

# Zur Eignung des Gehalts an Milchinhaltsstoffen als Ketoseindikator

Helmut Manzenreiter<sup>1\*</sup>, Birgit Fürst-Waltl<sup>1</sup>, Christa Egger-Danner<sup>2</sup> und Werner Zollitsch<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Durch die Mobilisation von Körperfett und Körpereiwweiß bei Energiemangel zu Laktationsbeginn entstehen Abbauprodukte, welche im Stoffwechsel unter Energieverbrauch abgebaut werden müssen. Kann dieser Stoffwechselweg nicht vollständig durchgeführt werden, kommt es zur Ketose.

Ziel der Untersuchung war es, den Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen, welche im Zuge der Milchleistungskontrolle durch die österreichischen Leistungskontrollverbände erfasst werden, und der Stoffwechselkrankheit Ketose zu ermitteln. Dafür wurden Daten aus dem Projekt "Gesundheitsmonitoring Rind" ausgewertet.

Die Ketose tritt zu 80 % in den ersten 50 Laktationstagen auf, wobei ca. 35 % der Ketosen in den ersten 10 Laktationstagen auftreten.

Sowohl zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen, als auch dem daraus abgeleiteten Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) und Fett-Laktose-Quotient (FLQ) besteht ein signifikanter Zusammenhang mit einer für die jeweiligen Kühen erstellten Ketosediagnose. Es ist aber mit keinem dieser Parameter möglich, Tiere, bei denen eine Ketose diagnostiziert wurde, von jenen ohne Ketosediagnose verlässlich zu unterscheiden.

Der FEQ-Grenzwert von über 1,5, der derzeit als Hinweis auf erhöhte Ketosegefahr empfohlen wird, muss einerseits wegen deutlicher Rasse-Unterschiede und andererseits aufgrund der Tatsache, dass 58 % der mit Ketose diagnostizierten Fleckviehkühe einen FEQ von höchstens 1,5 zeigten, kritisch hinterfragt werden.

Die Erfolgsaussichten im praktischen Einsatz werden noch dadurch vermindert, dass für 49 % der an Ketose erkrankten Milchkühe im vorliegenden Datenmaterial keine Milchleistungskontrollergebnisse aus einem aussagekräftigen Zeitraum vor Auftreten der Erkrankung zur Verfügung standen.

Für die Weiterentwicklung der Ketoseerkennung mittels Milchinhaltsstoffen sind vor allem eine differenzierte Betrachtung der Rassen, die kritische Prüfung der Aussagekraft des FLQ im Vergleich zum FEQ und die nötige Anpassung des Grenzwertes zu beachten.

**Schlagwörter:** Ketose, Azetonämie, Früherkennung, Milchinhaltsstoffe, Fett-Eiweiß-Quotient, Fett-Lactose-Quotient

## Summary

The mobilization of fat and protein reserves in phases of energy deficiency during early lactation leads to the formation of metabolites which are subject to further metabolism. If this is not possible, mainly due to a lack of sufficient amounts of glucose, this leads to ketosis.

The aim of this study was to analyse the relationship between the milk constituents which are recorded during routine milk performance testing, and a diagnosis for ketosis. For this purpose, data were used which had been collected in the course of the project "Gesundheitsmonitoring Rind".

Ketosis mainly (80 %) occurs during the first 50 days of lactation, and about 35 % of the positive diagnoses were made during the first 10 days of lactation.

A significant difference was found between dairy cows with and without a ketosis diagnosis in terms of the content of milk constituents. However, it is not possible to sufficiently differentiate dairy cows with and without ketosis based on a defined threshold value for any of these traits. The commonly used fat-protein-quotient threshold of 1.5 has to be questioned, because of significant differences between breeds and also because of the fact that 58 % of Simmental cows with a ketosis diagnosis had a fat-protein-quotient smaller than or equal to 1.5.

The practical utilization of information from milk performance testing is further hampered by the fact that for 49 % of the positively diagnosed dairy cows no performance testing was conducted within a relevant time period before ketosis was diagnosed.

To support the further development of early lactation ketosis indicators on the basis of traits recorded during milk performance testing, a differentiation according to breeds, the critical assessment of the suitability of the fat-lactose-quotient in comparison to the fat-protein-quotient and the adaptation of the threshold values need to be considered in order to detect a greater proportion of cows with ketosis.

**Keywords:** ketosis, diagnosis, milk constituents, fat, protein, lactose

<sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel Straße 33, A-1180 Wien

<sup>2</sup> ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/19, A-1200 Wien

\* Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Helmut Manzenreiter email: [helmut.manzenreiter@gmx.at](mailto:helmut.manzenreiter@gmx.at)



## 1. Einleitung und Problemstellung

Im Zuge des Projektes „Gesundheitsmonitoring Rind“ werden seit 2006 Gesundheitsdaten von Milchrindern zusammen mit Milchleistungsdaten erhoben und zu Zucht- und Managementzwecken gemeinsam ausgewertet (EGGER-DANNER et al. 2012). Seit 1. Jänner 2008 wird aus den Daten der Milchleistungskontrolle ein neuer Tagesbericht mit Merkmalen, die für das Gesundheitsmonitoring relevant sind, erstellt. Seitdem wird auch der Fett-Eiweiß-Quotient im Tagesbericht in einer eigenen Grafik dargestellt. Dieser soll für die ersten 120 Tage der Laktation eine Auskunft über die Ketosegefahr von Milchkuhen geben. Als kritischer Wert gilt ein Fett-Eiweiß-Quotient ab 1,5 (DE KURIF et al. 2007, SEMLITSCH 2008, ZOTTL 2008).

Gemeinsam mit der Pansenazidose und der Gebärdparese stellt die Ketose (Azetonämie) eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar (GASTEINER 2000). In der Literatur geht man von einer Erkrankungshäufigkeit bei subklinischer Ketose von bis zu 14,1 % der Milchkuhe in den ersten 65 Laktationstagen aus (DUFFIELD et al. 1997). In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die Milchleistungskontrolle, bei der die Milchinhaltsstoffe routinemäßig erhoben werden, ein einfaches, schnelles und kostengünstiges Werkzeug zur Erkennung des Ketoserisikos in österreichischen Milchviehherden anbieten kann.

Aufgrund der seit 2006 zur Verfügung stehenden Daten aus dem „Gesundheitsmonitoring Rind“ besteht erstmals die Möglichkeit, den Zusammenhang zwischen Ketosediagnosen und den Milchinhaltsstoffen der Milchkuhe vor der Diagnose anhand von österreichischen Felddaten zu analysieren. Dabei gilt es vor allem den Fett-Eiweiß-Quotienten als derzeit angewendeten Hilfsparameter zur Abschätzung des Ketoserisikos sowie die weiteren Milchinhaltsstoffe aus der Leistungskontrolle auf ihre Eignung zu überprüfen. Für das praktische Herdenmanagement stellt sich vor allem die Frage, ob Milchkuhe, die an einer Ketose leiden, anhand von veränderten Milchinhaltsstoffen in der vorangehenden Milchleistungskontrolle erkannt werden können. Weiters wurde der typische Zeitpunkt des Auftretens der Ketose in der Laktation sowie der Einfluss der Laktationszahl analysiert.

## 2. Ketose (Azetonämie): Ursachen, Symptome, Diagnose

Die Ketose stellt eine der wichtigsten Stoffwechselerkrankungen in der Milchviehhaltung dar. Ausgelöst wird sie meist durch eine negative Energiebilanz des Tieres und die darauf folgende Störung des Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsels (GASTEINER 2000). Durch den hohen Energiebedarf, der am Beginn der Laktation (bzw. bei Schaf und Ziege auch schon am Ende der Trächtigkeit) auftritt, müssen bei zu geringer Futteraufnahme Körperreserven mobilisiert werden. Dieser Vorgang stellt vor allem am Beginn der Laktation grundsätzlich einen physiologisch normalen Kompensationsmechanismus zur Energiebereitstellung dar. Die beim Abbau von Körperfett und Körpereiwweiß entstehenden Abbauprodukte müssen unter Verwendung von Glucose zu Acetyl-CoA umgebaut und in den Zitronensäurezyklus eingeschleust werden. Bei einem Mangel an Glucose kann dieser Stoffwechselweg nicht vollständig

durchgeführt werden und es kommt zur Anhäufung der krankmachenden Ketonkörper wie Azeton, Azetessigsäure und  $\beta$ -Hydroxybuttersäure. Folgende Ursachen können eine Ketose zur Folge haben (GASTEINER 2000, ULBRICH et al. 2004):

- Verfütterung einer ketogenen Ration
- Nicht bedarfsdeckende Ration
- Infolge einer Grundkrankheit unzureichenden Aufnahme einer adäquat zusammengesetzten Ration
- Spontane Ketose

Durch die Erfassung der Ketonkörper (krankmachende Stoffwechselmetaboliten), die sich im Blut, im Harn, in der Atemluft und in der Milch befinden, kann die Ketose diagnostiziert werden. Der Serum-Glucosespiegel stellt einen weiteren aussagekräftigen Parameter dar. Bei dieser Krankheit ist die Leber das zentral betroffene Organ. Die deutlichsten Krankheitssymptome sind Appetitlosigkeit (speziell das Kraftfutter betreffend), Verringerung der Milchleistung, Fruchtbarkeitsstörungen, ein starker Verlust an Körperkondition sowie eine starke Belastung der Leber bis zur Leberdegeneration, wobei die Körpertemperatur normal bleibt (BAIRD 1980, GOFF und HORST 1997, GASTEINER 2000).

Bei starker Anhäufung von Ketonkörpern im Blut besteht die Gefahr einer metabolischen Azidose, welche sich an nervösen Störungen wie Übererregbarkeit, Muskelzittern, Speicheln, Taumeln oder Schläfrigkeit erkennen lässt (ULBRICH et al. 2004). Bei einem klassischen Krankheitsverlauf verweigern die Tiere als erstes das Kraftfutter und im Weiteren auch das Grundfutter. Erkrankte Tiere zeigen eine erhöhte Atemfrequenz und die Atemluft riecht durch die Anreicherung von Ketonkörpern in den Schleimhäuten nach Azeton. Der Anstieg der Ketonkörper deutet auf eine Störung des Fettstoffwechsels mit gesteigerter Lipolyse hin. Bei gleichzeitiger Abnahme der Cholesteroll- und Lipoproteinkonzentration kommt es zur Anreicherung von Triglyzeriden in der Leber, einer so genannten fettigen Infiltration, welche in Abhängigkeit der Krankheitsintensität und -dauer bis zu einem gewissen Ausmaß umkehrbar ist. Ist die Leber jedoch so stark geschädigt, dass sie ihrer Funktion als Entgiftungsorgan nicht mehr ausreichend nachkommen kann, kommt es zur Anreicherung von toxischen Verbindungen wie Ammoniak und dadurch ausgelöster Schädigung des zentralen Nervensystems. Dies kann vom Festliegen der Kuh bis zum totalen Bewusstseinsverlust durch ein Leberkoma führen. In weiterer Folge kann eine klinische oder auch subklinische Ketose begünstigend für Organerkrankungen wie eine Labmagenverlagerung wirken, welche ihrerseits durch darauf folgende Appetitlosigkeit zur Verstärkung der Ketose führt. Sehr stark verfettete Kühe haben eine höhere Wahrscheinlichkeit, eine Schweregeburt und somit verstärkten Geburtsstress zu erleiden. Tritt durch diese Faktoren eine Verminderung der Futteraufnahme und damit einhergehend eine negative Energiebilanz ein, kommt es zur verstärkten Lipomobilisation und darauf folgend zur Ketose („Fat Cow Syndrome“; GASTEINER 2000).

Sowohl klinische als auch subklinische Ketose tritt normalerweise bei hochlaktierenden Milchkuhen zwischen der ersten und achten Laktationswoche auf (BAIRD 1980, GASTEINER 2000, KLUG et al. 2004), wobei die größte

Gefahr von subklinischer Ketose laut DUFFIELD et al. (1997) in der zweiten Laktationswoche, und von klinischer Ketose 10 Tage bis drei Wochen nach der Abkalbung zu verzeichnen ist (GOFF und HORST 1997, GASTEINER 2000, GEISHAUSER et al. 2000) Mit steigender Laktationszahl ist von einem Anstieg der Ketosegefahr auszugehen (DUFFIELD et al. 1997). Hinweis auf eine Ketose ist der positive Nachweis von Ketonkörpern in Harn und Milch, wobei ein negatives Testergebnis eine mögliche Erkrankung nur bedingt ausschließt (GASTEINER 2000).

## 2.1 Milchinhaltsstoffgehalte als Ergebnisse der Leistungskontrolle

Die Milchleistungskontrolle bietet dem Landwirt im Abstand von 33 bis 44 Tagen (LKV 2011) tierindividuelle Informationen über Tagesmilchmenge, Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt, sowie über Zellzahl und Harnstoffgehalt der Milch. Der Zusammenhang zwischen der Veränderung der Milchinhaltsstoffe und dem Ketoserisiko wurde in der Vergangenheit häufig analysiert. Das Ketoserisiko steigt mit einer Erhöhung des Milchfettgehaltes an und sinkt mit steigendem Milcheiweißgehalt ab (DUFFIELD et al. 1997). Durch die zu geringe Sensibilität und Spezifität der Einzelwerte sind weder der Fett- noch der Eiweißgehalt geeignete Parameter, um eine subklinische Ketose zu erkennen. Es ist zu beachten, dass der Milchfettgehalt von verschiedenen Stoffwechselfaktoren beeinflusst werden kann, was eine Aussage zur Stoffwechsellage erschwert. Kommt es beispielsweise in der Hochlaktation zu einer durch Rohfasermangel bedingten Milchfettdepression und gleichzeitig zum Anstieg des Milchfettes über die Lipomobilisation, können sich diese gegenläufigen Veränderungen des Milchfettgehaltes aufheben. Somit kann die ausschließliche Betrachtung des Milchfettgehaltes nur ein mangelhaftes Kriterium zur Einschätzung der Stoffwechsellage sein (SPOHR und WIESNER 1991).

### 2.1.1 Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ)

Der Fett-Eiweiß-Quotient (Verhältnis zwischen Milchfett- und Milcheiweißgehalt) als Indikator zur Erkennung von Ketose kann folgendermaßen theoretisch begründet werden: Eine Energieunterversorgung am Laktationshöhepunkt führt zur erhöhten Körperfettmobilisation, dabei kommt es zur Zunahme von unveresterten freien Fettsäuren und Acetyl-CoA im Blut, welche einen Anstieg der Fettsynthese im Euter zur Folge hat. Zugleich wird bei einer zu geringen Energieaufnahme die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen verringert, die Proteinversorgung der Milchkuh begrenzt und somit der Eiweißgehalt in der Milch reduziert (DIRKSEN 1994).

Der Optimalbereich des Fett-Eiweiß-Quotienten liegt zwischen 1 und 1,25, wobei der Bereich von 1 bis 1,5 als normal zu beurteilen ist (SPOHR und WIESNER 1991). Werte über 1,5 würden demnach ein erhöhtes Ketoserisiko anzeigen.

### 2.1.2 Fett-Laktose-Quotient (FLQ)

Der theoretische Erklärungsansatz beim Fett-Laktose-Quotienten (Verhältnis zwischen Milchfett- und Laktosegehalt) ist bezüglich des Fettgehaltes gleich wie für den FEQ. Im Unterschied zum FEQ wird beim FLQ der Laktosegehalt der Milch als zweiter Parameter herangezogen. STEEN

et al. (1996) ermittelten mit steigendem Acetongehalt der Milch einen sinkenden Laktosegehalt der Milch gegenüber einem unveränderten Eiweißgehalt. Somit können laut STEEN et al. (1996) Tiere mit erhöhtem Acetongehalt (über 0,7 mmol/l) besser mit dem FLQ als mit dem FEQ identifiziert werden.

## 3. Eigene Untersuchungen: Material und Methoden

### 3.1 Datengrundlage

Im Rahmen einer Masterarbeit (MANZENREITER 2012) wurden Diagnosedaten aus dem Projekt "Gesundheitsmonitoring Rind (GMON)" sowie Leistungs- und Stammdaten aus dem Rinderdatenverbund ausgewertet. Es wurden Datensätze von Betrieben mit überwiegend elektronischer Datenübermittlung anonymisierter Tierarztpraxen verwendet. Um eine repräsentative Aussage treffen zu können, wurden alle Betriebe mit allen Milchkuhen, die im Betreuungsverhältnis mit den ausgewählten Tierarztpraxen standen, für die Auswertung herangezogen. Die Ausgangsdaten umfassen 732.296 Probemelkergebnisse von 48.837 Milchkuhen verteilt auf 1.446 Betriebe. Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich von 1. Juli 2006 bis 31. August 2010, in dem von 53 Tierarztpraxen 1.133 Diagnosen auf Ketose/Azetonämie gestellt wurden.

Wie in der Milchleistungskontrolle wurde eine Standardlaktation von 305 Tagen angenommen (LKV 2011). Aufgrund des frühen Auftretens der Ketose in der Laktation ist die erste Milchleistungskontrolle nach der Geburt des Kalbes die aussagekräftigste. Daher wurde die gesamte Auswertung mit Ausnahme der Verlaufsdarstellung der Milchinhaltsstoffe auf die erste Probemelkung in der Laktation beschränkt. Ausgeschlossen wurden jene Tiere, welche innerhalb des Beobachtungszeitraumes den Betrieb gewechselt haben, bei welchen der erste Kontrolltag nach dem 50. Laktationstag lag und welche auf Betrieben mit einer durchschnittlichen Kuhzahl von weniger als fünf standen.

### 3.2 Statistische Auswertung

Ausgewertet wurden 75.842 Laktationen, welche von 40.598 Milchkuhen aus 1.408 Betrieben stammen. Diese Betriebe wurden von 53 Tierarztpraxen betreut. Von 45 dieser Tierarztpraxen liegt im genannten Zeitraum zumindest eine Diagnose auf Ketose/Azetonämie vor. Für die statistische Auswertung wurden eine Ketose- und eine Kontrollgruppe gebildet. Der Ketosegruppe wurden Tiere zugeordnet, die in der laufenden Standardlaktation, welche vom Tag der Geburt des Kalbes bis zum 305. Tag reicht, mindestens eine Erstdiagnose für Ketose hatten.

Den größten Anteil an Ketosediagnosen hatte die Rasse Fleckvieh (778 Diagnosen im Beobachtungszeitraum), auf welche auch der größte Anteil der ausgewerteten Probemelkergebnisse entfällt. Auf Fleckvieh folgen die Rassen Braunvieh (197), Holstein Friesian (122) und Holstein Rotbunte (33). Die Auswertungen wurden jeweils auf die vier genannten Rassen (FV, BV, HF, RF) gemeinsam (im Folgenden als „alle Rassen“ bezeichnet) und individuell auf die Rasse Fleckvieh bezogen. Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm

SAS 9.1. (SAS 2003). In der gesamten Datenanalyse wurde ein Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  angenommen, bei dessen Unterschreiten, Differenzen zwischen den beiden Gruppen als statistisch gesichert interpretiert werden. Für die Auswertung kamen drei verschiedene Methoden zur Anwendung.

1) Die Berechnung von Mittelwerten ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen (s) für die Ketose-bzw. Kontrollgruppe oder je Gruppe für eine bestimmte Zeitperiode.

2) Varianzanalyse mit der Prozedur GLM (General Linear Model) für alle Milchinhaltsstoffe, die im Zuge der Milchleistungskontrolle erhoben werden. Der Auswertung wurde folgendes Merkmalsmodell zugrunde gelegt:

$$Y_{ijk} = \mu + \text{Diag}_i + B_j + b_1Lz + b_2G + b_3Lt + b_4Lt^2 + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Beobachtungswert der abhängigen Variablen

$\mu$  = gemeinsame Konstante der Y-Werte

$\text{Diag}_i$  = fixer Effekt der Diagnose i, i = keine Diagnose (Kontrolle) bzw. Diagnose (Ketose)

$B_j$  = Betrieb, j = 1, ..., 1245

Lz = Laktationszahl, Lz = 1, ..., 16

G = Genanteil, G = 5,3, ..., 100 (100 = 100 % rein rassig)

Lt = Laktationstag Lt = 1, ..., 50

Lt<sup>2</sup> = Laktationstag<sup>2</sup>

$\varepsilon_{ijk}$  = Residue

Multiple Mittelwertvergleiche erfolgten anhand des Tukey-Kramer-Tests (SAS 2003).

3)  $\chi^2$ -Test (Chi-Quadrat-Test) zur Berechnung zum Testen verschiedener Häufigkeiten.

Um die Ketosehäufigkeit nach der Laktationszahl auszuwerten, wurde die Anzahl der Ketosediagnosen in der 1., 2., 3. sowie 4. plus höheren Laktationen, miteinander verglichen.

Für die Analyse der Auswirkungen des Kalbeverlaufs auf die Häufigkeit des Auftretens einer Ketose wurden der Kalbeverlauf 4 (Kaiserschnitt) und 5 (Embryotomie) aufgrund ihrer geringen Häufigkeit gemeinsam mit dem Kalbeverlauf 3 (Schwergeburt) zu einer Gruppe zusammengefasst.

## 4. Ergebnisse

Die Ketose tritt in 92 % aller Erkrankungen in den ersten 100 Laktationstagen auf, wobei 80 % der Diagnosen in den ersten 50 Tagen nach der Abkalbung diagnostiziert werden. Die höchste Erkrankungsgefahr besteht in den ersten 10 Laktationstagen, in welchen ca. 35 % aller Ketosen diagnostiziert werden (*Abbildung 1*).

Um eine Ketose-Erkrankung im Vorhinein auf der Basis der Kontrollergebnisse erkennen zu können, ist der Abstand zwischen der Milchleistungskontrolle und dem Ausbruch der Krankheit von großer Bedeutung. Aufgrund des Kontrollintervalls von 33 bis 44 Tagen und des sehr frühen Auftretens der Erkrankung in der Laktation, gibt es, wie in *Tabelle 1* ersichtlich, für 49 % der erkrankten Tiere keine Möglichkeit der vorzeitigen Erkennung der Krankheit über die Milchinhaltsstoffe. Bei 51 % der Tiere liegt eine Milchleistungskontrolle, die im Vorhinein oder am Tag der Ketosediagnose gezogen wurde, vor.

### 4.1 Milchinhaltsstoffe und Ketose

Beim Gehalt der Milch an Fett, Eiweiß und Laktose sowie den analysierten Quotienten FEQ und FLQ gibt es sowohl zwischen den Gruppen als auch zwischen den Rassen signifikante Unterschiede. Hinsichtlich des Fettgehalts und des Fett-Eiweiß-Quotienten ist dies in *Tabelle 2* dargestellt.

Zwischen den Rassen differiert der FEQ unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit um 0,15. Dadurch und durch die für die Rassen unterschiedlichen Differenzen zwischen Kontroll- und Ketosegruppe

ist eine allgemein gültige Aussage über die Ketoseerkennung mit Grenzwerten sehr schwierig. Aus diesem Grund wurde in weiterer Folge die Auswertung auf die Rasse Fleckvieh eingeschränkt.

Beim Gehalt an den Milchinhaltsstoffen Fett, Eiweiß und Laktose sowie bei den beiden Quotienten FEQ und FLQ unterscheiden sich die Kontroll- und Ketosegruppe signifikant (*Tabelle 3*). Die Unterschiede bei den weiteren Milchparametern wie Harnstoff- und Zellzahlgehalt der Milch sowie der Milchmenge in kg/Tag, sind statistisch nicht abgesichert und somit als zufällig entstanden zu interpretieren. Der größte

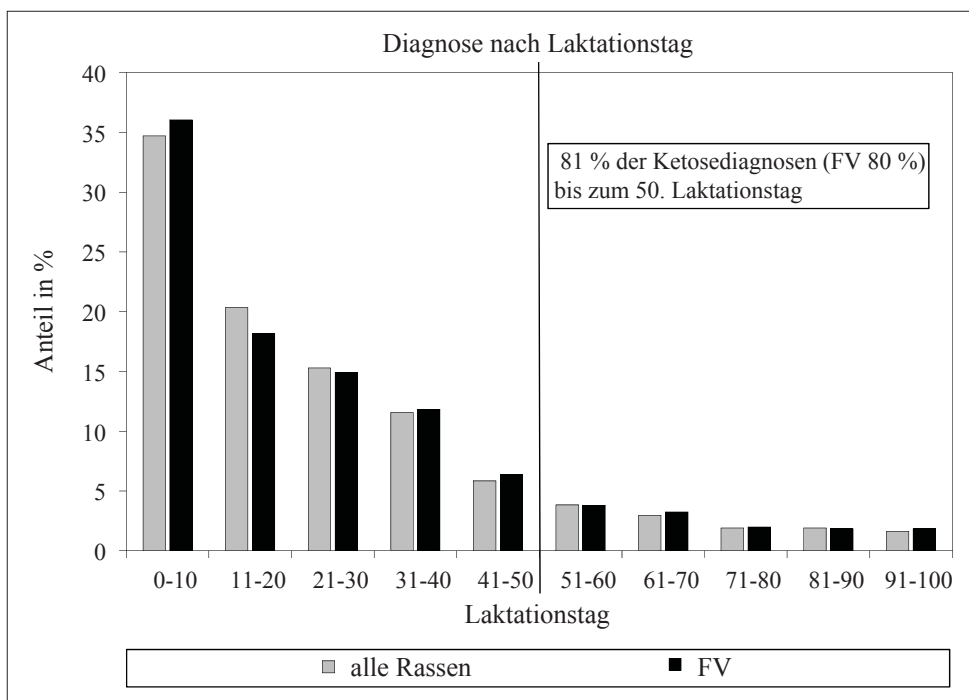


Abbildung 1: Verteilung der Diagnosen nach dem Laktationstag

**Tabelle 1: Anteil der Ketosediagnosen mit vorhandener Milchleistungskontrolle**

Merkmal	Rassen	
	alle Rassen	FV
Milchleistungskontrolle vor oder am Tag der Diagnose	51,1 %	50,7 %
Milchleistungskontrolle nach der Diagnose	48,9 %	49,3 %
Anzahl der Beobachtungen	n = 932	n = 629

**Tabelle 2: Unterschiede im FEQ und Milchfettgehalt nach Rassen und Gruppen**

Merkmal	Rasse				P-Wert
	FV	BV	HF	RF	
FEQ	1,38 <sup>a</sup>	1,42 <sup>b</sup>	1,53 <sup>c</sup>	1,44 <sup>abc</sup>	< 0,001
Kontrolle	1,28	1,32	1,38	1,39	0,022
Ketose	1,47	1,53	1,67	1,48	(WW)
Fett in %	4,44 <sup>a</sup>	4,55 <sup>b</sup>	4,54 <sup>b</sup>	4,61 <sup>b</sup>	< 0,001

**Tabelle 3: Merkmale der Milchleistungskontrolle von Fleckviehkühen mit und ohne Ketose-Diagnose**

Merkmal	Diagnose		s <sub>e</sub> <sup>*</sup>	P-Wert
	Kontrollgruppe	Ketosegruppe		
Fett in %	4,18	4,69	0,709	<0,001
Eiweiß in %	3,27	3,22	0,292	0,016
Laktose in %	4,83	4,80	0,158	0,012
FEQ	1,29	1,48	0,239	<0,001
FLQ	0,87	0,99	0,158	<0,001
Harnstoff in mg/dl	18,3	17,4	7,36	0,078
Zellzahl in 1000/ml	182	178	0,6	0,920
Milch in kg/Tag	27,5	28,1	5,80	0,190

\* Schätzfehler

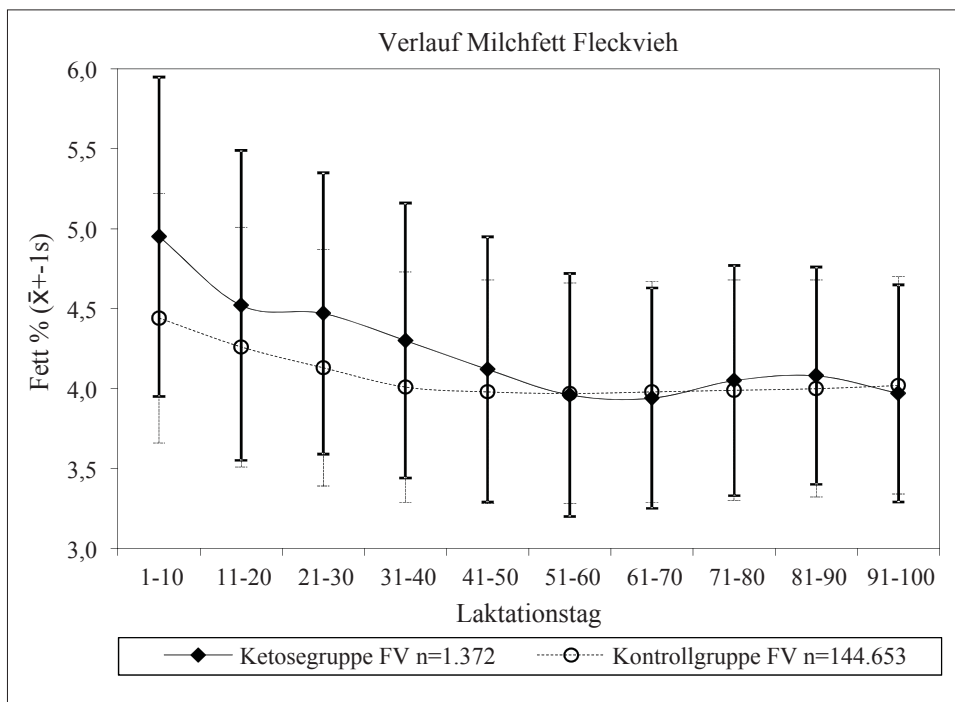
Unterschied zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe ist für den Milchfettgehalt zu erkennen. Bei den Merkmalen Eiweiß- und Laktosegehalt ist der Unterschied geringer. Der Milchfettgehalt nimmt bei der Ketosegruppe um 0,51 Prozentpunkten (PP) gegenüber der Kontrollgruppe zu. Im Gegensatz zum Milchfett fällt der Gehalt an den Milchinhaltsstoffen Eiweiß um 0,05 PP und Laktose um 0,03 PP

ab. Der Fett-Eiweiß-Quotient steigt von der Kontroll- zur Ketosegruppe statistisch gesichert um 0,19 an. Vergleichbar mit dem FEQ steigt der Fett-Laktose-Quotient um 0,12 (Tabelle 3).

Die Unterschiede in den Milchinhaltsstoffen zwischen der Kontroll- und der Ketosegruppe variieren im Laktationsverlauf (Abbildungen 2 bis 5). Für die Eignung als Indikator zur Ketose-Erkennung ist dies ein wichtiger Aspekt.

Der Fettgehalt der Milch (Abbildung 2) ist sowohl bei der Ketose- als auch bei der Kontrollgruppe durch einen Rückgang am Beginn der Laktation gekennzeichnet, wobei die Ketosegruppe in den ersten Laktationswochen einen um 0,5 PP erhöhten Fettgehalt in der Milch aufweist, welcher sich bis zum 60. Laktationstag an jenen der Kontrollgruppe angleicht. In der Kontrollgruppe stabilisiert sich der Fettgehalt um ca. 20 Tage früher auf ca. 4 % Fett als bei der Ketosegruppe.

Im Unterschied zum Fett- und Laktosegehalt der Milch unterscheiden sich die Ketose- und Kontroll-



**Abbildung 2: Verlauf des Milchfettgehaltes von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel**

gruppe im Milcheiweißgehalt bis zum 20. Laktationstag nicht (Abbildung 3). In beiden Gruppen sinkt der Eiweißgehalt der Milch bis zum ca. 35. Laktationstag ab und steigt danach wieder an. Ab dem 20. Laktationstag ist bei der Ketosegruppe ein um ca. 0,1 PP geringerer Eiweißgehalt der Milch erkennbar.

Der Laktosegehalt der Milch steigt in beiden Gruppen vom Beginn der Laktation bis zum ca. 30. Laktationstag um rund

0,15 PP an. Bei der Ketosegruppe liegt der Laktosegehalt der Milch annähernd kontinuierlich 0,05 PP unter dem Laktosegehalt der Kontrollgruppe. Ab dem 90. Laktationstag erreichen beide Gruppen dasselbe Niveau.

Der Fett-Eiweiß-Quotient steigt sowohl in der Kontroll- als auch in der Ketosegruppe von Beginn der Laktation bis zum Zeitraum 20.-30. Tag an und fällt danach wieder ab (Abbildung 4). Bis zum ca. 50. Laktationstag liegt der Unterschied zwischen Ketose- und Kontrollgruppe bei 0,14 bis 0,08 und verringert sich ab dem 50. Laktationstag auf 0,07 bis 0,02.

Der Verlauf der Fett-Laktose-Quotienten (Abbildung 5) beider Tiergruppen ist stark vom Verlauf des Milchfettgehaltes geprägt. Sowohl in der Ketose- als auch in der Kontrollgruppe fällt der FLQ am Beginn der Laktation bis zum ca. 50. Laktationstag ab, wobei zu erkennen ist, dass zu Laktationsbeginn der FLQ in der Ketosegruppe um 0,1 höher ist als bei der Kontrollgruppe.

Am Verlauf des Milchfettgehaltes von Fleckviehkühen, die an einer Ketose erkrankt sind, kann man einen deutlichen Anstieg des Milchfettgehaltes kurz vor der Diagnose erkennen (Abbildung 6). Im Zeitraum von ca. 25 Tagen vor der Ketose steigt der Milchfettgehalt um ca. 0,5 PP auf fast 5 % an, wobei die Streuung sehr groß ist. Der Höhepunkt des Milchfettgehaltes wird im Zeitraum von 10 Tagen vor, bis zum Zeitpunkt der Diagnose erreicht. Nach der Erkrankung fällt der Milchfettgehalt stark ab und erreicht nach ca. 45 Tagen den Normalwert von ca. 4 %.

Im Unterschied zum Milchfettgehalt verändert sich der Laktosegehalt der Milch (Abbildung 7) im Abstand zur Diagnose kaum. Beim Eiweißgehalt der Milch ist im Zeitraum von ca. 40 Tagen vor der Ketosediagnose ein leicht-

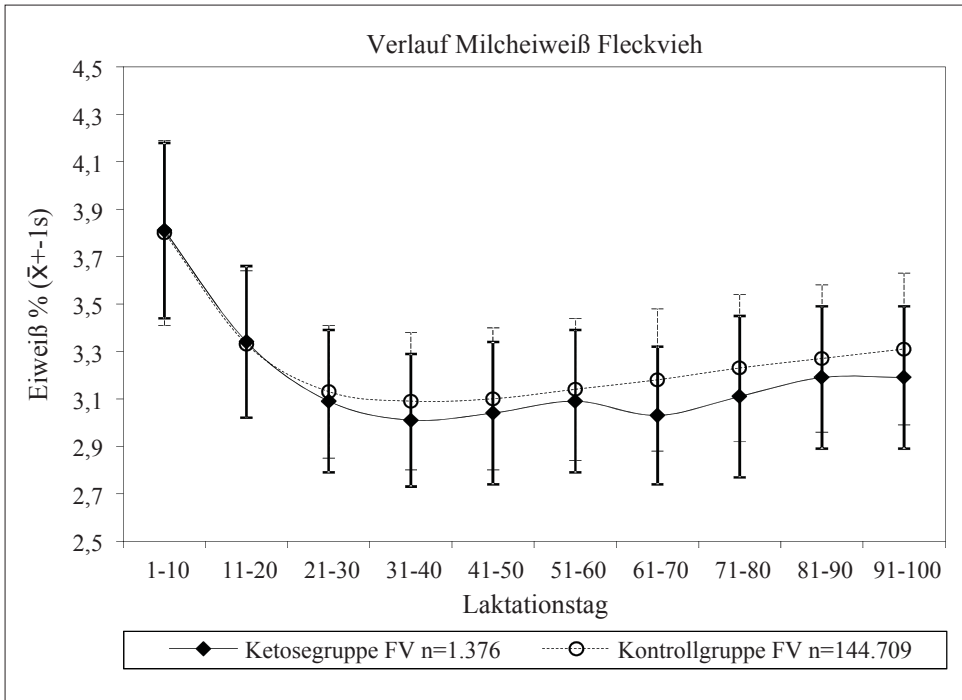


Abbildung 3: Verlauf des Milcheiweißgehaltes von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

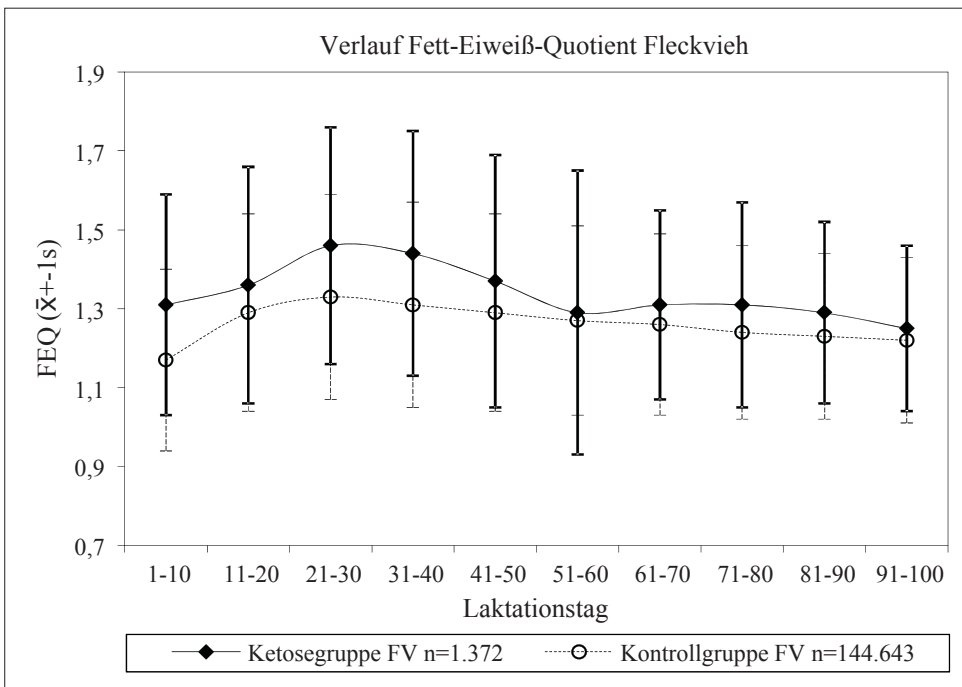


Abbildung 4: Verlauf des Fett-Eiweiß-Quotienten von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

ter Anstieg, und ab dem ca. 10. Tag nach der Diagnose ein deutlicher Abfall zu erkennen. Nach dem Tiefpunkt ca. 30 Tage nach der Diagnose steigt der Milcheiweißgehalt wieder an. Kombiniert man die Faktoren Fett und Eiweiß oder Fett und Laktose und errechnet den Fett-Eiweiß-Quotienten oder den Fett-Laktose-Quotienten, weisen die Verläufe wegen dieser unterschiedlichen Zeitprofile eine sehr starke Ähnlichkeit zum Verlauf des Fettgehaltes auf.

## 4.2 Milchinhaltsstoffe zur Abgrenzung von Milchkühen mit und ohne Ketosediagnose

### 4.2.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Versucht man die Ketose- und Kontrollgruppe über einen Fett-Eiweiß-Quotienten von über 1,5 voneinander abzugrenzen, weisen 58,2 % der Kühe mit einer Ketosediagnose einen FEQ unter oder gleich 1,5 auf, die restlichen 41,8 % der Fleckviehkühe haben einen FEQ von über 1,5. Im Gegensatz dazu weisen bei der Kontrollgruppe 82,4 % der Tiere eine FEQ von unter oder gleich 1,5 und 17,6 % der Kühe einen FEQ von über 1,5 auf (Tabelle 4).

Während nur knapp 42 % der an einer Ketose erkrankten Kühe einen FEQ von größer 1,5 aufweisen, können bei einer Abgrenzung mit einem FEQ von über 1,33 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt werden, 39,1 % der Tiere in der Ketosegruppe weisen einen FEQ von unter oder gleich 1,33 auf. In der Kontrollgruppe zeigen 38,5 % der Tiere einen FEQ von über 1,33.

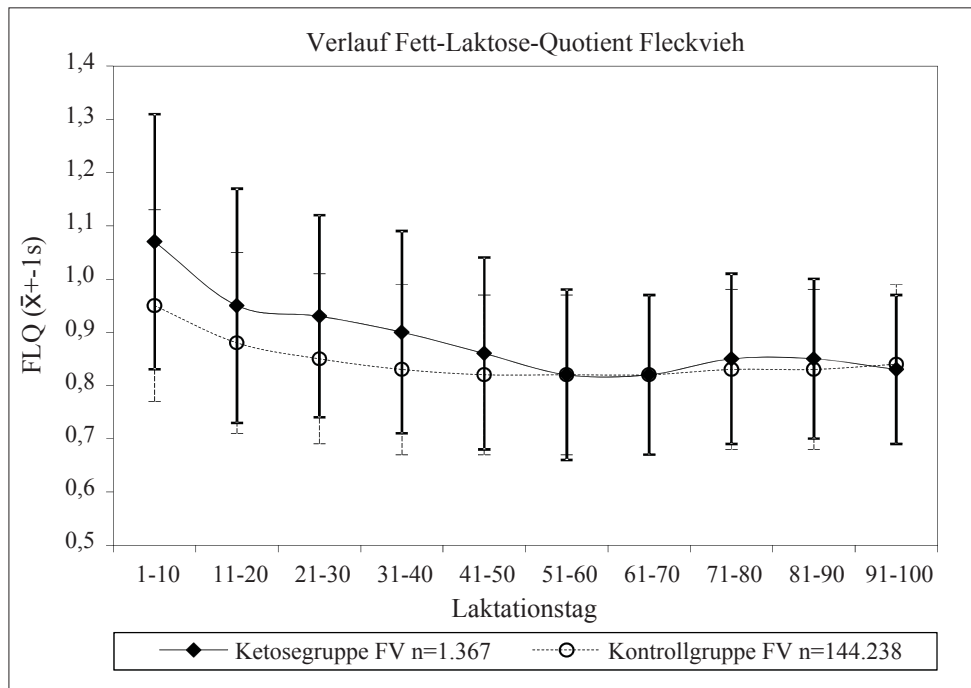


Abbildung 5: Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten von Fleckviehkühen der Ketose- und Kontrollgruppe im ersten Laktationsdrittel

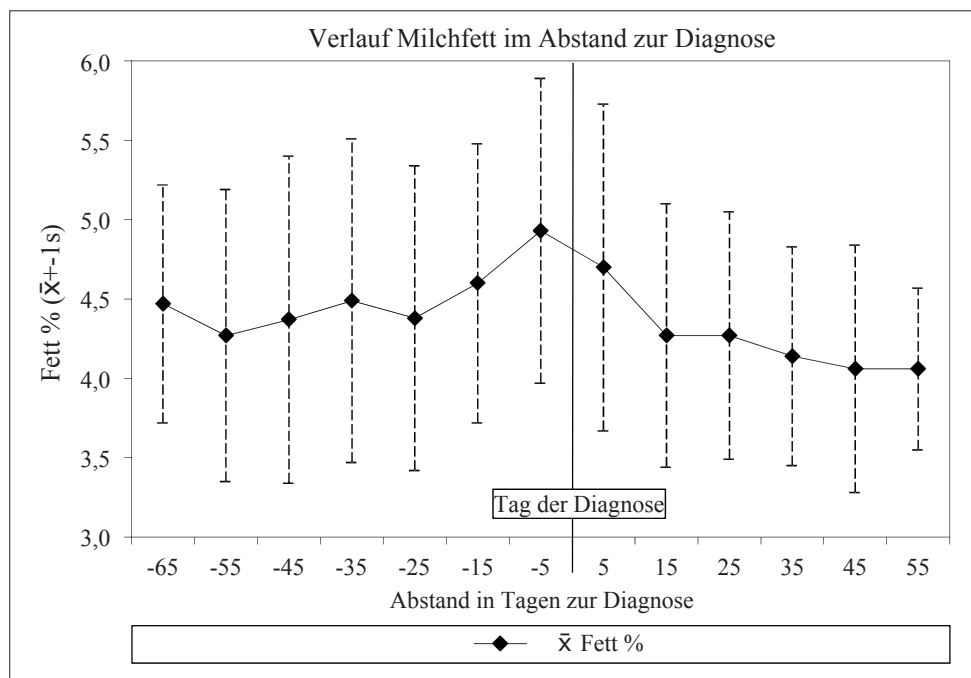


Abbildung 6: Verlauf des Milchfettgehaltes im zeitlichen Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

### 4.2.2 Fett-Laktose-Quotient

Bei Abgrenzung durch einen Fett-Laktose-Quotienten von 0,9 werden 66,7 % der Fleckviehkühe der Ketosegruppe richtig zugeordnet, in der Kontrollgruppe überschreiten 37,5 % der Tiere diese Grenze. 33,3 % der Tiere in der Ketosegruppe zeigen einen Fett-Laktose-Quotienten von gleich oder unter 0,9.

### 4.2.3 Fettgehalt der Milch in %

Im Unterschied zu den Quotienten wird bei der Abgrenzung über den

Tabelle 4: Abgrenzung mit FEQ größer 1,5 bei Fleckvieh

Kategorie	FEQ		Gesamt	
	≤1,5	>1,5		
Kontrollgruppe	n	49027	10497	59524
	%	82,4	17,6	
Ketosegruppe	n	131	94	225
	%	58,2	41,8	
Gesamt	n	49158	10591	59749
	%	82,3	17,7	

Chi-Quadrat-Test  $p = < 0,001$

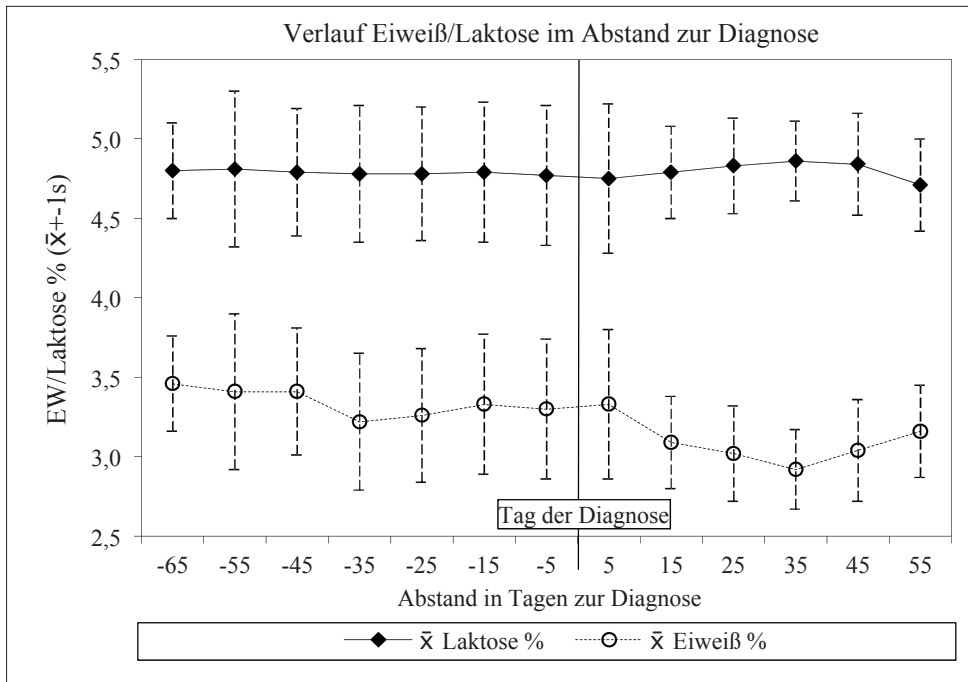


Abbildung 7: Verlauf des Eiweiß- und Laktosegehaltes der Milch im zeitlichen Abstand zur Ketosediagnose bei Fleckviehkühen

Fettgehalt nur ein Milchinhaltsstoff berücksichtigt. Von der Ketosegruppe haben 37,4 % der Fleckviehkühe einen Fettgehalt von über 5,0 % in der Milch, 62,7 % der Tiere weisen einen Fettgehalt von 5,0 % oder darunter auf. In der Kontrollgruppe zeigen 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5,0 %. Senkt man die Grenze auf 4,4 % Fett, werden in der Ketosegruppe 61,8 % der Fleckviehkühe erfasst, 38,2 % der Tiere haben einen Fettgehalt von gleich oder unter 4,4 %. Demgegenüber wird in der Kontrollgruppe für 34,1 % der Milchkühe ein Fettgehalt über 4,4 % ausgewiesen.

## 5. Diskussion

### 5.1 Zeitpunkt der Ketosediagnose

Die Ketose tritt in einem sehr frühen Laktationsstadium auf. Aus *Abbildung 1* ist erkennbar, dass 35 % der Ketosediagnosen in den ersten 10 Laktationstagen und 80 % in den ersten 50 Tagen der Laktation stattfinden. Gut vergleichbar ist dieses Ergebnis mit dem von GEISHAUSER et al. (2000), nach dem 90 % der Ketosen innerhalb der ersten zwei Laktationsmonate auftreten. Dabei gibt es kaum Unterschiede zwischen den Rassen. Betrachtet man dieses Ergebnis unter Berücksichtigung der physiologischen Entstehung der

Krankheit, ist vor allem am Beginn der Laktation eine verstärkte Kontrolle des Stoffwechsels von großer Bedeutung. Aufgrund des langen Kontrollintervalls von – je nach Methode – 33 bis 44 Tagen (+/- 7 Tage, um die Kontrolle tatsächlich unangekündigt durchführen zu können; LKV 2011) und dem sehr frühen Auftreten der Ketose besteht gemäß dieser Untersuchung für die Betriebsleiter/innen bei 49 % der an Ketose erkrankten Milchkühe praktisch keine Möglichkeit, diese anhand der Ergebnisse der Milchleistungskontrolle zu erkennen (*Tabelle 1*). In 51 % der Fälle steht den Betriebsleiter/innen ein Milchprobenergebnis zur Verfügung. Berücksichtigt man zusätzlich den Zeitraum von der Probeziehung bis zur schriftlichen Auswertung der Milchleistungskontrolle, verliert man weitere Tage. Somit verringert sich der Anteil an Diagnosen mit aussagekräftigem Ergebnis der Milchleistungskontrolle auf unter 50 %.

### 5.2 Milchinhaltsstoffe nach Rassen

Bei allen vier Rassen ist sowohl der FEQ als auch der FLQ in der Ketosegruppe gegenüber der Kontrollgruppe deutlich erhöht. Unterschiede zwischen den Rassen sind sowohl beim FEQ als auch beim Fettgehalt der Milch erkennbar. Dabei ist zu beachten, dass beim Fett-Eiweiß-Quotienten eine signifikante Wechselwirkung zwischen der Rasse und der Diagnose besteht, welche bei der Interpretation der Einzelwerte zu berücksichtigen ist.

Die durchschnittlichen FEQ-Werte der einzelnen Rassen liegen zwischen 1,38 bei Fleckvieh und 1,53 bei der Rasse Holstein Friesian. Berücksichtigt man die Unterschiede im FEQ zwischen den Rassen von bis zu 0,15, ist zu erkennen, dass ein FEQ-Schwellenwert von größer 1,5 nicht bei allen Rassen gleichermaßen angewendet werden kann.

Vergleicht man die Rassen untereinander (*Tabelle 2*), so ist zu erkennen, dass Fleckvieh einen signifikant geringeren Fettgehalt aufweist als alle anderen Rassen. Der signifikant geringere Milchfettgehalt der Rasse Fleckvieh resultiert aus den höheren Milchfettgehalten in der frühen Laktation der übrigen Rassen. Somit hängt der Unterschied vom Zeitpunkt



der Probenahme ab. Im Vergleich zu den Durchschnittswerten aus dem Jahresbericht der ZuchtData 2010 haben alle vier Rassen einen um 0,3 % bis 0,4 % höheren Milchfettgehalt (EGGER-DANNER et al. 2010). In dieser Auswertung wurde jeweils nur die erste Probemelkung in der Laktation herangezogen. Berücksichtigt man den Verlauf des Fettgehaltes im Laufe der Laktation (*Abbildung 2*), ist zu erkennen, dass sowohl die Ketose- als auch die Kontrollgruppe am Beginn der Laktation einen erhöhten Fettgehalt aufweisen, worin der im Vergleich zu anderen Quellen höhere Fettgehalt in dieser Untersuchung erklärbar ist.

### 5.3 Zusammenhang zwischen Ketose-Diagnose und Milchinhaltsstoffen bei Fleckvieh-Kühen

Wie anhand von *Tabelle 3* dargestellt, unterscheidet sich die Ketosegruppe sowohl im Gehalt an den Inhaltsstoffen Fett, Eiweiß und Laktose, als auch bei den Quotienten FEQ und FLQ statistisch signifikant von der Kontrollgruppe. Bei den weiteren Parametern wie Harnstoffgehalt, Zellzahl und Milchmenge am Kontrolltag konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der größte Unterschied ist im Fettgehalt der Milch erkennbar. Die Ketosegruppe weist einen um 0,51 PPn erhöhten Fettgehalt in der Milch auf, wobei der Eiweißgehalt um 0,05 und der Laktosegehalt der Milch um 0,03 PPn verringert sind. Vergleichbar mit den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) ist zu erkennen, dass der Großteil der Veränderung der Quotienten aus der Veränderung des Fettgehaltes resultiert. Der deutliche Anstieg des Milchfettgehaltes vor allem am Beginn der Laktation bei den an Ketose erkrankten Tieren ist eine Konsequenz der energetischen Unterversorgung und damit verbundenen Körperfetteinschmelzung (GEISHAUSER und ZIEBELL 1995). DUFFIELD et al. (1997) und GRAVERT et al. (1986) konnten ebenfalls einen erhöhten Fettgehalt bei erhöhtem Ketoserisiko feststellen.

Im zeitlichen Verlauf des Milchfettgehaltes laut *Abbildung 2* unterscheiden sich die Ketose- und die Kontrollgruppe in den ersten 50 Laktationstagen deutlich. Ab dem 50. Laktationstag treten kaum mehr Unterschiede im Fettgehalt der Milch auf.

Im Gegensatz zum Milchfettgehalt kommt es beim Eiweißgehalt laut *Abbildung 3* erst ab dem 20. Laktationstag zu Unterschieden zwischen der Ketose- und der Kontrollgruppe. Vergleichbar mit den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) ist der Proteingehalt der Milch in den ersten Laktationswochen stark rückläufig, wobei in der Studie von STEEN et al. (1996) kein Unterschied im Proteingehalt zwischen Tieren mit hohem und Tieren mit geringem Ketoserisiko festgestellt wurde. Der Laktosegehalt der Milch liegt bei der Ketosegruppe um 0,03 PP niedriger als bei der Kontrollgruppe. Im Unterschied zum Eiweißgehalt der Milch besteht eine über den ersten Laktationsabschnitt annähernd konstante Differenz.

Der Verlauf der einzelnen Inhaltsstoffe im zeitlichen Abstand zur Diagnose laut *Abbildung 6* und *7* zeigt, dass vor allem beim Fettgehalt der Abstand zwischen Probemelkung und Diagnose eine bedeutende Rolle spielt. Im Zeitraum zwischen 25 Tagen vor bis zum Zeitpunkt der Ketose-Diagnose steigt der Fettgehalt im Mittel um 0,5 PP auf fast 5 %

an. Dieser Verlauf ist gut mit dem von GASTEINER (2000) und ULBRICH et al. (2004) angegebenen Milchfettanstieg durch die Fetteinschmelzung im Zuge einer energetischen Unterversorgung zu vergleichen.

Der Eiweißgehalt der Milch schwankt vor der Erkrankung an Ketose leicht, wobei er ca. 35 Tage vor der Diagnose tendenziell leicht ansteigt. Nach der Erkrankung fällt der Eiweißgehalt der Milch bis zum 35. Tag nach der Diagnose ab und steigt daraufhin wieder an. Im Zuge einer Ketose aufgrund eines Energiedefizits kommt es zu einer geringeren mikrobiellen Proteinsynthese im Pansen (DIRKSEN 1994) und dadurch zu einem geringeren Proteingehalt in der Milch. Verglichen mit dem Verlauf des Proteingehaltes in der Milch bei ketosekranken Milchkühen der ausgewerteten Laktationen laut *Abbildung 7* ist zu erkennen, dass es entgegen der Darstellung von DIRKSEN (1994) erst nach der Erkrankung zum Rückgang des Proteingehaltes in der Milch kommt.

Der Laktosegehalt der Milch zeigt einen sehr gleichmäßigen Verlauf (*Abbildung 7*). Vor der Diagnose sind kaum Schwankungen erkennbar, danach steigt er leicht an.

Aufgrund der geringen Schwankungen des Laktosegehaltes der Milch spiegelt der Verlauf des Fett-Laktose-Quotienten im zeitlichen Abstand zur Diagnose den Verlauf des Milchfettgehaltes wieder. Der Eiweißgehalt der Milch beeinflusst den FEQ erst nach der Diagnose. Vor der Diagnose werden beide Quotienten zum größten Teil vom Fettgehalt beeinflusst.

### 5.4 Eignung der Milchinhaltsstoffe als Ketoseindikatoren bei Fleckvieh

#### 5.4.1 Fett-Eiweiß-Quotient

Um in der Praxis das Ketoserisiko abschätzen zu können, kann nach den Aussagen mehrerer Autoren (SPOHR und WIESNER 1991, DE KURIF et al. 2007, WURM 2010) der Fett-Eiweiß-Quotient als Hilfsmerkmal herangezogen werden. Ein FEQ über 1,5 gilt als Warnhinweis für eine mögliche Ketose (WURM 2010), wobei nicht zwangsläufig eine Ketose vorliegen muss (SPOHR und WIESNER 1991). Geht man für die vorliegenden Daten von einem erhöhten Ketoserisiko am Einzeltier bei einem FEQ von über 1,5 aus, wird nur bei 41,8 % der Tiere, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, das Risiko richtig eingeschätzt. 58,2 % der Fleckviehkühe, für die eine Ketose diagnostiziert wurde, hatten einen FEQ kleiner oder gleich 1,5 und wären deshalb nicht als gefährdet eingestuft worden (*Tabelle 4*). Von den Tieren ohne Ketosediagnose hatten 17,6 % einen FEQ über 1,5. Von allen ausgewerteten ersten Kontrollen weisen 17,7 % einen FEQ über 1,5 auf. In einer Untersuchung von HAGMÜLLER (2002) zeigten die Hälfte der Braunviehkühe, welche einen FEQ von über 1,5 hatten, Symptome einer klinischen Ketose. Würde man diesen Anteil auf die in dieser Arbeit ausgewertete Fleckviehpopulation umlegen, würden 8,8 % der Kühe an einer klinischen Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von GEISHAUSER et al. (2000), bei dem 12 % aller Milchkühe in der ersten Laktationswoche an einer subklinischen Ketose leiden, sehr nahe, wobei zusätzlich zu bedenken ist, dass 58,2 % der laut Diagnose an einer Ketose leidenden Fleckviehkühe

mit einem FEQ-Schwellenwert von über 1,5 nicht richtig erkannt würden.

Verringert man den Grenzwert FEQ auf 1,33 (SIEBERT und PALLAUF 2010), werden 60,9 % der Fleckviehkühe mit Ketosediagnose erkannt, während 39,1 % der Tiere mit einer Ketosediagnose einen FEQ kleiner oder gleich 1,33 aufweisen. Von den Tieren ohne Ketosediagnose zeigten 38,5 % einen FEQ über 1,33.

#### 5.4.2 Fett-Laktose-Quotient

Der Fett-Laktose-Quotient beschreibt eine negative Energiebilanz und in Folge das Ketoserisiko besser als der Fett-Eiweiß-Quotient (STEEN et al 1996, REIST et al. 2002). Der gegenüber der Kontrollgruppe gleichmäßig leicht verringerte Laktosegehalt der Ketosegruppe spricht für eine bessere Aussagekraft des FLQ gegenüber dem FEQ. Im Eiweißgehalt lassen sich die Ketose- und die Kontrollgruppe vor allem in den ersten 20 Tagen (*Abbildung 3*) nicht unterscheiden.

Versucht man jene Tiere, bei denen eine Ketose diagnostiziert wurde, mit einem Grenzwert von FLQ über 1,0 zu ermitteln, werden 45,3 % der ketosekranken Fleckviehkühe richtig erkannt, während 54,7 % der mit Ketose diagnostizierten Kühe einen FLQ kleiner oder gleich 1,0 aufweisen. Senkt man den FLQ-Grenzwert auf größer 0,9, werden 66,7 % der Fleckviehkühe, welche an einer Ketose erkrankt sind, richtig ermittelt, wobei allerdings auch 37,5 % jener Tiere, die keine Ketosediagnose hatten, die Grenze von FLQ größer 0,9 in der ersten Kontrolle der Laktation überschritten.

Vergleicht man die beiden Grenzwerte FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9, werden über den FLQ um sechs Prozentpunkte mehr jener Tiere richtig erfasst, die eine Ketosediagnose hatten und um einen Prozentpunkt weniger jener Fleckviehkühe, die keine Ketosediagnose in der Laktation hatten. Somit würde der Fett-Laktose-Quotient ein besseres Hilfsmerkmal zur Erkennung von ketosekranken Milchkühen darstellen. In den Ergebnissen von STEEN et al. (1996) konnten ketotische Milchkühe mit dem FLQ ebenfalls besser beschrieben werden als mit dem FEQ.

#### 5.4.3 Fettgehalt der Milch in %

Zieht man den Fettgehalt der Milch als Merkmal zur Ketoseerkennung heran, so weist laut ULBRICH et al. (2004) ein Fettgehalt von über 5 % auf eine ketogene Stoffwechsellaage hin. Von Fleckviehkühen der Ketosegruppe hatten 37,4 % einen Milchfettgehalt von über 5 % und würden mit diesem Merkmal richtig erkannt werden. In der Kontrollgruppe zeigten immerhin auch 12,8 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Gemessen an allen ausgewerteten ersten Kontrollergebnissen hatten 12,9 % der Tiere einen Fettgehalt von über 5 %. Nimmt man laut ULBRICH et al. (2004) an, dass generell bei einem Fettgehalt von über 5 % von einer ketogenen Stoffwechsellaage ausgegangen werden kann, würden 12,9 % der in dieser Auswertung berücksichtigten Fleckviehkühe im Zeitraum der ersten Kontrolle an einer Ketose leiden. Diese Annahme käme dem Ergebnis von GEISHAUSER et al. (2000), welcher bei 12 % der Milchkühe in der ersten Laktationswoche eine subklinische Ketose annimmt, nahe.

Um den Anteil der ketosekranken Tiere, die über den Fettgehalt erkannt werden, auf ein vergleichbares Niveau mit den nach einem FEQ größer 1,33 und FLQ größer 0,9 identifizierten zu bringen, muss der Grenzwert auf 4,4 % Fett bei der ersten Kontrolle in der Laktation reduziert werden. Mit dieser Grenze wurden 61,8 % der Milchkühe mit Ketosediagnose richtig erkannt, wobei allerdings auch 34,1 % jener Tiere, die keine Diagnose hatten, über 4,4 % Fett in der Milch aufwiesen.

## 5. Schlussfolgerungen

Aufgrund des frühen Auftretens ketotischer Stoffwechsellaagen in der Laktation stehen bei den in Österreich gegebenen Kontrollintervallen faktisch nur für knapp die Hälfte der Kühe vor einer allfälligen Ketose-Diagnose überhaupt Ergebnisse aus der Milchleistungskontrolle, die als Indikatoren verwendet werden könnten, zur Verfügung.

Ein für alle Rassen zutreffender Orientierungswert für den Fett-Eiweiß-Quotienten, der ein erhöhtes Ketoserisiko anzeigen würde, lässt sich wegen der Wechselwirkung zwischen Rasse und Ketose-Befund nicht ableiten. Für Fleckvieh scheint ein FEQ-Orientierungswert von 1,33 besser als der üblicherweise empfohlene Wert von 1,5 geeignet; jedoch werden anhand von ersterem auch nur knapp 61 % der mit Ketose diagnostizierten Kühe erkannt. Eine noch etwas bessere Rate von knapp 67 % wird mit Fett-Laktose-Quotienten von größer 0,9 erzielt.

Nach den vorliegenden Ergebnissen besteht zwar ein gesicherter Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Milchinhaltsstoffen und Quotienten dieser, die als erste Hinweise für die Abschätzung des Ketoserisikos verwendet werden können. Hinsichtlich der Aussagekraft dieser Orientierungswerte ist jedoch unbedingt zu bedenken, dass wegen des Fehlens von Leistungsprüfungsergebnissen zu Laktationsbeginn und wegen des hohen Anteils von Tieren mit ketotischer Stoffwechsellaage, aber unauffälligen Milchinhaltsstoffgehalten bzw. deren Quotienten nur rund ein Drittel der Kühe, an denen Ketose diagnostiziert wurde, tatsächlich erkannt worden wären.

## 6. Literatur

- BAIRD, D.G., 1980: Primary ketosis in the high-producing dairy cow: clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *J. Dairy Sci.* 65, 1-10.
- DE KURIF, A., R. MANSFELD und M. HOEDEMAKER, 2007: Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind. Enke Verlag, Stuttgart, 2. Auflage, 127-129.
- DIRKSEN, G., 1994: Kontrolle von Stoffwechselstörungen bei Milchkühen an Hand von Milchparametern, [http://www.buiatria.it/file\\_26/volume\\_1/Pages%20from%20volumeXXVI-6.pdf](http://www.buiatria.it/file_26/volume_1/Pages%20from%20volumeXXVI-6.pdf) (Besucht am 6.12.2010).
- DUFFIELD, T.F., D.F. KELTON, K.E. LESLIE, K.D. LISSEMORE und J.H. LUMBSEN, 1997: Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario. *Can. Vet. J.* 38, 713-718.
- EGGER-DANNER C., C. FÜRST, M. MAYERHOFER, C. RAIN und C. REHLING, 2010: ZuchtData Jahresbericht 2010. ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Wien, 17-23.

- EGGER-DANNER, C., B. FUERST-WALTL, W. OBRITZHAUSER, C. FUERST, H. SCHWARZENBACHER, B. GRASSAUER, M. MAYRHOFER und A. KOECK, 2012: Recording of direct health traits in Austria – Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. *J. Dairy Sci.* 95, 2765-2777.
- GASTEINER, J., 2000: Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh. 27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning, 11-18.
- GEISHAUSER T.H. und K.L. Ziebell, 1995: Fett/Eiweiß-Quotient in der Milch von Rinderherden mit Vorkommen von Labmagenverlagerungen. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 102, 469-494.
- GEISHAUSER, T., K. LESLI, J. TENHAG und A. BASHIRI, 2000: Evaluation of eight cow-side ketone tests in milk for detection of subclinical ketosis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83, 296-299.
- GOFF, J.P. und R.L. HORST, 1997: Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *J. Dairy Sci.* 80, 1260-1268.
- GRAVERT, H.O., R. LANGER, L. DIEKMANN; K. PAPST und H. SCHULTE-COERNE, 1986: Ketokörper in Milch als Indikatoren für die Energiebilanz der Milchkuhe. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, *Züchtungskunde* 58, 309-318.
- HAGMÜLLER, W. 2002: Untersuchungen an Braunviehrindern im oberösterreichischen Innviertel – Stoffwechselprofile der ersten 100 Laktationstage. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 63.
- KLUG, F., F. REHBOCK und A. WAGLER, 2004: Aktuelle Probleme bei der Milchkuh. Ketose-Ovarialzyste- Nutzungsdauer – Züchterische Möglichkeiten zur Stabilisierung der Gesundheit. Lehmanns Media, Berlin, 15-21.
- LKV, 2011: Durchführungsbestimmungen für Leitungsüberprüfungen bei Rindern in Österreich. LKV-Leistungsprüfung Österreich, <http://www.lkv.at/Regeln.27.0.html> (Besucht am 24.10.2011).
- MANZENREITER, H., 2012: Milchinhaltsstoffe als Indikatoren zur Erkennung von Ketose. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- REIST, M., D. ERDIN; D. VON EUW, K. TSCHUEMPERLIN, H. LEUENBERGER, Y. CHILLIARD, H.M. HAMMON, C. MOREL, C. PHILIPONA, Y. ZBINDEN, N. KEUNZI und J.W. BLUM 2002: Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3314-3327.
- SAS, 2003: SAS TM. Version 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC. USA.
- SEMLITSCH, S., 2008: Gesundheitsmonitoring in der Praxis: Was sagen die Praktiker? Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“.
- SIEBERT, F. und J. PALLAUF, 2010: Analyse von Ergebnissen der Milchleistungsprüfung in Hessen im Hinblick auf ein Ketoserisiko. *Züchtungskunde* 83, 112-122.
- STEEN, A., O. ØSTERAS und H. GRØNSTØL, 1996: Evaluation of additional acetone and urea analyses, and of the fat-lactose-quotient in cow milk samples in the herd recording system in Norway. *J. Vet. Med. A* 43, 181-191.
- SPOHR, M. und H.U. WIESNER, 1991: Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. *Milchpraxis* 29, 231-236.
- ULBRICH, M., M. HOFFMANN und W. DROCHNER, 2004: Fütterung und Tiergesundheit. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 175-192.
- WURM, K., 2010: Fütterungsfehler und ihre Interpretation durch die Milchinhaltsstoffe. 3. Tierärztetagung, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 5-8.
- ZOTTL, K., 2008: Milchleistungsprüfung – Neuer Tagesbericht mit Gesundheitsmonitoring. Moderne Werkzeuge für das Herdenmanagement, Sonderbeilage „Der fortschrittliche Landwirt“.