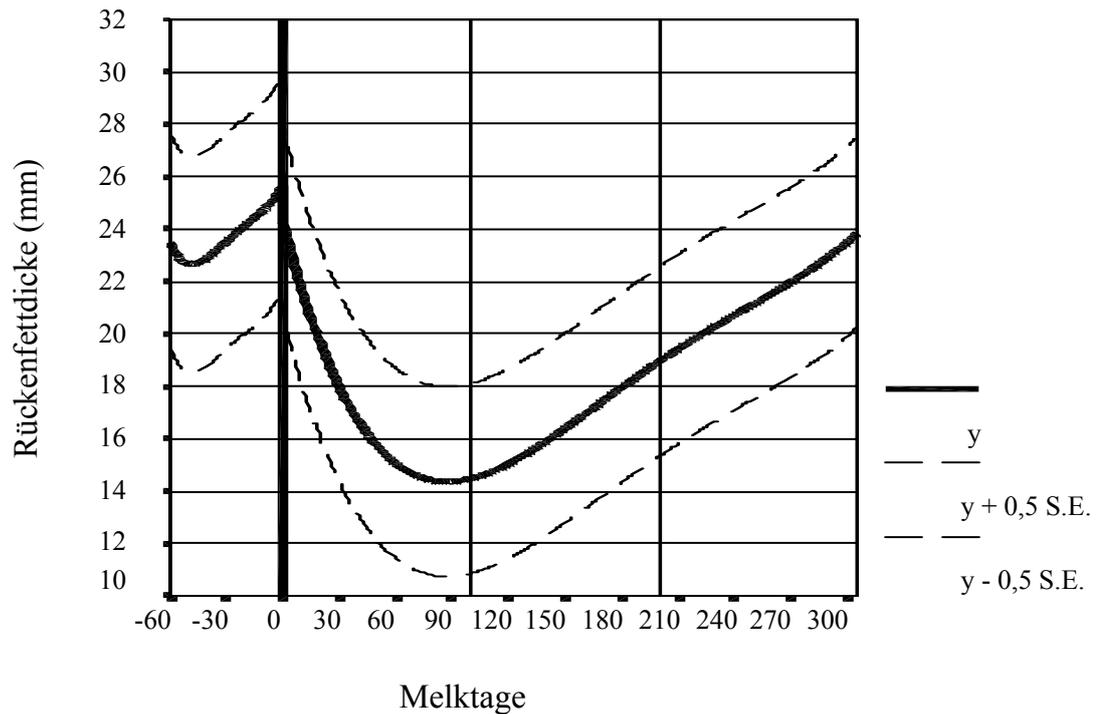


Abb. 18: Regressionskurve für die Abhängigkeit der RFD von den Melktagen aller Tiere mit mehr als einer Laktation (n = 41577)

Tab. 17: Regressionsgleichungen zur Abb. 18

Lakt.: $RFD = 24,198 - 0,277 \cdot d + 2,55E-03 \cdot d^2 - 8,551E-06 \cdot d^3 + 1,034E-08 \cdot d^4$		
n = 34081	S.E. = 7,248	R ² = 0,129
Trock.: $RFD = 25,7697 + 0,144 \cdot d + 5,757E-03 \cdot d^2 + 1,623E-04 \cdot d^3 + 1,598E-06 \cdot d^4$		
n = 7496	S.E. = 8,222	R ² = 0,01

Tab. 18: Lage- und Streuungsmaße zu Abb. 18

	$\bar{x} \pm s$	$x_{0,5}$	Min.	Max.	Tierzahl
TS 1	23,0 ± 8,32	21	4	70	3579
TS 2	24,3 ± 8,12	23	5	60	3512
Partus	24,4 ± 8,01	23	5	85	1303
Talsole	14,7 ± 6,67	13	5	61	1298
RFD 300 MT	22,9 ± 7,76	21	5	51	1053

4.2 Verlauf der Änderung der Rückenfettdicke

4.2.1 Verlauf der Rückenfettdickenänderung in den einzelnen Herden

Zur Beschreibung der individuellen Auf- und Abbauraten des Fettgewebes wurden die Kühe in Abständen wiederholt untersucht. Die Zeit zwischen zwei Messungen lag im Bereich von 18 bis 60 Tagen. Die Differenzen der zweiten zur ersten Messung wurden durch die dazwischenliegenden Tage dividiert, um daraus die täglichen Rückenfettdickenänderungen zu berechnen ($\Delta\text{RFD}/d$). Der Bezugspunkt der graphischen Darstellung ist also immer die zweite Messung, so dass die Werte eines bestimmten Zeitpunktes immer die Konditionsänderungen zur vorangegangenen Messung integrieren.

Zur Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Herden wurden die Grafiken der linearen Regression der RFD-Änderung zu den Melktagen gewählt. Bei der Berechnung der Regressionskurven wurde zwischen trockenstehenden und laktierenden Tieren unterschieden. Des Weiteren wurden auch die Laktationsgruppen einzeln betrachtet. In die Funktion gingen die Melktage bis zur 5. Potenz ein. Diese Berechnung der linearen Regressionsgleichungen beruht auf den Ergebnissen anderer Untersuchungsreihen (Schröder, 2000) und vor allem auf den empirischen Mittelwertskurven der Herden, die im Anhang dargestellt sind. Um diese Kurven zu erstellen, wurden die Mittelwerte von 10 Melktage umfassenden Laktationsabschnitten genutzt.

Alle Tiere mit weniger als - 60 und mehr als 305 Melktagen wurden aus der Untersuchungsreihe ausgeschlossen. So konnten in diese Auswertung insgesamt 55573 Messungen einbezogen werden.

Zu jeder Abbildung sind die dazugehörigen Regressionsgleichungen, aufgenommene Tierzahlen, Standardfehler und Bestimmtheitsmaß angegeben.

Herde 1

Insgesamt 224 Tiere aller Laktationsstadien konnten bei diesem Betrieb in die Auswertung der täglichen Rückenfettdickenänderung zum Kalbezeitpunkt aufgenommen werden. Die Färsen der ersten Herde zeigen schon vor der Kalbung einen deutlichen Abbau ihrer Körperfettdepots. Dieser Konditionsverlust beginnt etwa ab dem 15. bis 10. Tag ante partum. Um die Kalbung herum zeigen sie Abbauraten von etwa $- 0,07 \pm 0,043$ mm/d. Weder die

Zweitlaktierenden noch die Kühe der 3. Laktation und darüber beginnen vor der Kalbung Kondition zu verlieren. Sie weisen um den Partus tägliche RFD-Veränderungen (Δ RFD) von $-0,01 \pm 0,01$ mm/d (2. Laktation) bzw. $0,01 \pm 0,025$ mm/d (3. Laktation) auf.

Tab. 19: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD- Zunahmen der Herde 1

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$-0,07 \pm 0,043$	$-0,01 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,025$
Δ RFD Nadir	$-0,13 \pm 0,001$	$-0,12 \pm 0,001$	$-0,15 \pm 0,001$
Melktage RFD Nadir	15 - 20	24 - 34	24 - 42
Zeitpunkt pos. RFD	122	119	125

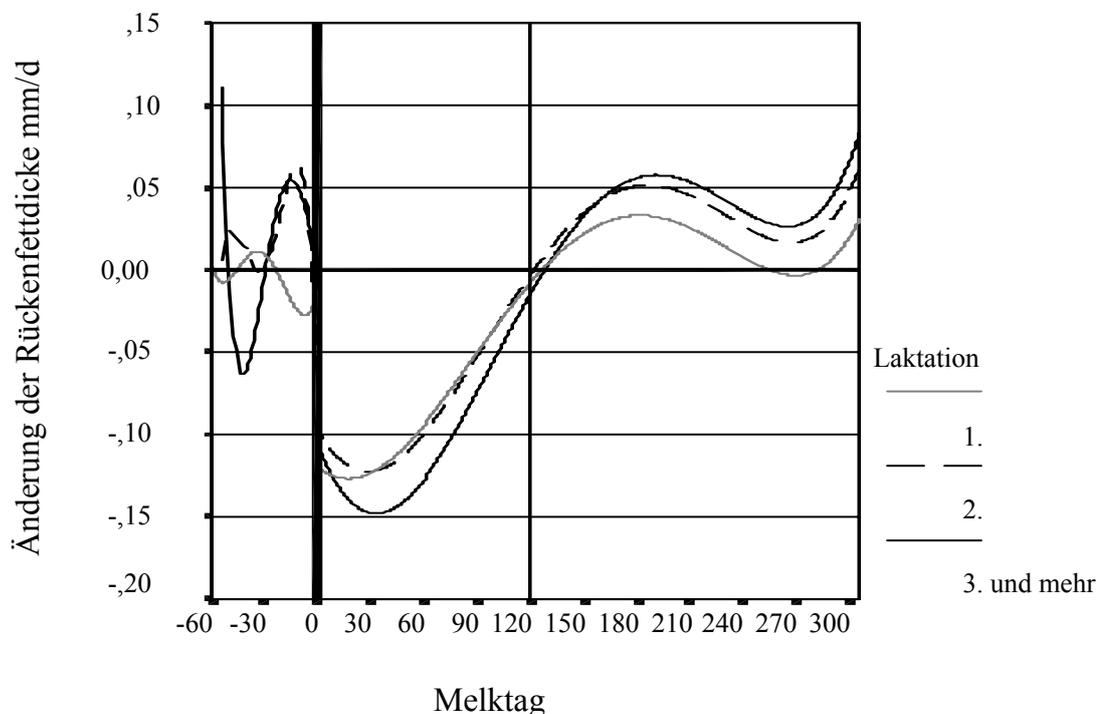


Abb. 19: Regressionskurven der täglichen Δ RFD für die Herde 1

Für die Regressionskurven im Bereich von 5 Tage vor bis 5 Tage nach der Kalbung ergab die Kovarianzanalyse ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,367$ und der Post-Hoc-Test nach Scheffé zeigte signifikante Unterschiede zwischen den Laktationsstadien in diesem Zeitraum ($p < 0,05$).

Mit der Kalbung setzt laktationsübergreifend bei allen Tieren der Abbau von Körperkondition

ein. Den stärksten Fettverlust weisen die Kühe der 3. Laktation und darüber auf ($- 0,15 \pm 0,001$ mm/d). Bei ihnen ist auch das Plateau des Konditionsabbaus mit 18 Tagen am längsten. Der Nadir der täglichen Änderung der Rückenfettdicke ist bei den Erstlaktierenden mit $- 0,13 \pm 0,001$ mm/d etwas stärker als bei den Tieren der 2. Laktation.

Zwischen dem 120. und 125. Melktag erreichen alle Kühe wieder in den Bereich positiver Energiebilanz. Die Zunahmen bewegen sich in einem Bereich zwischen 0,03 mm/d (1. Laktation) bis 0,05 mm/d (ab 2. Laktation).

Tab. 20: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 1

1	Lakt.: $y = - 0,12 - 88,567E-04 \cdot d + 2,879E-05 \cdot d^2 - 1,219E-07 \cdot d^3 + 4,52E-13 \cdot d^5$		
	n = 4581	S.E. = 0,104	R ² = 0,217
	Trocken: $y = - 0,1297E-02 + 4,309E-03 \cdot d + 3,696E-04 \cdot d^2 + 7,31E-06 \cdot d^3 - 6,78E-10 \cdot d^5$		
	n = 611	S.E. = 0,092	R ² = 0,018
2	Lakt.: $y = - 9,767E-02 - 1,895E-03 \cdot d + 4,066E-05 \cdot d^2 - 1,604E-07 \cdot d^3 + 5,708E-13 \cdot d^5$		
	n = 3101	S.E. = 0,115	R ² = 0,223
	Trocken: $y = - 6,304E-02 - 2,521E-02 \cdot d - 1,568E-03 \cdot d^2 - 2,927E-05 \cdot d^3 + 2,918E-09 \cdot d^5$		
	n = 198	S.E. = 0,129	R ² = 0,039
3	Lakt.: $y = - 0,107 - 2,733E-03 \cdot d + 5,167E-05 \cdot d^2 - 1,969E-07 \cdot d^3 + 6,835E-13 \cdot d^5$		
	n = 2733	S.E. = 0,119	R ² = 0,295
	Trocken: $y = 4,44E-04 - 5,905E-03 \cdot d - 5,997E-05 \cdot d^2 + 6,72E-06 \cdot d^3 - 2,232E-09 \cdot d^5$		
	n = 260	S.E. = 0,179	R ² = 0,03

Herde 2

Bedingt durch die Betriebsgröße konnten hier nur 64 Tiere mit Melktagen zwischen - 5 und 5 in die Auswertung der Δ RFD zum Partus mit einbezogen werden. Die Trockensteher aller Laktationen beginnen schon vor der Kalbung mit dem Abbau von Körperkondition. Die Färsen zeigen ab etwa 30 Tage vor der Kalbung deutliche Fettgewebeeinschmelzung (siehe Anhang). Im Zeitraum der Geburt weisen sie eine Δ RFD von $- 0,06 \pm 0,02$ mm/d auf. Die Größe peripartalen Abnahmeraten sind bei den Färsen und den Trockenstehern der 3. Laktation ähnlich. Dabei können auch in der Scheffé- Prozedur des Post-Hoc-Test keine signifikanten Unterschiede in dem Zeitraum um die Kalbung zwischen diesen beiden Gruppen nachgewiesen werden. Nur die Kühe der 2. Laktation unterscheiden sich signifikant ($p = 0,007$) von den beiden anderen Gruppen.

Tab. 21: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 2

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$- 0,06 \pm 0,02$	$- 0,02 \pm 0,04$	$- 0,07 \pm 0,041$
Δ RFD Nadir	$- 0,12 \pm 0,002$	$- 0,11 \pm 0,001$	$- 0,16 \pm 0,002$
Melktage RFD Nadir	4 - 20	14 - 34	20 - 44
Zeitpunkt pos. RFD	127	107	132

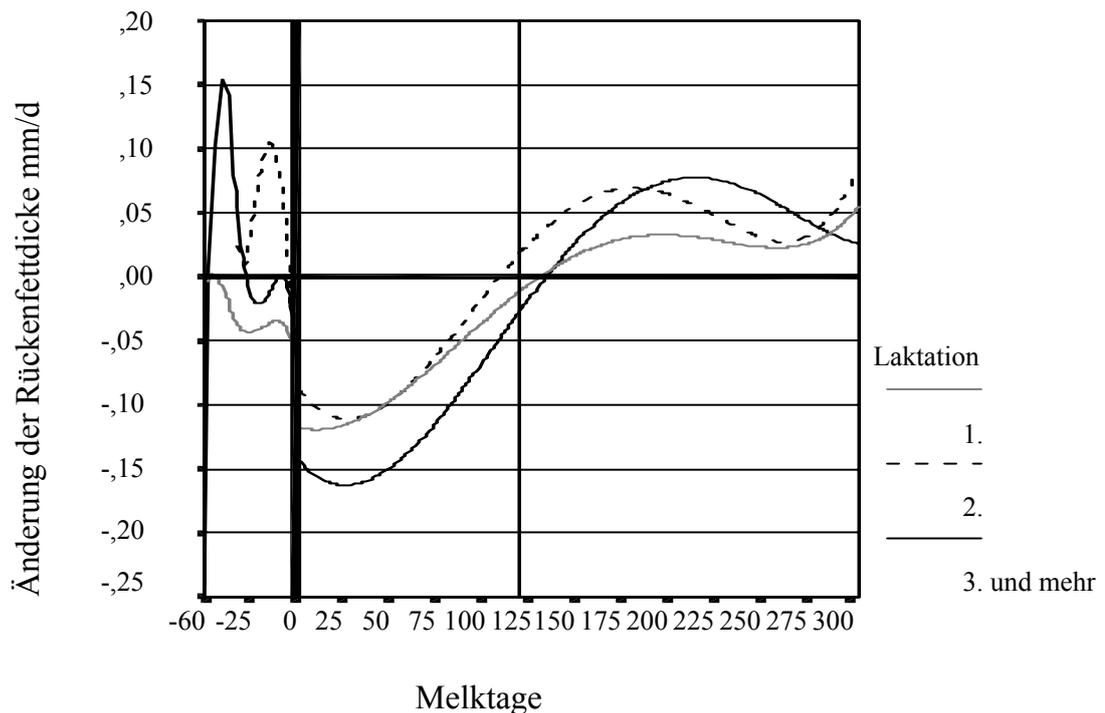


Abb. 20: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 2

Den stärksten Fettabbau weisen die Tiere der 3. Laktation auf ($- 0,16 \pm 0,002$ mm/d). Sie zeigen mit 24 Tagen auch das längste Plateau. Diese Kühe beginnen auch erst etwa ab dem 132 Tag p.p. mit dem Aufbau von Körperfettgewebe. Die Erstlaktierenden befinden sich ab dem 107. Tag p.p. im Bereich positiver Energiebilanz. Ihre Zunahmen liegen mit etwa 0,03 mm/d deutlich unter denen der anderen Laktationsstadien.

Tab. 22: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 2

1	Lakt.: $y = - 0,117 - 4,223E-04 \cdot d + 2,071E-05 \cdot d^2 - 8,705E-08 \cdot d^3 + 3,195E-13 \cdot d^5$		
	n = 709	S.E. = 0,088	$R^2 = 0,276$
	Trocken: $y = - 6,275E-02 - 6,173E-03 \cdot d - 4,231E-04 \cdot d^2 - 8,911E-06 \cdot d^3 + 9,606E-10 \cdot d^5$		
	n = 76	S.E. = 0,075	$R^2 = 0,047$
2	Lakt.: $y = - 8,525E-02 - 2,017E-03 \cdot d + 4,404E-05 \cdot d^2 - 1,769E-07 \cdot d^3 + 6,477E-13 \cdot d^5$		
	n = 551	S.E. = 0,13	$R^2 = 0,194$
	Trocken: $y = - 7,355E-02 - 2,155E-02 \cdot d - 3,174E-04 \cdot d^2 + 2,503E-05 \cdot d^3 - 1,612E-08 \cdot d^5$		
	n = 35	S.E. = 0,147	$R^2 = 0,111$
3	Lakt.: $y = - 0,142 - 1,643E-03 \cdot d + 3,612E-05 \cdot d^2 - 1,257E-07 \cdot d^3 + 3,317E-13 \cdot d^5$		
	n = 552	S.E. = 0,125	$R^2 = 0,346$
	Trocken: $y = - 6,443E-02 - 1,808E-02 \cdot d - 1,568E-03 \cdot d^2 - 4,116E-05 \cdot d^3 + 6,355E-09 \cdot d^5$		
	n = 69	S.E. = 0,276	$R^2 = 0,276$

Herde 3

Der Fettgewebsabbau bei allen Trockenstehern dieser Herde setzt kurz vor der Kalbung ein (ab etwa 3 - 5 Tage a.p.). Dabei sind auch im Post-Hoc-Test zwischen den 3 Gruppen keine signifikanten Unterschiede nachzuweisen. Die Färsen zeigen um die Geburt einen RFD-Verlust von $- 0,02 \pm 0,06$ mm/d. Postpartal verlieren sie pro Tag nicht so viel Kondition (Nadir $0,09 \pm 0,002$ mm/d) wie die anderen Laktationsgruppen, jedoch ist die Zeit der Talsohle mit 32 Tagen am längsten. Entsprechend bauen auch sie Körperkondition wie die Tiere der anderen Gruppen ab (siehe absoluten RFD- Verlauf). Die tiefste Talsohle erreichen die Kühe der 3. Laktation und darüber. Sie bauen über 28 Tage $- 0,15 \pm 0,024$ mm/d ab.

Tab. 23: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 3

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$- 0,02 \pm 0,06$	$- 0,02 \pm 0,032$	$- 0,04 \pm 0,051$
Δ RFD Nadir	$- 0,09 \pm 0,002$	$- 0,12 \pm 0,012$	$- 0,15 \pm 0,024$
Melktage RFD Nadir	8 - 40	35 - 42	15 - 43
Zeitpunkt pos. RFD	119	116	120

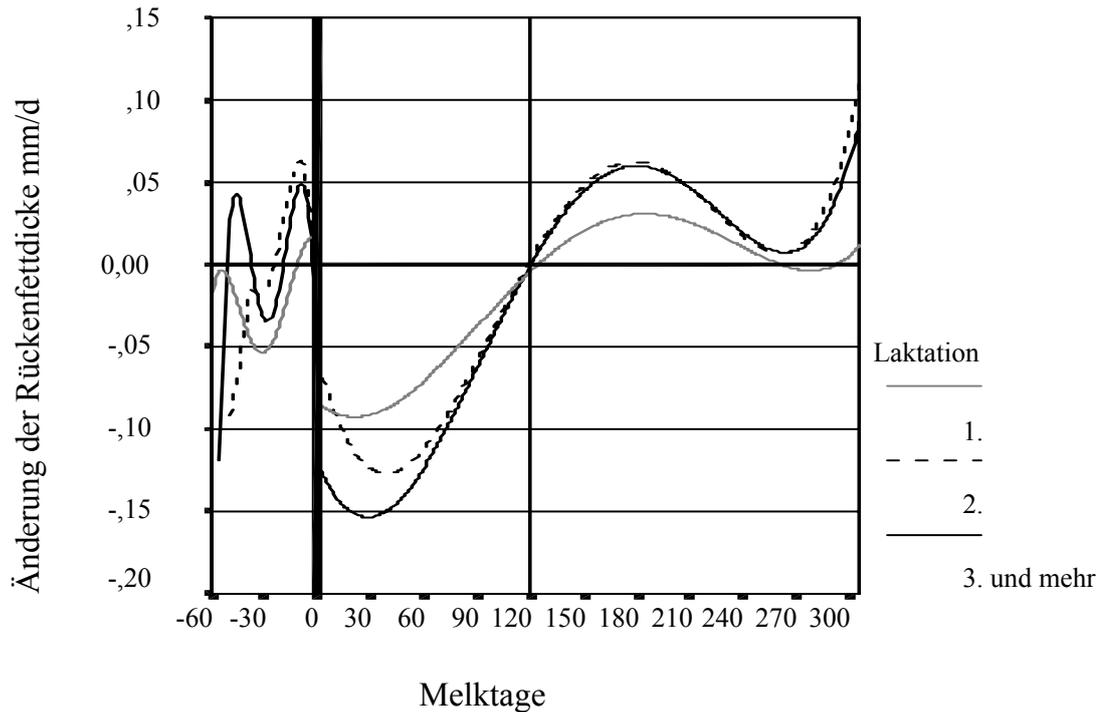


Abb. 21: Regressionskurven der Δ RFD des Betriebes 3

Zwischen dem 116 und 120 Tag p.p. kommen alle Tiere in den Bereich der positiven Energiebilanz und können ab hier wieder Fettgewebe aufbauen. Dabei zeigen die Zweit- und Drittlaktierenden mit durchschnittlich 0,03 mm/d einen deutlich stärkeren Konditionszuwachs als die Tiere der ersten Laktation.

Tab. 24: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 3

1	Lakt.: $y = - 8,439E-02 - 8,391E-04 \cdot d + 2,349E-05 \cdot d^2 - 9,57E-08 \cdot d^3 + 3,341E-13 \cdot d^5$		
	N = 2592	S.E. = 0,133	$R^2 = 0,092$
	Trocken: $y = 1,183E-02 - 2,786E-03 \cdot d - 4,409E-04 \cdot d^2 - 1,013E-05 \cdot d^3 + 1,034E-09 \cdot d^5$		
	N = 408	S.E. = 0,162	$R^2 = 0,02$
2	Lakt.: $y = - 5,839E-02 - 3,965E-03 \cdot d + 6,662E-05 \cdot d^2 - 2,576E-07 \cdot d^3 + 9,427E-13 \cdot d^5$		
	N = 1592	S.E. = 0,157	$R^2 = 0,161$
	Trocken: $y = - 5,189E-02 - 2,616E-02 \cdot d - 1,847E-03 \cdot d^2 - 3,823E-05 \cdot d^3 + 4,9E-09 \cdot d^5$		
	N = 164	S.E. = 0,149	$R^2 = 0,049$
3	Lakt.: $y = - 0,121 - 2,504E-03 \cdot d + 5,409E-05 \cdot d^2 - 2,184E-07 \cdot d^3 + 8,095E-13 \cdot d^5$		
	N = 966	S.E. = 0,168	$R^2 = 0,179$
	Trocken: $y = - 6,281E-02 - 2,761E-02 \cdot d - 2,088E-03 \cdot d^2 - 4,49E-05 \cdot d^3 + 5,421E-09 \cdot d^5$		
	N = 128	S.E. = 0,146	$R^2 = 0,046$

Herde 4

Die Färsen dieser Herde zeigen den stärksten Fettabbau a.p. aller untersuchten Betriebe. Der Konditionsabbau beginnt schon ab etwa dem 30. Tag vor der Kalbung (dies ist der Zeitraum der Trockenstehphase 2). Der tägliche Konditionsverlust von bis zu - 0,15 mm/d ist vor der Kalbung zeitweilig höher als postpartal (siehe auch Anhang).

Tab. 25: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d) und Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD- Zunahmen für die Herde 4

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	- 0,13 \pm 0,061	0,01 \pm 0,039	- 0,01 \pm 0,025
Δ RFD Nadir	- 0,11 \pm 0,003	- 0,09 \pm 0,003	- 0,15 \pm 0,002
Melktage RFD Nadir	34 - 41	30 - 42	17 - 38
Zeitpunkt pos. RFD	126	116	122

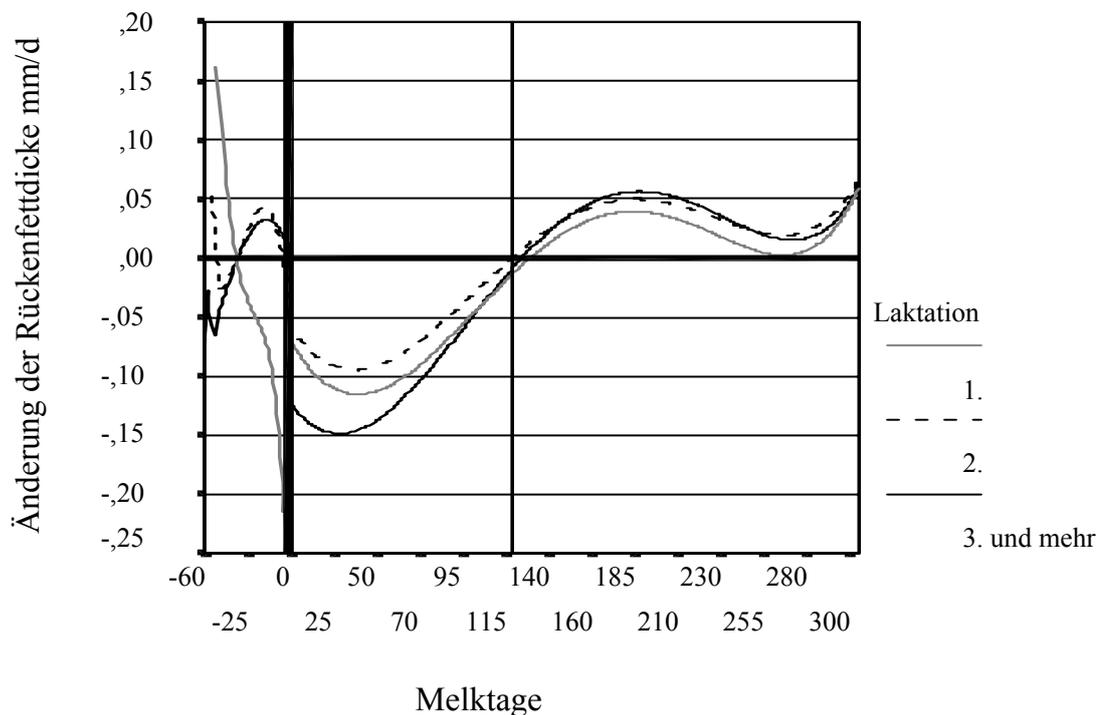


Abb. 22: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 4

Im peripartalen Zeitraum weisen die Färsen mit einem RFD-Abbau von - 0,13 \pm 0,061 mm/d eine sehr hohe negative Energiebilanz auf. Das Bestimmtheitsmaß für diesen Zeitraum liegt

bei $R^2 = 0,248$. Der Tiefpunkt des RFD-Abbaus liegt mit $- 0,11 \pm 0,003$ mm/d sogar auf einem niedrigeren Niveau als der Nadir der Tiere der 2. Laktation.

Tab. 26: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 4

1	Lakt.: $y = - 6,777E-02 - 2,82E-03 \cdot d + 4,812E-05 \cdot d^2 - 1,828E-07 \cdot d^3 + 6,428E-13 \cdot d^5$		
	n = 3675	S.E. = 0,128	$R^2 = 0,152$
	Trocken: $y = - 0,277 - 3,417E-02 \cdot d - 1,906E-03 \cdot d^2 - 4,085E-05 \cdot d^3 + 4,631E-09 \cdot d^6$		
2	n = 163	S.E. = 0,19	$R^2 = 0,166$
	Lakt.: $y = - 5,676E-02 - 2,352E-03 \cdot d + 4,168E-05 \cdot d^2 - 1,588E-07 \cdot d^3 + 5,567E-13 \cdot d^5$		
	n = 2799	S.E. = 0,119	$R^2 = 0,151$
3	Trocken: $y = - 2,74E-02 - 1,107E-02 \cdot d - 4,877E-04 \cdot d^2 - 3,443E-06 \cdot d^3 - 1,219E-09 \cdot d^5$		
	n = 124	S.E. = 0,211	$R^2 = 0,011$
	Lakt.: $y = - 0,122 - 2,095E-03 \cdot d + 4,592E-05 \cdot d^2 - 1,805E-07 \cdot d^3 + 6,328E-13 \cdot d^5$		
3	n = 2357	S.E. = 0,127	$R^2 = 0,251$
	Trocken: $y = 1,081E-02 - 3,488E-03 \cdot d - 1,29E-04 \cdot d^2 + 9,809E-07 \cdot d^3 - 6,221E-10 \cdot d^5$		
	n = 183	S.E. = 0,155	$R^2 = 0,018$

Sowohl die Trockensteher der 2. als auch die der 3. Laktation verlieren in der Trockenstehphase 2 nicht an Kondition. Sie weisen mit $0,01 \pm 0,039$ bzw. $- 0,01 \pm 0,025$ mm/d relativ ausgeglichene Energiebilanzen auf. Beide Laktationszeiten sind im peripartalen Bereich nicht signifikant ($p > 0,4$) voneinander verschieden. Postpartal weisen die Drittlaktierenden jedoch deutlich stärkere RFD-Abbauraten ($- 0,15 \pm 0,002$ mm/d) auf als die Tiere der 2. Laktation ($- 0,09 \pm 0,003$ mm/d). Auch die zeitliche Ausdehnung des Tiefpunktes ist mit 21 zu 12 Tagen deutlich verlängert.

Die Tiere aller Laktationen beginnen zwischen dem 116. und 126. Tag p.p. mit dem Aufbau von Körperkondition.

Herde 5

166 Tiere dieser Herde konnten im peripartalen Zeitraum untersucht werden. Der Fettabbau vor der Kalbung ist laktationsübergreifend nur gering ausgeprägt, jedoch unterscheiden sich die Laktationsgruppen signifikant voneinander ($p < 0,04$). Das Bestimmtheitsmaß liegt bei $R^2 = 0,077$.

Mit $-0,06 \pm 0,051$ mm/d ist der Konditionsverlust bei den Färsen am stärksten. Sie erreichen auch sehr frühzeitig (ab 2 Tage p.p.) den Tiefpunkt der negativen Energiebilanz. Das Plateau erstreckt sich über 27 Tage und erreicht eine Tiefe von $-0,13 \pm 0,008$ mm/d.

Die Kühe der 2. Laktation zeigen bis zur Kalbung keinen Abbau von Körperfettgewebe. Dieser setzt erst mit der Kalbung ein. Mit $-0,13 \pm 0,009$ mm/d ist die RFD-Veränderung etwas stärker als bei den Färsen. Der Zeitraum des stärksten RFD-Abbaus ist bei ihnen mit 26 Tagen ähnlich lang wie bei den Färsen.

Tab. 27: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 5

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$-0,06 \pm 0,051$	$-0,01 \pm 0,051$	$-0,04 \pm 0,054$
Δ RFD Nadir	$-0,13 \pm 0,008$	$-0,13 \pm 0,009$	$-0,16 \pm 0,006$
Melktage RFD Nadir	2 - 29	22 - 48	17 - 39
Zeitpunkt pos. RFD	114	122	119

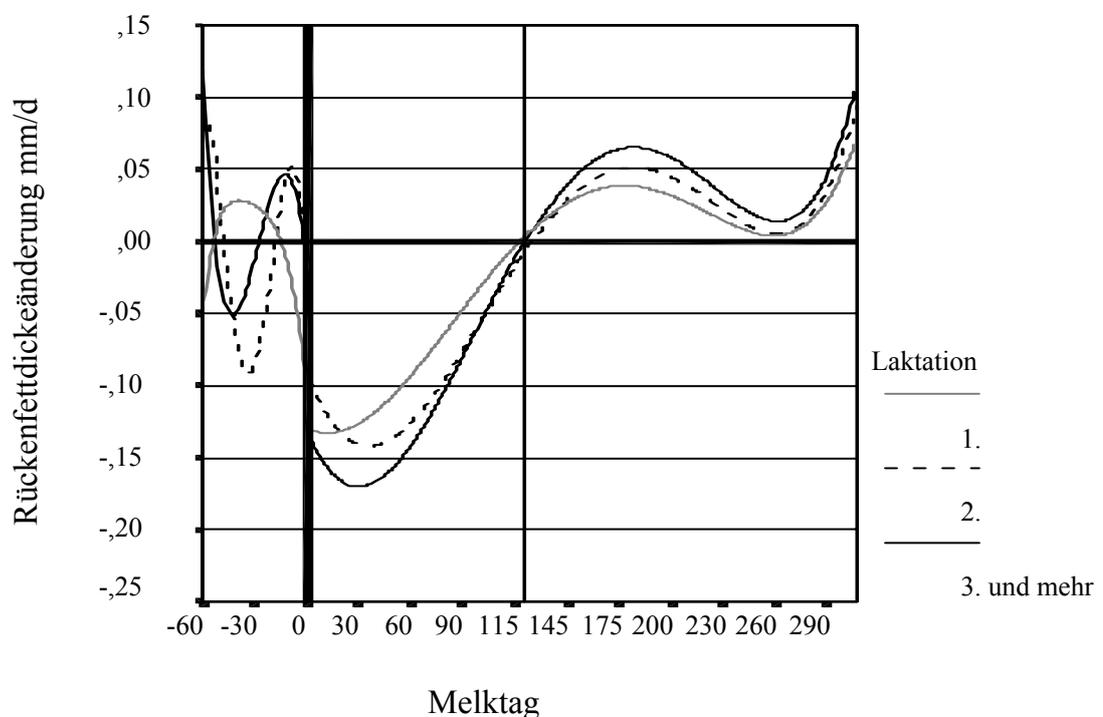


Abb. 23: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 5

Auch die Drittlaktierenden Kühe kommen kurz vor der Kalbung in einen Bereich negativer Energiebilanz. Sie kalben mit einem durchschnittlichen RFD-Abbau von $- 0,04 \pm 0,054$ mm/d.

Tab. 28: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 5

1	Lakt.: $y = - 0,13 - 5,669E-04 \cdot d + 2,856E-05 \cdot d^2 - 1,293E-07 \cdot d^3 + 5,247E-13 \cdot d^5$		
	n = 1788	S.E. = 0,104	R ² = 0,25
	Trocken: $y = - 0,116 - 1,279E-02 \cdot d - 4,374E-04 \cdot d^2 - 6,09E-06 \cdot d^3 + 5,598E-10 \cdot d^5$		
	n = 266	S.E. = 0,561	R ² = 0,004
2	Lakt.: $y = - 9,401E-02 - 3,112E-03 \cdot d + 5,752E-05 \cdot d^2 - 2,254E-07 \cdot d^3 + 8,264E-13 \cdot d^5$		
	n = 1254	S.E. = 0,127	R ² = 0,236
	Trocken: $y = - 4,953E-02 - 2,481E-02 \cdot d - 1,802E-03 \cdot d^2 - 3,365E-05 \cdot d^3 + 2,757E-09 \cdot d^5$		
	n = 131	S.E. = 0,162	R ² = 0,094
3	Lakt.: $y = - 0,135 - 2,72E-03 \cdot d + 5,9E-05 \cdot d^2 - 2,383E-07 \cdot d^3 + 8,889E-13 \cdot d^5$		
	n = 982	S.E. = 0,128	R ² = 0,319
	Trocken: $y = - 2,899E-02 - 1,246E-02 \cdot d - 5,963E-04 \cdot d^2 - 6,526E-06 \cdot d^3 - 1,77E-10 \cdot d^5$		
	n = 136	S.E. = 0,137	R ² = 0,053

Der Zeitraum der stärksten negativen Energiebilanz ist bei den Tieren der 3. und mehr Laktationen zwar nicht so lang wie bei den anderen Laktationsstadien, liegt aber mit $- 0,16 \pm 0,006$ mm/d deutlich tiefer als bei den Erst- und Zweitlaktierenden.

Zwischen dem 114. und 122. Laktationstag erreichen alle laktierenden Tiere wieder den Bereich positiver Energiebilanz. Die Erstlaktierenden bauen ab hier $0,02 \pm 0,014$ mm/d an Fettgewebe auf. Die anderen Laktationen liegen mit $0,03 \pm 0,018$ mm/d bzw. $0,04 \pm 0,02$ mm/d (2. und 3. Laktation) deutlich darüber.

Herde 6

Eine katabole Stoffwechsellage zeigen präpartal nur die Färsen dieser Herde. Sie kommen mit Abbauraten von $- 0,01 \pm 0,021$ mm/d zur Kalbung. Dieser Fettgewebskatabolismus verstärkt sich mit einsetzender Laktation. Der maximale RFD-Abbau liegt bei $- 0,10 \pm 0,002$ mm/d. In dem Zeitraum bis 35 Tage nach der Kalbung unterscheiden sich die Abbauraten der Tiere der 1. und 2. Laktation nicht signifikant voneinander.

Die Kühe der 2. Laktation befinden sich vor der Kalbung nicht in einer katabolen Stoffwechsellage. Nach 19 Tagen p.p. erreichen sie den Tiefpunkt der Einschmelzung von Fettgewebe ($-0,11 \pm 0,003$ mm/d). Dieser Zustand erstreckt sich über einen Zeitraum von 32 Tagen.

Tab. 29: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 6

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$-0,01 \pm 0,021$	$0,02 \pm 0,051$	$0,02 \pm 0,041$
Δ RFD Nadir	$-0,10 \pm 0,002$	$-0,11 \pm 0,003$	$-0,14 \pm 0,003$
Melktage RFD Nadir	1 - 37	19 - 53	40 - 50
Zeitpunkt pos. RFD	119	117	126

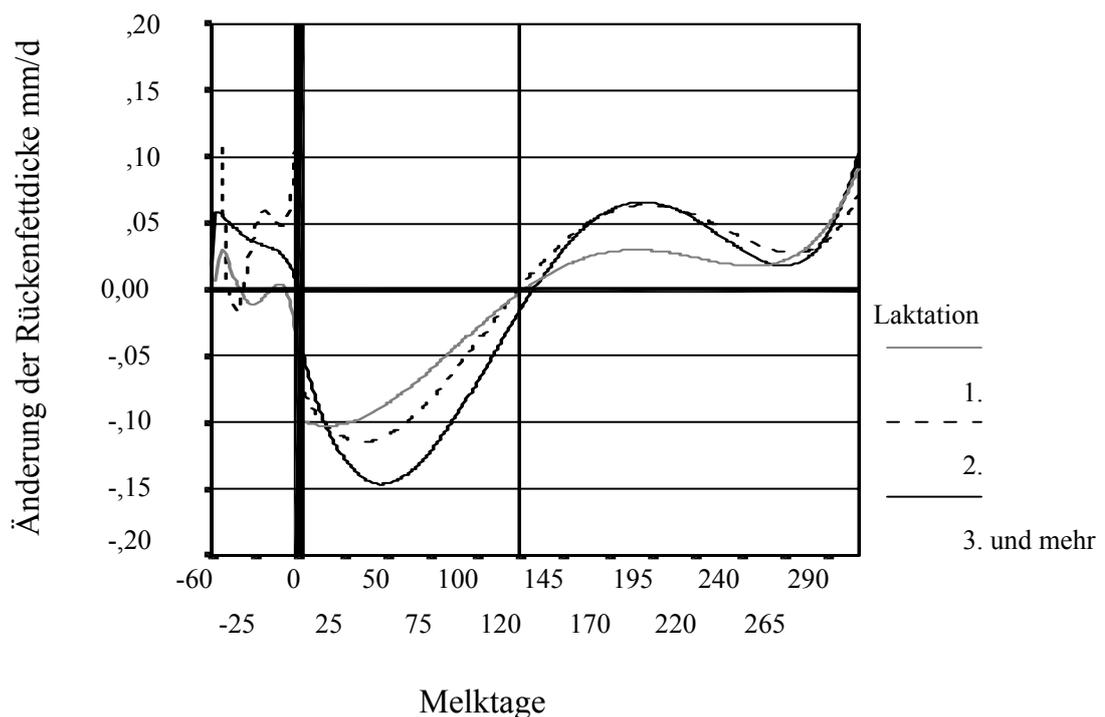


Abb. 24: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 6

Einen wesentlich kürzeren Nadir (10 Tage) zeigen die Tiere der 3. Laktation. Dieser befindet sich auch auf einem niedrigeren Niveau ($-0,14 \pm 0,003$ mm/d).

Zwischen dem 117. und 126. Melktag erreichen alle Kühe den Bereich positiver Energiebilanzen. Die Erstlaktierenden nehmen ab hier $0,03 \pm 0,015$ mm/d an Rückenfettdicke

zu. Die anderen Laktationen liegen deutlich darüber. Mit täglichen Zunahmen von $0,04 \pm 0,016$ mm/d weisen die Zweitlaktierenden sogar stärkere RFD-Zunahmen auf als die Kühe der 3. Laktation ($0,04 \pm 0,023$ mm/d).

Tab. 30: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 6

1	Lakt.: $y = -9,705E-02 - 7,009E-04 \cdot d + 2,428E-05 \cdot d^2 - 1,054E-07 \cdot d^3 + 4,297E-13 \cdot d^5$		
	n = 2137	S.E. = 0,106	R ² = 0,199
	Trocken: $y = -4,782E-02 - 1,193E-02 \cdot d - 8,694E-04 \cdot d^2 - 1,971E-05 \cdot d^3 + 2,665E-09 \cdot d^5$		
	n = 84	S.E. = 0,141	R ² = 0,012
2	Lakt.: $y = -7,041E-02 - 2,732E-03 \cdot d + 4,853E-05 \cdot d^2 - 1,826E-07 \cdot d^3 + 6,217E-13 \cdot d^5$		
	n = 1246	S.E. = 0,113	R ² = 0,264
	Trocken: $y = 0,13 + 2,291E-02 \cdot d + 2,057E-03 \cdot d^2 + 6,004E-05 \cdot d^3 - 1,346E-08 \cdot d^5$		
	n = 119	S.E. = 0,145	R ² = 0,033
3	Lakt.: $y = -3,565E-02 - 5,478E-03 \cdot d + 8,011E-05 \cdot d^2 - 2,907E-07 \cdot d^3 + 9,867E-13 \cdot d^5$		
	n = 1940	S.E. = 0,116	R ² = 0,317
	Trocken: $y = 2,559E-03 - 4,307E-03 \cdot d - 2,247E-04 \cdot d^2 - 4,647E-06 \cdot d^3 + 5,745E-10 \cdot d^5$		
	n = 237	S.E. = 0,122	R ² = 0,008

Herde 7

Die Herde 7 gehört zu den leistungsstärksten der untersuchten Tiergruppen. Auch hier beginnen die Färsen schon vor der Kalbung mit der Einschmelzung von Fettgewebe. Zwischen dem 30. und 20. Tag vor der Kalbung geraten die Färsen in eine katabole Stoffwechsellage. Sie verlieren im Zeitraum um den Partus $-0,02 \pm 0,032$ mm/d. Dieser Fettgewebsabbau verstärkt sich noch nach der Kalbung bis auf $-0,15 \pm 0,001$ mm/d.

Tab. 31: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 7

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$-0,02 \pm 0,032$	$-0,01 \pm 0,067$	$0,02 \pm 0,021$
Δ RFD Nadir	$-0,15 \pm 0,001$	$-0,12 \pm 0,001$	$-0,15 \pm 0,001$
Melktage RFD Nadir	1 - 16	17 - 39	22 - 35
Zeitpunkt pos. RFD	130	120	123

Die Abbauraten der Tiere der 3. Laktation und darüber liegen mit $-0,15 \pm 0,001$ mm/d im gleichen Bereich. Für diese Laktationsphase gibt es zwischen beiden Gruppen keinen signifikanten Unterschied.

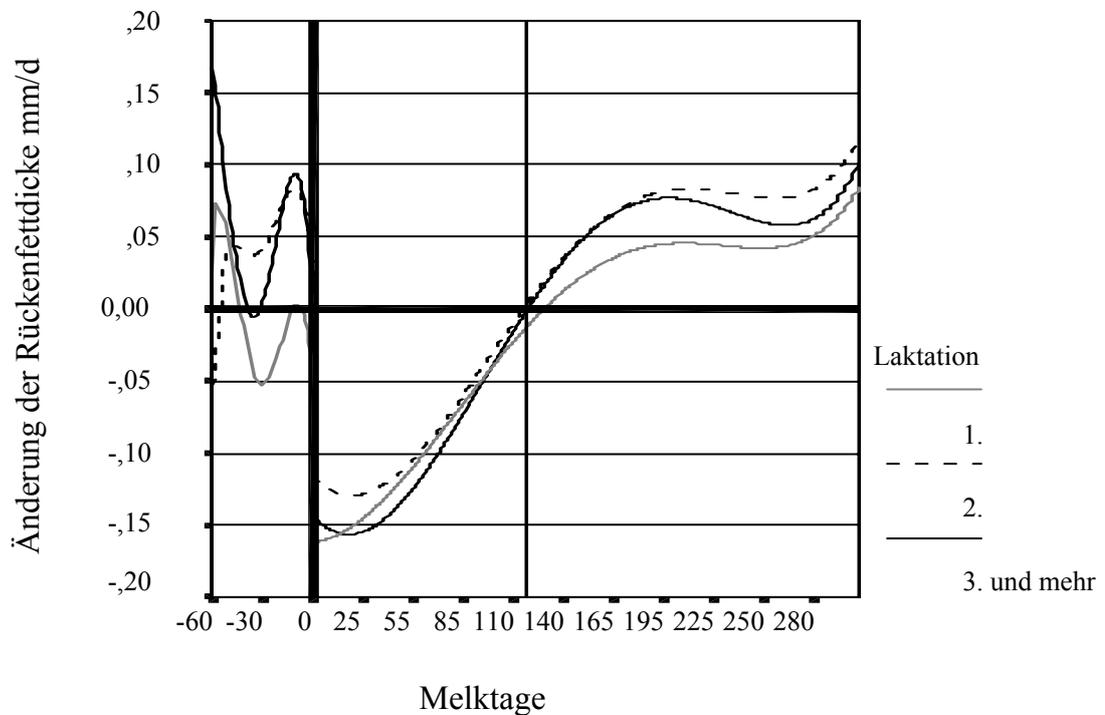


Abb. 25: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 7

Im Zeitraum von 5 Tage vor bis 5 Tage nach der Kalbung gibt es keine signifikanten Unterschiede in der Veränderung der Rückenfettdicke zwischen den Erstlaktierenden und den Kühen der 2. Laktation. Das Bestimmtheitsmaß liegt bei $R^2 = 0,263$. Nur die Tiere der 3. Laktation zeigen ein signifikant ($p < 0,001$) anderes Verhalten in der RFD-Veränderung. Sie weisen um den Kalbezeitpunkt sogar noch moderate Zunahmen ($0,02 \pm 0,021$ mm/d) auf. Allen Laktationsstadien gemein ist der relativ kurze Zeitraum der stärksten negativen Energiebilanz. Mit 13 - 22 Tagen ist dieser kürzer als in anderen Betrieben. Auch die Tiefe der negativen Energiebilanz ist nicht so stark ausgeprägt, wie man das bei einem so leistungsstarken Betrieb erwarten würde (vgl. Betrieb 2). Mit $-0,15 \pm 0,001$ mm/d und $-0,15 \pm 0,001$ mm/d weisen die erstlaktierenden Kühe und die Tiere der 3. Laktation die stärksten Fettgewebseinschmelzungen auf.

Zwischen dem 120. und 130. Melktag beginnen alle Tiere mit Fettgewebsaufbau. Dieser fällt bei den Kühen der 1. Laktation deutlich geringer aus ($0,03 \pm 0,017$ mm/d) als bei den Tieren

der anderen Laktationsstadien. Die Kühe der 2. Laktation nehmen am Tag $0,06 \pm 0,024$ mm/d an Rückenfettdicke zu, die der 3. Laktation $0,05 \pm 0,021$ mm/d.

Tab. 32: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 7

1	Lakt.: $y = -0,145 - 3,487E-04 \cdot d + 2,26E-05 \cdot d^2 - 9,509E-08 \cdot d^3 + 3,494E-13 \cdot d^5$		
	n = 2813	S.E. = 0,109	R ² = 0,283
	Trocken: $y = -3,984E-02 - 1,105E-02 \cdot d - 6,926E-04 \cdot d^2 - 1,156E-05 \cdot d^3 + 7,751E-10 \cdot d^5$		
	n = 58	S.E. = 0,158	R ² = 0,018
2	Lakt.: $y = -9,732E-02 - 1,609E-03 \cdot d + 3,435E-05 \cdot d^2 - 1,266E-07 \cdot d^3 + 4,131E-13 \cdot d^5$		
	n = 2094	S.E. = 0,099	R ² = 0,375
	Trocken: $y = 3,803E-02 - 1,107E-02 \cdot d - 7,955E-04 \cdot d^2 - 1,568E-05 \cdot d^3 + 1,669E-09 \cdot d^5$		
	n = 197	S.E. = 0,16	R ² = 0,017
3	Lakt.: $y = -0,119 - 2,082E-03 \cdot d + 4,391E-05 \cdot d^2 - 1,658E-07 \cdot d^3 + 5,543E-13 \cdot d^5$		
	n = 2549	S.E. = 0,104	R ² = 0,387
	Trocken: $y = 3,848E-03 - 2,04E-02 \cdot d - 1,4E-03 \cdot d^2 - 2,561E-05 \cdot d^3 + 1,995E-09 \cdot d^5$		
	n = 274	S.E. = 0,127	R ² = 0,076

Herde 8

177 Tiere konnten insgesamt in die Auswertung des Kalbezeitpunktes mit aufgenommen werden. Leider sind darunter nur 12 Färsen, so dass die Bewertung der Erstlaktierenden in diesem Zeitraum statistisch nicht abgesichert werden konnte. Der starke Abbau von Fettgewebe zum Partus und danach (bis $-0,16 \pm 0,001$ mm/d) ist daher nicht eindeutig abzuklären. Die Tiere der 2. und die der 3. Laktation bewegen sich in der Trockenstehphase 2 nicht im katabolen Stoffwechselbereich. Erst im peripartalen Zeitraum beginnen sie mit leichtem Fettgewebsabbau und verlieren im Mittel in dieser Zeit $-0,01 \pm 0,059$ mm/d resp. $-0,03 \pm 0,06$ mm/d. Zwischen beiden Gruppen ist der Mittelwertsunterschied im peripartalen Zeitraum als nicht signifikant einzustufen. Der Gruppeneffekt zwischen ihnen liegt bei $p = 0,115$ und das Bestimmtheitsmaß bei $R^2 = 0,658$.

Tab. 33: Δ RFD (mm/d) zum Partus, stärkste Δ RFD (mm/d), Zeitpunkt des tiefsten Δ RFD sowie Zeitpunkt zu beginnenden RFD-Zunahmen für die Herde 8

Laktation	1	2	3
Δ RFD Partus	$-0,07 \pm 0,076$	$-0,01 \pm 0,059$	$-0,03 \pm 0,06$
Δ RFD Nadir	$-0,16 \pm 0,001$	$-0,09 \pm 0,002$	$-0,12 \pm 0,002$
Melktage RFD Nadir	3 - 16	32 - 51	26 - 54
Zeitpunkt pos. RFD	115	121	131

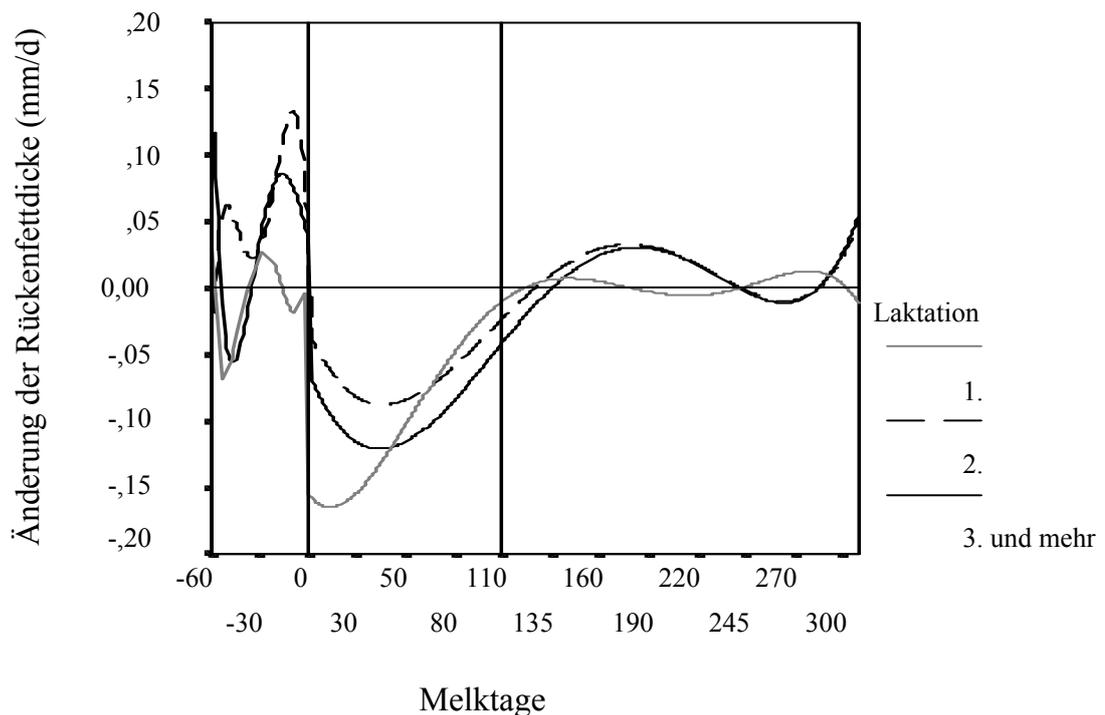


Abb. 26: Regressionskurven der Δ RFD für die Herde 8

Die Talsohle des stärksten Rückenfettdickeabbaus wird von den Zweit- und Drittlaktierenden mit 32 - 51 bzw. 26 - 54 Tagen relativ spät erreicht. Der Nadir ist nicht so stark ausgeprägt wie in anderen Betrieben, dafür aber bis zu 28 Tage lang. Die Kühe der 2. Laktation erreichen eine maximale Abbaurate von $-0,09 \pm 0,002$ mm/d, die der 3. Laktation $-0,12 \pm 0,002$ mm/d. Auch der Eintritt in die anabole Stoffwechsellage ist bei den Tieren dieses Betriebes nach hinten verschoben (zwischen 115 - 131 Tage). Die Tiere der ersten Laktation gewinnen in der Spätlaktation kaum an Fettgewebe ($0,0 \pm 0,007$ mm/d). Die Tiere der 2. und 3. Laktation liegen mit $0,01 \pm 0,012$ mm/d und $0,01 \pm 0,013$ mm/d zwar darüber, jedoch erreichen sie nicht die Zunahmen anderer Betriebe.

Tab. 34: Regressionsgleichungen der Δ RFD für die Herde 8

1	Lakt.: $y = -0,1559 - 1,609E-03 \cdot d + 8,095E-05 \cdot d^2 - 7,4035E-07 \cdot d^3 + 2,627E-09 \cdot d^4 - 3,266E-12 \cdot d^5$		
	n = 2924	S.E. = 0,104	R ² = 0,197
	Trocken: $y = 2,985E-02 + 1,529E-02 \cdot d + 1,416E-03 \cdot d^2 + 4,427E-05 \cdot d^3 + 4,072E-09 \cdot d^4$		
	n = 27	S.E. = 0,135	R ² = 0,049
2	Lakt.: $y = -3,308E-02 - 2,94E-03 \cdot d + 4,645E-05 \cdot d^2 - 1,764E-07 \cdot d^3 + 6,301E-13 \cdot d^5$		
	n = 2342	S.E. = 0,126	R ² = 0,099
	Trocken: $y = 3,307E-02 - 2,501E-02 \cdot d - 1,894E-03 \cdot d^2 - 3,89E-05 \cdot d^3 + 4,365E-09 \cdot d^5$		
	n = 219	S.E. = 0,357	R ² = 0,012
3	Lakt.: $y = -6,383E-02 - 3,206E-03 \cdot d + 5,229E-05 \cdot d^2 - 1,981E-07 \cdot d^3 + 7,017E-13 \cdot d^5$		
	n = 2779	S.E. = 0,133	R ² = 0,15
	Trocken: $y = 3,454E-02 - 5,597E-03 \cdot d - 3,378E-05 \cdot d^2 + 7,903E-06 \cdot d^2 - 2,448E-09 \cdot d^3$		
	n = 310	S.E. = 0,144	R ² = 0,082

4.2.2 Verlauf der Rückenfettdickenänderung über alle Herden

Bei der Auswertung der täglichen Rückenfettdickenänderung wird deutlich, dass die Färsen bzw. die Tiere der ersten Laktation einen signifikant ($p < 0,001$) anderen RFD-Änderungsverlauf zeigen als die Tiere der anderen Laktationsstadien. Sie beginnen etwa ab dem 30. Tag vor der Kalbung mit einer deutlichen Fettgewebseinschmelzung. Diese kann so bei den anderen Laktationen nicht nachgewiesen werden. Des weiteren ist der Tiefpunkt der negativen Energiebilanz meist nicht so stark ausgeprägt wie bei anderen Tieren. Zuletzt zeigen auch die Erstlaktierenden nicht so hohe Zunahmen in der Spätlaktation, wie es in den anderen Laktationen zu sehen ist.

Aus diesen Gründen wurde zusätzlich zur Darstellung der Mittelwerte der Regressionsrechnung aller Tiere die Mittelwerte der Rückenfettdickeänderung in den einzelnen Laktationsabschnitten aufgezeigt. Dabei sind die Tiere der ersten Laktation getrennt von den anderen Laktationen gezeichnet.

Zu jeder Mittelwertskurve ist als Kennzeichnung des Referenzbereiches der halbe Standardfehler mit eingezeichnet.

Tab. 35: Regressionsgleichungen der Δ RFD aller Herden

Lakt.: $RFD = - 2,659E-02 - 8,253E-03 \cdot d + 1,807E-04 \cdot d^2 - 1,366E-06 \cdot d^3 + 4,413E-09 \cdot d^4 - 5,191E-12 \cdot d^5$		
n = 51585	S.E. = 0,12	R ² = 0,227
Trock.: $RFD = - 3,129E-02 - 1,779E-02 \cdot d - 1,425E-03 \cdot d^2 - 4,43E-05 \cdot d^3 - 6,052E-07 \cdot d^4 - 3,051E-09 \cdot d^5$		
n = 4415	S.E. = 0,212	R ² = 0,006

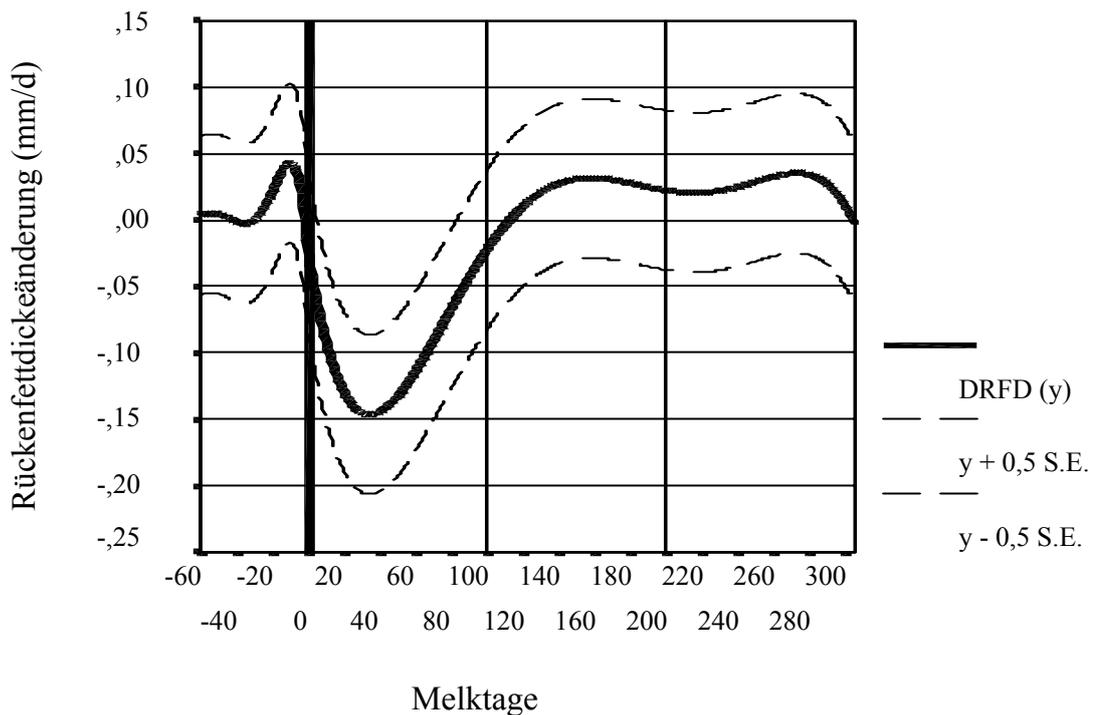


Abb. 27: Regressionskurve und halber Standardfehler der täglichen RFD-Änderung der Tiere aller Herden (n = 55573)

Die Färsen aller Herden geraten zwischen dem 40. bis 30. ante partum in eine katabole Stoffwechsellage. Sie nehmen im Bereich des Kalbezeitpunktes täglich $- 0,05 \pm 0,009$ mm/d an Rückenfettdicke ab. Postpartal verstärken sich die täglichen Abbauraten auf Werte von $- 0,14 \pm 0,127$ mm/d. Dieser Nadir wird schon kurz nach der Kalbung erreicht und etwa bis zum 30. Melktag gehalten. Die katabole Stoffwechsellage wird von den Erstlaktierenden erst mit dem 12. Laktationsabschnitt erreicht. Die Aufbauraten dieser Tiere in der Spätlaktation (zwischen 200. bis 300. Melktag) liegen bei $0,02 \pm 0,114$ mm/d und unterscheiden sich signifikant zu den Zweit- und Drittlaktierenden ($p < 0,001$).

Sowohl ante partum als auch in der Spätlaktation sind die Mittelwertunterschiede zwischen den Kühen der 2. Laktation und den der 3. Laktation, die durch die differenzierte Varianzanalyse mit Post-Hoc-Test nach Scheffé verglichen wurden, als nicht signifikant einzustufen. Beide Altersgruppen befinden sich über den gesamten Zeitraum der Trockenstehphase in einer anabolen Stoffwechsellage. Dabei zeigen die Kühe in der Vorbereitungszeit tägliche Zunahmen von $0,04 \pm 0,146$ mm/d (3. Laktation und darüber) bis $0,05 \pm 0,221$ mm/d (2. Laktation). Dies unterscheidet sie signifikant ($p < 0,001$) von den Färsen in diesem Zeitraum.

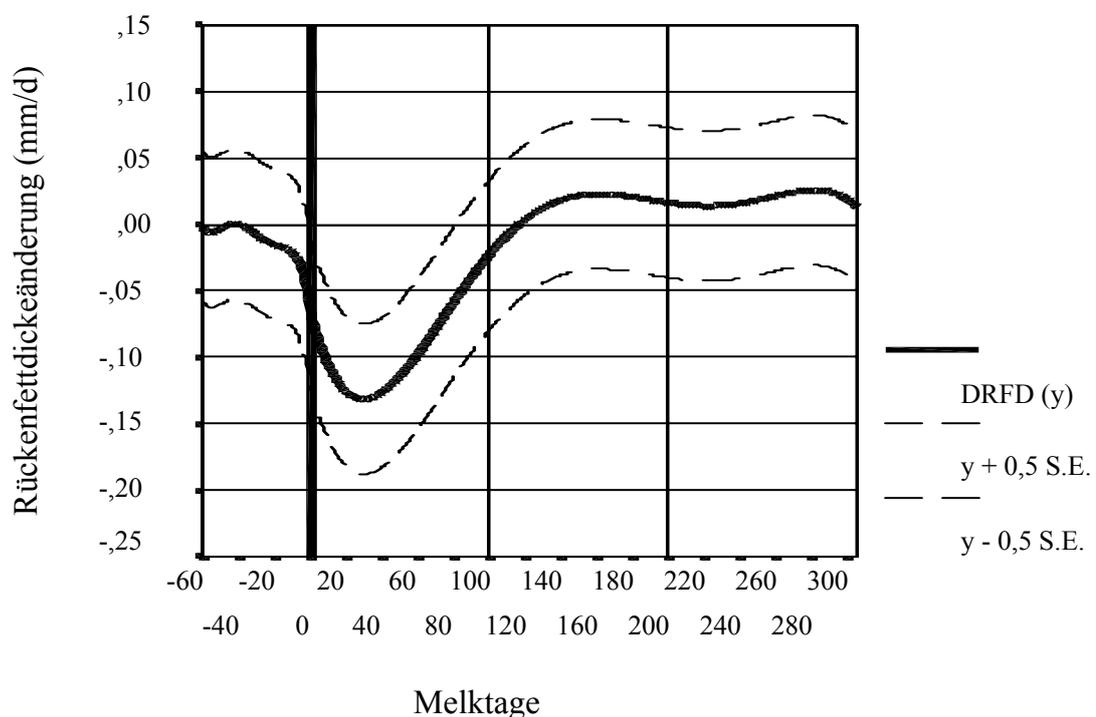


Abb. 28: Regressionskurve und halber Standardfehler der täglichen RFD- Änderung der Färsen und Erstlaktierenden aller Herden (n = 22927)

Tab. 36: Regressionsgleichungen der Δ RFD der Färsen und Erstlaktierenden aller Herden

Lakt.: $RFD = - 6,676E-02 - 4,994E-03 \cdot d + 1,195E-04 \cdot d^2 - 9,072E-07 \cdot d^3 + 2,891E-09 \cdot d^4 - 3,331E-12 \cdot d^5$		
n = 21252	S.E. = 0,113	R ² = 0,191
Trock.: $RFD = - 6,473E-02 - 9,228E-03 \cdot d - 7,099E-04 \cdot d^2 - 2,646E-05 \cdot d^3 - 4,469E-07 \cdot d^4 - 2,755E-09 \cdot d^5$		
n = 1675	S.E. = 0,256	R ² = 0,002

Mit Einsetzen der Laktation geraten auch die Kühe mit mehr als einer Kalbung in eine energiedefizitäre Stoffwechsellage. Die stärkste negative Energiebilanz findet man bei diesen Tieren zwischen dem 20. und 40. Melktag. Dabei erreichen die täglichen Abbauraten der Kühe $-0,16 \pm 0,154$ mm/d (2. Laktation) bis $-0,19 \pm 0,14$ mm/d (3. Laktation). Die differenzierte Varianzanalyse ergibt in diesem Zeitraum einen Gruppeneffekt für die beiden Gruppen von $p < 0,001$. Ab etwa dem 115. Melktag beginnt für die Kühe der 2. Laktation die anabole Stoffwechselphase, während für die Tiere der 3. Laktation und darüber diese Phase ab dem 120. Melktag beginnt.

Die Spätlaktation (ab dem 200. Melktag) ist für beide Gruppen durch gleichmäßigen Konditionsaufbau gekennzeichnet. Die Zunahmen sind nicht signifikant voneinander verschieden. Die Zweitlaktierenden weisen tägliche RFD-Zunahmen von $0,04 \pm 0,112$ mm/d und die Tiere der 3. Laktation $0,04 \pm 0,124$ mm/d auf.

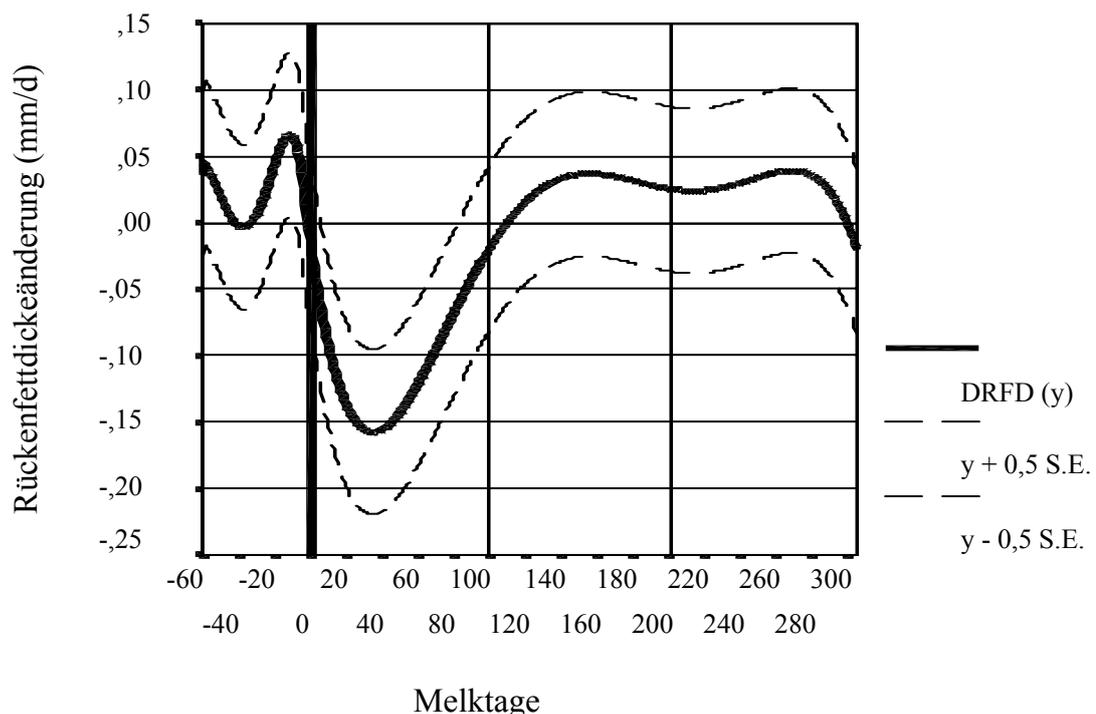


Abb. 29: Regressionskurve und halber Standardfehler der täglichen RFD-Änderung aller Trockensteher und laktierenden Tiere mit mehr als einer Laktation (n = 32645)

Da sich die täglichen RFD-Änderungen der Färsen während der letzten 60 Tagen vor der Kalbung signifikant von denen der Kühen unterscheiden, wurden an alle Färsen gesondert bewertet, die sich im Zeitraum bis 210 Tage vor dem errechneten Kalbetermin befinden.

Tab. 37: Regressionsgleichungen der Δ RFD aller Trockensteher und laktierenden Tiere mit mehr als einer Laktation

Lakt.: $RFD = - 4,141E-03 - 1,022E-02 \cdot d + 2,184E-04 \cdot d^2 - 1,652E-06 \cdot d^3 + 5,371E-09 \cdot d^4 - 6,374E-12 \cdot d^5$		
n = 29905	S.E. = 0,124	R ² = 0,255
Trock.: $RFD = - 1,856E-02 - 1,891E-02 \cdot d - 1,357E-03 \cdot d^2 - 3,436E-05 \cdot d^3 - 3,417E-07 \cdot d^4 - 1,056E-09 \cdot d^5$		
n = 2740	S.E. = 0,176	R ² = 0,017

Im Zeitraum von 210 Tage bis 150 Tage vor der Kalbung zeigen die Färsen RFD-Zunahmeraten von $0,01 \pm 0,006$ mm/d. Diese Zunahmen erhöhen sich auf $0,02 \pm 0,005$ mm/d für die Zeit 150 bis 90 Tage ante partum. Ab 90 Tage bis 60 Tage vor der Kalbung gehen diese Konditionszuwächse auf $0,01 \pm 0,004$ mm/d zurück. Diese Tendenz verstärkt sich ab 60 Tage a. p.. Die Färsen kommen in einen Bereich negativer Energiebilanz und verlieren im Mittel zwischen dem 60. und 30. Melktag $- 0,001 \pm 0,01$ mm/d. Mit dem Näherrücken der Kalbung erhöht sich auch der Konditionsverlust. In der Vorbereitungsphase verlieren die Färsen täglich $- 0,03 \pm 0,007$ mm/d an Rückenfettdicke. Die Abb. 30 stellt die beschriebenen Verhältnisse dar.

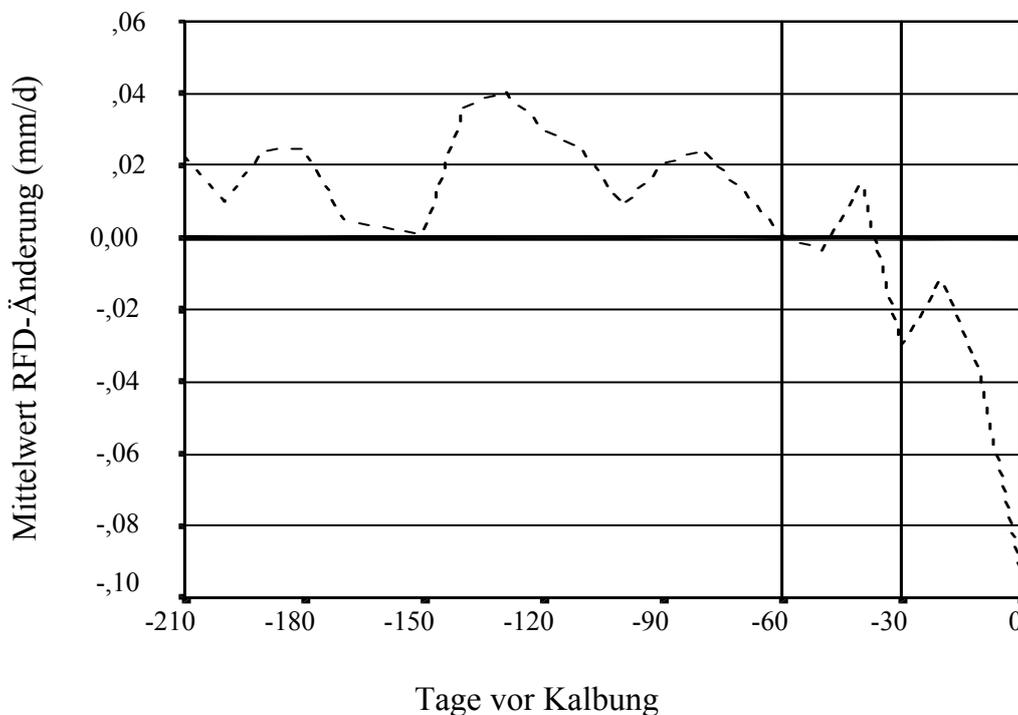


Abb. 30: Empirische Mittelwertkurven der Δ RFD der Färsen in Abhängigkeit von der Zeit vor der Kalbung (n = 2484)

Zum Vergleich und zur Bestätigung des Regressionsmodells für die trockenstehenden Kühe (Abb. 29) ist in der Abb. 31 die empirische Mittelwertkurve für die tägliche RFD-Änderung der Trockensteher mit mehr als einer Laktation dargestellt. Auffällig ist dabei der biphasische Verlauf der Auf- und Abbauraten. Die Zunahmen an Körperfett werden im Verlauf der Trockenstehphase 1 immer geringer. Der Aufbau von Rückenfettdicke sinkt von $0,04 \pm 0,027$ mm/d auf Werte von $0,0 \pm 0,026$ mm/d. Mit dem Einstellen der Kühe in die energiereichere Ration der Trockenstehphase 2 steigen die Zunahmen wieder auf $0,05 \pm 0,005$ mm/d im Zeitraum zwischen 25 und 15 Tagen vor der Kalbung.

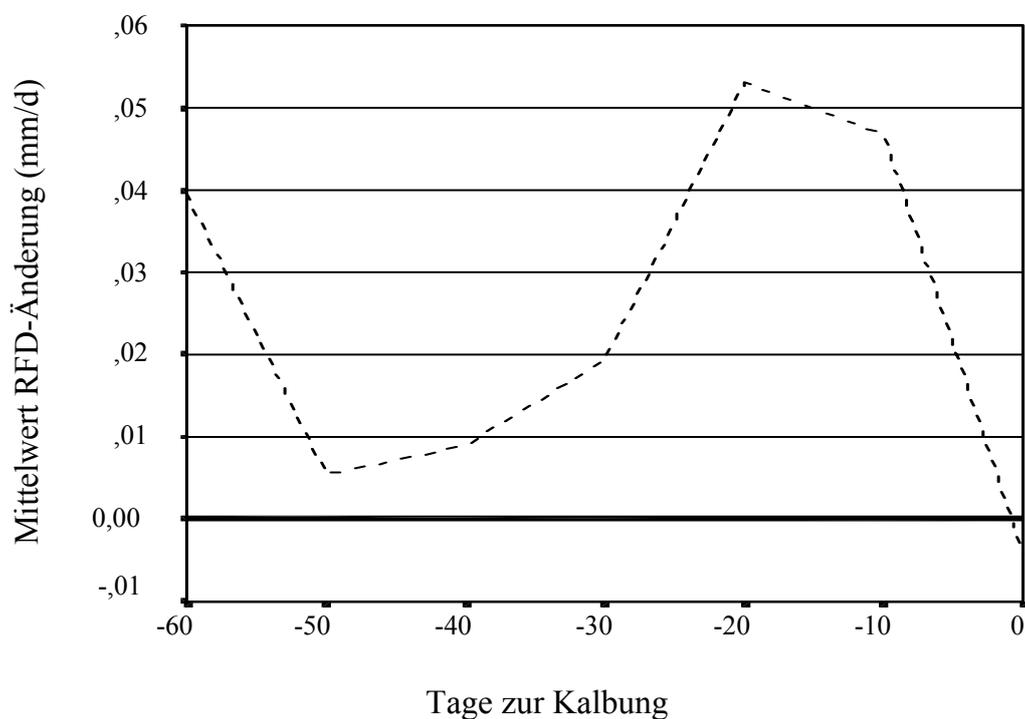


Abb. 31: Empirische Mittelwertkurven der Δ RFD der Kühe mit mehr als einer Laktation in Abhängigkeit von der Zeit vor der Kalbung (n = 2801)

In den letzten 10 Tagen vor der Kalbung sinken die Fettaufbauraten wieder ab und kurz vor der Kalbung geraten die Tiere in eine katabole Stoffwechsellage.

Insgesamt erzielen die Trockensteher vor der 2. Laktation mit $0,04 \pm 0,006$ mm/d höhere Zunahmen als die Kühe mit mehr Laktationen ($0,03 \pm 0,003$ mm/d) und liegen damit für den gesamten Zeitraum im anabolen Bereich.

4.3 Beziehung zwischen täglicher Rückenfettdickenänderung, Leistung und Fruchtbarkeit

Zur Darstellung der Zusammenhänge zwischen der täglichen Rückenfettdickenänderung und den Leistungsdaten wurden die RFD-Änderungen, wie im vorigen Abschnitt beschrieben, berechnet. Die erhaltenen Werte konnten dann in Bezug zu den zugehörigen Leistungsdaten gesetzt werden. Da zu jeder Auswertung nicht alle Tiere mit einbezogen werden konnten, sind zu den Abbildungen immer die dazugehörigen Tierzahlen angegeben. Zu jedem der betrachteten Parameter wurde eine Varianzanalyse nach der GLM-Prozedur aus SPSS 11.0 for Windows[®] durchgeführt. Es sind somit die Bestimmtheitsmaße und die Werte für den Gruppeneffekt angegeben. Damit zu bestimmten Zeitpunkten Gruppenunterschiede herausgearbeitet werden konnten, wurde ein Post-Hoc-Test nach Scheffé für bestimmte Laktationsabschnitte durchgeführt (siehe auch Anhang).

4.3.1 Tägliche Rückenfettdickeänderung und Milchmengenleistung

In Abb. 31 ist die tägliche RFD-Änderung in Abhängigkeit von der individuellen 305-Tage Milchleistung dargestellt. Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,148$ und für den Gruppeneffekt einen Wert von $p = 0,001$. Bei der nach Laktationsabschnitten differenziert durchgeführten Varianzanalyse mit dem Post-Hoc-Test nach Scheffé ergaben sich deutliche Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen in den Laktationsabschnitten 30 - 60 und 90 - 300 Tage (Anhang, Tab. 51).

Tab. 37: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie die der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 32 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

HR 305 (kg)	> 11000 kg	> 7000 <= 11000 kg	<= 7000 kg
Laktationszahl	2,4 ± 1,07 a	1,9 ± 1,12 b	1,8 ± 1,11 c
TS 1	0,03 ± 0,127 a	0,00 ± 0,13 a	0,00 ± 0,115 a
TS 2	0,009 ± 0,14 a	0,00 ± 0,141 a	0,00 ± 0,125 a
Partus	- 0,04 ± 0,131 a	- 0,01 ± 0,136 a	- 0,02 ± 0,117 a
Talsole	- 0,18 ± 0,139 a	- 0,17 ± 0,148 a,b	- 0,15 ± 0,126 b
200 - 300 MT	0,04 ± 0,107 a	0,03 ± 0,111 b	0,02 ± 0,114 b

Die Tiere hoher Leistung bauen in der Trockenstehphase 2 Körpersubstanz auf ($0,01 \pm 0,14$ mm/d) während die leistungsschwachen Kühe vor der Kalbung ihre Kondition nicht verändern (Tab. 37). Diese Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen sind jedoch während der gesamten Trockenstehphase nicht signifikant.

Erst mit dem Einsetzen der Laktation zeigen die Gruppen deutliche Differenzen. Die Hochleistungstiere weisen zwischen dem 25. und 35. Laktationstag die stärkste negative Energiebilanz ($-0,18 \pm 0,139$ mm/d) auf. Kühe, die eine geringere 305-Tage Milchleistung als 7000 Liter aufweisen, bauen in diesem Zeitraum nur $-0,15 \pm 0,126$ mm/d an Fettgewebe ab.

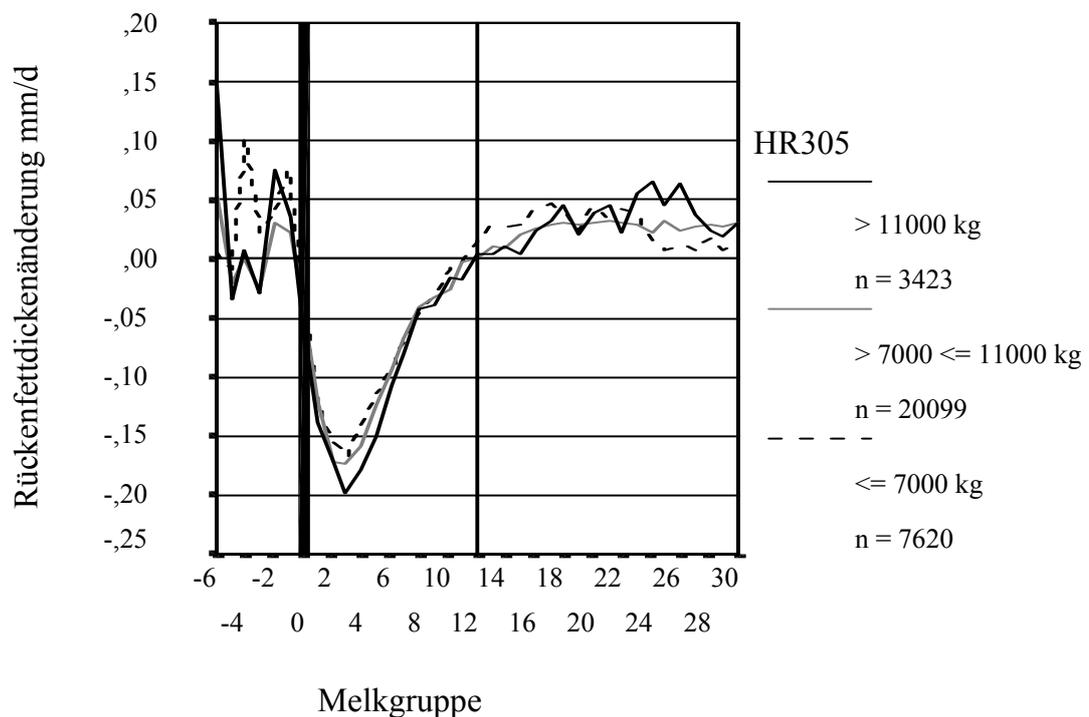


Abb. 32: Empirische Kurve für die tägliche RFD- Änderung in Abhängigkeit von der individuellen 305- Tage Milchleistung (n = 31142)

Die Umkehr der Energiebilanz liegt bei den leistungsschwächeren Tieren schon bei 100 Melktagen. Bei den Hochleistungstieren sind Zunahmen erst ab dem 120. Melktag zu verzeichnen. Deutliche Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen zeigen sich zwischen 200 und 300 Melktagen ($p < 0,001$). In diesem Zeitraum bauen Hochleistungstiere deutlich mehr Fettgewebe auf ($0,04 \pm 0,107$ mm/d) als die Kühe geringerer Milchleistung ($0,02 \pm 0,114$ mm/d).

In Bezug auf das Alter der Tiere (Laktationszahl) wird erkennbar, dass dieses mit zunehmender Leistung signifikant steigt.

Ähnliche Verhältnisse wie für die Abhängigkeit der täglichen RFD-Änderung von der absoluten Milchleistung zeigen sich für die Abhängigkeit der täglichen RFD-Änderung von der relativen Milchleistung (RLW). Dabei wurden die Kühe in Leistungsgruppen nach ihrer 305-Tage Milchleistung im Verhältnis zum Betriebsdurchschnitt eingeteilt (Abb. 33).

Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,147$ und für den Gruppeneffekt ein Wert von $p = 0,002$. Die Signifikanzniveaus in der differenzierten Varianzanalyse sind jedoch stärker ausgeprägt (Anhang, Tab. 52). Der Gruppenunterschied zwischen den Leistungsgruppen im Bereich 30 bis 60 Melktage ist deutlicher ($p < 0,001$) als bei der Betrachtung der absoluten Leistung ($p = 0,05$). Weitere signifikante Unterschiede zwischen den Leistungsgruppen liegen im Bereich bis zum 200. Melktag, wobei die Unterschiede zum Laktationsende nicht so ausgeprägt sind.

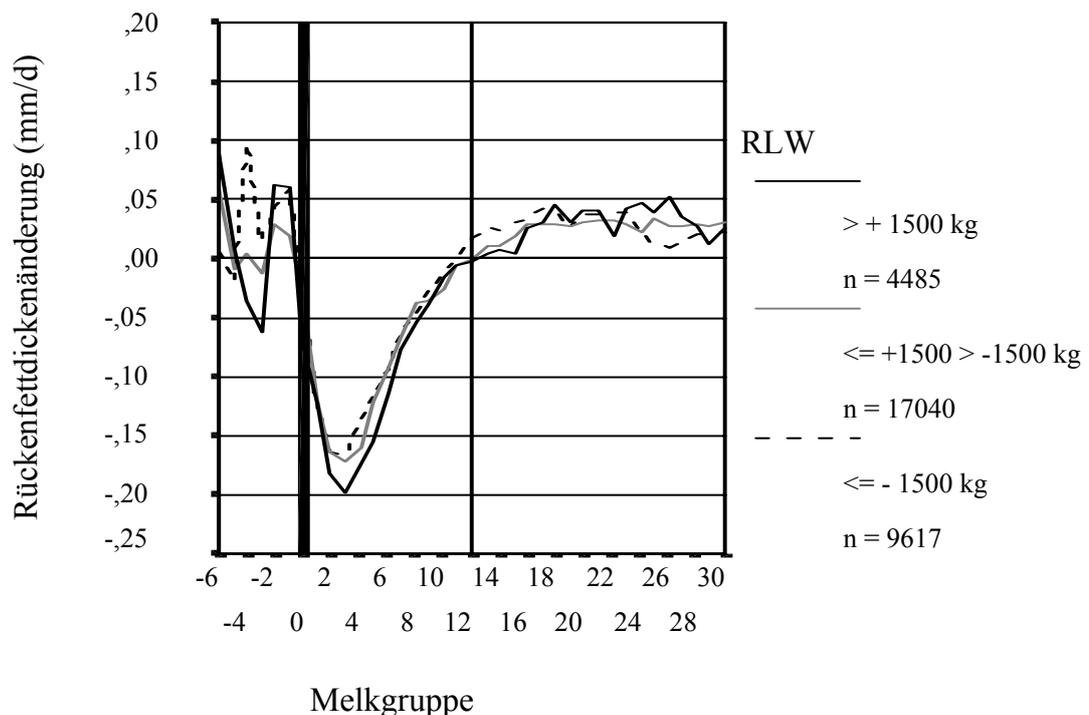


Abb. 33: Empirische Kurve für die tägliche RFD- Änderung in Abhängigkeit von der Abweichung der individuellen Milchleistung vom Herdenmittel (RLW) (n = 31142)

Auch bei der Gruppeneinteilung nach der relativen Milchleistung liegt der Zeitraum der stärksten negativen Energiebilanz gruppenübergreifend zwischen dem 25. und 35. Melktag. Dabei liegen die maximalen Abbauraten der Hochleistungstiere mit $-0,18 \pm 0,137$ mm/d (Tab. 38) ähnlich wie die bei der Gruppeneinteilung nach der absoluten Milchleistung. Die

beiden anderen Leistungsgruppen weisen tägliche RFD-Änderungen von $-0,17 \pm 0,149$ mm/d bzw. $-0,15 \pm 0,129$ mm/d auf. Die Rückkehr zur positiven Energiebilanzen findet bei den Tieren höchster Leistung ab etwa dem 125. - 130. Melktag statt, während die Kühe niedrigster Leistung ab etwa dem 105. Tag beginnen Fettgewebe aufzubauen.

Bei der Betrachtung der Altersverteilung in den Leistungsgruppen steht die signifikante Zunahme der Laktationszahl mit steigender relativer Leistung im Vordergrund (Tab. 38).

Tab. 38: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 33 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

RLW 305 (kg)	> + 1500 kg	<= + 1500 > - 1500 kg	<= - 1500 kg
Laktationszahl	$2,4 \pm 1,13$ a	$1,9 \pm 1,12$ b	$1,7 \pm 1,08$ c
TS 1	$0,02 \pm 0,121$ a	$0,01 \pm 0,127$ a	$0,00 \pm 0,12$ a
TS 2	$0,01 \pm 0,144$ a	$0,00 \pm 0,141$ a	$0,00 \pm 0,126$ a
Partus	$-0,04 \pm 0,126$ a	$-0,01 \pm 0,14$ a	$-0,02 \pm 0,118$ a
Talsole	$-0,18 \pm 0,137$ a	$-0,17 \pm 0,149$ a,b	$-0,15 \pm 0,129$ b
200 - 300 MT	$0,03 \pm 0,107$ a	$0,03 \pm 0,111$ a	$0,03 \pm 0,115$ a

Deutlichere Gruppenunterschiede als bei der bisherigen Einteilung kann man bei der Einteilung nach der 100-Tage Milchleistung finden (Abb. 34). Die Kovarianzanalyse ergibt hier ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,160$ und für den Gruppeneffekt ein Wert von $p = 0,119$.

Tab. 39: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 34 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

HR 100 (kg)	> 4000 kg	> 3000 <= 4000 kg	<= 3000 kg
Laktationszahl	$2,6 \pm 1,16$ a	$1,7 \pm 1,07$ b	$1,2 \pm 0,69$ c
TS 1	$0,02 \pm 0,16$ a	$-0,01 \pm 0,114$ a	$-0,02 \pm 0,112$ a
TS 2	$0,01 \pm 0,144$ a	$-0,02 \pm 0,137$ b	$-0,03 \pm 0,113$ b
Partus	$0,00 \pm 0,12$ a	$-0,02 \pm 0,13$ a	$-0,04 \pm 0,128$ a
Talsole	$-0,21 \pm 0,135$ a	$-0,17 \pm 0,145$ b	$-0,13 \pm 0,129$ c
200 - 300 MT	$0,04 \pm 0,103$ a	$0,03 \pm 0,109$ b	$0,02 \pm 0,107$ c

Mit steigender Leistung auf über 4000 kg in den ersten 100 Melktagen erhöht sich auch die Anzahl der Laktationen. Die Kühe höchster Leistung sind im Mittel mehr als doppelt so alt wie die geringster Leistung (Tab. 39).

Bei der nach Laktationsabschnitten differenziert durchgeführten Varianzanalyse zeigen sich schon vor der Kalbung signifikante Mittelwertunterschiede (Anhang, Tab. 53). Die Tiere mit einer 100-Tage Milchleistung von über 4000 Liter zeigen in der Trockenstehphase 2 noch deutliche Zunahmen ($0,01 \pm 0,144$ mm/d), während die Tiere der anderen Gruppen ab etwa dem 20. Tag a.p. an Kondition verlieren ($-0,02 \pm 0,137$ mm/d bzw. $-0,03 \pm 0,113$ mm/d für die leistungsschwächsten).

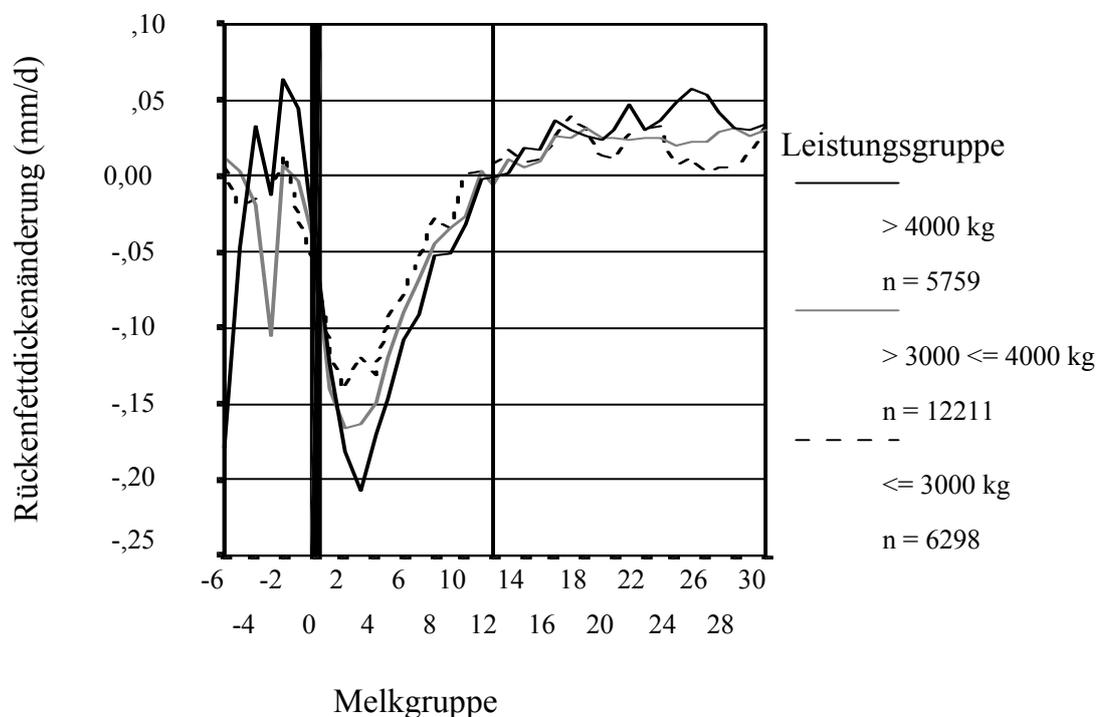


Abb. 34: Empirische Kurve für die tägliche Änderung der Rückenfettdicke in Abhängigkeit von der Milchleistung der ersten 100 Melkstage (n = 24268)

Signifikante Mittelwertunterschiede gibt es weiterhin vom Zeitpunkt der Kalbung bis zum 120. Melktag und in der Spätlaktation (ab dem 200. bis zum 300. Melktag). Der stärkste Abbau von Rückenfettdicke wird bei den beiden leistungsschwächeren Gruppen im Zeitraum von 20 bis 25 Melktagen gefunden (Tab. 39). Sie erreichen dabei Abnahmen von $-0,13 \pm 0,129$ mm/d (< 3000 kg) bzw. $-0,17 \pm 0,145$ mm/d (≥ 3000 kg < 4000 kg). Bei den Kühen mit einer 100-Tage Leistung von über 4000 l ist der Zeitpunkt der stärksten negativen

Energiebilanz mit etwa 35 Tagen weiter nach hinten verschoben. Ihr Nadir liegt bei $-0,21 \pm 0,135$ mm/d. Signifikant vorverlagert ist der Zeitpunkt der Rückkehr zur positiven Energiebilanz bei den Kühen geringer 100-Tage Leistung. Dieser wird schon zwischen dem 90. und 100. Melktag erreicht. Die anderen Gruppen zeigen erst nach dem 120. Melktag Zunahmen.

In der Spätlaktation (ab 200. Melktag) gibt es zwischen den Gruppen signifikante Mittelwertunterschiede. Hier bauen die Hochleistungstiere mit $0,04 \pm 0,103$ mm/d deutlich mehr Fettgewebe auf als die Tiere mit geringerer und geringster Leistung ($0,03 \pm 0,109$ mm/d bzw. $0,02 \pm 0,107$ mm/d).

4.3.2 Tägliche Rückenfettdickeänderung und Milcheiweißgehalt

In Abb. 35 ist die Abhängigkeit zwischen dem Milcheiweißgehalt der ersten 100 Melktage und der täglichen Rückenfettdickenänderung dargestellt. Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,161$. Der Wert des dazugehörigen Gruppeneffektes beträgt $p < 0,001$.

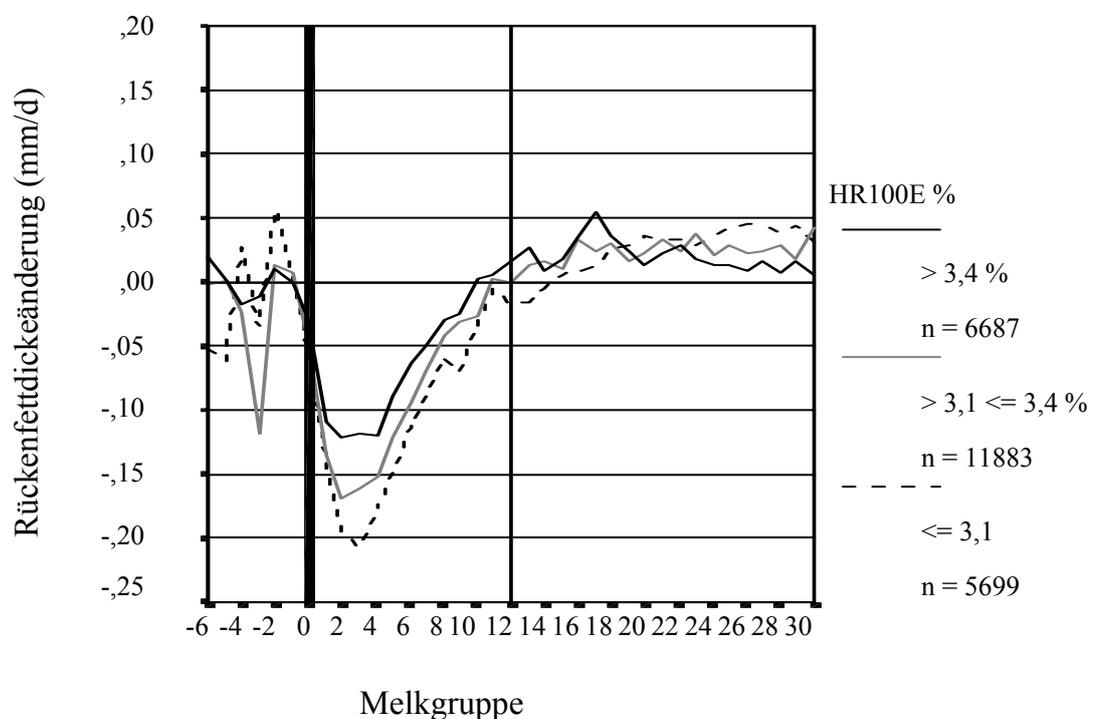


Abb. 35: Empirische Kurve der täglichen Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit vom Eiweißgehalt der Milch in den ersten 100 Melktagen (n = 24268)

Die differenzierte Varianzanalyse (Anhang, Tab. 55) ergibt hochsignifikante Mittelwertunterschiede für die Zeit von der Kalbung bis zum 150. Melktag und in der Spätlaktation ab dem 200. Melktag.

Nach dieser Leistungseinteilung kommt es im Mittel gruppenübergreifend zum Einschmelzen von Körperfettgewebe in der Trockenstehphase 2 bzw. bei den Vorbereitern (Tab. 40). Mit der Kalbung setzt bei den Tieren mit geringem Milcheiweißgehalt ein deutlich stärkerer Konditionsverlust ein als bei den Kühen mit höheren Eiweißgehalten. Der Nadir des RFD-Abbaus liegt bei den Kühen mit geringen Eiweißgehalten bei $-0,2 \pm 0,141$ mm/d. Mit zunehmenden Eiweißgehalten der Milch wird der postpartale Konditionsverlust geringer (von $-0,17 \pm 0,138$ mm/d zu $-0,12 \pm 0,124$ mm/d). Die Dauer des maximalen Fettabbaus ist jedoch bei den Tieren mit hohem Eiweißgehalt von Melktag 20 bis Melktag 40 verlängert. Bei dieser Gruppe ist der Zeitpunkt der energetischen Bilanzumkehr erheblich nach vorn verschoben, d.h. auf den 85. Melktag. Bei den Tieren mit einem Eiweißgehalt von unter 3,1 % ist die Rückkehr zu positiven Energiebilanzen erst ab dem 140. Melktag zu verzeichnen.

Tab. 40: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 35 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

Eiweiß 100 (%)	> 3,4 % (Gr. 1)	> 3,1 <= 3,4 % (Gr. 2)	<= 3,1 % (Gr. 3)
Laktationszahl	$1,7 \pm 1,11$ a	$1,8 \pm 1,13$ a,b	$1,8 \pm 1,14$ b
TS 1	$-0,01 \pm 0,111$ a	$-0,01 \pm 0,121$ a	$-0,01 \pm 0,139$ a
TS 2	$-0,01 \pm 0,119$ a	$-0,02 \pm 0,138$ a	$-0,01 \pm 0,143$ a
Partus	$0,00 \pm 0,121$ a	$-0,01 \pm 0,135$ a	$-0,04 \pm 0,111$ a
Talsole	$-0,12 \pm 0,124$ a	$-0,17 \pm 0,138$ b	$-0,2 \pm 0,141$ c
200 - 300 MT	$0,01 \pm 0,113$ a	$0,03 \pm 0,107$ b	$0,04 \pm 0,102$ c

Signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen zeigen sich auch in der Spätlaktation. Die Rückenfettdickenzunahmen bei Tieren mit geringem Milcheiweißgehalt ($0,04 \pm 0,102$ mm/d) liegen merklich über den der anderen Gruppen ($0,03 \pm 0,107$ bzw. $0,01 \pm 0,113$ mm/d).

Auffallend ist der geringe Mittelwertunterschied zwischen den Laktationszahlen in den Leistungsklassen. Es lässt sich keine signifikante Differenz zwischen der 2. und 3. Gruppe

berechnen. Dies zeigt auf, dass der Eiweißgehalt der Milch nicht nur von der Leistung der Kuh abhängig ist.

Ähnlich deutliche Differenzen wie für den Milcheiweißgehalt sind für die Gruppeneinteilung nach der Eiweißmenge nicht herauszuarbeiten. In Abb. 36 sind die Rückenfettdickenänderungen in Abhängigkeit zu der in 305 Melktagen produzierten Eiweißmenge dargestellt. Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,168$ und für den Gruppeneffekt einen Wert von $p < 0,001$. Bei der differenzierten Varianzanalyse mit Post-Hoc-Test nach Scheffé ergaben sich signifikante Mittelwertunterschiede zwischen dem 30. und 60. Melktag (nur zwischen den Gruppen höchster und geringster Eiweißleistung) sowie zwischen dem 120. und 150. Melktag und in der Spätlaktation ($p < 0,05$) (Anhang, Tab. 56).

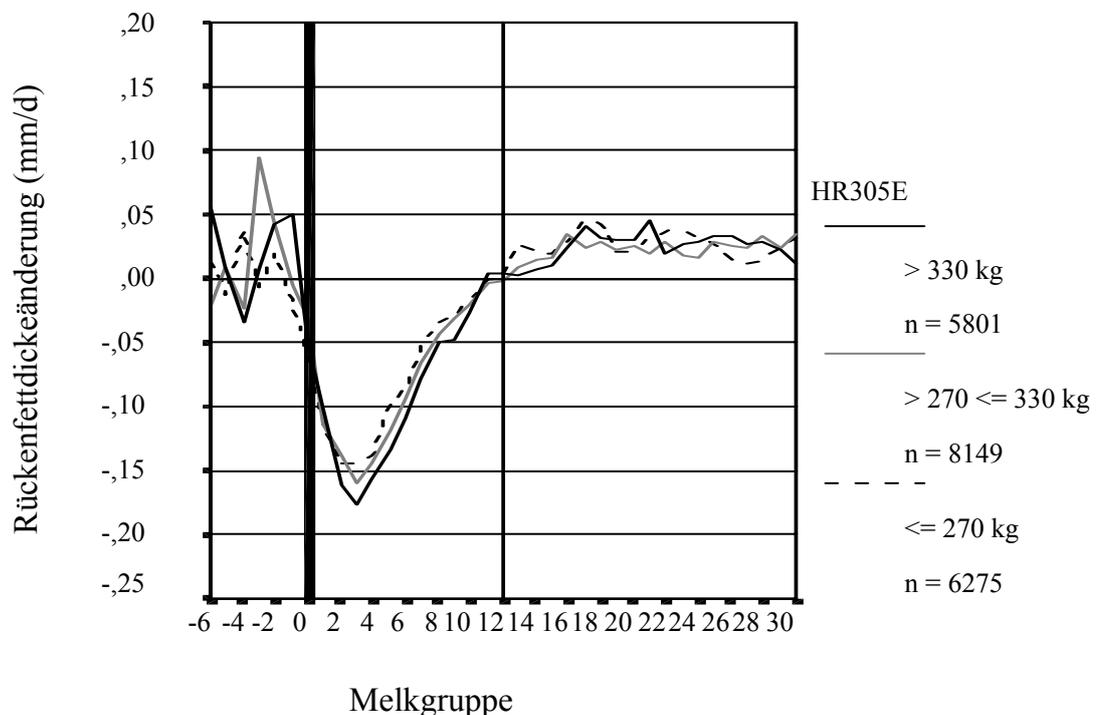


Abb. 36: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit von der 305-Tage-Eiweißmenge (HR305E) (n = 20225)

Präpartal setzt die Fettmobilisation bei den Kühen mit geringer Eiweißproduktion etwa 20 Tage vor der Kalbung ein. Bei den Tieren mit mittlerer und hoher Eiweißsynthese ist der Zeitpunkt des Beginns der negativen Energiebilanz zur Kalbung hin verschoben (10 Tage a.p. bzw. 5 Tage a.p.).

Im Gegensatz zum Eiweißgehalt der Milch der ersten 100 Melktage sind die Verhältnisse postpartal bei dieser Gruppeneinteilung umgekehrt, d.h. Kühe mit geringer Eiweißmenge

weisen einen nicht so starken Nadir nach der Kalbung auf wie die Tiere mit einer hohen Eiweißproduktion (Tab. 41). Bei ersteren liegt der Tiefpunkt bei $-0,16 \pm 0,128$ mm/d bei letzteren bei $-0,18 \pm 0,15$ mm/d. Alle Gruppen weisen den stärksten Konditionsverlust zwischen dem 25. und 35. Melktag auf.

Tab. 41: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 36 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

Eiweiß 305 (kg)	> 330 kg	> 270 <= 330 kg	<= 270 kg
Laktationszahl	$2,3 \pm 1,13$ a	$1,8 \pm 1,08$ b	$1,8 \pm 1,11$ b
TS 1	$0,02 \pm 0,121$ a	$0,00 \pm 0,139$ a	$0,00 \pm 0,115$ a
TS 2	$0,01 \pm 0,143$ a	$0,00 \pm 0,138$ a	$0,00 \pm 0,129$ a
Partus	$-0,02 \pm 0,134$ a	$0,00 \pm 0,126$ a	$-0,02 \pm 0,13$ a
Talsole	$-0,18 \pm 0,153$ a	$-0,17 \pm 0,132$ a,b	$-0,16 \pm 0,128$ b
200 - 300 MT	$0,03 \pm 0,111$ a	$0,02 \pm 0,11$ b	$0,02 \pm 0,115$ b

Mit der Erhöhung der produzierten Eiweißmenge kommt es zur Verschiebung der energetischen Nullbilanz vom 110. auf den 120. Melktag. In der Spätlaktation bauen die Tiere mit sehr hoher Eiweißproduktion leicht mehr Fettgewebe auf ($0,03 \pm 0,111$ mm/d) als die beiden anderen Gruppen (je $0,02 \pm 0,11$ mm/d) zwischen den kein signifikanter Unterschied besteht.

Die Eiweißproduktion über die Laktation korreliert mit der Laktationszahl der Kühe. Mit zunehmenden Alter erhöht sich (indirekt über Steigerung der Leistung) die Menge des synthetisierten Eiweißes.

4.3.3 Tägliche Rückenfettdickenänderung und Milchfettgehalt

Die Abhängigkeit der täglichen RFD-Änderung von dem Milchfettgehalt ist in Abb. 37 dargestellt. Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,160$ und für den Gruppeneffekt ein Wert von $p = 0,498$. Bei der differenzierten Varianzanalyse konnten nur zwischen 60 und 90 sowie zwischen 150 und 200 Melktagen signifikante Gruppenunterschiede festgestellt werden (Anhang, Tab. 57).

Die Gruppen mit einem Milchfettgehalt < 4,4 % beginnen etwa ab 15 Tage vor der Kalbung mit Fettgewebsabbau. Die Gruppe mit dem höchsten Fettanteil gerät bis zu dem Zeitpunkt um die Kalbung herum nicht in eine Energiemangelsituation (Tab. 42).

Tab. 42: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 37 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

Fett 100 (%)	> 4,4 %	> 3,8 <= 4,4 %	<= 3,8 %
Laktationszahl	2,3 ± 1,13 a	1,8 ± 1,08 b	1,8 ± 1,11 b
TS 1	0,00 ± 0,111 a	- 0,02 ± 0,117 a	0,00 ± 0,134 a
TS 2	0,00 ± 0,119 a	- 0,02 ± 0,134 a	- 0,02 ± 0,143 a
Partus	0,02 ± 0,119 a	- 0,02 ± 0,128 a	- 0,03 ± 0,126 a
Talsole	- 0,16 ± 0,146 a	- 0,17 ± 0,139 a	- 0,17 ± 0,131 a
200 - 300 MT	0,03 ± 0,109 a	0,03 ± 0,109 a	0,03 ± 0,106 a

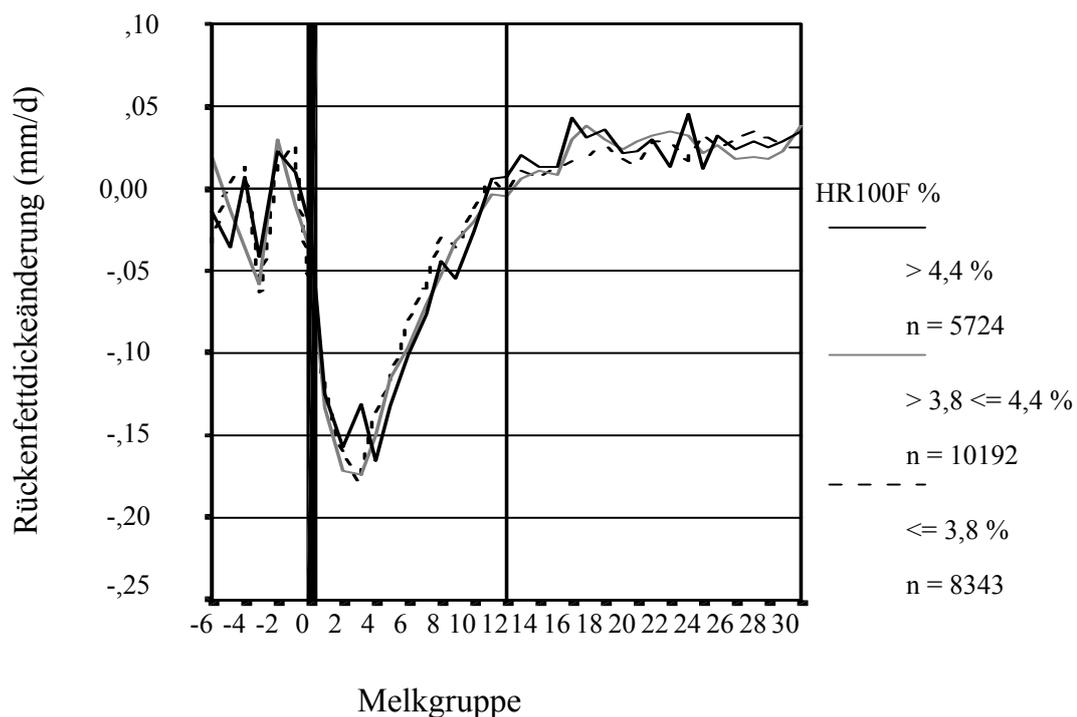


Abb. 37: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettstärkenänderung in Abhängigkeit vom Fettgehalt der Milch der ersten 100 Melktage (n = 24259)

Alle Tiere der verschiedenen Fettklassen erreichen zwischen dem 25. und 35. Tag postpartal ihren energetischen Tiefpunkt. Dabei verlieren die Kühe mit geringerer Fettsynthese mehr an Körperkondition (- 0,17 ± 0,131 mm/d bei Fettgehalt <= 3,8 % und -0,17 ± 0,139 mm/d) als

die Gruppe mit hohem Milchfettgehalt ($-0,16 \pm 0,146$ mm/d). Zwischen dem 110. und 120. Melktag überwinden alle Tiere den Bereich der negativen Energiebilanz und beginnen mit Fettgewebsaufbau.

Viel deutlichere Gruppenunterschiede können bei der Untersuchung der Abhängigkeit der täglichen Rückenfettdickeänderung von der 305-Tage Fettproduktion festgestellt werden. So gibt es zwischen der Hochleistungsgruppe und der Gruppe mit geringer Fettsyntheserate vom 30. bis 60. Melktag sowie zwischen dem 120. und 150. Melktag und in der Spätlaktation (200. bis 300. Melktag) hoch signifikante Unterschiede (Anhang, Tab. 58). Das Bestimmtheitsmaß für diese Abhängigkeit liegt bei $R^2 = 0,147$ und für den Gruppeneffekt ist $p = 0,118$. Die entsprechenden Verhältnisse sind in Abb. 38 dargestellt.

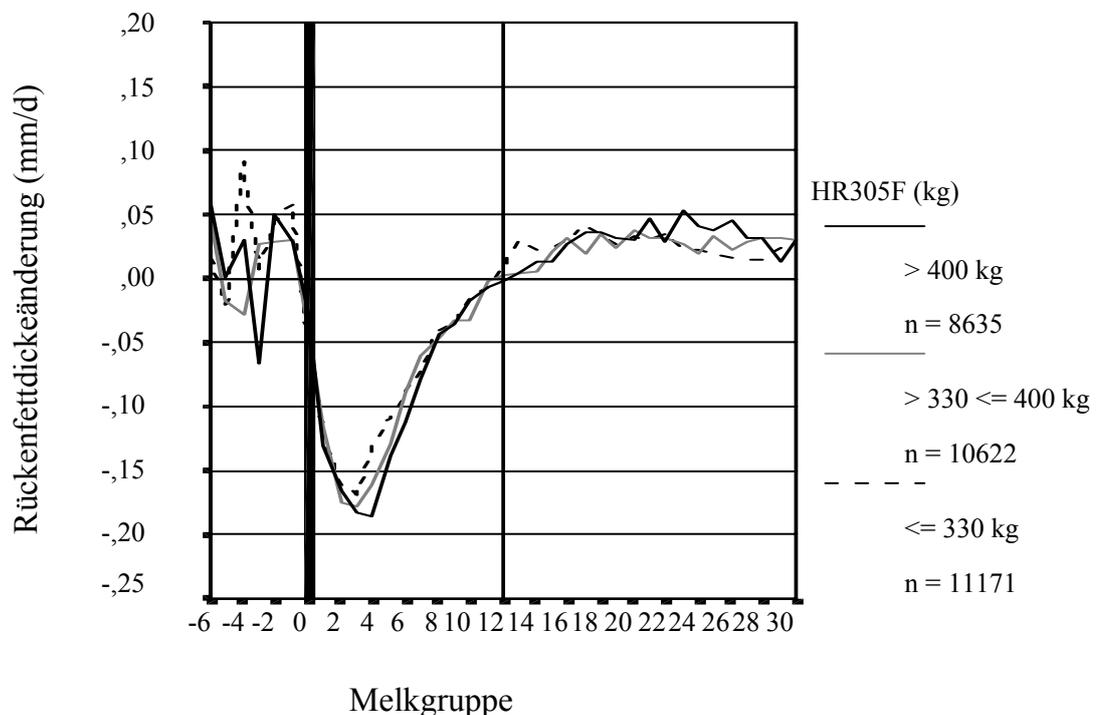


Abb. 38: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit von der 305-Tage Fettproduktion (HR305F; $n = 30428$)

Vor der Kalbung gibt es gruppenübergreifend kaum Unterschiede (Tab. 43). Alle Tiere beginnen erst kurz vor der Kalbung mit dem Fettgewebsabbau (etwa ab 5 Tage a.p.).

Mit zunehmender Fettsynthese kommt es auch zur Verschiebung des stärksten RFD-Abbaus vom 2. über den 3. hin zum 4. Laktationsabschnitt. Auch die Tiefe des Nadirs verschiebt sich

bei dieser Einteilung weiter nach unten (von $- 0,17 \pm 0,126$ mm/d über $- 0,18 \pm 0,139$ mm/d auf $- 0,19 \pm 0,146$ mm/d).

Die Rückkehr in den Bereich positiver Energiebilanzen findet bei allen Gruppen zwischen dem 115. und dem 120. Laktationstag statt.

Tab. 43: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 38 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

Fett 305 (kg)	> 400 kg	> 330 <= 400 kg	<= 330 kg
Laktationszahl	$2,4 \pm 1,14$ a	$1,8 \pm 1,04$ b	$1,7 \pm 1,07$ c
TS 1	$0,03 \pm 0,129$ a	$- 0,01 \pm 0,126$ b	$0,00 \pm 0,12$ a
TS 2	$0,02 \pm 0,14$ a	$0,00 \pm 0,141$ a	$- 0,01 \pm 0,132$ a
Partus	$0,00 \pm 0,136$ a	$- 0,01 \pm 0,128$ a	$- 0,02 \pm 0,129$ a
Talsole	$- 0,19 \pm 0,146$ a	$- 0,18 \pm 0,139$ a,b	$- 0,17 \pm 0,126$ b
200 - 300 MT	$0,03 \pm 0,115$ a	$0,03 \pm 0,11$ a,b	$0,02 \pm 0,115$ b

In der Spätlaktation bauen die Hochleistungstiere signifikant mehr an Fettgewebe auf als die anderen Gruppen. So liegen ihre täglichen RFD-Zunahmen bei $0,03 \pm 0,115$ mm/d, während die anderen Gruppen $0,02 \pm 0,115$ mm/d bzw. $0,03 \pm 0,11$ mm/d (mit steigender Leistung bzw. Milchfettsynthese) zwischen dem 200. und 300. Melktag Fettgewebe aufbauen.

Die Steigerung der Milchleistung bei Tieren mit höheren Laktationszahlen führt indirekt zu einer Anhebung der Fettsyntheseleistung (Tab. 43).

4.3.4 Tägliche Rückenfettdickenänderung und Fett-Eiweiß-Quotient

Die Abhängigkeiten zwischen der täglichen Rückenfettdickenänderung und dem Fett-Eiweiß-Quotienten (FEQ) sind in Abb. 39 und Abb. 40 dargestellt. Der FEQ ist in der Früh-laktation einen guten Indikator für die Stoffwechsellage der Milchkuh. Da sich der FEQ im Verlauf der Laktation in Abhängigkeit von der Energiebilanz verändert, wurde für die Auswertung der Früh-laktation eine andere Gruppeneinteilung gewählt als für die Untersuchung der Gesamtlaktation.

Für die 100-Tage Einteilung gibt die Kovarianzanalyse einen Wert von $R^2 = 0,160$ und für den Gruppeneffekt einen Wert von $p = 0,006$ an. Bei der differenzierten Varianzanalyse

ergeben sich von der Kalbung bis zum 120. Melktag signifikante Gruppenunterschiede. Des Weiteren finden sich in der Spätlaktation Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen mit einem FEQ100 von unter 1,2 und der Gruppe mit einem FEQ100 bis 1,5 (Anhang, Tab. 59).

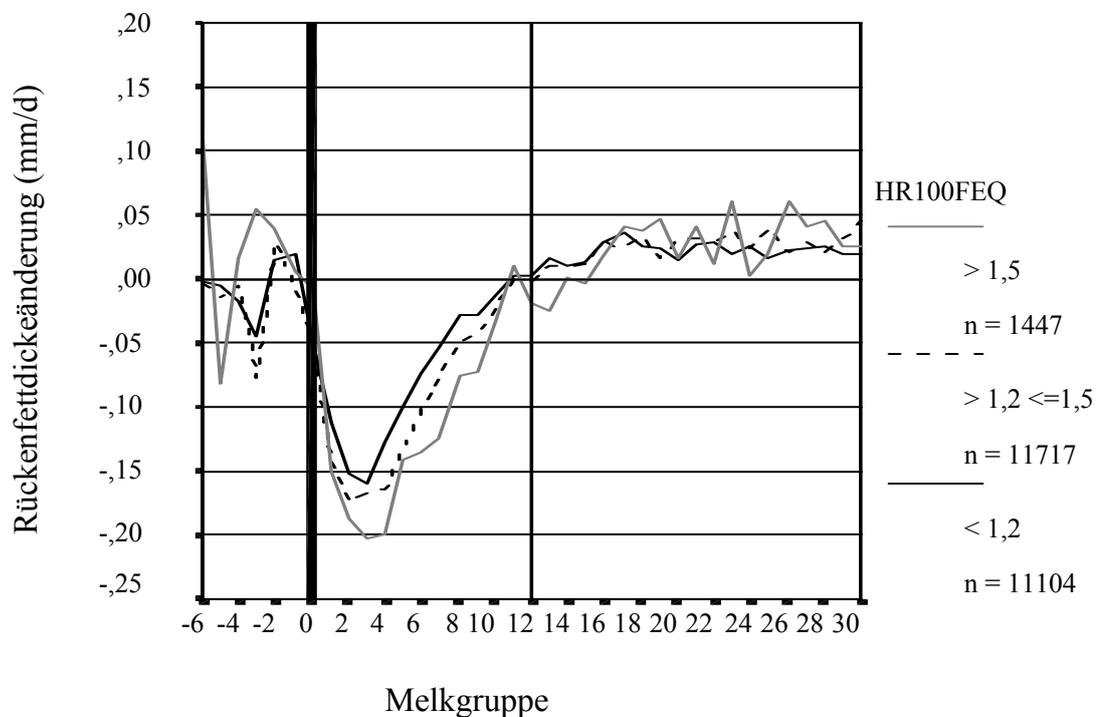


Abb. 39: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient der ersten 100 Melktag (HR100FEQ; n = 24268)

Während die Gruppen mit einem FEQ100 von unter 1,5 antepartal in der Trockenperiode 2 schon Körperfettgewebe abbauen ($- 0,01 \pm 0,127$ mm/d bzw. $- 0,02 \pm 0,14$ mm/d für die Gruppe mit FEQ100 < 1,1) weist die Gruppe mit einem FEQ100 > 1,5 noch deutliche Fettgewebszunahmen auf ($0,01 \pm 0,144$ mm/d). Diese Differenzen sind mit dem Post-Hoc Test nach Scheffé als nicht signifikant einzustufen (Tab. 44). Mit der Kalbung setzt eine stark differenzierte Entwicklung der RFD-Änderung zwischen den Gruppen ein. Die Tiere mit einem FEQ100 von über 1,5 schmelzen mehr Fettgewebe ein als die anderen Kühe. Zwischen dem 27. und 32. Melktag erreichen sie den Punkt größter negativer Energiebilanz. Ihr Nadir liegt bei $- 0,2 \pm 0,173$ mm/d. Auch die darauf folgende Gruppe hat in diesem Zeitraum ihren stärksten Konditionsverlust ($- 0,17 \pm 0,137$ mm/d). Bei der Gruppe mit dem kleinsten FEQ100 ist der Zeitpunkt des stärksten Fettgewebsabbaus in den Zeitraum zwischen den 33. und 38. Melktag verschoben.

Tab. 44: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 39 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

100 Tage-FEQ	> 1,5	> 1,2 <= 1,5	<= 1,2
Laktationszahl	2,3 ± 1,22 a	1,8 ± 1,19 b	1,6 ± 1,01 c
TS 1	0,02 ± 0,136 a	- 0,01 ± 0,114 a	- 0,01 ± 0,128 a
TS 2	0,01 ± 0,144 a	- 0,01 ± 0,127 a	- 0,02 ± 0,14 a
Partus	0,02 ± 0,114 a	- 0,01 ± 0,125 a	- 0,02 ± 0,13 a
Talsole	- 0,2 ± 0,173 a	- 0,17 ± 0,142 b	- 0,16 ± 0,125 c
200 - 300 MT	0,03 ± 0,111 a,b	0,03 ± 0,107 a	0,02 ± 0,107 b

Das Erreichen des Zeitpunktes, ab dem Körperfettgewebe aufgebaut wird, ist zwischen den Gruppen sehr unterschiedlich. So beginnen die Gruppen mit geringem FEQ100 ab dem 110. Melktag mit Körperkonditionsaufbau. Die Gruppe mit einem FEQ100 von über 1,5 kommt erst zwischen dem 140. und 150. Melktag in den Bereich positiver Energiebilanz. Diese Gruppe und die darauffolgende gewinnen ab diesem Zeitpunkt mehr an Fettgewebe auf als die Gruppe mit einem FEQ100 kleiner als 1,2. Ihre Zunahmen in der Spätlaktation liegen bei $0,03 \pm 0,11$ mm/d.

Hoch signifikant ist der Einfluss der Laktationsanzahl sowohl auf den FEQ100 als auch auf den FEQ305 (Tab. 44). Eine Erhöhung des Altersdurchschnittes führt auch zu einer Steigerung des FEQ.

Eine andere Klassifizierung der Tiere wurde für den mittleren Fett-Eiweiß-Quotienten des 305-Tage Melkabschnittes gewählt. Da im Mittel kaum noch Kühe einen FEQ305 von über 1,5 aufweisen, konnte für diese Gruppe ein Limit ab 1,3 festgelegt werden. Auch den nächsten Gruppen wurden deshalb andere Grenzen zugeordnet (2. Gruppe: $\leq 1,3$ bis $> 1,1$; 3. Gruppe: $\leq 1,1$). Die Kovarianzanalyse ergibt ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,148$ und für den Gruppeneffekt ein Wert von $p < 0,001$.

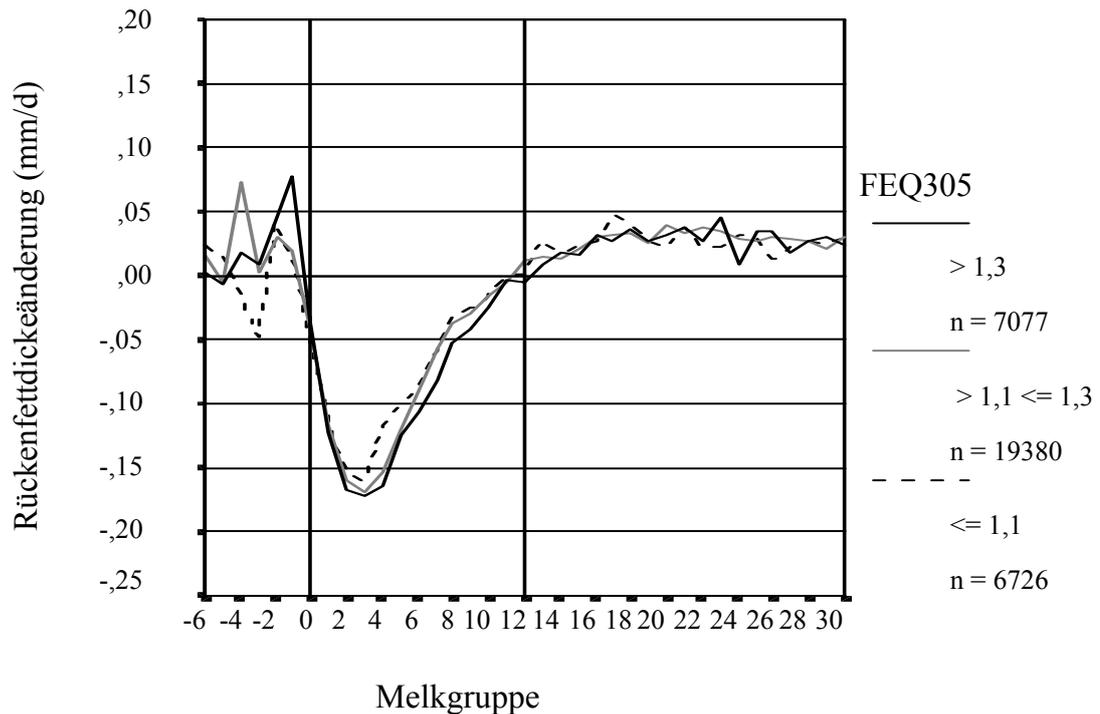


Abb. 40: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient der ersten 305 Melktage (HR305FEQ; n = 32283)

Tab. 45: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 40 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

305 Tage FEQ	> 1,3	> 1,1 <= 1,3	<= 1,1
Laktationszahl	2,25 ± 1,2 a	1,88 ± 1,15 b	1,67 ± 0,9 c
TS 1	0,01 ± 0,121 a	0,00 ± 0,111 a	0,00 ± 0,124 a
TS 2	0,01 ± 0,14 a	0,00 ± 0,131 a	- 0,01 ± 0,133 a
Partus	- 0,02 ± 0,146 a	- 0,01 ± 0,128 a	- 0,03 ± 0,13 a
Talsole	- 0,18 ± 0,149 a	- 0,17 ± 0,13 a	- 0,16 ± 0,125 a
200 - 300 MT	0,03 ± 0,111 a	0,03 ± 0,11 a	0,02 ± 0,114 a

Während die Gruppe mit den höchsten FEQ305 in der späten Trockensteher- und Vorbereitungsphase noch an Kondition gewinnt (0,01 ± 0,14 mm/d), verstärkt sich die Größe der negativen Energiebilanz mit sinkendem FEQ305 (nicht signifikant). Postpartal verschiebt sich der Zeitpunkt des Tiefpunktes des Fettgewebsabbaus mit steigendem FEQ305 vom 2. Laktationsabschnitt in den 3. Die differenzierte Varianzanalyse ergibt zwischen dem 30. und 90. Melktag signifikante Mittelwertunterschiede für die Gruppen (Anhang, Tab. 60). Der

Nadir der täglichen RFD-Änderung liegt für die Gruppe mit dem FEQ305 > 1,3 bei $-0,18 \pm 0,149$ mm/d für die anderen Gruppen etwas höher. Entsprechend dem zeitlichen Tiefpunkt verlagert sich auch der Zeitpunkt der energetischen Nullbilanz mit zunehmenden FEQ305 vom 11. auf den 12. Laktationsabschnitt. In der Spätlaktation finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Es zeichnet sich ein deutliches Verteilungsmuster bei der Betrachtung des mittleren Gruppenalters ab. Die Tiere mit einem hohem FEQ305 sind im Mittel erheblich älter als die Kühe mit geringem FEQ305 (Tab. 45).

4.3.5 Tägliche Rückenfettdickenänderung und Fruchtbarkeit

4.3.5.1 Konditionsdynamik und Rastzeit

Die Rastzeit beschreibt den zeitlichen Abstand zwischen der Kalbung bis zur ersten Besamung. Durch ihre Abhängigkeit vom ovariellen Zyklus ist sie ein guter Indikator für die Rückbildung des Uterus und Wiederanlaufen der Ovaritätigkeit. Zur grafischen Darstellung und mathematischen Beschreibung wurden die Kühe nach ihren Rastzeiten in 4 Gruppen eingeteilt. Die Ergebnisse wurden in Abb. 41 dargestellt, die zugehörigen Lage- und Streuungsmaße für bestimmte Zeiträume enthält Tab. 46. Die Kovarianzanalyse ergab ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,207$ und einen Gruppeneffekt von $p = 0,007$.

In der Vorbereitungsphase verhalten sich die Fettgewebsveränderungen zwischen den Gruppen sehr ähnlich. Erst mit der Kalbung weist die differenzierte Varianzanalyse mit Post-Hoc-Test nach Scheffé signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Gruppen aus (Anhang, Tab. 61). Die Gruppe mit den längsten Rastzeiten (Gruppenmittelwert $141,1 \pm 20,5$ d) zeigt nach der Kalbung die stärksten Abbauraten. Diese Tiere erreichen schon zwischen dem 20. und 25. Melktag mit $-0,21 \pm 0,14$ mm/d den Tiefpunkt der negativen Energiebilanz. Mit der Verkürzung der Rastzeiten verringern sich auch die Tiefpunkte des Fettgewebsabbaus von $-0,2 \pm 0,143$ mm/d (Gruppe 90 - 120 d) über $-0,16 \pm 0,141$ mm/d (Gruppe 60 - 90) d auf $-0,15 \pm 0,135$ mm/d (Gruppe < 60 d). Die mittleren Rastzeiten in gleicher Reihenfolge verkürzen sich von $102 \pm 8,2$ d über $73,4 \pm 8,7$ d auf $50,4 \pm 6,6$ d. Bei den Tieren dieser Gruppen liegt der Nadir zwischen dem 30. und 40. Melktag. Die Überwindung der negativen Energiebilanz liegt bei den Kühen mit den kürzesten Ratszeiten ungefähr beim 100. Melktag.

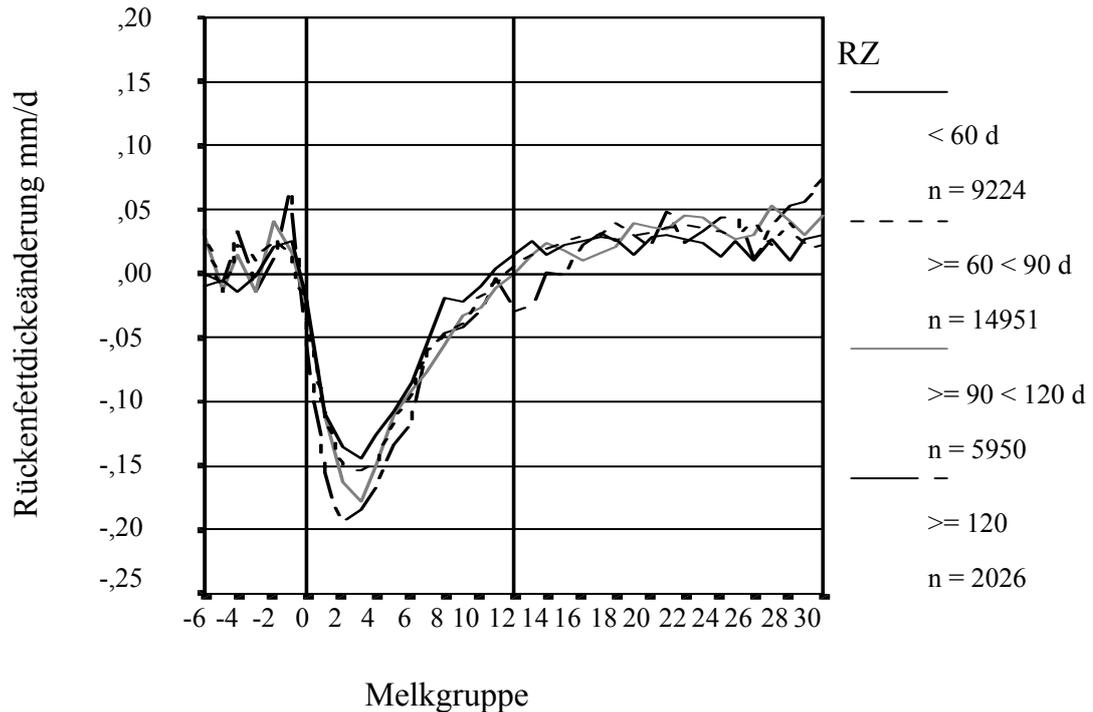


Abb. 41: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit von der Rastzeit (RZ; n = 32151)

Tab. 46: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 41 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

RZ (d)	< 60 d	>= 60 < 90 d	>= 90 < 120 d	>= 120 d
Laktation	1,9 ± 1,07 a	2,0 ± 1,07 b	2,0 ± 1,2 b	1,9 ± 1,09 a
TS 1	- 0,01 ± 0,107 a	0,01 ± 0,108 a	0,00 ± 0,134 a	0,00 ± 0,119 a
TS 2	0,00 ± 0,121 a	0,00 ± 0,125 a	0,01 ± 0,137 a	0,00 ± 0,131 a
Partus	- 0,01 ± 0,147 a	- 0,01 ± 0,131 a	0,00 ± 0,12 a	0,01 ± 0,129 a
Talsole	- 0,15 ± 0,135 a	- 0,16 ± 0,141 a	- 0,19 ± 0,143 b	- 0,21 ± 0,14 b
200 - 300 MT	0,02 ± 0,107 a	0,03 ± 0,107 b	0,04 ± 0,102 b	0,04 ± 0,108 b

Bei den Tieren mit einer Rastzeit von über 120 Tage ist auch die Rückkehr zur positiven Energiebilanz weiter nach hinten verschoben (ab etwa dem 140. Melktag).

Während der Spätlaktation ab dem 200. Melktag zeigen sich erneut signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Anhang, Tab. 61). Der Fettgewebsaufbau verstärkt sich mit der Verlängerung der Rastzeiten. Die Tiere mit einer Rastzeit von unter 60 Tagen weisen eine tägliche Zunahme von $0,02 \pm 0,107$ mm/d auf. Mit steigenden Rastzeiten verstärkt sich die

Fettgewebszubildung pro Tag von $0,03 \pm 0,107$ mm/d über $0,04 \pm 0,102$ mm/d auf $0,04 \pm 0,108$ mm/d.

Im Hinblick auf die Anzahl der Laktationen sind die Unterschiede zwar als signifikant einzustufen, jedoch findet man keine Korrelation zur Rastzeit (Tab. 46). Sowohl die Tiere mit geringster als auch die mit längster Rastzeit kalbten im Mittel weniger als die Kühe mit mittleren Rastzeiten.

4.3.5.2 Konditionsdynamik und Zwischenkalbezeit

Die Zwischenkalbezeit (ZKZ) beschreibt den zeitlichen Abstand zweier aufeinanderfolgenden Kalbungen. Aus diesen Gründen integriert sie nicht nur den Beginn der Ovaritätätigkeit, sondern zusätzlich die Zeit bis zur erfolgreichen Besamung.

Da von Milchbetrieben eine ZKZ von 365 Tagen angestrebt wird, enthält die erste Gruppe alle Tiere mit einer ZKZ von unter 365.

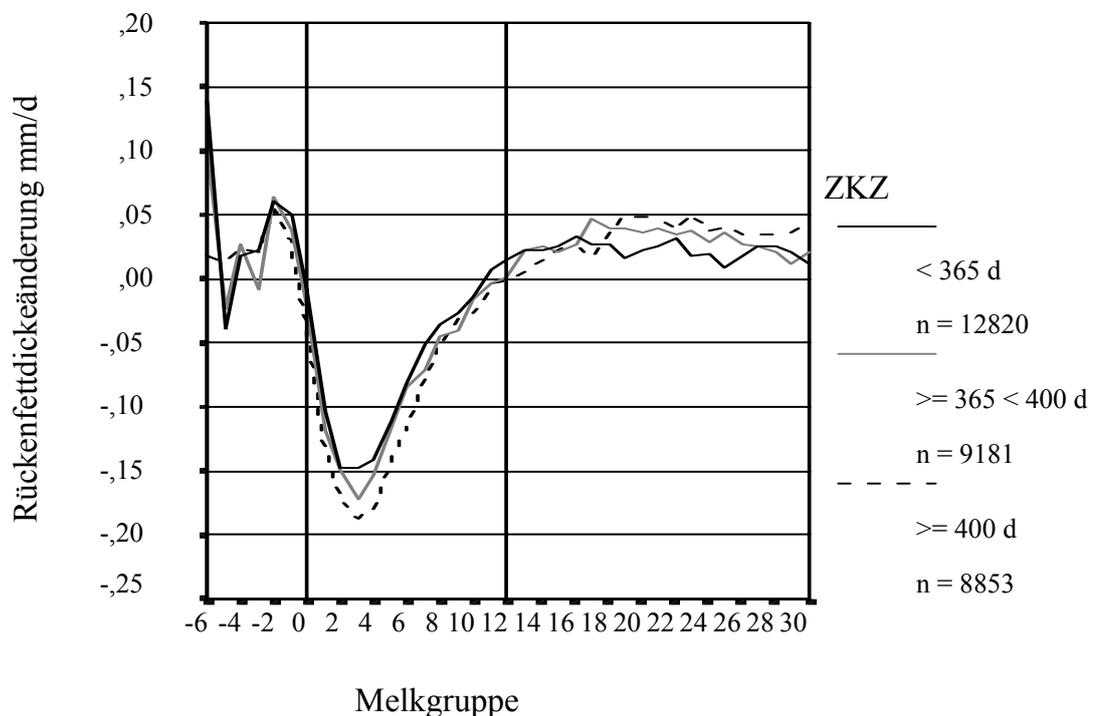


Abb. 42: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit von der Zwischenkalbezeit(ZKZ; n = 30854)

In die zweite Gruppe wurden alle Kühe mit einer ZKZ zwischen 365 und 400 Tage zusammengefasst und folglich wurden in die dritte Gruppe alle Tiere mit einer ZKZ von über 400 Tage eingestuft.

Die Abb. 42 stellt graphisch die Ergebnisse der Mittelwertberechnung dar und die Tab. 47 enthält einige Lage- und Streuungsmaße zur Abb. 42 für ausgewählte Zeiträume. Die Varianzanalyse ergibt für diese Darstellung ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,211$ und für den Gruppeneffekt einen Wert von $p = 0,07$. In der gesamten Trockenstehphase unterscheiden sich die Mittelwerte der täglichen RFD-Änderungen zwischen den Gruppen nicht signifikant (Anhang, Tab. 62). Ab dem Zeitpunkt der Kalbung können mittels Post-Hoc-Test nach Scheffé für sämtliche Laktationsabschnitte signifikante Mittelwertunterschiede nachgewiesen werden.

Die am stärksten ausgeprägte negative Energiebilanz findet sich bei den Tieren mit einer ZKZ von über 400 Tagen zwischen dem 30. und 40. Melktag (Tab. 47). Während dieses Zeitraumes schmelzen die Kühe dieser Gruppe $- 0,19 \pm 0,143$ mm/d an Fettgewebe ein. Mit sinkender ZKZ verringert sich auch der Nadir der täglichen RFD-Abnahme von $- 0,17 \pm 0,117$ mm/d (Gruppe mit $ZKZ \geq 365 < 400$ d) auf $- 0,15 \pm 0,155$ mm/d (Gruppe $ZKZ < 365$ d). Diese Mittelwertunterschiede sind mit $p < 0,001$ hochsignifikant. Auch der Zeitpunkt an dem die Kühe ihre stärkste negative Energiebilanz aufweisen wird eher erreicht (Abb. 42).

Tab. 47: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der ΔRFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 42 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede)

ZKZ (d)	< 365 d	$\geq 365 < 400$ d	≥ 400 d
Laktationszahl	$2,2 \pm 1,11$ a	$2,3 \pm 1,19$ b	$2,5 \pm 1,32$ c
TS 1	$0,02 \pm 0,13$ a	$0,0 \pm 0,13$ a	$0,02 \pm 0,125$ a
TS 2	$0,03 \pm 0,131$ a	$0,01 \pm 0,139$ a	$0,01 \pm 0,141$ a
Partus	$0,02 \pm 0,138$ a	$- 0,01 \pm 0,148$ a,b	$- 0,02 \pm 0,159$ b
Talsole	$- 0,15 \pm 0,155$ a	$- 0,17 \pm 0,117$ a	$- 0,19 \pm 0,143$ b
200 - 300 MT	$0,02 \pm 0,111$ a	$0,03 \pm 0,106$ b	$0,04 \pm 0,106$ c

Tiere mit geringer ZKZ erreichen ab etwa dem 100. Melktag den Bereich der anabolen Stoffwechsellage. Mit steigender ZKZ verlagert sich dieser Zeitpunkt weiter nach hinten (vom 12. Laktationsabschnitt auf den 13.). Mit steigender ZKZ verstärkt sich auch die tägliche RFD-Zunahme. Tiere mit einer $ZKZ < 365$ bauen in diesem Zeitraum täglich $0,02 \pm$

0,111 mm/d an Fettgewebe auf. Bei den anderen Gruppen erhöht sich die Zunahme von $0,03 \pm 0,106$ mm/d (Gruppe ZKZ $\geq 365 < 400$ d) auf $0,04 \pm 0,106$ mm/d (Gruppe ZKZ > 400). Hochsignifikante ($p < 0,001$) Mittelwertunterschiede finden sich bei der Betrachtung der Laktationszahlen. Aus dem Anstieg der Laktationshäufigkeit von $2,2 \pm 1,11$ über $2,3 \pm 1,19$ auf $2,5 \pm 1,32$ Laktationen ergibt sich auch eine Zunahme der ZKZ.

4.3.5.3. Konditionsdynamik und Besamung

Mit Beendigung der freiwilligen Rastzeit und Einsetzen des regulären Zyklus werden die Milchkühe künstlich besamt. Eine erfolgreiche Besamung hängt aber nicht nur von der Ovaritätätigkeit, sondern im besonderen Maße von der Nidationsfähigkeit des Uterus bzw. seiner vollständigen Rückbildung nach der Kalbung ab.

Die Abb. 43 stellt die Abhängigkeit der Entwicklung der täglichen RFD-Änderung von der Besamungshäufigkeit bis zur positiven Trächtigkeitsuntersuchung (TU+) dar. In der Tab. 48 sind die zugehörigen Lage- und Streuungsmaße aufgelistet.

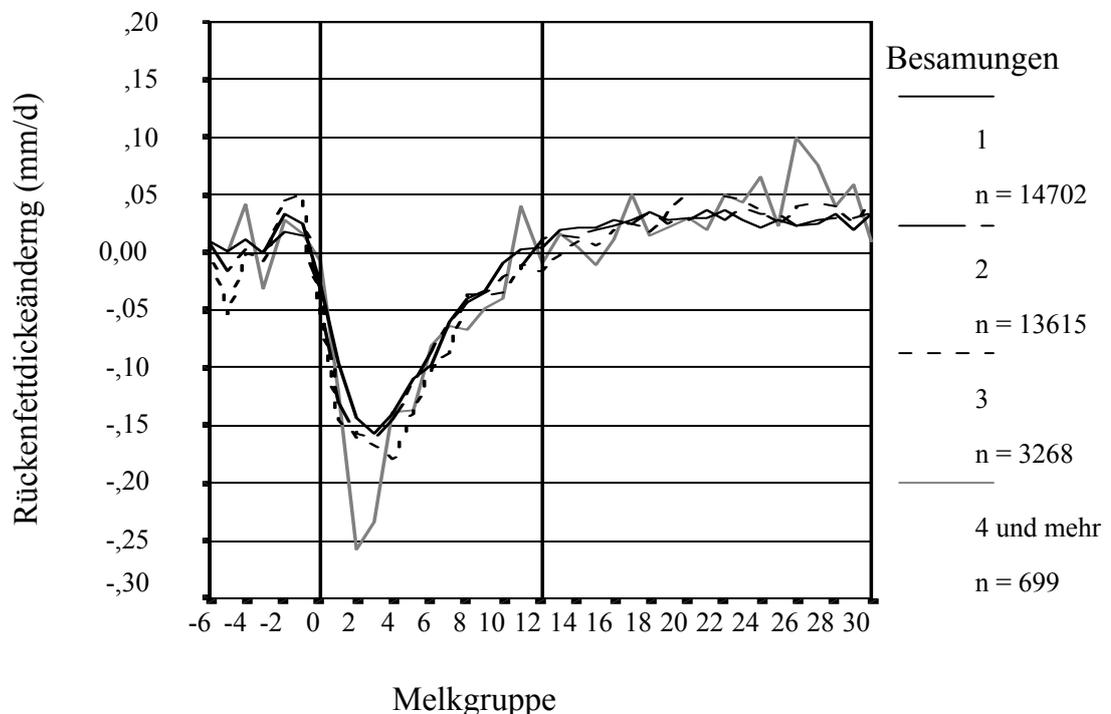


Abb. 43: Empirische Kurve für die tägliche Rückenfettdickenänderung in Abhängigkeit von der Anzahl der Besamungen bis zur Trächtigkeit (n = 32284)

Die Varianzanalyse ergibt für diese Zusammenhänge ein Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,2$ und für den Gruppeneffekt einen Wert von $p = 0,163$. Die Varianzanalyse ergibt signifikante Gruppenunterschiede für die Laktationsabschnitte von der Kalbung bis zum 60. Melktag (Anhang, Tab. 63), vom 90. bis 150. Melktag und für die Spätlaktation (ab 200. Melktag). Die Entwicklung der Konditionsdynamik in der Trockenstehzeit unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Gruppen.

Die Tiergruppe mit einer Besamungszahl von 1 weist postpartal den geringsten Nadir der täglichen RFD-Abnahme auf. Dieser beträgt $- 0,15 \pm 0,137$ mm/d. Mit steigender Besamungshäufigkeit steigt auch der Wert der RFD-Abnahme. Kühe, die bis zur positiven TU zweimal besamt wurden, verlieren täglich $- 0,16 \pm 0,127$ mm/d an Rückenfettdicke. Dieser Unterschied wird zur 3. und 4. Gruppe noch deutlicher. Während die Abnahme der Gruppe 3 mit $- 0,17 \pm 0,144$ mm/d statistisch signifikant ($p = 0,012$) ist, kann aufgrund der geringen Tierzahl der 4. Gruppe (27 Tiere zum Zeitpunkt der Talsohle) der Gruppeneffekt nicht statistisch gesichert werden. Die mittlere Abbaurate dieser Tiere liegt bei $- 0,24 \pm 0,148$ mm/d pro Tag.

Tab. 48: Gruppenmittelwerte und Standardabweichungen der Δ RFD (mm/d) sowie der Laktationszahl der verschiedenen Leistungsgruppen zu Abb. 43 (verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Leistungsgruppen)

Besamung	1	2	3	4 und mehr
Laktationszahl	$1,9 \pm 1,15$ a	$1,93 \pm 1,13$ a	$2,11 \pm 1,16$ b	$2,03 \pm 1,21$ a,b
TS 1	$0,0 \pm 0,109$ a	$0,0 \pm 0,124$ a	$- 0,01 \pm 0,124$ a	$0,0 \pm 0,071$ a
TS 2	$0,0 \pm 0,131$ a	$0,0 \pm 0,132$ a	$0,0 \pm 0,134$ a	$0,0 \pm 0,082$ a
Partus	$0,0 \pm 0,132$ a	$- 0,01 \pm 0,137$ a	$- 0,03 \pm 0,11$ a	$0,05 \pm 0,192$ a
Talsole	$- 0,15 \pm 0,137$ a	$- 0,16 \pm 0,127$ a	$- 0,17 \pm 0,144$ a,b	$- 0,24 \pm 0,148$ b
200 - 300 MT	$0,03 \pm 0,106$ a	$0,03 \pm 0,111$ a,b	$0,04 \pm 0,108$ b	$0,05 \pm 0,111$ b

Positive Energiebilanzen weisen zuerst die Tiere mit 1 oder 2 Besamungen auf. Das Überschreiten der energetischen Nullbilanz erfolgt bei diesen Tiere ab dem 110. Melktag. Bei den Kühen mit 3 bzw. 4 und mehr Besamungen wird die anabole Stoffwechsellage erst mit 135 bzw. 160 Melktagen erreicht.

Insgesamt ist der Mittelwertunterschied in einzelnen Laktationsabschnitten zwischen der 1. und der 2. Besamungsgruppe als nicht signifikant einzustufen (Anhang, Tab. 63).

4.4. Darstellung ausgewählter Trockensteher

Um darzustellen, wie sich Konditionsveränderungen vor der Kalbung auf postpartale Leistungen und Fruchtbarkeit auswirken, wurden die Tiere entsprechend ihrer RFD-Änderungen innerhalb der Trockenstehzeit eingestuft. Von besonderem Interesse waren dabei die letzten 20 Tage vor der Kalbung. Unter dem Abschnitt 3.5.2.2.3 wird das Modell der Korrelationsrechnung genauer beschrieben.

Milchleistung

Zwischen den Rückenfettdickenänderungen der letzten 20 Tage vor der Kalbung und der 100-Tage Milchleistung gibt es signifikante Korrelationen ($p = 0,001$). Der Korrelationskoeffizient (bivariat) liegt bei $r = 0,149$. Werden nur die Tiere ausgewählt, die vor der Kalbung an Kondition gewinnen so erhöht sich der Korrelationskoeffizient auf $r = 0,196$ ($p = 0,001$). Die mittlere Leistung erhöht sich um fast 300 kg bei einer RFD-Zunahme um 0,25 mm.

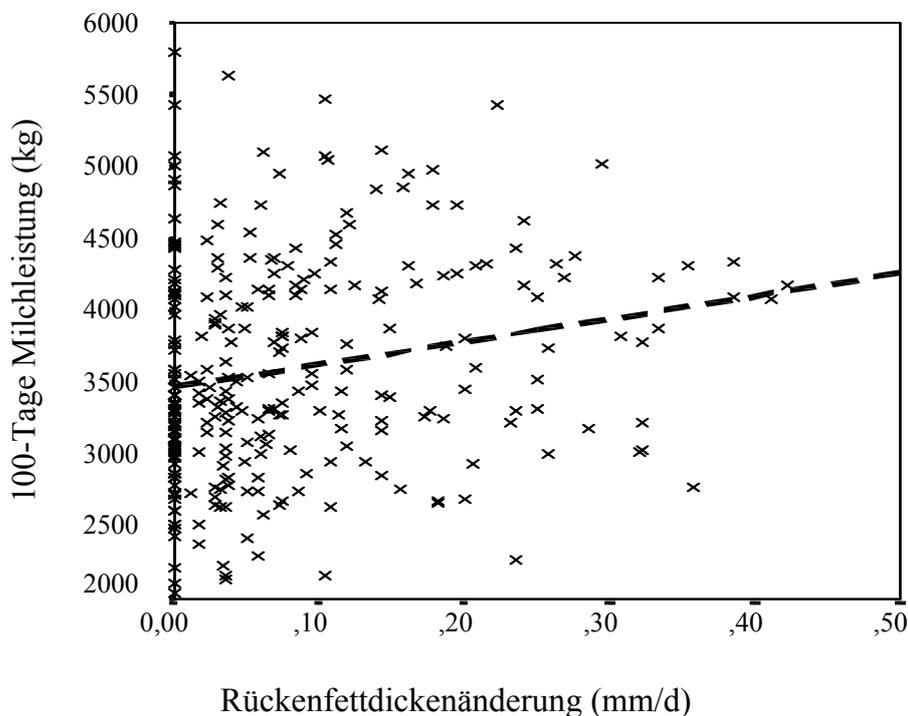


Abb. 44: Darstellung der Abhängigkeit der 100-Tage Milchleistung vom RFD-Aufbau in den letzten 20 Tage vor der Kalbung ($n = 278$, $R^2 = 0,039$)

Die Abhängigkeit der Milchleistungsentwicklung postpartal und der RFD-Zunahme vor der Kalbung ist in Abb. 44 dargestellt.

Abnahmen vor der Kalbung haben dagegen keine signifikante Korrelation zur Milchleistung. Auch bei Konditionsverlusten von über - 0,15 mm/d konnten kein nachteiliger Effekt bzw. keine signifikanten Beziehungen zur 100-Tage Milchleistung nachgewiesen werden.

Im Gegensatz zur 100-Tage Milchleistung üben Zubildungen von Rückenfettdicke a.p. auf die 305-Tage Milchleistung keinen signifikanten Effekt aus.

Fruchtbarkeit

Zwischen der RFD-Änderung vor der Kalbung und der Fruchtbarkeit, d.h. Besamungsanzahl, Rastzeit und Zwischenkalbezeit können keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Erst die Einführung der dritten Variablen Rückenfettdicke führt zu signifikanten Korrelationen. So beträgt bei der Berechnung der multiplen Regression der Korrelationskoeffizient für die Rastzeit $r = 0,183$ ($p = 0,001$).

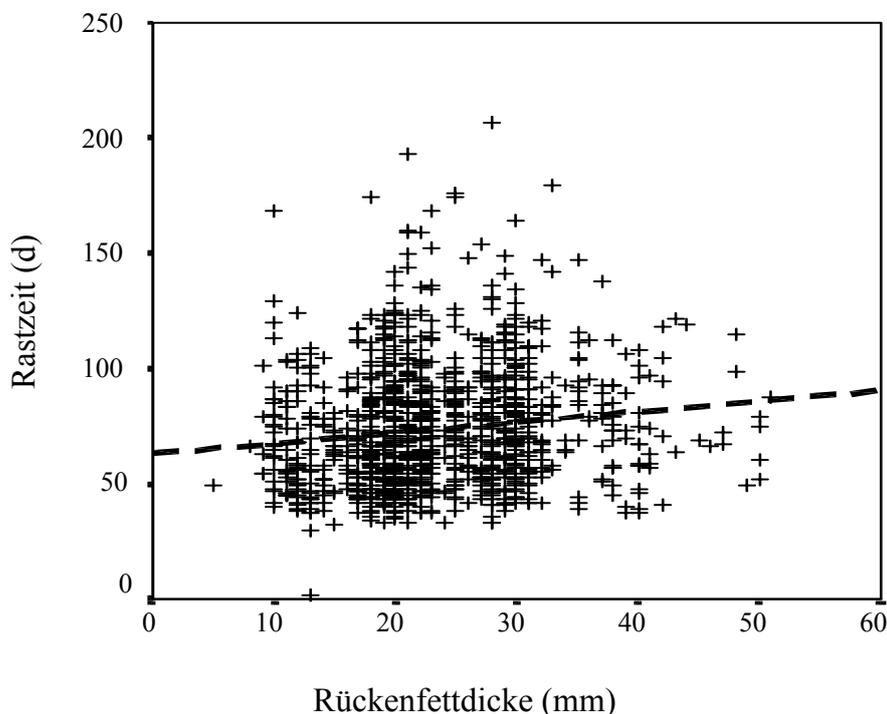


Abb. 45: Darstellung der Abhängigkeit der Rastzeit von der antepartalen Rückenfettdicke bei Tieren, die in den letzten 20 Tagen vor der Kalbung Konditionszunahmen aufweisen ($n = 1151$; $R^2 = 0,017$)

Die Abhängigkeit der Rastzeit von der absoluten Rückenfettdicke, bei Tieren die vor der Kalbung an Kondition gewinnen, ist in Abb. 45 dargestellt ($r = 0,131$; $p < 0,001$).

Zwischen der Zwischenkalbezeit und der RFD vor der Kalbung bestehen hochsignifikante Zusammenhänge. Diese sind in Abb. 46 dargestellt. Der Korrelationskoeffizient beträgt $r = 0,184$ ($p < 0,001$).

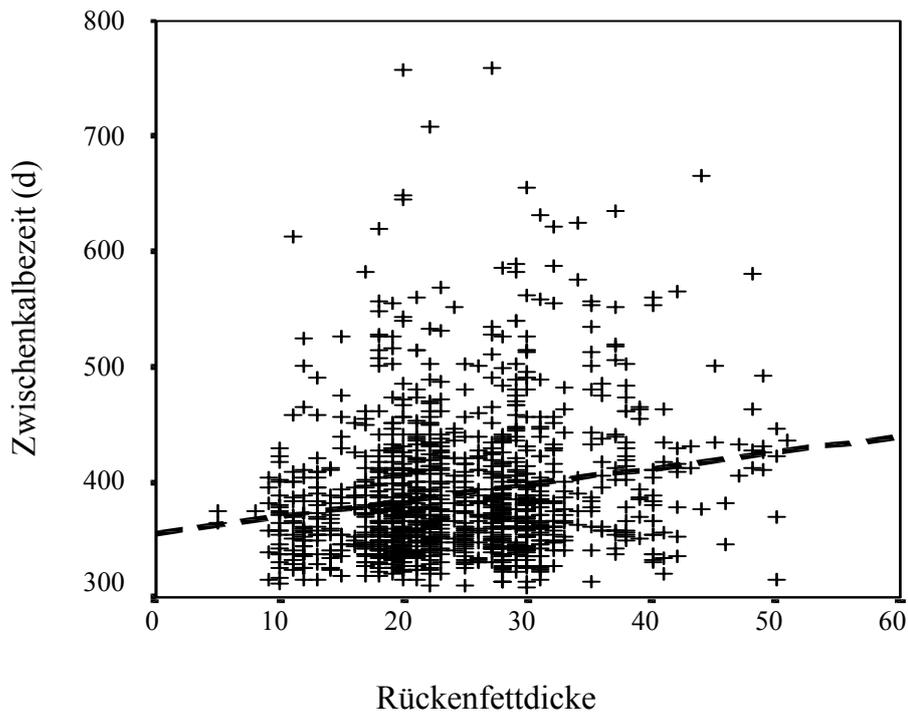


Abb. 46: Darstellung der Abhängigkeit der Zwischenkalbezeit von der Rückenfettdicke in den letzten 20 Tagen vor der Kalbung ($n = 1151$; $R^2 = 0,017$)

Milchinhaltstoffe

Zwischen der Δ RFD und dem Eiweißgehalt der Milch in den ersten 100 Melktagen besteht eine negative Korrelation, die mathematisch jedoch nicht beweisbar ist. Wählt man nur Tiere aus, die in der TS 2 an Kondition gewinnen, erhält man eine signifikante ($p = 0,001$) negative Korrelation ($r = - 0,193$). Mit zunehmendem Fettgewebsaufbau in der Vorbereitungsphase verringert sich der Milcheiweißgehalt nach der Kalbung (Abb. 47). Katabole Stoffwechsellagen antepartal scheinen keine Beziehung zum Milcheiweißgehalt aufzuweisen. Eine deutlich geringere Abhängigkeit findet man zwischen dem Fettgehalt der Milch und dem Energieumsatz vor der Kalbung. Die Korrelation ist negativ, sehr gering ($r = - 0,08$) und

statistisch nicht abzusichern. Zur Rückenfettdicke vor der Kalbung besteht zu dem Fettgehalt der Milch zwar eine signifikante Korrelation ($p = 0,012$), die aber nur sehr gering ausgeprägt ist.

Die Stoffwechsellage in der TS 2 hat auf den Fett-Eiweiß Quotienten keinen nachweisbaren Einfluss. Jedoch ist der FEQ100 eng mit der Rückenfettdicke der Tiere in der Vorbereitungszeit verbunden ($r = 0,215$; $p < 0,001$). Kühe mit stärkeren RFD Auflagen vor der Kalbung zeigen postpartal einen höheren FEQ100 (siehe Anhang).

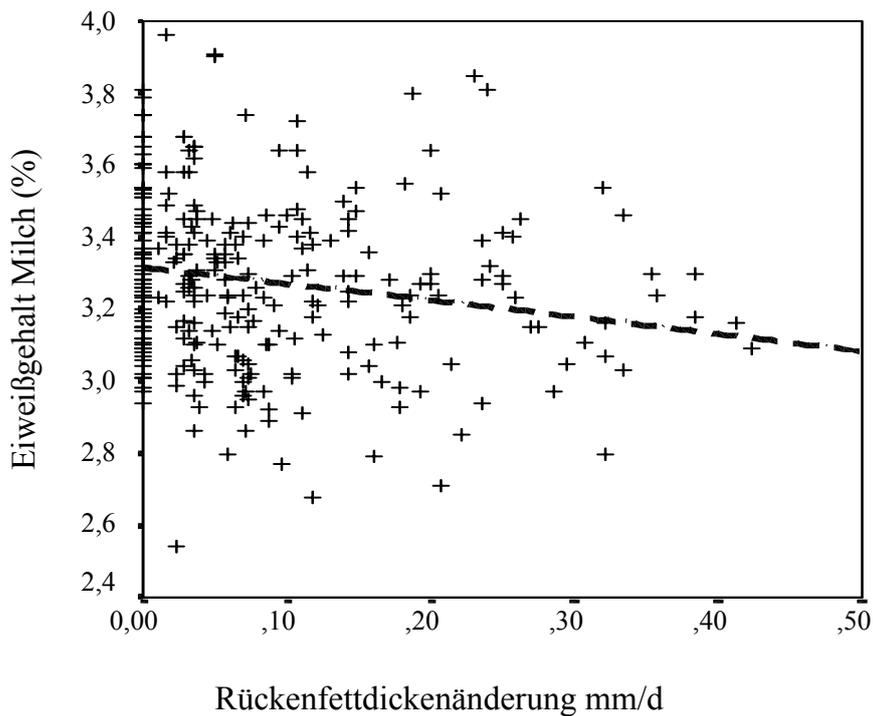


Abb. 47: Darstellung der Abhängigkeit des Milcheiweißgehaltes in den ersten 100 Melktagen von der RFD-Aufbau in den letzten 20 Tagen vor der Kalbung ($n = 285$; $R^2 = 0,037$)