In welchem Zusammenhang steht der Fett-Eiweiß-Quotient in der Milch zur Ketose des Rindes?

B.sc. Jan-Thore Pieper und Prof. Dr. Katrin Mahlkow-Nerge, Fachhochschule Kiel

Besonders Frischabkalber unterliegen einem hohen Risiko an Stoffwechselstörungen zu erkranken, weil ihre Futteraufnahme in dieser Phase der Milchleistung um mehrere Wochen hinterherhinkt und sie daher in der Regel eine mehr oder weniger stark ausgeprägte negative Energiebilanz durchlaufen.
Auch wenn die Mehrzahl der Stoffwechselstörungen nicht sichtbar, aber unterschwellig vorhanden ist, senken Stoffwechselentgleisungen die Abwehrkraft der Kuh und erhöhen z.B. das Risiko für Mastitis- oder Klauenerkrankungen.
Deshalb ist es bedeutsam, Stoffwechselstörungen auf Herdenbasis möglichst frühzeitig zu erkennen. Dafür werden in der Praxis besonders die Milchinhaltsstoffe und hier allen voran der Milchkennwert Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) genutzt.
Der FEQ ergibt sich aus dem Verhältnis von Fett-% zu Eiweiß-% und sollte laut Beratungsempfehlungen optimalerweise über die gesamte Laktation größer als 1,1 und kleiner als 1,5 sein. Er umfasst sowohl die Aussagekraft des Milchfett- und Milcheiweißgehaltes, als auch die Wechselwirkungen beider Parameter.

Das Heranziehen dieses Merkmals gerade zur Erkennung von Störungen des Energiestoffwechsels bzw. zur Beurteilung der Energieversorgung der Milchkuh zu Laktationsbeginn beruht auf dem Zusammenhang, dass es während eines Energiedefizits zu einem verstärkten Körperfettabbau (Lipomobilisation) der Kuh kommt. In Folge dessen entstehen vermehrt unveresterte freie Fettsäuren (NEFA). Die Fettsynthese im Euter nimmt zu. Der Milchfettgehalt steigt also an. Auf der anderen Seite werden bei einer unzureichenden Futteraufnahme der Kuh deren Pansenmikroorganismen nicht ausreichend mit Nährstoffen und Energie versorgt. Das schränkt die mikrobielle Eiweißsynthese ein. Folglich sinkt der Aminisäurenfluss zum Euter, so dass der Milcheiweißgehalt abnimmt. Daraus müsste sich dann ein sehr weites Verhältnis zwischen Milchfett- und –eiweißgehalt (FEQ › 1,5) ergeben.

Besonders leistungsstarke Milchkühe haben in den ersten Wochen nach der Kalbung ein größeres Ketoserisiko.

Ist dieser Zusammenhang aber wirklich eng, so dass der FEQ bei der Überwachung der Energieversorgung zu Laktationsbeginn tatsächlich belastbar ist? Weisen also die meisten Tiere, bei denen in den ersten Milchkontrollen nach der Kalbung ein FEQ › 1,5 analysiert wird, auch tatsächlich eine Entgleisung des Kohlenhydrat-Fettstoffwechsels in Richtung einer Ketose auf? Und bedeutet ein FEQ ‹ 1,5 auf der anderen Seite dann, dass keine Energiefehlversorgung vorliegt?

Vergangene Untersuchungen

Um diesen Fragen nachzugehen, wurde in der Vergangenheit aus mehreren Futterkamper Fütterungsversuchen die Beziehung zwischen dem FEQ und dem zeitgleich analysierten Stoffwechselparameter ß-Hydroxybuttersäure (ßHB) im Blut bestimmt.

ßHB ist eine nicht veresterte Fettsäure aus dem Leberstoffwechsel und ein Ketonkörper. Höhere Gehalte weisen auf Störungen im Kohlenhydrat-Fettstoffwechsel hin. Damit lässt der Gehalt an ßHB einen Hinweis auf den Energiestatus zu. ßHB gilt diesbezüglich als der „Goldstandard“, d.h. dass mit großer Sicherheit davon auszugehen ist, dass ein Tier mit einem erhöhten ßHB-Wert von › 1000 µmol/l auch ketotisch belastet ist.

Davon abgesehen, dass in dieser Studie (Mahlkow-Nerge, 2009) bei 27 % aller frischlaktierenden Tiere einer Herde mit hoher Milchleistung ein erhöhter Ketonkörpergehalt gemessen wurde, waren die Beurteilungen durch beide Parameter FEQ

und ßHB in 28 % der Fälle nicht deckungsgleich. Das bedeutete also, dass bei mehr als einem Viertel der Untersuchungen mittels FEQ und ßHB der Zustand des Tieres unterschiedlich beurteilt wurde.

Untersuchung im Rahmen einer Bachelorarbeit

Mit der gleichen Fragestellung, nämlich ob ein FEQ › 1,5 auch mit einem erhöhten Ketonkörpergehalt einhergeht und folglich ein erhöhtes Ketoserisiko anzeigt, beschäftigte sich eine jüngst durchgeführte Untersuchung in Praxisbetrieben im Rahmen einer Bachelorarbeit. Hierfür wurden im Zeitraum November 2016 bis Februar 2017 insgesamt 244 Kühe aus vier Betrieben in Niedersachsen und Schleswig-Holstein in diese Studie mit 270 Proben einbezogen (Übersicht 1).

Der FEQ wurde über die Milchleistungsprüfung bestimmt und am selben Tag die βHB-Konzentration bei den frischlaktierenden Kühen im Blut ermittelt. Hierfür diente das Messgerät BELUA Wellionvet.

Übersicht 1: Charakteristik der Betriebe

Merkmal	Einheit	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Bundesland		**Niedersachsen**		**Schleswig-Holstein**	
Melkende Kühe	Anzahl	571	755	182	258
Melkfrequenz	Anzahl/Tag	3	3	2	2
Aktueller Melkdurchschnitt	kg Milch/Kuh und Tag	36,3	33,2	32,2	27,8
Fettgehalt	%	3,8	3,5	4,3	4,1
Eiweißgehalt	%	3,4	3,6	3,4	3,4
FEQ		1,1	1,0	1,3	1,2

Dieses Gerät hat den Vorteil, dass es auf der Grundlage von Rinderblut kalibriert wurde (MED TRUST, 2010). Häufig ist dies bei anderen Geräten nicht der Fall und es wird menschliches Blut zur Kalibrierung verwendet, da diese Geräte häufig auch im humanmedizinischen Bereich zum Einsatz kommen. Bestimmt wird die βHB-Konzentration im Blut in mmol/l. Dafür wird das Gerät zunächst mit einem Chip kalibriert. Anschließend wird ein Teststreifen in das Gerät gesteckt. Nach ein paar Sekunden wird auf dem Display angezeigt, dass ein Blutstropfen auf den Teststreifen gegeben werden kann. Das Blut wird auf den Teststreifen gegeben (0,8 Mikroliter erforderlich) und nach acht Sekunden das Ergebnis auf dem Display angezeigt (MED TRUST, 2010). Geachtet werden muss auf die Umgebungstemperatur, denn das Gerät benötigt eine Betriebstemperatur zwischen 10 und 40 °C, außerhalb dieses Bereiches ist keine Messung möglich (MED TRUST, 2015).

Die Blutprobennahme erfolgte stets nach der täglichen Fütterung der Tiere. Beprobt wurden grundsätzlich alle Tiere zwischen dem 5. und 50. Laktationstag. Im Wesentlichen wurden die Mehrkalbskühe beprobt und nur vereinzelnd Tiere

Für die Beurteilung der Stoffwechselstörung Ketose werden vielfach die Milchinhaltsstoffe und hier v.a. der Milchkennwert Fett-Eiweiß-Quotient genutzt.

der ersten Laktation. Tiere mit gesundheitlichen Problemen, also welche, die in einer Behandlung waren und somit keine verkehrsfähige Milch lieferten, wurden grundsätzlich von der Beprobung ausgeschlossen.

14 % der Kühe mit erhöhtem Ketonkörpergehalt

Im Durchschnitt aller Proben waren die Kühe zum Zeitpunkt der Probenahme 3,1 Laktationen alt, am 26. Laktationstag und gaben dabei eine Milchmenge von 43,5 kg/Tag. Die älteste beprobte Kuh befand sich in der 11. Laktation. Die Milchleistung der in die Untersuchung einbezogenen Kühe lag am Tag der Beprobung zwischen 17,0 kg und 65,0 kg/Tag.

Es wurde ein mittlerer Ketonkörpergehalt von 0,7 mmol ßHB/l gemessen, wobei der niedrigste gemessene Wert 0,1 mmol/l und der höchste 3,6 mmol/l betrug. 233 der 270 Proben wiesen einen physiologischen Gehalt von ‹ 1,0 mmol/l auf. Das entsprach 86 %. In 9 % der Fälle wurde ein ßHB-Gehalt zwischen 1,0 mmol/l und 1,4 mmol/l und folglich eine subklinische Ketose ermittelt. Bei 5 % der Proben betrug der ßHB-Gehalt 1,5 mmol/l und mehr, so dass das Tier entsprechend als klinisch ketotisch eingestuft wurde. Insgesamt wiesen 14 % der beprobten frischlaktierenden Mehrkalbskühe einen erhöhten Ketonkörpergehalt auf.

Der durchschnittliche Milchfettgehalt betrug 4,2 %, der Eiweißgehalt 3,3 %. Letzterer schwankte zwischen 2,1 % und 4,5 %. Die meisten Milchproben lagen zwischen 3,0 % und 3,8 % Eiweiß. Beim Milchfettgehalt streuten die Ergebnisse etwas mehr als beim Milchproteingehalt. Das Minimum betrug 1,4 % Fett und das Maximum 7,4 % Fett. Knapp die Hälfte (49,3 %) der Proben lag im Bereich von 3,5 % bis 4,5 % Fett und damit ± 0,5 %-Punkte um den Fettgehalt einer Standardmilch (4,0 %).

Der aus beiden Parametern errechnete FEQ betrug im Durchschnitt 1,3.

Anhand eines FEQ kann nicht zwischen einer subklinischen und einer klinischen Ketose unterschieden werden. Es wird lediglich festgestellt, bei welchen Tieren eine Ketose zu vermuten ist. Dieses war bei 19 % der Proben mit einem Wert › 1,5 der Fall.

Unterschiede zwischen den Betrieben

Trotz der recht unterschiedlichen Probenanzahl in den Betrieben und insgesamt niedriger Anzahl, wurde ein Vergleich zwischen den 4 Betrieben vorgenommen (Übersicht 2).

Übersicht 2: Merkmale und Merkmalsausprägung (Mittelwert/Standardabweichung) bei den einzelnen Betrieben

Merkmal	Einheit	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Beprobungen		158	47	40	25
Laktation der beprobten Kühe	Anzahl	3,3/1,8	2,6/1,6	2,9/0,9	3,0/1,5
Laktationstag	Anzahl/Tag	27,2/13,9	25,0/12,0	24,3/11,5	28,4/10,5
Melkmenge am Versuchstag	kg Milch/Kuh und Tag	45,1/10,7	43,4/9,2	42,2/6,4	35,2/6,6
Fettgehalt	%	4,3/0,9	3,8/1,0	4,6/1,0	3,9/0,5
Eiweißgehalt	%	3,3/0,4	3,4/0,3	3,2/0,3	3,4/0,4
FEQ		1,3/0,2	1,1/0,3	1,5/0,3	1,2/0,2
Ketonkörper ßHB	mmol/l	0,8/0,5	0,6/0,2	0,6/0,2	0,5/0,1

Der Betrieb 1 hatte mit 0,8 mmol/l den höchsten durchschnittlich gemessenen Gehalt an ßHB und mit 0,5 mmol/l auch die höchste Standardabweichung. Die gemessenen Werte reichten hierbei von 0,1 mmol/l bis 3,6 mmol/l. Die Betriebe 2 und 3 zeigten mit 0,6 mmol/l einen gleichen durchschnittlichen ßHB-Gehalt und mit 0,2 mmol/l auch eine identische Standardabweichung. Im Betrieb 4 wurden mit 0,3 bis maximal 0,7 mmol/l vergleichsweise ähnliche Werte und keinerlei subklinischen Ketosen festgestellt.

Beim FEQ schwankt das arithmetische Mittel von 1,1 bei Betrieb 2 bis zu 1,5 beim Betrieb 3.

Beziehung zwischen beiden Merkmalen

Mit den Parametern FEQ in der Milch und ßHB im Blut wurde ein ähnlich großer Anteil an Tieren bzw. Proben mit einem erhöhten Ketoserisiko (19 % mit FEQ › 1,5 und 14 % › 1,0 mmol ßHB/l) bestimmt. Aber es blieb auch hier die Frage, ob mit beiden Methoden dieselben Tiere erkannt werden?

Die Übersicht 3 zeigt, dass die Übereinstimmung zwischen den beiden Methoden nicht groß war.

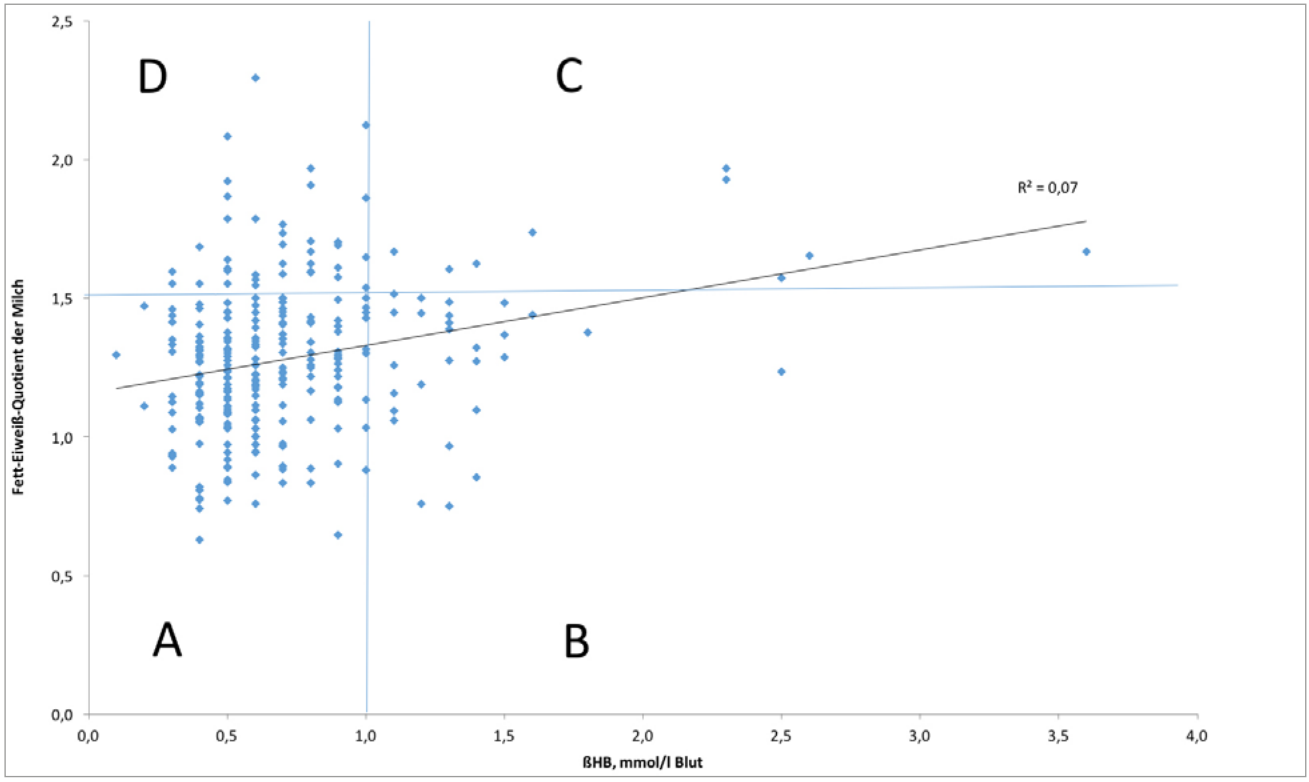
Die tatsächlichen Übereinstimmungen für eine „Ketose-Diagnose“ lagen im Bereich C und zählten gerade einmal 11 der zunächst gedachten 52 Tiere mit einem FEQ › 1,5.

Die übrigen Tiere befanden sich in den Bereichen B und D. Das bedeutete, dass entweder der ßHB-Gehalt im Blut erhöht war und auf eine ketotische Belastung hindeutete, der FEQ aber nicht erhöht war oder aber bei einem erhöhten FEQ › 1,5 der im Blut gemessene Ketonkörpergehalt im physiologischen Bereich und damit nicht erhöht war.

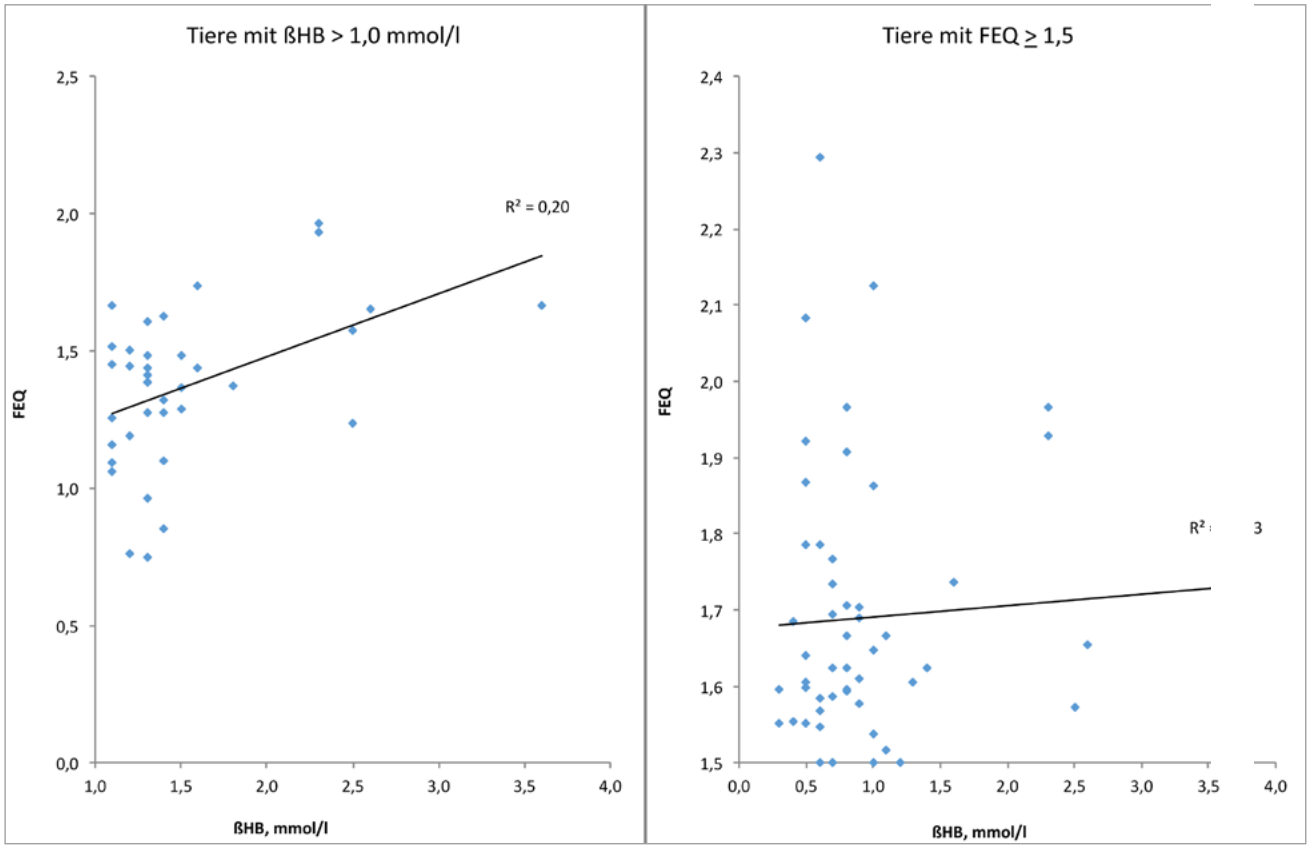
Bereich A beschreibt den Bereich, in dem beide Ergebnisse die Tiere als nicht ketotisch eingestuft hatten.

Die Beziehung zwischen diesen beiden Methoden scheint also eher lose zu sein. Das bestätigt auch das Bestimmtheitsmaß (R^2) von 0,07 (Übersicht 3). Wird nur bei Tieren mit einem erhöhten ßHB-Gehalt dieser mit dem entsprechenden FEQ-Wert in Beziehung gesetzt, ergibt sich mit $R^2 = 0{,}20$ ebenfalls nur ein sehr geringes Bestimmtheitsmaß (Übersicht 4). Kühe mit einem erhöhten FEQ wiesen in den meisten Fällen sogar einen absolut physiologischen ßHB-Gehalt im Blut auf.

Übersicht 3: Beziehung zwischen dem ßHB-Gehalt im Blut und dem FEQ in der Milch



Übersicht 4: Beziehung zwischen dem ßHB-Gehalt und dem FEQ bei Tieren mit erhöhten Werten



Beim Einzeltier sind anhand des FEQ keine sicheren Rückschlüsse auf eine eventuelle Ketose möglich.

Fazit

Es zeigte sich, dass bei einem normalen, nicht erhöhten Gehalt an ßHB, mit dem ein Tier als gesund – zumindest als nicht ketotisch – eingestuft wird, meistens auch der Milchkennwert FEQ im Normbereich von 1,1 bis ‹ 1,5 lag.

Anders sah es bei einem erhöhten Gehalt an ßHB oder einem höheren FEQ aus. Hier war oftmals der andere Parameter nicht gleichermaßen erhöht.

Deutliche Energiemangelzustände im Herdenmaßstab während der ersten 100 Laktationstage können entsprechend Literaturangaben durch einen durchschnittlich erhöhten FEQ aufgedeckt werden. Schwächer ausgeprägte Entgleisungen des Kohlenhydrat-Fettstoffwechsels in Richtung einer Ketose werden hingegen mit diesem Parameter nicht sicher eingeschätzt. Gleiches gilt für Aussagen zum Gesundheitszustand des Einzeltieres.

Auch wenn nur vergleichsweise wenige Tiere in diese Untersuchung einbezogen werden konnten und davon ebenfalls nur einige einen erhöhten Ketonkörpergehalt aufwiesen, bestätigen die vorliegenden Ergebnisse bereits frühere Aussagen von MAHLKOW-NERGE (2007), dass der FEQ nicht besonders gut geeignet ist, um beim Einzeltier Rückschlüsse auf eine mögliche Ketose zu ziehen bzw. sogar eine Ketose zu diagnostizieren.

DER DIREKTE DRAHT

B.sc. Jan-Thore Pieper
E-Mail: janthore.pieper@googlemail.com

und
Prof. Dr. Katrin Mahlkow-Nerge
Fachhochschule Kiel,
E-Mail: Katrin.Mahlkow-Nerge@fh-kiel.de

Stand: Dezember 2017
Fotos (Mahlkow-Nerge)

Redaktion Proteinmarkt
c/o AGRO-KONTAKT
Bahnhofstraße 36, 52388 Nörvenich
Tel.: (0 24 26) 90 36 14
Fax: (0 24 26) 90 36 29
eMail: info@proteinmarkt.de

www.proteinmarkt.de
proteinmarkt.de ist ein Infoangebot vom Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e. V. (OVID) in Zusammenarbeit mit der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e. V. (UFOP).