

Original Article

Der Fett-Eiweiß-Quotient in der Früh lactation als Indikator für den Verbleib von Erstkalbinnen in der Milchkuhherde

NADINE BERGK¹ und H.H. SWALVE¹

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Ernst Kalm zum 70. Geburtstag gewidmet

Zusammenfassung

Der Fett-Eiweiß-Quotient ist eine gebräuchliche Größe im Herdenmanagement, da er zwei entscheidende Vorteile besitzt: Er ist zum einen eine einfach zu berechnende Größe, da sowohl Fett- als auch Eiweißgehalt routinemäßig in der MLP bestimmt werden, und zum anderen erlaubt er Rückschlüsse auf die Energiebilanz der Kuh. Anhand von Testtagsleistungsdaten der ersten Laktation von 21 großen Testherden aus Mecklenburg-Vorpommern wurden verschiedene Varianten des Quotienten aus Fett und Eiweiß in der Früh lactation berechnet. Im Anschluss wurde das Datenmaterial um die Nutzungsdauerinformationen ergänzt, und die entsprechenden Abgangsrate wurden 100, 300 und 450 Tage nach der ersten Kalbung bestimmt. Die drei verwendeten Datenmaterialien umfassten 46.630, 45.115 bzw. 42.976 Erstlaktierende. Die Auswertung der Phänotypen zeigte, dass der Fett-Eiweiß-Quotient die Milchleistung der ersten 50 Tage, den mittleren 50-Tage-SCS und auch die Abgangsrate der betrachteten Serviceperioden signifikant beeinflusst. Dabei fielen vor allem Tiere durch erhöhte Abgangsrate auf, die einen Fett-Eiweiß-Quotienten außerhalb des Normbereichs besaßen. Gegenüber den Kühen im Normbereich des Fett-Eiweiß-Quotienten am zweiten Testtag wurde für Kühe mit extrem hohem Fett-Eiweiß-Quotienten bei der Definition der Abgangsrate für den Zeitraum 300 Tage nach der ersten Kalbung eine Erhöhung der Abgangsrate von ca. 10% auf 22% gefunden. Mit Hilfe einer Varianzkomponentenschätzung unter Verwendung eines Vatermodells konnte keine eindeutige Aussage über das Verhältnis des Fett-Eiweiß-Quotienten zu sowohl den Milchleistungsmerkmalen als auch zu den Abgangsrate abgeleitet werden, da deutliche Unterschiede zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Definitionen des Fett-Eiweiß-Quotienten bestanden. Die phänotypischen Zusammenhänge weisen zudem auf eine deutliche Nicht-Linearität hin.

Schlüsselwörter: Fett-Eiweiß-Verhältnis, Herdenverbleib, Metabolischer Stress

Summary

Fat-to-protein-ratio in early lactation as an indicator of herd life for first lactation dairy cows

The ratio of fat to protein in the milk is a common parameter used in herd management since this parameter has the distinct advantage that it is easily derived from milk record-

¹ Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Theodor-Lieser-Str. 11, 06120 Halle (Saale), E-Mail: nadine.bergk@landw.uni-halle.de

ing data and allows for inferences on the energy balance of the cow. Based on test day records of 21 large contract herds from Mecklenburg-Western Pomerania, alternative definitions of the fat-to-protein-ratio were derived for the early lactation. Data was augmented by information on culling of cows resulting in different definitions of survival up to 100, 300, and 450 days post partum of the first calving. The three data sets used comprised 46,630, 45,115, and 42,976 cows in first lactation. An analysis on the phenotypic level revealed that the fat-to-protein-ratio of the first 50 days significantly influenced milk yield, average SCS, and survival rates. Substantial effects were found for animals with a fat-to-protein-ratio deviant from norm values. Compared to cows with a normal fat-to-protein-ratio at the second test day and using the definition of survival to 300 days, for cows with extreme high fat-to-protein-ratio culling rates increased from around 10% to 22%. An estimation of variance components using a sire model did not yield clear conclusions with respect to the association of the fat-to-protein-ratio and milk production as well as survival rates. Substantial differences exist between different definitions of the fat-to-protein-ratio and furthermore, associations between fat-to-protein-ratio and survival appear to be non-linear.

Keywords: Fat-to-protein-ratio, herd life, metabolic stress

1 Einleitung

Die erste Kalbung und der Beginn der Laktation sind kritische Punkte im Leben einer Milchkuh. Neben Störungen des Geburtsverlaufs und den damit verbundenen Komplikationen sind vor allem Stoffwechselstörungen von zentraler Bedeutung. Der Stoffwechsel unterliegt mit Beginn der Laktation tiefgreifenden Veränderungen. Erschwerend kommt hinzu, dass die Futtermittelaufnahme den Nährstoff- und Energiebedarf, der durch den Milchentzug verursacht wird, häufig nicht decken kann und somit eine negative Energiebilanz vorliegt.

Der Großteil der Stoffwechselstörungen tritt jedoch nicht klinisch in Erscheinung, sondern verläuft unterschwellig. Es ist daher von Bedeutung, betroffene bzw. gefährdete Tiere anhand von Hilfsmerkmalen zu identifizieren. Zu diesem Zweck wird häufig der Kennwert Fett-Eiweiß-Quotient der Milch genutzt. Als physiologischer Normalbereich werden Werte zwischen 1,1 und 1,5 erachtet (MAHLKOW-NERGE, 2009). Der Quotient besitzt außerdem den Vorteil, dass er anhand der MLP-Ergebnisse ohnehin vorliegt und deshalb nicht zusätzlich erhoben werden muss.

Schon von HEUER et al. (1999) wird der Fett-Eiweiß-Quotient des ersten Kontrolltags der Milchleistungskontrolle als Indikator für die Gesundheit der Kuh bezüglich typischer Erkrankungen wie Labmagenverlagerung und Ovarialzysten sowie für die Fruchtbarkeitsleistung herausgestellt. In einer neueren Arbeit im Rahmen des EU-Projekts ‚RobustMilk‘ (www.robustmilk.eu) wird von BASTIAANSEN et al. (2010) vorgeschlagen, den Maximalwert des Fett-Eiweiß-Quotienten aus Woche zwei bis fünf post partum in Abweichung von demjenigen der Gesamtlaktation als Indikator für Gesundheit und Stoffwechselstabilität der Kuh zu verwenden. Zwar besticht dieser Vorschlag durch die Idee, tierindividuelle Variationen des Fett-Eiweiß-Quotienten während der Gesamtlaktation zuzulassen, aber eben die Abweichung davon als Merkmal zu definieren. Der Vorschlag ist jedoch mit dem Nachteil behaftet, dass unter dieser Definition vollständige Laktationen vorhanden sein müssen, damit die Abweichung überhaupt gebildet werden kann. Gerade diejenigen Kühe, welche schon in der ersten Laktation und dabei sogar schon früh abgehen, werden somit nicht erfasst. Nach RÖMER (2011) und WANGLER et al. (2009) sind gerade sehr frühe Abgänge in der ersten Laktation

relativ häufig und tragen folglich ganz besonders zur Senkung der Nutzungsdauer bei. Es erscheint also sinnvoll, unterschiedliche Maßzahlen des Fett-Eiweiß-Quotienten, welche ausschließlich aus Daten der Früh lactation berechnet werden, in Relation zum Herdenverbleib zu untersuchen. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es deshalb zu prüfen, ob der Fett-Eiweiß-Quotient der Früh lactation auf der Basis eines großen Datenmaterials Aussagen über die Abgangsrate während der ersten Laktation zulässt.

2 Material und Methoden

Das für die Untersuchung verwendete Datenmaterial entstammte den Testherden der Rinderzucht Mecklenburg-Vorpommern GmbH (RMV). Der RMV initiierte 2005 das Programm Produktion und Fitness (ProFit) mit der züchterischen Zielsetzung, die Lebensleistung der Milchkuh zu verbessern. Im Rahmen des Programms werden in derzeit 21 partizipierenden Herdbuchbetrieben neben den üblichen Daten auch weitere funktionale Merkmale erfasst. Der Jahresabschluss der Milchleistungsprüfung (MLP) am 31.08.2009 weist eine durchschnittliche Milchleistung von 9.960 kg je Kuh aus. Im Mittel besitzt eine Testherde eine Herdengröße von 781 Kühen. Das Material umfasste die Daten der MLP inklusive der Kalbe- und Abgangsinformationen der Jahre 2000 bis zum Datenschnitt der Zuchtwertschätzung im Januar 2010 und wurde von der Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (vit, Verden) überstellt. Da diese Daten auch in die Zuchtwertschätzung einfließen, sind sie nach den Vorgaben des vit aufbereitet und auf Plausibilität geprüft.

2.1 Die Testtagsleistungen

Die vom vit überstellte Datei der Leistungsdaten aus der MLP enthielt 62.575 Erstkalbskühe mit insgesamt 559.344 Testtagsleistungen. Nach dem Ausschluss von Betriebswechslern verblieben davon noch 491.002 Beobachtungen, die von 55.371 Tieren erbracht wurden. Weitere Schritte der Datenaufbereitung waren: Die Beschränkung der Zwischenkalbezeit auf 0, d.h. eine nachfolgende Kalbung, wurde noch nicht registriert – oder auf Werte zwischen 250 und 700 Tagen sowie die Variation des Kalbealters zwischen 20 und 40 Monaten und Transformation des Parameters somatischer Zellgehalt in der Milch. Die Zellzahl wurde als Somatic Cell Score (SCS) nach folgender Formel transformiert:

$$\text{SCS} = \log_2 \left(\frac{\text{Zellzahl}}{100.000} \right) + 3$$

Als Kompromiss wurde das Datenmaterial im Sinne einer Berücksichtigung möglichst aller kalbenden Kühe einerseits und mit dem Ziel, mehrere Parameter der Früh lactation variieren zu können andererseits auf Kühe mit mindestens zwei Testtagsleistungen begrenzt. Im Anschluss erfolgte die Hochrechnung der Leistung der ersten 50 Tage (mkg50) bzw. die Berechnung der entsprechenden Durchschnittsgehalte der Inhaltsstoffe sowie des SCS der ersten 50 Melktage (scs50). Nach der beschriebenen Datenaufbereitung ergab sich ein Datenumfang von 49.668 Kühen in der ersten Laktation.

Für das Merkmal Fett-Eiweiß-Quotient der Früh lactation wurden vier verschiedene Varianten aus den Daten der einzelnen Milchleistungskontrollen (Testtage) definiert:

$$\begin{aligned}
 \text{feq1} &= (\text{Fett\% (Testtag1)})/(\text{Eiweiß\% (Testtag1)}) \\
 \text{feq2} &= (\text{Fett\% (Testtag2)})/(\text{Eiweiß\% (Testtag2)}) \\
 \text{feq12} &= \frac{0,5 (\text{Fett\% (Testtag1)} + \text{Fett\% (Testtag2)})}{0,5 (\text{Eiweiß\% (Testtag1)} + \text{Eiweiß\% (Testtag2)})} \\
 \text{feq50} &= (\Phi \text{ Fett\% (50 Tage)})/(\Phi \text{ Eiweiß\% (50 Tage)})
 \end{aligned}$$

Da neben der genetisch-statistischen Auswertung auch eine Untersuchung der phänotypischen Beziehungen durchgeführt werden sollte, wobei auch mögliche nicht-lineare Beziehungen berücksichtigt werden sollten, wurde weiterhin eine Einteilung des berechneten Fett-Eiweiß-Quotienten in Klassen vorgenommen. Diese Vorgehensweise erlaubt die Einbeziehung des Untersuchungsmerkmals in einem statistischen Modell als Haupteffekt. Demzufolge wurde eine äquidistante Einteilung von verschiedenen Effektstufen vorgenommen. Die ‚Klasse 1‘ wurde allen Kühen mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten unter 1,0 zugeordnet. Die ‚Klasse 2‘ galt im Bereich von 1,0 bis unter 1,1. Alle weiteren Effektstufen folgten dementsprechend im gleichen Intervall. Auf die letzte ‚Klasse 8‘ bzw. ‚9‘ entfielen alle Werte über 1,6 bzw. 1,7. Die Datenaufbereitung, die Auswahl der Modelle sowie das Testen der fixen Effekte wurden mit Hilfe des Programmpakets SAS 9.1 (SAS INSTITUTE INC., 2004) durchgeführt. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket ASReml (GILMOUR et al., 2009), wobei folgende gemischte lineare Vätermodelle zur Auswertung der einzelnen Merkmale zur Anwendung kamen:

$$\begin{aligned}
 \text{feq1} &= \text{hys}_i + \text{eka}_j + \text{dim1} + s_a + e_{ija} \\
 \text{feq2} &= \text{hys}_i + \text{eka}_j + \text{dim2} + s_a + e_{ija} \\
 \text{feq12} &= \text{hys}_i + \text{eka}_j + \text{dim1} + \text{dim2} + s_a + e_{ija} \\
 \text{feq50} &= \text{hys}_i + \text{eka}_j + \text{dim1} + \text{dim2} + s_a + e_{ija} \\
 \text{mkg50} &= \text{hys}_i + \text{melktag}_k + s_a + e_{ijka} \\
 \text{scs50} &= \text{hys}_i + s_a + e_{ia}
 \end{aligned}$$

Die fixen bzw. zufälligen Effekte dabei sind:

$$\begin{aligned}
 \text{hys}_i &- \text{fixer Effekt Herde-Jahr-Saison der ersten Kalbung (i = 1, \dots, 815)} \\
 \text{eka}_j &- \text{fixer Effekt des Erstkalbealters (j = 22, \dots, 35)} \\
 \text{dim1} &- \text{Kovariable erster Testtag} \\
 \text{dim2} &- \text{Kovariable zweiter Testtag} \\
 \text{melktag}_k &- \text{Anzahl Melktage (k = 46, \dots, 50)} \\
 s_a &- \text{zufälliger Effekt des Vaters} \\
 e &- \text{zufälliger Resteffekt}
 \end{aligned}$$

2.2 Die Abgangsrate

Ausgehend von den Einträgen in der Nutzungsdauerdatei wurden nur die Tiere als Abgänge gewertet, die gemerzt wurden. Kühe, die als Zuchttiere den Betrieb verließen, wurden von der weiteren Betrachtung ausgeschlossen, da es sich nicht um ‚echte‘

Abgänge, sondern um zensierte Daten handelt. Nach dieser Editierungsmaßnahme verblieben als Datengrundlage 48.414 Beobachtungen. Die Abgangsrate wurde als binäres Merkmal definiert: Die Kuh befindet sich zum jeweils betrachteten Zeitpunkt noch im Betrieb oder ist bereits abgegangen. Diese Betrachtungsweise setzt die Definition einer Serviceperiode voraus, da der Kuh erst einmal die zeitliche Möglichkeit eingeräumt werden muss, abzugehen. Ausgehend vom Zeitpunkt der ersten Kalbung wurden mehrere Serviceperioden definiert: (1) 100 Tage, (2) 300 Tage, (3) 450 Tage. Dementsprechend wurden drei verschiedene Datenmaterialien erstellt, in die nur Tiere einfließen, welche die jeweilige Zeitspanne bereits vollendet hatten bzw. innerhalb dieser abgegangen waren. Die Auswertung erfolgte wiederum mit dem Programmpaket ASReml (GILMOUR et al., 2009), jetzt aber unter Annahme eines Schwellenwertmodells. Unter einem Schwellenwertmodell zur Auswertung binär verteilter Merkmale sollte sichergestellt sein, dass einzelne Subzellen der fixen Effekte nicht jeweils nur die Zustände Null oder Eins enthalten. Diese Anforderung hatte weitere Schritte der Datenaufbereitung zur Folge. Als zusätzliche Anforderung wurde die Besetzung jeder Klasse des Herdenjahres der ersten Kalbung mit mindestens zehn Beobachtungen festgelegt. Damit ergaben sich folgende Umfänge für die drei Serviceperioden:

- (1) Serviceperiode 100 Tage post partum: 46.630 Kühe
- (2) Serviceperiode 300 Tage post partum: 45.115 Kühe
- (3) Serviceperiode 450 Tage post partum: 42.976 Kühe

Das Schwellenwertmodell zur Beschreibung der Abgangsrate wurde definiert als:

$$\text{abgang} = \Phi(\text{hy}_{k_{i_1-s}} + \text{ks}_{j_{1-3}} + s_a)$$

Dabei sind:

- Φ – Probit-Link-Funktion
- $\text{hy}_{k_{i_1-s}}$ – fixer Effekt des Kalbejahrs innerhalb Betrieb
($i_1 = 1, \dots, 209$; $i_2 = 1, \dots, 198$; $i_3 = 1, \dots, 198$)
- $\text{ks}_{j_{1-3}}$ – fixer Effekt der Kalbesaison ($j_{1-3} = 1, \dots, 4$)
- s_a – zufälliger Effekt des Vaters

3 Ergebnisse

Die durchschnittlichen Ergebnisse der Milchleistungsprüfung am ersten und zweiten Testtag sowie die hochgerechnete mittlere 50-Tage-Leistung sind in Tab. 1 dargestellt. Der erste Testtag fand im Mittel am 21. Laktationstag statt, der zweite folgte im Durchschnitt am 53. Melktag. Vergleicht man die Kennwerte der ersten beiden MLP-Termine miteinander, stellt man eine Steigerung der Milchmenge bei gleichzeitig sinkenden Milchinhaltstoffen fest. Daraus resultiert die Verringerung des mittleren Fett-Eiweiß-Quotienten von 1,33 auf 1,21. Im Betrachtungszeitraum kann außerdem ein Absinken des SCS beobachtet werden.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen die Häufigkeitsverteilungen der vier verschiedenen Definitionen des Fett-Eiweiß-Quotienten. Als physiologisch normal werden Werte zwischen 1,1 und 1,5 angenommen (MAHLKOW-NERGE, 2009). Die Unterschreitung des Grenzwertes von 1,1 führt zu einem erhöhten Risiko einer Azidose-Erkrankung. Bei einer

Tab. 1. Mittelwerte und Variation der Milchleistungsmerkmale des 1. und 2. Testtags sowie der 50-Tage-Leistung
Means and variation of dairy production traits for 1st and 2nd test day and 50-day production

	Mittel \pm Standard- abweichung	Minimum	Maximum
1. Testtag			
Milchmenge [kg]	28,30 \pm 6,91	20,0	74,1
Eiweißgehalt [%]	3,23 \pm 0,33	2,10	7,19
Fettgehalt [%]	4,28 \pm 0,80	1,60	10,50
feq1	1,33 \pm 0,25	0,38	3,34
SCS	2,75 \pm 1,66	-3,64	9,64
2. Testtag			
Milchmenge [kg]	31,50 \pm 6,62	20,0	65,1
Eiweißgehalt [%]	3,12 \pm 0,26	2,10	4,78
Fettgehalt [%]	3,78 \pm 0,59	1,60	8,61
feq2	1,21 \pm 0,19	0,46	3,01
SCS	2,29 \pm 1,64	-3,64	9,64
Mittelwert (1. + 2. Testtag)			
feq12	1,27 \pm 0,18	0,46	2,62
50-Tage-Leistung			
Milchmenge [kg]	1.480 \pm 317	73,0	3.365
Fettgehalt [%]	4,09 \pm 0,60	1,34	8,95
Eiweißgehalt [%]	3,16 \pm 0,27	1,94	5,22
feq50	1,30 \pm 0,20	0,38	3,21
SCS	2,57 \pm 1,49	-3,77	10,60

Überschreitung des oberen Wertes kann von einer ketotischen Stoffwechsellage ausgegangen werden. Der Fett-Eiweiß-Quotient des 1. Testtags (feq1) zeigt, dass 14% der Kühe unterhalb des Normalbereichs liegen und 19% den Grenzwert überschreiten. Am zweiten Testtag haben 27% der Tiere einen Fett-Eiweiß-Quotienten unter 1,1. Nur 6% der Erstlaktierenden liegen zu diesem Zeitpunkt in dem Bereich, der auf eine Ketose hinweist. Die Werte des aus erstem und zweitem Testtag kombinierten Fett-Eiweiß-Quotienten (feq12) und der Fett-Eiweiß-Quotient der hochgerechneten 50-Tage-Leistung (feq50) ähneln sich sowohl im Mittel als auch in der Häufigkeitsverteilung (Abb. 2). Bei diesen Definitionen liegen 15 bzw. 14% der Erstkalbinnen unterhalb des physiologisch normalen Bereichs, und 10 bzw. 13% überschreiten diesen.

Das Erstkalbalter besitzt einen signifikanten Einfluss auf den Fett-Eiweiß-Quotienten, egal welche der Definitionen betrachtet wird. Mit zunehmendem Alter zur ersten Kalbung steigt der Quotient aus Fett und Eiweiß kontinuierlich an (Abb. 3). In Abb. 4 ist die 50-Tage-Milchleistung in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotienten dargestellt. Die Veranschaulichung der Klassen von feq1, feq12 und feq50 im Diagramm zeigt einen sich ähnelnden Trend: Die Kühe, die den Klassen im Randbereich zuzuordnen sind, geben

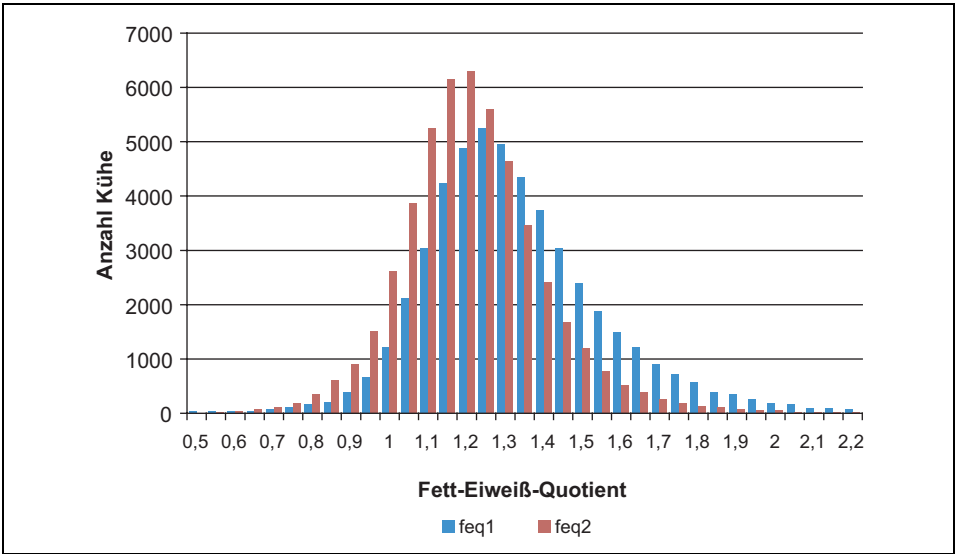


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung des Fett-Eiweiß-Quotienten am 1. und 2. Testtag
Frequency distribution of fat-to-protein-ratio at first and second test day

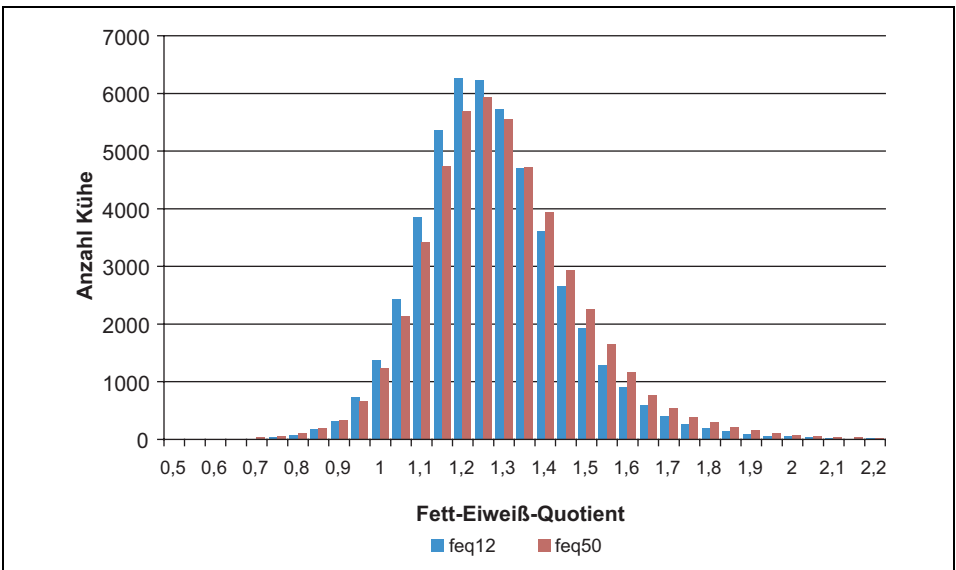


Abb. 2. Häufigkeitsverteilung des Fett-Eiweiß-Quotienten als Mittelwert des 1. und 2. Testtags und als mittlerer Fett-Eiweiß-Quotient der ersten 50 Melktage
Frequency distribution of fat-to-protein-ratio for the average of first and second test day and for first 50 days in lactation

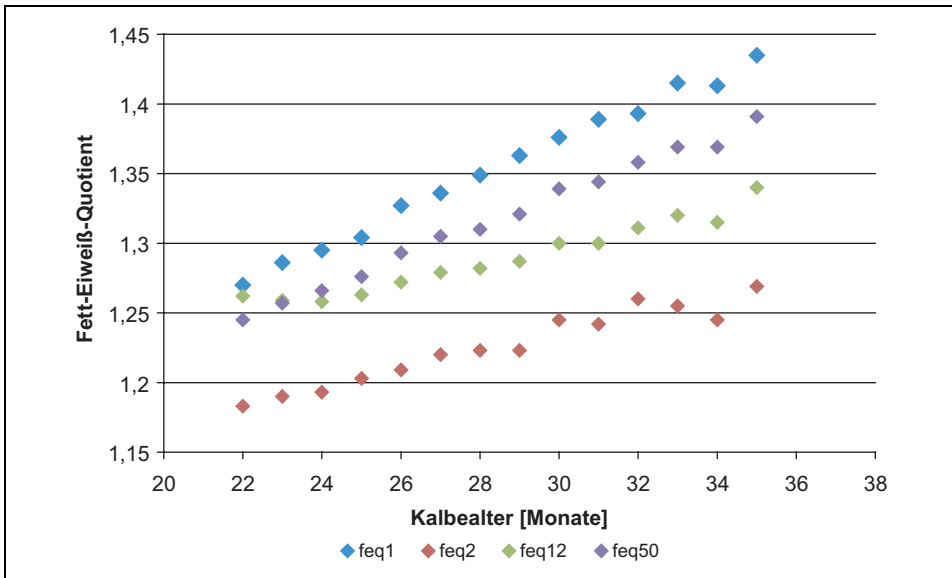


Abb. 3. Einfluss des Kalbealters auf den Fett-Eiweiß-Quotient für vier unterschiedliche Definitionen (LSMEANS)
Effect of age at first calving on fat-to-protein-ratio for four different definitions (LSMEANS)

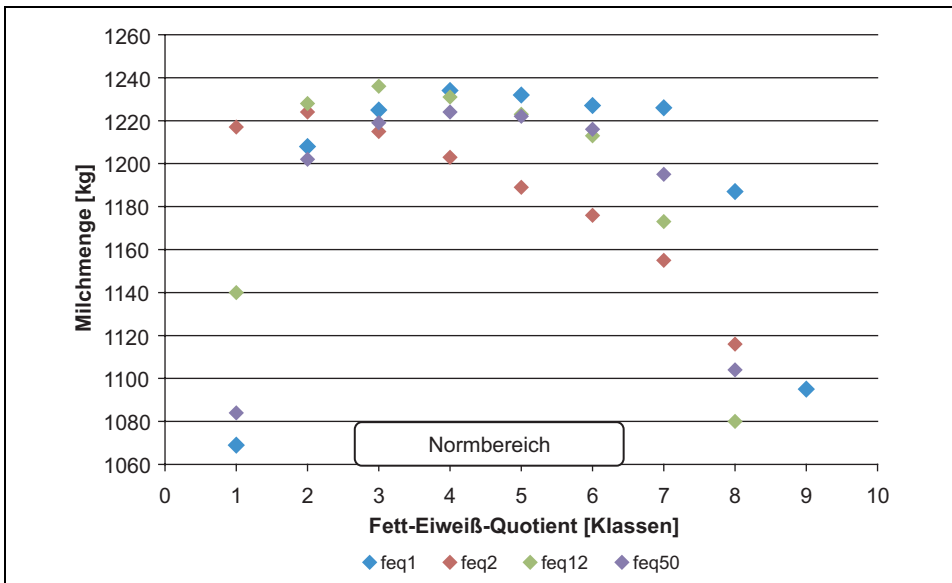


Abb. 4. Milchleistung der ersten 50 Melktage (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient (in Klassen)
Milk yield of first 50 days (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio

weniger Milch als die Tiere im mittleren Wertebereich. Der feq2 hingegen beeinflusst die 50-Tage-Leistung negativ, so dass mit steigendem feq2 ein nahezu kontinuierlicher Rückgang der Milchleistung beobachtet werden kann. Ein statistisch gesicherter Einfluss konnte auch auf den SCS nachgewiesen werden. Die Darstellung der LSMEANS (Abb. 5) zeigt im Bereich bis Klasse ,4', was einem Wert bis 1,3 entspricht, in etwa konstante Werte. Ein Anstieg des Fett-Eiweiß-Quotienten über diesen Wert hinaus führt zu einer Erhöhung des SCS.

Die erste Kalbung und der Beginn der Laktation stellen einen sensiblen Punkt im Leben einer Milchkuh dar: Bis zum 100. Tag post partum (p.p.) sind bereits 3,1% der Erstkalbinnen abgegangen (Tab. 2). Die Verlängerung des Betrachtungszeitraums auf 300 Tage nach der ersten Kalbung erhöht die Abgangsrate auf ca. 11%. Die Serviceperiode 450 Tage nach der Erstkalbung beinhaltet für die Mehrheit der Tiere die erste Trockenstehzeit und die zweite Kalbung, da die mittlere Zwischenkalbezeit der ersten

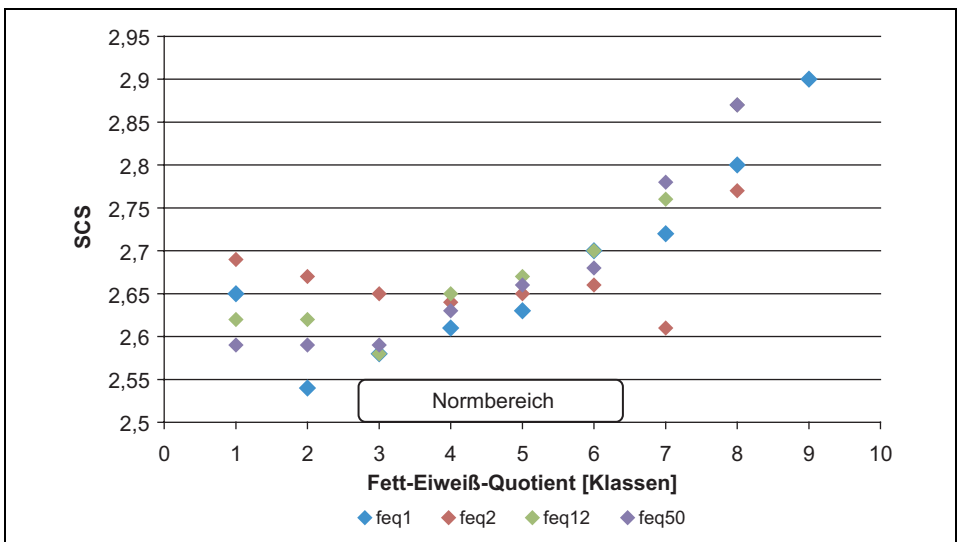


Abb. 5. Somatic Cell Score der ersten 50 Melktage (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient (in Klassen)

Somatic cell score of first 50 days (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio

Tab. 2. Die Abgangsrate nach 100, 300 und 450 Tagen nach der ersten Kalbung

Survival rates for 100, 300, and 450 days after first calving

Serviceperiode	Abgänge	
	nicht abgegangen	abgegangen
100 Tage p. p.	45.161	1.469 (~ 3,1%)
300 Tage p. p.	40.262	4.853 (~ 10,7%)
450 Tage p. p.	33.999	8.977 (~ 20,9%)

Laktation 408 Tage beträgt. Obwohl die zweite Kalbung in der Regel wesentlich weniger Probleme bereitet als die erste, stellt auch sie einen kritischen Punkt dar. Nach 450 Tagen post partum haben 21% der Kühe die Herde verlassen.

Die Abbildungen 6 bis 9 zeigen die Ergebnisse des Schwellenwertmodells (LSMEANS), wobei der Fett-Eiweiß-Quotient in seinen verschiedenen Definitionen jeweils als fixer Haupteffekt in das Modell aufgenommen worden ist. Stellt man die verschiedenen Definitionen gegenüber, treten deutliche Unterschiede zu Tage. Tiere, die am ersten Testtag mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten (feq_1) unterhalb des Normalbereichs auffällig werden, besitzen ein erhöhtes Abgangsrisiko, unabhängig von der betrachteten Serviceperiode. Die Erhöhung des Fett-Eiweiß-Quotienten auch über den oberen Grenzwert hinaus führt dagegen zu einer vergleichsweise geringen Erhöhung der Abgangsrate.

Die Effektstufen des Fett-Eiweiß-Quotienten am 2. Testtag (feq_2), 1' bis 4', was einem Wert bis 1,3 entspricht, weisen kein erhöhtes Verlustgeschehen auf. Die Steigerung des Fett-Eiweiß-Quotienten über 1,3 führt zu einem leichten Anstieg der Abgangsrate. Während für den Normbereich des Fett-Eiweiß-Quotienten Abgangsrate von ca. 10% für die Serviceperiode 300 gefunden werden, so liegen diese bei ca. 22% für die feq_2 -Klasse 8' (Fett-Eiweiß-Quotient $\geq 1,6$).

Der kombinierte Fett-Eiweiß-Quotient ' feq_{12} ' und Fett-Eiweiß-Quotient der hochgerechneten 50-Tage-Leistung ' feq_{50} ' zeigen ein ähnliches Verteilungsbild der Abgangsrate der einzelnen Effektstufen. Die Kühe, deren Fett-Eiweiß-Verhältnis dem physiologischen Normalbereich zugeordnet werden kann, haben das geringste Abgangsrisiko. Sowohl Unter- als auch Überschreiten führen zu einer Erhöhung des Abgangsgeschehens, wobei die Abgangsrate mit zunehmendem Abstand zum Normalbereich deutlich ansteigen.

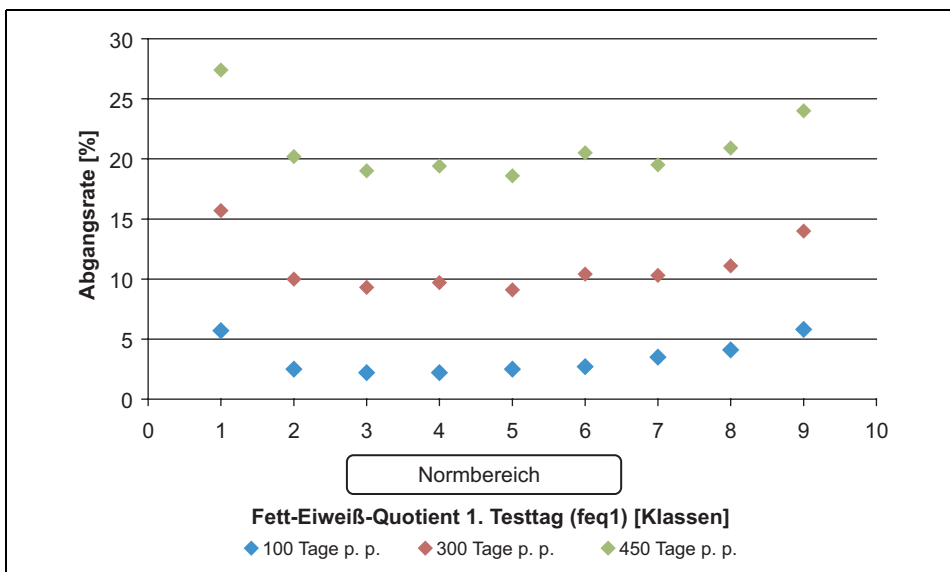


Abb. 6. Abgangsrate 100, 300 und 450 Tage nach der ersten Kalbung (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotienten des 1. Testtags (in Klassen)
Survival rate to 100, 300, and 450 days after first calving (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio of first test day

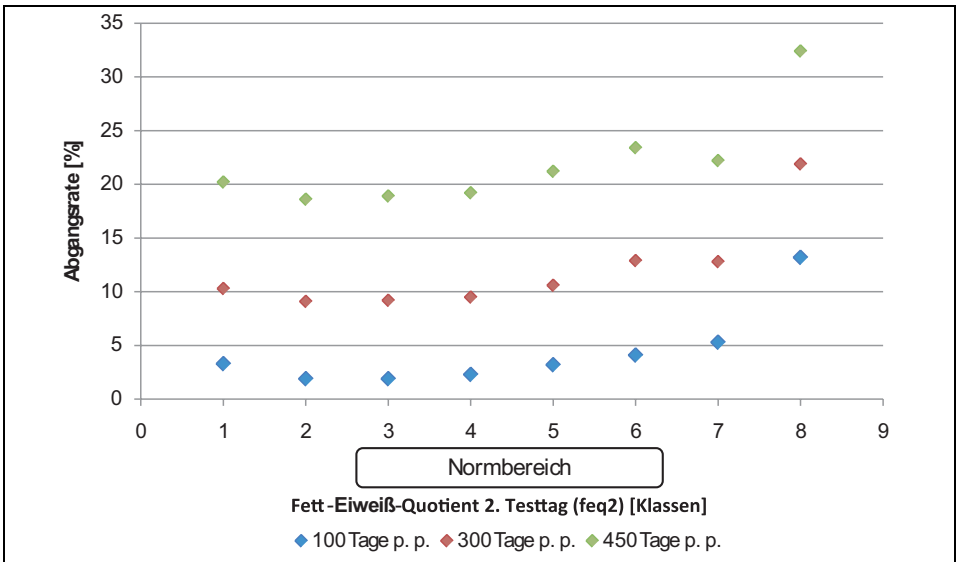


Abb. 7. Abgangsrate 100, 300 und 450 Tage nach der ersten Kalbung (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotienten des 2. Testtags (in Klassen)
Survival rate to 100, 300, and 450 days after first calving (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio of second test day

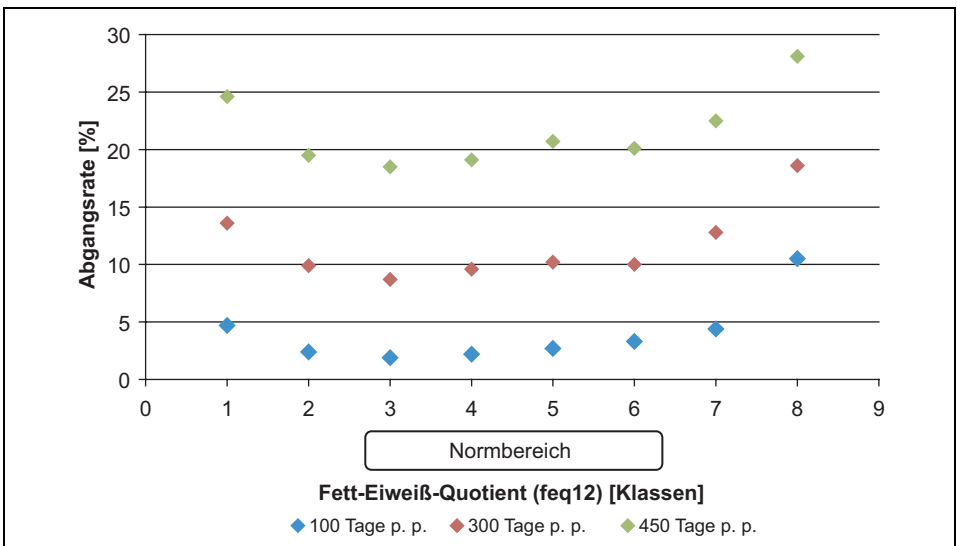


Abb. 8. Abgangsrate 100, 300 und 450 Tage nach der ersten Kalbung (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient des gemittelten 1. und 2. Testtags (in Klassen)
Survival rate to 100, 300, and 450 days after first calving (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio as averaged over the first and second test day

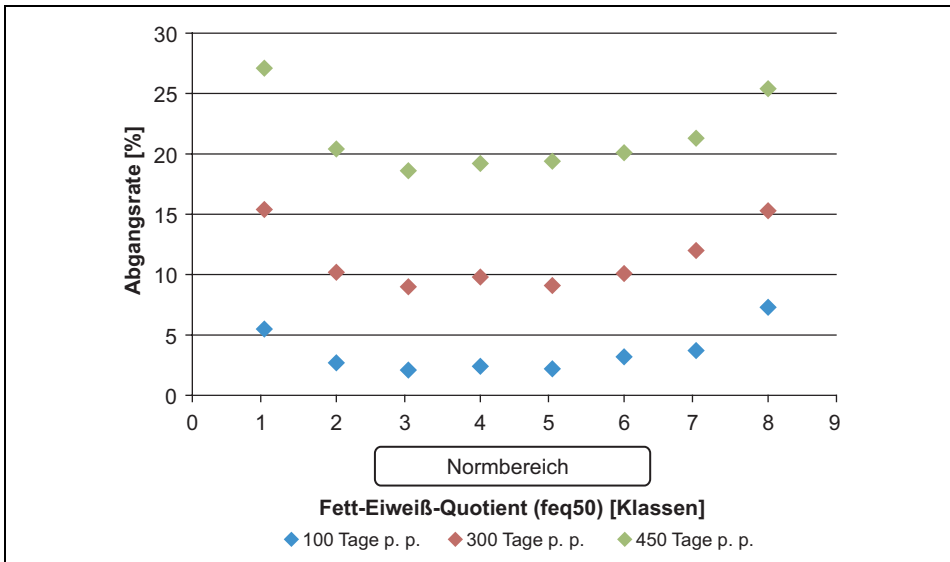


Abb. 9. Abgangsrate 100, 300 und 450 Tage nach der ersten Kalbung (LSMEANS) in Abhängigkeit vom Fett-Eiweiß-Quotient der 50-Tage-Leistung (in Klassen)
Survival rate to 100, 300, and 450 days after first calving (LSMEANS) in relation to classes of fat-to-protein-ratio of the first 50 days of lactation

Die Ergebnisse der uni- und bivariaten genetisch-statistischen Analysen sind in Tab. 3 zusammengefasst. Die Varianten des Fett-Eiweiß-Quotienten besitzen mit Ausnahme des Fett-Eiweiß-Quotienten am ersten Testtag eine Heritabilität im moderaten Bereich. Die Abgangsrate der verschiedenen Betrachtungszeiträume sind – genauso wie der mittlere SCS der 50-Tage-Leistung – nur zu einem geringen Teil erblich. Die Milchmenge der ersten 50 Melktage ist moderat heritabel.

Die genetischen Korrelationen zwischen den verschiedenen Definitionen des Fett-Eiweiß-Quotienten und der Abgangsrate der jeweiligen Serviceperiode differieren stark. Nennenswerte genetische Beziehungen auf moderat negativem Niveau bestehen sowohl zwischen der Abgangsrate 100 Tage post partum und dem Fett-Eiweiß-Quotienten am 1. Testtag als auch zum Fett-Eiweiß-Quotienten der 50-Tage-Leistung. Außerdem ist der Fett-Eiweiß-Quotient am 2. Testtag schwach positiv mit der Abgangsrate 450 Tage post partum korreliert.

4 Diskussion

Die Betrachtung der ersten Testtage bzw. der Leistung der ersten 50 Melktage zeigt, dass zwischen 25% und 33% der Erstkalbskühe ein Fett-Eiweiß-Verhältnis besitzen, welches außerhalb des als physiologisch normal angesehenen Bereichs liegt. Daraus lässt sich zwar nicht zwingend ableiten, dass diese Tiere auch unter Stoffwechselstörungen leiden, da tierindividuelle Unterschiede hinsichtlich der metabolischen Stabilität bestehen (MAHLKOW-NERGE, 2009). Allerdings sind diese Werte im Extrembereich sicherlich als kritisch anzusehen, da der Fett-Eiweiß-Quotient einen Indikator für die Energiebilanz

Tab. 3. Schätzwerte für die Heritabilität der verschiedenen Definitionen des Fett-Eiweiß-Quotienten, der 50-Tage-Milchleistung bzw. des mittleren 50-Tage-SCS und der Abgangsrate sowie deren genetische Korrelation zueinander (Standardfehler in Klammern)
Estimates of heritability for different definitions of fat-to-protein-ratio along with 50-d milk yield and 50-day SCS as well as estimates for survival up to 100, 300, and 450 days post partum (s.e. in parenthesis)

	h ²	feq1	feq2	feq12	feq50
h ²	0,130 (0,01)		0,190 (0,02)	0,179 (0,02)	0,212 (0,02)
mkg50	0,199 (0,01)	0,217 (0,07)	-0,109 (0,07)	0,062 (0,07)	0,135 (0,07)
scs50	0,088 (0,01)	0,123 (0,09)	-0,122 (0,08)	0,018 (0,08)	0,070 (0,08)
Abgänge					
100 Tage p. p.	0,044 (0,02)	-0,294 (0,19)	-0,012 (0,18)	-0,146 (0,18)	-0,228 (0,18)
300 Tage p. p.	0,046 (0,01)	-0,067 (0,14)	0,128 (0,13)	0,061 (0,13)	-0,037 (0,13)
450 Tage p. p.	0,055 (0,01)	0,066 (0,12)	0,151 (0,12)	0,130 (0,11)	0,083 (0,12)

darstellt (GRIEVE et al., 1986). KESSEL et al. (2008) konnten bei an Ketose erkrankten Kühen neben einem erhöhten Fett-Eiweiß-Quotienten einen erhöhten Verlust an Körpermasse, einen höheren Rückgang des Body Condition Score und der Rückenfettstärke feststellen. Die Ursache ist vermutlich eine stärkere postpartale Fettmobilisation infolge des Energiedefizits. Daraus folgend resultiert eine Verringerung des Eiweißgehalts bei gleichzeitiger Erhöhung des Fettgehalts, was in der Folge zu einem Anstieg des Fett-Eiweiß-Quotienten führt.

Die Ergebnisse zeigen, dass das Erstkalbealter einen positiven Einfluss auf das Verhältnis der Milchinhaltsstoffe besitzt. Möglicherweise verfügen zur Kalbung ältere Färsen über mehr Körperreserven, die im Bedarfsfall mobilisiert werden können und so zu einem Anstieg des Fettgehalts führen. Kühe mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten im Extrembereich (unter 1,1 oder über 1,6) haben eine geringere 50-Tage-Milchmenge als die Vergleichstiere. Dabei ist es nicht von Bedeutung, welche der vier verschiedenen Definitionen betrachtet wird. HEUER et al. (1999) stellten bei Kühen mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten oberhalb des Normbereichs ein erhöhtes Risiko fest, an Ketose, Labmagenverlagerung, Ovarialzysten, Lahmheit oder/und Mastitis zu erkranken. Ein vermehrtes Krankheitsgeschehen stellt eine zusätzliche Belastung dar und kann zu einer verringerten Milchleistung führen.

Die Betrachtung der Abgangsraten zeigt, dass ein signifikanter Zusammenhang mit dem Fett-Eiweiß-Quotienten besteht. Die einzelnen Definitionen besitzen dabei eine unterschiedliche Aussagekraft: Kühe, deren Fett-Eiweiß-Quotient am ersten Testtag unterhalb des Normbereichs liegt, haben ein höheres Risiko abzugehen. Dagegen wirkt sich die Erhöhung des Fett-Eiweiß-Quotienten am 2. Testtag über den Normbereich vor

allem negativ, d.h. erhöhend, auf die Abgangsrate aus. Der kombinierte wie auch der Fett-Eiweiß-Quotient der hochgerechneten Leistung beeinflussen das Abgangsrisiko sowohl unter- als auch oberhalb des physiologisch normalen Bereichs negativ. Auch BRADE et al. (2008) fanden einen signifikanten Einfluss des Verhältnisses von Fett zu Eiweiß auf die Abgangsrate der ersten Laktation. Sie konnten ein erhöhtes Verlust-geschehen bei Erstkalbskühen mit einem Fett-Eiweiß-Quotienten über 1,3 nachweisen.

Die an diesem Material für den Fett-Eiweiß-Quotienten geschätzten Heritabilitäten liegen im Bereich zwischen 0,13 und 0,21. BUTTCHEREIT et al. (2010) schätzten mit Hilfe eines Random-Regression-Testtagsmodells Werte von 0,14 bis 0,44. GROEN und VOS (1998) untersuchten das Eiweiß-Fett-Verhältnis der 305-Tage-Leistung der ersten Laktation und schätzten die Heritabilität dieses Merkmals im hohen Bereich ($h^2 = 0,79$).

Die genetischen Korrelationen der verschiedenen Definitionen des Fett-Eiweiß-Quotienten zu Milchmenge, SCS und Abgangsraten weichen stark voneinander ab. Die unterschiedlichen Beziehungen der einzelnen Fett-Eiweiß-Quotienten zum jeweils betrachteten Merkmal legen die Vermutung nahe, dass es sich nicht um identische Merkmale handelt. Zudem erschwert der nichtlineare phänotypische Zusammenhang die Interpretation der genetisch-statistischen Parameter. Auch für den genetischen Einfluss kann ein nicht-linearer Zusammenhang vermutet werden. Dies würde bedeuten, dass beispielsweise zu untersuchen ist, ob es Nachkommenschaften von Bullen gibt, welche tendenziell stark erniedrigte Werte für den Fett-Eiweiß-Quotienten des ersten Testtages zeigen bzw. ob es Nachkommenschaften gibt, welche im Mittel extrem erhöhte Werte für den zweiten Testtag aufweisen. Auf phänotypischer Ebene sind diese beiden Fälle, wie gezeigt, mit sehr deutlich erhöhten Abgangsraten assoziiert. Von BUTTCHEREIT et al. (2010) wird vorgeschlagen, dass eine Verbesserung der Stoffwechselstabilität mit Hilfe eines Zuchtwertes für das Fett-Eiweiß-Verhältnis machbar sei. Aufgrund der deutlich von Null abweichenden Schätzwerte für die Erblichkeit des Fett-Eiweiß-Quotienten – sowohl in der Literatur als auch in der eigenen Arbeit – ist dieser Schlussfolgerung beizupflichten. Auch ohne spezifische Betrachtung des Fett-Eiweiß-Quotienten, aber aufgrund einer Fülle von erhobenen Parametern aus Milch und Blut, stellten KESSEL et al. (2008) fest, dass eine beträchtliche tierindividuelle Variation hinsichtlich der Bewältigung von metabolischem Stress der Milchkuh existiert. Allerdings erscheint klar, dass es sich in bei jedweder Verwendung des Fett-Eiweiß-Quotienten um Optimalmerkmale handeln wird, welche nur unter Schwierigkeiten in den gesamten Selektionsprozess der Milchrinderzucht einzubinden sein werden.

5 Schlussfolgerungen

Die an einem vergleichsweise großen Datenmaterial gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Überleben in der ersten Laktation und dem Fett-Eiweiß-Verhältnis der Früh-laktation besteht. Allerdings erscheint dieser Zusammenhang nicht-linearer Natur zu sein und ist ebenfalls selbst in der Richtung des Zusammenhanges davon abhängig, welcher Zeitabschnitt für die Errechnung des Fett-Eiweiß-Quotienten gewählt wird.

Literatur

BASTIAANSEN, J.W.M., H. BOVENHUIS, S. WIJGA, S. MC PARLAND, E. WALL, E. STRANDBERG and R. VEERKAMP, (2010): Genome Wide Association Study for Milk Production and Fat-to-protein-ratio in Dairy Cattle. Proc. of the 9th WCGALP, Leipzig, Germany, August 1–6, Vortragsnr. 0270.

- BRADÉ, W., H. HAMANN, E. BRADÉ and O. DISTL, (2008): Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen. *Züchtungskunde* **80**, 127–136.
- BUTTCHEREIT, N., E. STAMER, W. JUNGE and G. THALLER, (2010): Relationship of energy balance and fat protein ratio of milk to disease liability in dairy cattle. Proceedings of the 9th WCGALP, Leipzig, Germany, August 1–6, 2010.
- GILMOUR, A.R., B.J. GOGEL, B.R. CULLIS and R. THOMPSON, (2009): ASReml User Guide Release 3.0. VSN International Ltd, Hemel Hempstead, UK.
- GRIEVE, D.G., S. KORVER, Y.S. RIJPKEMA and G. HOF, (1986): Relationship between Milk Composition and some Nutritional Parameters in Early Lactation. *Livest. Prod. Sci.* **14**, 239–254.
- GROEN, H. and A.F. Vos, (1998): Altering milk protein/fat-ratio: results of a selection experiment in dairy cattle. *Livest. Prod. Sci.* **53**, 49–55.
- HEUER, C., Y.H. SCHUKKEN and P. DOBBELAAR, (1999): Postpartum Body Condition Score and Results from the First Test Day Milk as Predictors of Disease, Fertility, Yield, and Culling in Commercial Dairy Herds. *J. Dairy Sci.* **82**, 295–304.
- KESSEL, S., M. STROEHL, H.H.D. MEYER, S. HISS, H. SAUERWEIN, F.J. SCHWARZ and R.M. BRUCKMAIER, (2008): Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.* **86**, 2903–2912.
- MAHLKOW-NERGE, K., (2009): Die Aussagekraft des Milchkennwerts Fett-Eiweiß-Quotient. *Nutztierpraxis aktuell* **1**, 50–52.
- SAS INSTITUTE INC., (2004): SAS 9.1.2 Qualification Tools User's Guide. Cary, NC, USA.
- RÖMER, A., (2011): Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. *Züchtungskunde* **83**, 8–20.
- WANGLER, A., E. BLUM, I. BÖTTCHER and P. SANFTLEBEN, (2009): Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion. *Züchtungskunde* **81**, 341–360.