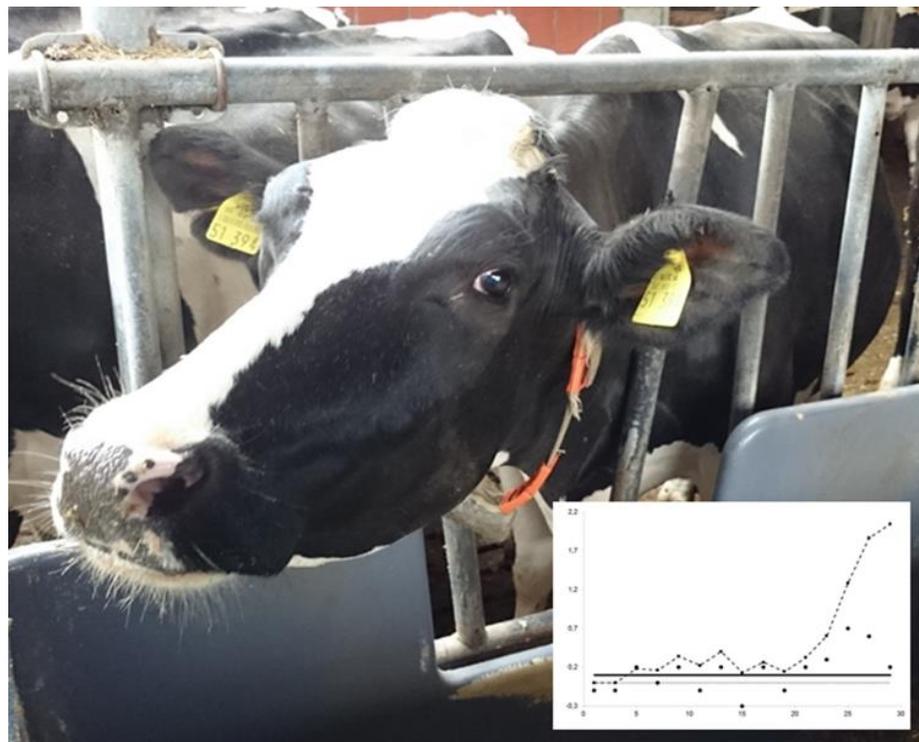




Rationalisierungs-Kuratorium
für Landwirtschaft

Früherkennung von subklinischer Ketose bei Milchkühen



Imke Traulsen
Lena Krellenberg

Früherkennung von subklinischer Ketose bei Milchkühen

Können statistische Kontrollstatistiken dem Landwirt bei der Erkennung einer subklinischen Ketose unterstützen?

November 2015

Erhebung im Rahmen einer Masterarbeit von

Lena Krellenberg am Institut für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts Universität zu Kiel betreut von

Dr. Imke Traulsen, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts Universität zu Kiel, Olshausenstraße 40, 24098 Kiel, itraulsen@tierzucht.uni-kiel.de
Institutsdirektor Prof. Dr. Joachim Krieter

Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung der Professor-Udo-Riemann-Stiftung.

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL e.K.)

Albert Spreu

Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110, Fax: 04331-7081120

Internet: www.rkl-info.de; E-mail: mail@rkl-info.de

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

Gliederung

1. Einleitung	3
2. Datengrundlage	4
2.1 Betriebsbeschreibung	4
2.2 Versuchsaufbau und -durchführung	4
2.3 Statistische Auswertung	5
3. Ergebnisse	7
4. Zusammenfassung	11
5. Literaturverzeichnis	12

1. Einleitung

Die Milchleistung in den heutigen Milchviehherden liegt auf einem hohen Niveau. Laut dem Landeskontrollverband Schleswig-Holstein lag die durchschnittliche Milchmenge im Prüfljahr 2013 bei 8116 kg (LKV S-H, 2013). Spitzenleistungen von Laktationsleistungen bis zu 15.000 kg Milch sind keine Seltenheit. Bei Milchleistungen dieser Größenordnung ist der Stoffwechsel der Tiere sehr aktiv. Die Tiere gelangen zu Beginn der Laktation in eine negative Energiebilanz, die dadurch entsteht, dass die Futteraufnahme nicht ausreicht, um den notwendigen Energiebedarf der Milchproduktion zu decken (Herdt, 2000). Daraus resultieren ein vermehrtes Einschmelzen von Körperfett und eine vermehrte Bildung von Ketonkörpern. Dies ist grundsätzlich physiologisch normal. Allerdings kann es bei einigen Tieren, die beispielsweise erkrankt sind oder nicht optimal in die Laktation starten zur Ausbildung der Ketose kommen. Ein Abfall der Milchleistung, verminderte Fruchtbarkeit und ein vermehrtes Auftreten von Folgeerkrankungen (z.B. Labmagenverlagerung, Nachgeburtsverhalten, Metritis und Mastitis) können zu erheblichen Verlusten für den Landwirt führen (Chapinal et al., 2012; Borkowsky, 2013).

Eine Ketose entsteht, wenn die Ketonkörperkonzentration in einen nicht physiologischen Bereich ausgedehnt wird. Dabei kann zwischen subklinischer und klinischer Ketose unterschieden werden. Klinische Ketosen können aufgrund der sichtbaren Symptome deutlich vom Landwirt oder Tierarzt diagnostiziert werden. Hingegen treten subklinische Ketosen ohne sichtbare Symptome auf, die meisten subklinischen Ketosen bleiben daher verborgen. Die Verluste, die durch die Folgen subklinischer Ketosen entstehen können, liegen laut Borkowsky (2013) bei 600 Euro. Aus diesem Grund sollte jeder Landwirt sich das Ziel setzen, bei der Optimierung der Herdengesundheit auch die subklinische Erkrankungsform der Ketose zu berücksichtigen.

Ziel der vorliegenden Studie war die Entwicklung eines Frühwarnsystems für das Auftreten einer subklinischen Ketose. Die Konzentration des Ketonkörpers β -Hydroxybutyrat im Blut sollte mit einem einfachen Handgerät im Stall erfasst und mit Hilfe von Algorithmen der statistischen Prozesskontrolle ausgewertet werden. So sollten Alarmlisten mit auffälligen Kühen für die tägliche Stallroutine erstellt werden.

2. Datengrundlage

2.1 Betriebsbeschreibung

Auf einem Milchviehbetrieb mit 165 Kühen im Süden Schleswig-Holsteins wurde der Versuche durchgeführt. Der Betrieb wird von zwei Personen geführt und hat zusätzlich zwei Mitarbeiter. Der gesamte Futterbau wird innerbetrieblich getätigt. Insgesamt wird eine Fläche von 160 ha bewirtschaftet, wovon 55 ha Maisland sind. Der Betrieb hatte 2012 eine durchschnittliche Milchleistung von 9289 kg bei 4,00 % Fett und 3,30 % Eiweiß. Die Zwischenkalbezeit lag bei 389 Tagen, die Nutzungsdauer bei 3,1 Kalbungen je Kuh.

2.2 Versuchsaufbau und -durchführung

In diesem Versuch sollte eine subklinische Ketose anhand der Ketonkörperkonzentration im Blut der Tiere diagnostiziert werden. Als Ketonkörper wurde β -Hydroxybutyrat (BHBA) ausgewählt, da dieser Ketonkörper schnell und einfach im Blut bestimmt werden kann und eine hohe Korrelation zu den BHBA-Werten aus einer Laboranalyse aufweist (Panousis et al., 2012)

Die Versuchsgruppe bestand aus 30 Tieren, die in der Zeit von Ende Juli bis Anfang November 2013 beprobt worden sind. Alle abgekalbten Tiere im Versuchszeitraum wurden für die Untersuchung herangezogen.

Von jeder Kuh wurde insgesamt 18-mal der BHBA-Wert bestimmt (Abbildung 1). Pro Kuh wurden drei BHBA-Tests vor der Geburt (a.p.) und 15 Tests nach der Geburt (p.p.) durchgeführt. Die drei Tests vor der Kalbung wurden am -21., -14. und -7. Tag absolviert. Nach der Abkalbung wurde jeden zweiten Tag eine Probe genommen. Aus arbeitstechnischen Gründen sollte der Betrieb im zweitägigen Rhythmus besucht werden, so dass 16 Tiere vom 0. bis 28. Laktationstag und 14 Tiere vom 1. bis 29. Laktationstag beprobt wurden.

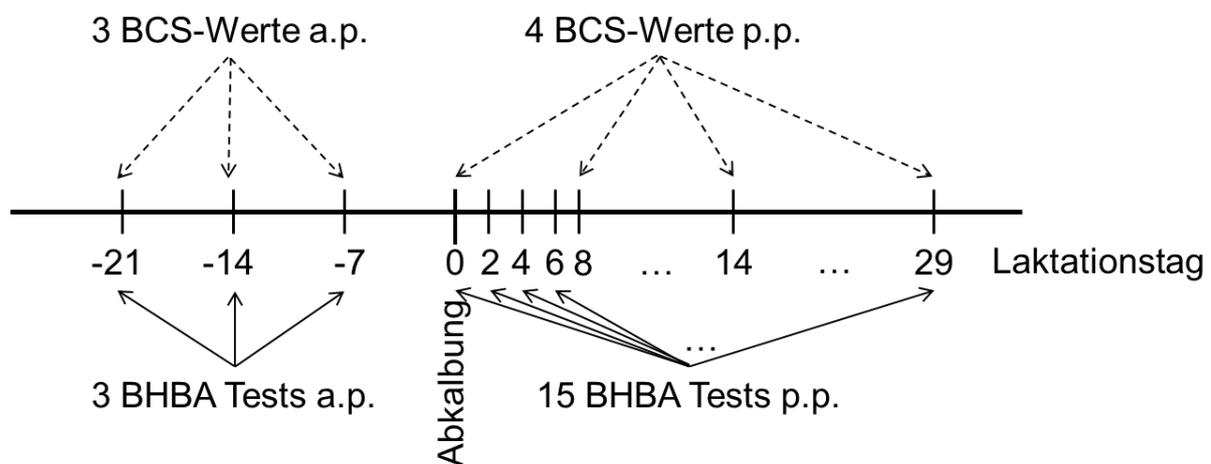


Abbildung 1: Zeitliche Abfolge der Probenahmetage. Pro Kuh wurden 3 BHBA-Tests vor der Geburt (a.p.) und 15 Tests nach der Geburt (p.p.) durchgeführt. Die Körperkondition der Kühe, anhand des Body Condition Scores (BCS) wurde wöchentlich bonitiert (3 Zeitpunkte vor und 4 Zeitpunkte nach der Geburt)

Das Diabetes-Messgerät „Precision Xceed“ der Firma Abbott wurde zur Bestimmung des BHBA-Wertes im Blut verwendet. Dazu wurde ein Tropfen Blut aus der Schwanzvene auf einen Beta-Ketone-Test-Strip gegeben und der BHBA-Wert innerhalb von zehn Sekunden digital auf dem Gerät angezeigt (Abbildung 2). Die Kosten lagen bei rund 23 € für das Gerät und rund 11 Euro pro Teststreifen.



Abbildung 2: Anzeige des BHBA-Wertes auf dem Testgerät „Precision Xceed“. Unten ist der in das Gerät eingesteckte Teststreifen sichtbar

Zur Probennahme waren die laktierenden Kühe im Melkstand und die trockenstehenden Kühe im Fressgitter fixiert. Die Tiere wurden täglich vormittags gefüttert und abends wurde das Futter erst nach der Melkung rangeschoben. Um eine Beeinflussung der BHBA-Werte durch die Fütterung auszuschließen, wurden die Proben immer zur gleichen Zeit bei der Melkung am Abend entnommen.

2.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung gliederte sich in zwei Bereiche. Zunächst wurden die BHBA-Proben mit Hilfe von Grenzwerten aus der Literatur in auffällige und unauffällige Proben eingeteilt. Im zweiten Schritt dienen die auffälligen Proben als Referenz bei der Entwicklung des Frühwarnsystems mit Hilfe einer CUSUM-Kontrollstatistik.

Erkennung einer subklinischen Ketose anhand von Grenzwerten

Zur Diagnose einer subklinischen Ketose wurden Grenzwerte für den BHBA-Wert vor bzw. nach der Geburt festgelegt. Für eine subklinische Ketose vor der Geburt empfehlen Chapinal et al. (2012) einen Grenzwert von 0,6 mmol/l. Für den Zeitraum nach der Geburt werden unterschiedliche Grenzwerte empfohlen (Walsh et al., 2007; Enjalbert et al., 2001; Duffield et al., 2009), so dass unterschiedliche Grenzwerte von 1,0 mmol/l, 1,2 mmol/l und 1,4 mmol/l betrachtet wurden. BHBA-Werte oberhalb des jeweiligen Grenzwertes geben einen Hinweis auf das Vorliegen einer subklinischen Ketose.

Des Weiteren wurde der zeitliche Verlauf der auffälligen BHBA-Proben (Werte oberhalb eines Grenzwertes) untersucht. Der Bestandstierarzt des Betriebes empfiehlt, den BHBA-Bluttest am fünften und zehnten Laktationstag durchzuführen. Dieses sollte überprüft um ggf. andere Laktationstage als Testtage empfehlen zu können.

Früherkennung einer subklinischen Ketose anhand von Kontrollstatistiken

Zur Erstellung des Frühwarnsystems wurde die CUSUM-Kontrollstatistik aus der statistischen Prozesskontrolle verwendet. Die statistische Prozesskontrolle hat ihren Ursprung in der industriellen Produktüberwachung, findet aber heutzutage auch Anwendung in der Gesundheitsüberwachung (Woodall, 2006; Montgomery, 2009). Ziel dieses Verfahrens ist es, Prozessänderungen automatisch und frühzeitig zu erkennen. Das Grundprinzip der CUSUM-Kontrollstatistiken (CUMulative SUM, kumulierte Summe) besteht aus der Bestimmung und Aufsummierung der Abweichungen des überwachten Parameters von einem erwünschten Zielwert.

In dem entwickelten Frühwarnsystem für eine subklinische Ketose wurde der gemessene BHBA-Wert nach der Abkalbung überwacht. Abweichungen vom Mittelwert wurden aufsummiert und bei Überschreiten einer definierten Kontrollgrenze lieferte das System automatisch einen Alarm. In Abbildung 3 ist der Chart für eine Beispielkuh gezeigt. Die Kontrollstatistik spiegelt dabei die aufsummierten Abweichungen des BHBA-Wertes vom definierten Zielwert wider. Übersteigt die Kontrollstatistik die Kontrollgrenze, z.B. Laktationstag 4, so liefert das System einen Alarm.

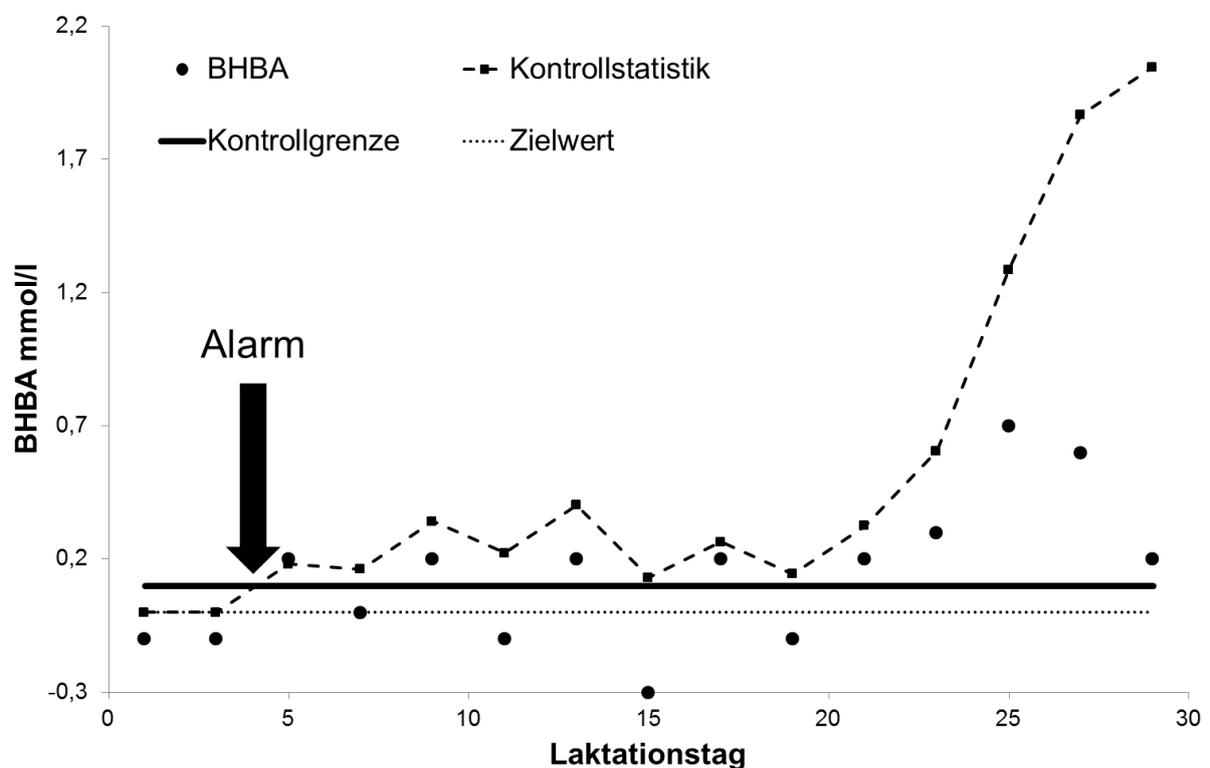


Abbildung 3: CUSUM Kontrollchart am Beispiel einer Kuh mit einem Alarm an Laktationstag 4

Zur Überprüfung der Güte der Kontrollstatistiken wurde eine Referenz definiert. Ziel war es dem Landwirten einen oder zwei Tage bevor der erste BHBA-Wert den Grenzwert von 1,2 mmol/l übersteigt einen Alarm zu liefern. Dazu wurden für den sog. h-Wert der Kontrollstatistik zwei verschiedene Werte ($h=0,25$ und $h=0,5$) verglichen. Die Güte der Übereinstimmung zwischen den Alarmen der Kontrollstatistik und dem Zeitpunkt der Grenzüberschreitung von 1,2 mmol/l wurde mit den Parametern Sensitivität, Spezifität und Fehlerrate dargestellt.

Unter der Sensitivität wird die Fähigkeit des Testverfahrens verstanden, wirklich auffällige Proben als auffällig zu erkennen. Die Spezifität beschreibt die Fähigkeit tatsächlich gesunde Tiere, also unauffällige Proben, als unauffällig einzustufen. Die Fehlerrate gibt den Anteil an fälschlicherweise als auffällig eingestuften Proben im Verhältnis zur allen auffälligen Proben an.

3. Ergebnisse

Im gesamten Probenahmezeitraum wurde keine Kuh aufgrund von Anzeichen einer subklinischen oder klinischen Ketose behandelt.

Erkennung einer subklinischen Ketose anhand von Grenzwerten

Insgesamt wurden im Beobachtungszeitraum 536 BHBA-Tests an 30 Tieren durchgeführt. Vor der Geburt lag der BHBA-Wert mit Mittel bei 0,76 mmol/l und schwankte zwischen 0,4 und 1,4 mmol/l. Nach der Geburt lag dieser im Mittel bei 1,00 mmol/l und schwankte zwischen 0,3 und 3,1 mmol/l. In Abbildung 4 ist der Verlauf des BHBA-Wertes über den gesamten Probenahmezeitraum am Beispiel einer Kuh dargestellt.

Die Messwerte im Zeitraum vor der Kalbung liegen oberhalb des Grenzwertes. Nach der Abkalbung ist eine ansteigende Tendenz der Messwerte bis zum 8. Laktationstag erkennbar. Hier übersteigt der BHBA-Wert alle drei festgelegten Grenzwerte. Im weiteren Verlauf sinken die BHBA-Werte und bleiben dann ab dem 13. Laktationstag unterhalb der Grenzwerte im normalen physiologischen Bereich. Der Verlauf der BHBA-Werte über die Zeit war bei den einzelnen Tieren sehr individuell. Bei den 89 Tests vor der Abkalbung lagen 83 Testergebnisse oberhalb des definierten Grenzwertes von 0,6 mmol/l. Diese deuten auf das Vorliegen einer subklinischen Ketose hin. Bei allen Versuchstieren lag der BHBA-Wert mindestens einmal über dem Grenzwert. Vier Tiere hatten zwei aufeinanderfolgende Werte oberhalb des Grenzwertes. Nach der Abkalbung überschritten 180 Tests einen Grenzwert von 1,0 mmol/l, 117 einen Grenzwert von 1,2 mmol/l und 61 einen Grenzwert von 1,4 mmol/l und zeigten somit einen auffälligen BHBA-Wert. Bei einem, drei bzw. elf Tieren (1,0; 1,2; 1,4 mmol/l) trat kein auffälliger BHBA-Wert auf. Bei acht, vier und einem Tier (1,0; 1,2; 1,4 mmol/l) waren mehr als die Hälfte der BHBA-Werte auffällig.

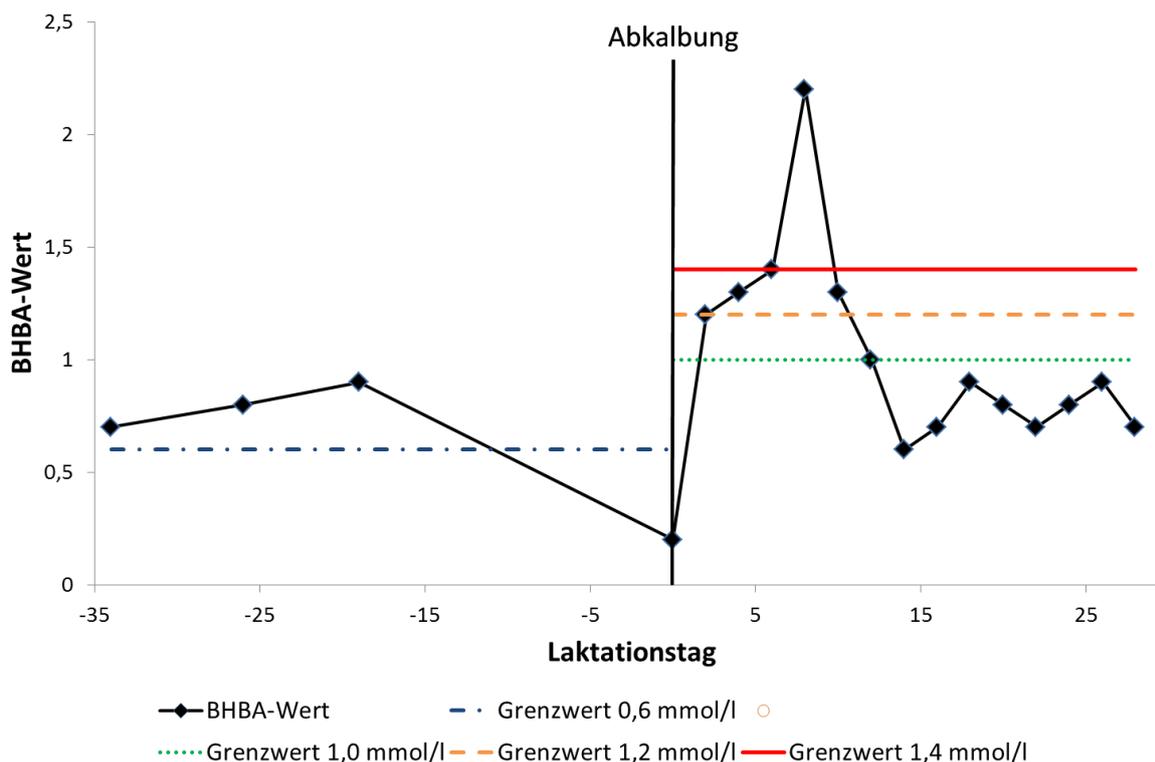


Abbildung 4: Verlauf der BHBA-Werte einer Kuh während der Versuchsperiode in Abhängigkeit der jeweiligen Grenzwerte

In Abbildung 5 sind die Häufigkeiten positiver Proben in Abhängigkeit vom Laktationstag dargestellt. An allen Laktationstagen lag mindestens eine der BHBA-Proben oberhalb der Grenzwerte von 1,0 bzw. 1,2 mmol/l. Für den höchsten Grenzwert von 1,4 mmol/l wurde erst am sechsten Laktationstag, gegen Ende der ersten Laktationswoche, ein positiver Test festgestellt. Auch die Verteilung der positiven Tests ist von der Höhe des Grenzwertes abhängig. Für den niedrigsten Grenzwert sind vom achten bis zwölften sowie vom 18. bis 22. Laktationstag eine hohe Anzahl von positiven Tests zu beobachten. Für den mittleren Grenzwert ist dies an ähnlichen Laktationstagen (12, 18 bis 22) festzustellen. Bei Anwendung des höchsten Grenzwertes ist erst gegen Ende der Beobachtungsperiode (Laktationstag 22 bis 26) die höchste Anzahl an positiven Tests aufgetreten. Ein eindeutiges Muster und optimale Testtage können nicht abgeleitet werden. Würde im praktischen Einsatz die Anzahl der Tests reduziert, beispielsweise auf den 5. und 10. Tag wie es der Bestandstierarzt des Betriebes empfiehlt, würden in diesem Versuch am 5. Tag bei Anwendung des höchsten Grenzwertes gar keine Tiere und am 10. Tag ebenfalls nur wenige Tiere als auffällig eingestuft werden. Die Zeitreihen zeigen allerdings, dass diese Momentaufnahme von einem Tag nicht ausreichend ist, um eine subklinische Ketose sicher zu entdecken. Eine Kuh mit einem auffälligen BHBA-Wert an einem Laktationstag kann bei der nächsten Probenahme schon wieder einen unauffälligen Wert aufweisen. In der vorliegenden Studie sind die meisten auffälligen Proben am nächsten Tag wieder unauffällig (51,3 % bei Grenzwert 1,0 mmol/l, 63,3 % bei Grenzwert 1,2 mmol/l, 60,0 % bei Grenzwert 1,4 mmol/l). Bei 20 bis 30 % der Proben wurden längere Zeiträume als 3 Tage mit aufeinanderfolgenden positiven Proben festgestellt. Nur ein Tier hatte über 12 aufeinanderfolgende Probetage einen

auffälligen BHBA-Wert (Grenzwert 1,0 mmol/l). Dieses zeigte auch in den ersten beiden monatlichen Milchkontrollen nach der Abkalbung einen auffälligen Fett-Eiweiß Quotienten. Trotzdem wurden keine Symptome an dem Tier festgestellt und somit das Tier auch nicht behandelt.

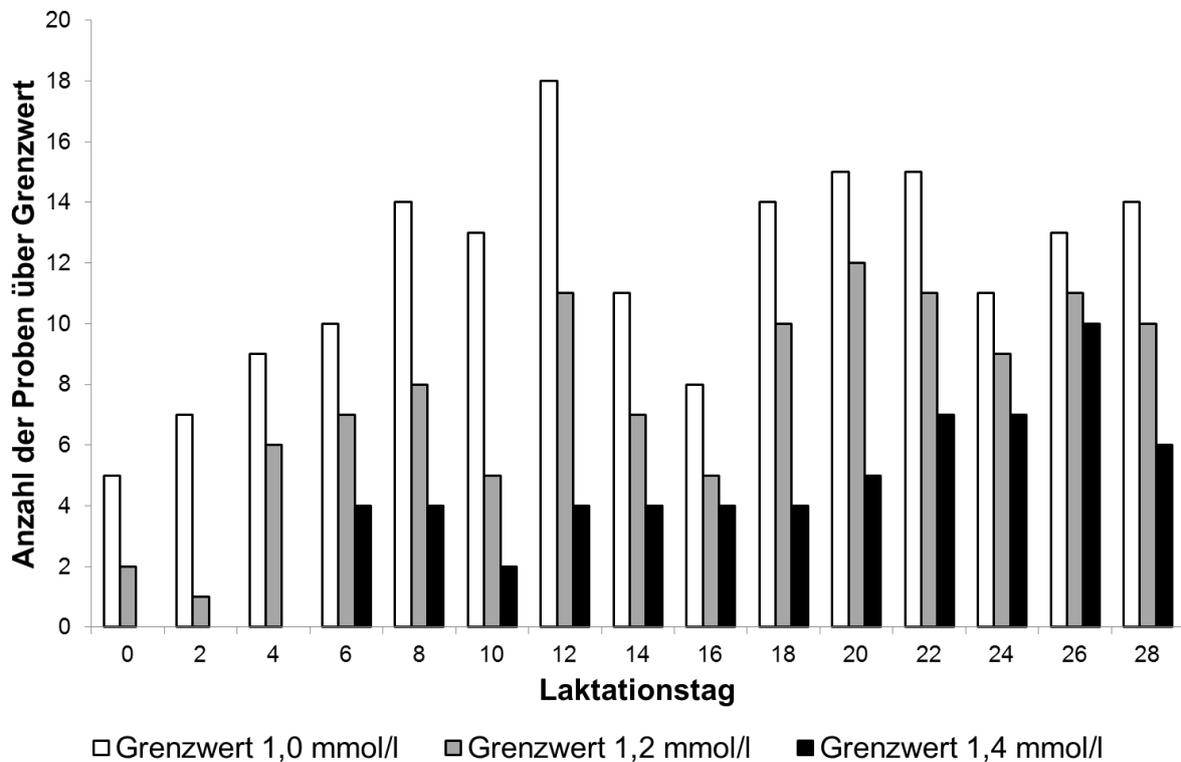


Abbildung 5: Anzahl der Proben mit einem BHBA-Wert oberhalb der Grenze (positiv) für den Zeitraum nach der Abkalbung

Früherkennung einer subklinischen Ketose anhand von Kontrollstatistiken

Die CUSUM-Kontrollcharts wurden mit dem Ziel kalibriert, mindestens zwei Tage vor einem auffälligen BHBA-Wert einem Alarm zu liefern. In der Praxis kann der Landwirt dann die Tiere der Alarmliste gezielt kontrollieren und frühzeitig mit einer Behandlung beginnen, um das Ausmaß einer subklinischen Ketose zu verhindern.

In Abbildung 6 ist der CUSUM-Kontrollchart einer Kuh mit einem rechtzeitigen Alarm dargestellt. Das Tier hatte am 17. Laktationstag einen BHBA-Wert oberhalb des Grenzwertes von 1,2 mmol/l. Die Kontrollstatistik überschreitet am 15. Laktationstag die Kontrollgrenze und liefert dem Landwirt somit einen frühzeitigen Alarm.

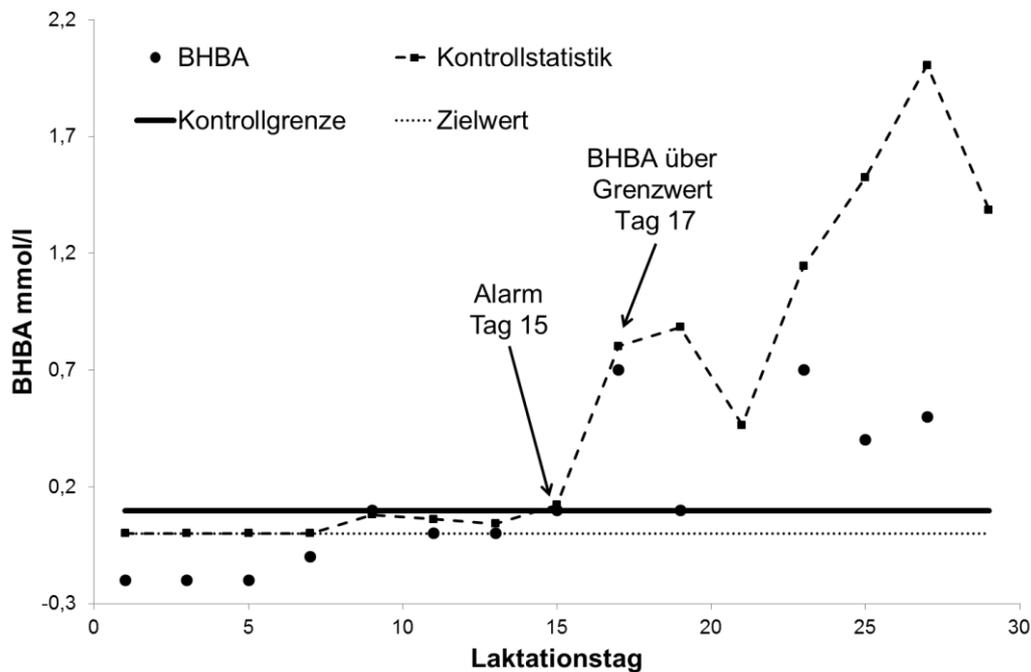


Abbildung 6: CUSUM Kontrollchart für eine Kuh mit einem BHBA-Wert über dem Grenzwert von 1,2 mmol/l am Laktationstag 17 und einem Alarm am Tag 15

Nicht für alle Beobachtungen stimmen die Alarme des Kontrollcharts und der Grenzwertüberschreitungen überein. Die Sensitivität (Erkennungsrate der auffälligen Proben) der Charts liegt im oberen Bereich und schwankt in Abhängigkeit vom Grenzwert und dem h-Wert des Kontrollcharts zwischen 58,11 und 82,00 % (Tabelle 1).

Tabelle1: Gütekriterien für die Übereinstimmung der Alarme des CUSUM Kontrollcharts einen bis zwei Tage bevor die der Referenz der Überschreitung des Grenzwertes (1,0; 1,2 bzw. 1,4 mmol/l) einen Alarm gibt in Abhängigkeit vom h-Wert

Grenzwert (mmol/l)	h-Wert	Anzahl wahr positive Alarme ¹	Anzahl falsch positive Alarme ²	Sensitivität (%)	Spezifität (%)	Fehlerrate (%)
1,0	0,25	93	91	62,84	66,54	49,46
	0,5	86	81	58,11	70,22	48,50
1,2	0,25	58	133	73,42	61,00	69,63
	0,5	50	117	63,29	65,69	70,06
1,4	0,25	41	150	82,00	59,46	78,53
	0,5	37	130	74,00	64,86	77,84

¹ Anzahl Alarme des Kontrollcharts bei denen gleichzeitig der BHBA-Wert über der Grenze liegt

² Anzahl Alarme des Kontrollcharts, obwohl der BHBA-Wert unterhalb der Grenze liegt

Gleichzeitig liegen auch die Spezifität (Erkennungsrate der unauffälligen Proben) und die Fehlerrate (Anteil fälschlicherweise als auffällig eingestufte Proben im Verhältnis zur allen auffälligen Proben) im mittleren bis oberen Bereich. Die Spezifität ergibt Werte von 59,46 bis 70,22 % und die Fehlerrate Werte von 48,50 und 78,53 %. In den vorliegenden Kontrollcharts sind noch zu viele falsch positive Alarmer zu verzeichnen, d.h. der Landwirt kontrolliert ein Tier obwohl es nicht krank ist. Diese spiegeln sich in der vergleichsweise schlechten Spezifität und Fehlerrate wider. Praktisch einsetzbare Systeme sollten sich durch eine Spezifität von mindestens 80 % bei einer gleichzeitig geringen Fehlerrate auszeichnen. Dennoch erkennt der Chart bei einem Grenzwert von 1,4 mmol/l und einem h-Wert von 0,25 die auffälligen Proben mit einer akzeptablen Zuverlässigkeit (Sensitivität über 80 %).

4. Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde ein Frühwarnsystem für die Diagnose einer subklinischen Mastitis bei Milchkühen entwickelt. Eine erhöhte Konzentration des Ketonkörpers β -Hydroxybutyrat (BHBA) im Blut der Tiere deutet auf das Vorliegen einer subklinischen Ketose hin. Durch diese sinkt die Milchleistung und das Risiko für eine verminderte Fruchtbarkeit und ein vermehrtes Auftreten von Folgeerkrankungen (z.B. Lagmagenverlagerung, Nachgeburtsverhalten, Metritis und Mastitis) steigt. Für den Landwirt können so erhebliche Verluste entstehen.

Im Zeitraum Juli bis November 2013 wurde auf einem Milchviehbetrieb in Schleswig-Holstein von insgesamt 30 Kühen die BHBA-Konzentration mit dem Blutzuckermessgerät „Precision Xceed“ um den Termin der Abkalbung bestimmt. Die Beprobung fand vor der Abkalbung im wöchentlichen Rhythmus (eine, zwei und drei Wochen vor dem voraussichtlichen Termin) und nach der Abkalbung im zweitägigen Rhythmus bis zum 30. Laktationstag statt. Insgesamt wurden 536 BHBA-Tests durchgeführt. Vor der Geburt lag der BHBA-Wert mit Mittel bei 0,76 mmol/l und schwankte zwischen 0,4 und 1,4 mmol/l. Nach der Geburt lag dieser im Mittel bei 1,00 mmol/l und schwankte zwischen 0,3 und 3,1 mmol/l. Als Grenzwerte für einen auffälligen BHBA-Wert wurden Literaturwerte von 0,6 mmol/l vor der Abkalbung und 1,0, 1,2 bzw. 1,4 mmol/l nach der Abkalbung herangezogen. Vor der Abkalbung lag bei allen Versuchstieren der BHBA-Wert mindestens einmal über einem Grenzwert. Nach der Abkalbung zeigten nur ein, drei bzw. elf Tiere (1,0; 1,2; 1,4 mmol/l) keinen auffälligen BHBA-Wert. Bei acht, vier und einem Tier (1,0; 1,2; 1,4 mmol/l) waren mehr als die Hälfte der BHBA-Werte auffällig. Trotzdem wurden bei keinem Tier Symptome einer Ketose festgestellt und somit auch keine Behandlungen durchgeführt. Jedes Tier zeigte einen individuellen Verlauf der BHBA-Konzentration im Blut. Optimale Testtage konnten nicht festgelegt und die Empfehlung des fünften und zehnten Tage nicht bestätigt werden. Stattdessen sind aufgrund der täglichen Schwankungen der Werte wiederholte Messungen im Zeitverlauf zu empfehlen. Der CUSUM-Kontrollchart für das Frühwarnsystem konnte auffällige Tiere mit einer guten Zuverlässigkeit entdecken (Sensitivität über 80 %). Allerdings traten gleichzeitig viele Proben auf, die

fälschlicherweise als auffällig klassifiziert wurden (falsch positive Alarme). Die Spezifität war zu niedrig und die Fehlerrate noch zu hoch. Der Landwirt hätte sehr viele Tiere kontrollieren müssen, die in Wirklichkeit gesund waren.

Für einen Einsatz in der Praxis ist festzuhalten, dass das Messgerät im Stall eingesetzt werden kann, wenn ein Schutz gegen Schmutz und Feuchtigkeit vorhanden ist. Das Gerät selbst und die erforderlichen Teststreifen sind kostengünstig. Nachteilig ist, dass die Tiere bei den Probenahmen fixiert werden müssen. Daher sollte die Untersuchung von Milch zur Diagnose einer subklinischen Ketose bevorzugt werden. Auch dafür ist die erfolgreiche Anwendung von Kontrollstatistiken mit automatischen Alarmlisten als Managementunterstützung für den Landwirt denkbar.

5. Literaturverzeichnis

Borkowsky, A. K., 2013: Ein verborgenes Problem bleibt ein Problem – wie viel Ketose verbirgt sich in den Betrieben Ihrer Landwirte; Der Praktische Tierarzt. 94:457-458.

Chapinal, N., Carson, M. E., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., Godden, S., Capel, M., Santos, J. E. P., Overton, M. W., Duffield, T. F., 2012: The association of serum metabolites in the transition period with milk production and early-lactation reproductive performance; J. Dairy Sci. 95:1301-1309.

Duffield, T. 2000: Subclinical ketosis in lactating dairy cattle; Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 16:231-251.

Enjalbert, F., Nicot, M. C., Bayourthe, C., Moncoulon, R. 2001: Ketone Bodies in Milk and Blood of Dairy Cows: Relationship between Concentrations and Utilization for Detection of Subclinical Ketosis; J. Dairy Sci. 90:583-589.

Herd, T. H., 2000: Ruminant adaptation to negative energy balance; Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 16:215-230.

LKV S.-H., 2013: Jahresbericht 2013; <http://www.lkv-sh.de/downloads> [04.06.14].

Montgomery, D. C. 2009: Introduction to Statistical Quality Control; John Wiley&Sons, Inc.; 6. Auflage; S. 400 ff.

Panousis, N., Brozos, Ch., Karagiannis, I., Giadinis, N. D., Lafi, S., Kritsepi-Konstantinou, M. 2012: Evaluation of Precision Xceed® meter for on-site monitoring of blood β -hydroxybutyric acid and glucose concentrations in dairy sheep; Research in Veterinary Science 93:435-439.

Walsh, R. B., Walton, J. S., Kelton, D. F., LeBlanc, S. J., Leslie, K. E., Duffield, T. F. 2007: The Effect of Subclinical Ketosis in Early Lactation on Reproductive Performance of Postpartum Dairy Cows; J. Dairy Sci. 90:2788-2796.

Woodall, W. H. 2006: The Use of Control Charts in Health-Care and Public-Health Surveillance; Journal of Quality Technology 38:89-104.