

Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and wireless data transmitting unit and application under different feeding conditions

J. Gasteiner¹, M. Fallast³, S. Rosenkranz³, J. Häusler², K. Schneider¹, T. Guggenberger²

Summary

Subacute rumen acidosis is a common and economically important herd health problem of dairy cattle and there is a crucial need for monitoring systems. Therefore an indwelling wireless data transfer system for monitoring rumen pH and temperature was assembled. Measurement times were user selectable, in our trials measurements were taken every 30 minutes. Stored data were transmitted to an external receiver using ISM-Band (433 MHz). The system was controlled by a microprocessor. Data (pH, temperature) were sampled with an Analog to Digital converter (A/D converter) and stored in an external memory chip. The external receiver was connected with a PC (USB) and results were analysed by software and displayed.

The indwelling system could be administered orally, but to service the measuring units, described experiments were conducted using 5 ruminally cannulated steers.

After calibrating by using standardized pH-dilutions and check for proper operation, rumen-pH und temperature measures were carried out under different feeding conditions.

In feeding experiment 1, 100 % roughage (hay) ad lib. was given to the animals for 1 week, measurements with the pH-monitoring unit were taken for 3 days.

In feeding experiment 2, animals had daily pasture (from 4.30 a.m. to 16:30 p.m.) and forage ad lib. (from 17:00 p.m. to 4:00 a.m.) for 3 weeks. Measurements of rumen pH and temperature were carried out for the last 7 days.

In feeding experiment 3, animals received a diet containing roughage:concentrate 50:50 for 7 days, measurements of rumen pH and temperature were taken for a period of 3 days.

Statistical analysis was conducted using GLM (Statgraphic Plus 5.1) and Bonferroni-Holm-Test.

In feeding experiment 1, rumen temperature (mean $38.40 \pm 0.70^\circ \text{C}$) was influenced significantly by drinking water but it is not connected with feeding time. Mean pH was 6.49 ± 0.39 and nadir was pH 6.14.

In feeding experiment 2, mean rumen temperature was $38.12 \pm 0.80^\circ \text{C}$ and mean pH was 6.36 ± 0.22 . Nadir during pasture was pH 5.34, nadir during feeding roughage was 6.16. Pasture had a significant influence on rumen pH.

In feeding experiment 3, mean rumen temperature was $38.55 \pm 0.83^\circ \text{C}$ and mean pH was 6.37 ± 0.24 . Nadir was pH 5.29. Decline of rumen pH was significantly related to the feeding of concentrate.

When comparing results of measuring standardized dilutions (pH 4, pH 7) prior and after in vivo measurements, coefficient of correlation was 0.9987 (mean for all probes). Drift pH 4 was $0,197 \pm 0,070$ and drift pH 7 was $0,107 \pm 0,088$.

Time (%) below pH 5.5 was 0 in feeding trial 1, 12.1% in feeding trial 2 and 3% in feeding trial 3. Time (%) below pH 5.8 was 0 in feeding trial 1, 18.9% in feeding trial 2 and 16.6% in feeding trial 3. Time (%) below pH 6.2 was 55.6% in feeding trial 1, 44.2% in feeding trial 2 and 53.5% in feeding trial 3.

Maximum duration of measurement is up to 40 days, then a service (energy) of probes is necessary, transmission of data was trouble free.

Results indicate, that the present method is a useful and proper tool for scientific applications, especially for a better understanding and defining of rumen acidosis. As the measuring system can also be administered to uninjured cattle, an adapted rumen pH measuring system will also be assembled for practical purposes in future.

Möglichkeiten zur Messung des pH-Wertes im Pansen

Einleitung

Ein Abfall des Pansen-pH-Wertes bei Rindern unter die physiologische Norm, in der häufigsten Ausprägung als subakute Pansenazidose (Subacute Rumen Acidosis, SARA) auftretend, stellt ein weit verbreitetes und zumeist auch bestandsweise gehäuft auftretendes Problem in der Rinderproduktion dar. Das Risiko für SARA erhöht sich naturgemäß in Produktionssystemen, in welchen ein erhöhter Einsatz von leicht verdaulichen Kohlenhydraten bei zumeist gleichzeitiger Verdrängung von rohfaserwirksamen Strukturkohlenhydraten zur Erzielung höherer Wachstumsraten bzw. Zunahmen oder höherer Milchleistungen vorzufinden ist. Die negativen tiergesundheitlichen Auswirkungen von SARA sind vielfältig und stellen einen zentralen, die Produktion mindernden Faktor der Rinderhaltung dar.

Aus verschiedenen Gründen ist SARA ein nicht immer einwandfrei nachzuweisender krankhafter und krankmachender Zustand. Ein Mangel an einfachen und spezifischen Nachweismethoden bzw. die geringe Akzeptanz der Pansensaftentnahme bei Rindern in der Praxis, aber auch aufgrund der Anfälligkeit bestehender Nachweismethoden gegenüber Diagnostikfehlern mancher Methoden führte dazu, dass der Nachweis bislang vorwiegend indirekt und retrospektiv (z.B. Fettgehalt Milch, Fett-Eiweißquotient) und basierend auf sekundären klinischen Symptomen (z.B. dünner, breiiger Kot mit erhöhtem Anteil an unverdauten Bestandteilen) basierte. In der weiteren Folge wird das Vorliegen einer SARA in einer Herde zumeist erst nach Korrektur des Fütterungsregimes im Nachhinein bestätigt, wenn sich indirekte Parameter normalisiert oder sekundäre klinische Symptome verbessert haben.

Erst die Kombination von klinischer Untersuchung, Futtermittelbeurteilung, Rationsbewertung bzw. -berechnung sowie die Analyse des Pansensaftes stellen die Grundlagen zur frühzeitigen Erkennung, noch besser zur Vorbeuge des Herdenproblems SARA dar.

Kommentar [h1]: statt der

Im folgenden Beitrag sollen die Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansensaft sowie die Messung des pH-Wertes der Pansenflüssigkeit als zentraler Parameter näher beschrieben und diskutiert werden. Eigene Untersuchungen und Ergebnisse zu einer neuartigen Methode zur Messung des Pansen-pH-Wertes werden vorgestellt.

Entstehung von subklinischer und klinischer Pansenazidose

Pansenazidose wird vorrangig durch ein Überangebot an rasch fermentierbaren Kohlenhydraten (Stärke, Zucker) ausgelöst. Ein zumeist gleichzeitig bestehender Mangel an strukturwirksamen Kohlenhydraten (allgemein als Rohfaser bezeichnet) führt zu vermindertem Wiederkäuen mit verminderter Speichelproduktion und folglich geringerer Pufferkapazität im Pansen.

In der Folge kommt es im Pansen zu einer Veränderung der Bakterienflora und folglich zu einer vermehrten und rascheren Produktion von organischen Säuren, welche aufgrund der verminderten Speichelproduktion nicht abgepuffert werden können. Die Azidose ist deshalb als pathologische Konsequenz (Erkrankung) der

Störung des chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Gleichgewichtes des Panseninhaltes anzusehen. In Abhängigkeit von Abwesenheit bzw. Bestehen klinischer Symptome kann zwischen subklinischer und klinischer Azidose unterschieden werden.

Nach Verfütterung einer besonders stärkehaltigen Ration werden von bestimmten Bakterienstämmen im Pansen große Mengen an Glukose freigesetzt. Die physiologische Konzentration von Glukose im Pansensaft beträgt etwa 160 mg/dl. Durch die große Amylase-Aktivität dieser Bakterien kann der Glukosegehalt im Pansensaft 1400 mg/dl überschreiten. Dieses Überangebot an Glukose führt zu einer rapiden Vermehrung von üblicherweise nicht kompetitiven Bakterien wie *Sc. bovis*, welche in erster Linie Laktat produzieren.

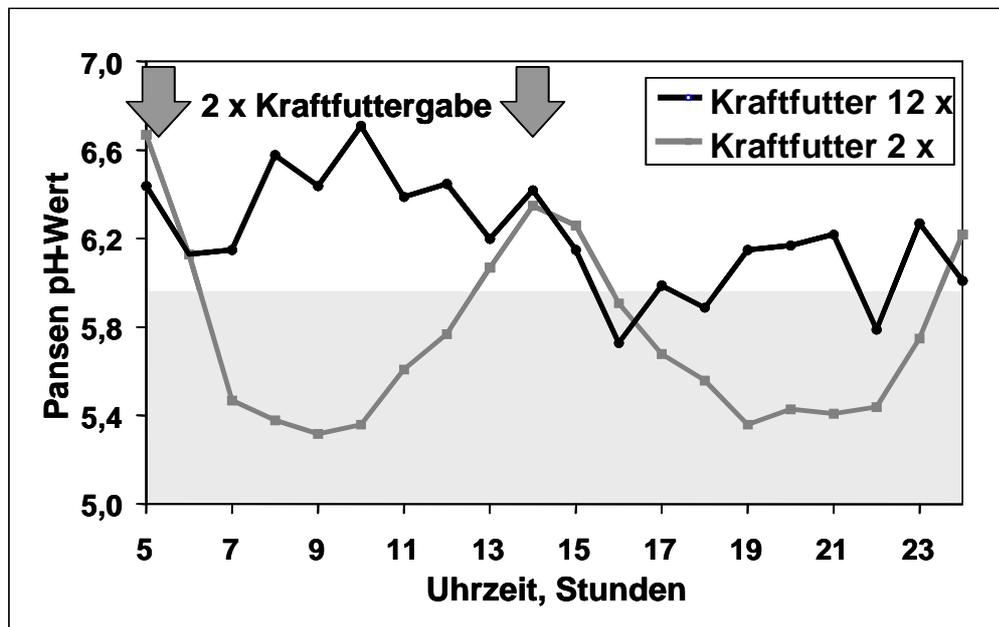
Andere opportunistische Bakterien, insbesondere Koliforme und Aminosäure-Decarboxylierende Mikroben vermehren sich ebenfalls stark und produzieren Endotoxine und Amide (Histamin), welche bei deren Lysis wieder frei werden.

Durch den erhöhten Glukosegehalt im Pansen wird auch die Osmolarität des Pansensaftes erhöht, wodurch sich die Absorption von freien Fettsäuren aus dem Pansen vermindert. Den Ingesta wird in diesem Zusammenhang auch nur wenig Flüssigkeit entzogen, sie entwickeln sogar einen osmotischen Sog, es kommt zu Durchfallerscheinungen und der Körper dehydriert (Owens et al. 1998).

Als weitere Ursache für Azidose sind eine abrupte Veränderungen der Rationsbedingungen sowie eine unregelmäßige Futteraufnahme (variiere Mengen von Grund- und Krafftutter) sowie die Fütterungsfrequenz (Krafftutter nur 1 mal oder 2 mal täglich, siehe auch Abbildung 1), zumeist bei Kühen in Anbindehaltung bei händischer Zuteilung, anzusehen.

Kommentar [h2]: Plural?
sonst dem

Abbildung 1: Einfluss der Häufigkeit von Krafftuttergaben auf den Pansen-pH-Wert (French u. Kennelly 1990)



Die Pansenbakterien können aufgrund ihrer Stoffwechsellistung auch in „Laktat-Produzenten“ und „Laktat-Zehrer“ unterteilt werden. Unter physiologischen Verhältnissen besteht zwischen diesen beiden Gruppen ein Gleichgewicht. Da jedoch nur die Laktat-Zehrer sehr sensibel gegenüber pH-Wertveränderungen sind und unter sauren Bedingungen absterben, kommt es zu einer weiteren Vermehrung der Laktat-Produzenten und somit zu einer Akkumulation von Laktat (Owens et al. 1998).

Krankheitserscheinungen und Folgen einer Pansenazidose

Eine direkte Folge des Absinkens des Pansen-pH-Wertes ist die schmerzhafte Entzündung der Vormagenschleimhaut (Ruminitis) sowie eine daraus resultierende Störung der Entwicklung der Pansenzotten. Das erkrankte Rind weist eine verminderte oder gar sistierende Fresslust auf und der Kot wird dünnbreiig bis wässrig. Die Zusammenhänge zwischen Ruminitis und dem vermehrten Auftreten von Leberabszessen ist ebenfalls als gesichert anzusehen (Dirksen et al. 1985).

Die Anflutung des Blutes mit sauren Stoffwechselprodukten kann zu einer metabolischen Blutazidose mit schweren klinischen Krankheitserscheinungen führen. Infolge der Freisetzung von Endotoxinen und Histamin können akute und chronische Krankheitserscheinungen der Klauenreihe ausgelöst werden. In jüngerer Zeit wird die Klauenreihe als die Hauptursache für die meisten Erkrankungen der Klauen angesehen (Boosman 1990; Gantke et al. 1998; Lischer und Ossent 1996; Nordlund et al. 1995; Ossent et al. 1997). Aufgrund der verminderten/gestörten Futteraufnahme kommt es zu einer vermehrten Mobilisierung von körpereigenen Fettreserven und es kommt zu einer subklinischen oder klinischen Ketose.

Negative Zusammenhänge zwischen Pansenazidose, die vorwiegend in ihrer subklinischen Erscheinungsform größte tiergesundheitliche Probleme nach sich zieht, lassen sich auch zur Fruchtbarkeitsleistung der betreffenden Tiere herstellen (Jouany 2006). Eine gestörte Futteraufnahme, die verminderte Verdauung bzw. Resorption von Nährstoffen und die daraus resultierende negative Energiebilanz sowie die bereits beschriebenen möglichen Folgekrankheiten einer subklinischen Pansenazidose führen zu signifikant schlechteren Fruchtbarkeitsergebnissen bei diesen Kühen.

Als weitere Anzeichen für eine Pansenazidose können eine schlechte Körperkondition, Durchfall, Thrombosen der Beckenvenen mit den Folgen Epistaxis und Hämoptysis, Erkrankungen des Labmagens, aber auch eine Immunsuppression und damit verbundene Infektionen wie die des Euters oder auch des Geschlechtsapparates angegeben (Nordlund 2003). Diese Zusammenhänge sind auch unter praktischen Verhältnissen immer wieder zu finden, lediglich der Beweis einer ursächlichen Beteiligung der Pansenazidose kann nur in den seltensten Fällen, also bei Vorliegen von entsprechenden Untersuchungsergebnissen (Pansensaftuntersuchungen), erbracht werden. Verminderte Fettgehalte in der Milch bzw. ein zu niedriger Fett-Eiweißquotient lassen auf eine Pansenübersäuerung schließen.

Kommentar [h3]: eingefügt

Häufigkeit und Auftreten von Pansenazidose

Enemark und Jorgensen (2001) geben die Häufigkeit der Pansenazidose bei Milchkühen in Dänemark mit 22 % an. Nach einer Ketose-Häufigkeit von 26 % war somit die Pansenazidose die zweithäufigste Erkrankung unter den Milchrindern. Eine Unterteilung in klinische und subklinische Verlaufsformen wurde dabei nicht vorgenommen. Oetzel (2003) gibt die Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose bei frischlaktierenden Kühen mit 15 % an.

Milchfettgehalt und weitere Hinweise auf Pansenazidose

Der Milchfettgehalt wird von einigen Faktoren wesentlich beeinflusst, insbesondere vom Laktationsstadium (Milchleistung), der Rasse und von der Zusammensetzung der Ration (Grummer et al. 1991; Spohr et al 1992). Es besteht eine positive lineare Korrelation zwischen Azetat + Butyrat : Propionat (Sutton et al. 1987). Bei der experimentellen Auslösung einer Pansenazidose bei Milchkühen fiel auch der Fettgehalt in der Milch drastisch ab (Nipcon und Heiljasz 1987), was auf die erhöhten Propionat- und abgesenkten Butyratgehalte im Pansen zurückgeführt wird. Aber auch bei Kühen mit „normalem“ Milchfettgehalt kann ein ausgeprägtes Pansenazidoseproblem bestehen. Insbesondere bei neumelkenden Kühen findet sich zugleich auch fast immer eine Ketose und dabei steigt der Milchfettgehalt infolge Mobilisation von Körperfett an, sodass bei gleichzeitigem Vorliegen von Ketose und einer Pansenübersäuerung durchaus „normale“ Werte für den Fettgehalt der Milch und den Fett-Eiweißquotienten (1,1 bis 1,4) vorgefunden werden. Dies führt dann zu einer falschen Interpretation der Milchinhaltstoffe aufgrund einer kompensierten Keto-Azidose. Deswegen sind zusätzlich unbedingt auch die Eiweiß- und Harnstoffwerte der Milch von Kühen in vergleichbarem Laktationsstadium zu berücksichtigen.

Kommentar [h4]: eingefügt

Als weitere Hinweise für das Bestehen von Pansenazidose können verminderte und abgeschwächte bis fehlende Pansengeräusche im Rahmen der Auskultation, Durchfall, sowie die Ergebnisse von Kotwaschungen (erhöhter Anteil unverdauter Futterpartikel) gedeutet werden.

Zwischen dem pH-Wert im Pansensaft und der NSBA im Harn konnte nur eine unbefriedigende Korrelation festgestellt werden, die Sensitivität lag zwischen 9 % und 52 % und auch die Spezifität betrug lediglich 59 %. Auch der Säuren-Basen-Quotient im Harn kann nur bedingt zur Abschätzung des Pansen-pH-Wertes herangezogen werden (Sensitivität 24 % bis 52 %). Von den Blutparametern haben weder ein erhöhter Laktatgehalt, noch erhöhte Werte für GLDH und auch der Ketonkörpergehalt nur eine eingeschränkte Aussagekraft (Seemann und Spohr 2007).

Kommentar [h5]: statt auch

Kommentar [h6]: eingefügt

Kommentar [h7]: groß

Kommentar [h8]: und statt oder

Durch entsprechende Futtermittelanalysen und Rationsberechnungen gelingt es zu einem guten Teil, Hinweise auf eine drohende „pansenaggressive“ Ration zu erhalten bzw. dieser vorzubeugen. Dabei sollte insbesondere auf die Rohfaserfraktionen sowie auf den Zucker-, Stärke-, Fett- und den Rohproteingehalt Rücksicht genommen (Nordlund 2003) bzw. das Verhältnis Grundfutter:Krafftutter beachtet werden. Pansenaggressive Krafftutterkomponenten sollte man vermeiden.

Kommentar [h9]: ohne werden

Kommentar [h10]: statt – sollen vermieden werden

Mit diesen Erhebungen und Berechnungen kann jedoch eine Pansenazidose nicht eindeutig nachgewiesen werden, da die Kuh nicht unbedingt das frisst, was gerade berechnet wurde („tatsächlich aufgenommene Ration“) und weil auch die Verdauungs- und Resorptionsvorgänge, insbesondere in den Vormägen, von vielen Variablen abhängig sind. Zusätzlich zum Nährstoffgehalt in der Ration hängt der Pansen-pH-Wert u.a. von der Gesamtfuttermittelaufnahme, der Partikelgröße und dem Feuchtigkeitsgehalt des Futters, den Verzehrsgewohnheiten der Einzelkuh und der Wiederkautätigkeit ab.

Kommentar [h11]: statt - Ein Nachweis einer Pansenazidose kann jedoch aus diesen Erhebungen alleine nicht eindeutig geführt werden

Kommentar [h12]: Punkt u. groß

Kommentar [h13]: statt – der Partikelgröße, dem Feuchtigkeitsgehalt,

Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansensaft

Die Untersuchung des Pansensaftes, insbesondere des pH-Wertes stellt die definitive Untersuchungsmethode zur Erkennung einer Pansenazidose dar (Oetzel 2003). Der Pansen-pH-Wert unterliegt jedoch starken tageszeitlichen

Kommentar [h14]: Aber auch entfernt – kommt sehr oft vor!

Kommentar [h15]: eingefügt

Schwankungen, weshalb das Ergebnis besonders vom Zeitpunkt der Probenahme im Bezug zur letzten Futteraufnahme abhängig ist. Auch die Methode der Probenahme beeinflusst das Ergebnis signifikant (Geishauer 1996, Seemann und Spohr 2007).

Unter praktischen Bedingungen gibt es grundsätzlich 2 Möglichkeiten zur Gewinnung von Pansenflüssigkeit:

1. Gewinnung von Pansenflüssigkeit via Schlundsonde
2. Gewinnung von Pansenflüssigkeit via Rumenozentese

Kommentar [h16]: Punkte statt Komma

Ad Schlundsonde:

Bei dieser Methode, die auch unter praktischen Bedingungen relativ rasch und einfach durchgeführt werden kann, wird dem zu untersuchenden Rind eine Schlundsonde gesetzt und Pansensaft wird aktiv über eine Pumpe gewonnen oder Pansensaft fließt nach Absenken des Kopfes aus der Sonde (Dirksen 1975). Die verschiedenen Bauarten von Sonden und die Möglichkeiten des Sondenschutzes haben als Gemeinsamkeit, dass es durch den Akt des Setzens der Sonde zu einer Anregung der Speichelproduktion und damit zu vermehrtem Speichelfluss kommt. Da die Probe üblicherweise aus dem Haubenbereich stammt, in welchem ohnehin bereits etwas höhere pH-Verhältnisse herrschen als im übrigen Vormagensystem, sind derart gewonnene Pansensaftproben in den meisten Fällen vermehrt speichelhaltig. Durch den pH-Wert des Speichels (etwa 8,5) bzw. auch durch dessen Pufferkapazität wird das Ergebnis dieser Proben verfälscht, man erhält falsche, zu hohe Werte. So ermittelten Strabel et al. (2007), dass per Schlundsonde entnommene Proben durchschnittlich 0,5 pH-Einheiten (0,2 bis 1,9 pH-Einheiten) höhere Werte zeigten als solche, die per Rumenozentese entnommen wurden. Ein Unterschied von 0,5 pH-Einheiten ist jedoch für die Diagnose „Pansenazidose ja oder nein“ von maßgeblicher Bedeutung und führt unweigerlich zu falschen Ergebnissen („nicht Erkennen von SARA“). Das Verwerfen der ersten 100-200 ml der Probe wird deshalb empfohlen, damit soll sichergestellt werden, dass eine weniger speichelhaltige Charge der Probe gemessen wird. Für mehrmalige Untersuchungen an einem Tier innerhalb weniger Stunden oder für Reihenuntersuchungen stellt sich die Probenahme per Schlundsonde als eher problematisch dar. Durch spezielle Bauarten von Schlundsonden wurde versucht, dieses Problem der Speichelbeimengung zu minimieren. Als „Fehler“ bei dieser Methode bleibt aber immer noch der Umstand, dass der pH-Wert in der Haubenregion allgemein höher ist als im restlichen, weitaus voluminösren Vormagensystem und dass diese Proben deshalb nur bei niedrigem pH-Wert-Messergebnis beweisend für eine Pansenazidose. Bei physiologischen Ergebnissen kann aber dennoch eine Pansenazidose bestehen.

Kommentar [h17]: Von entfernt u. Klammern

Kommentar [h18]: Statt – falsch hohe

Ad Rumenozentese:

Bei der Rumenozentese wird mittels Punktion des ventralen Pansensackes mit einer Kanüle (vorzugsweise 1,6 X 100 mm) Pansensaft durch Erzeugung von Unterdruck mit einer Spritze gewonnen. Die Punktionsstelle liegt 1-2 handbreit vor dem linken Kniegelenk (Seemann und Spohr 2007) auf Höhe des Patellaoberrandes (Strabel et al 2007) und wird lege artis nach Rasur unter aseptischen Kautelen und unter Sedierung und Schmerzausschaltung durchgeführt. Die dabei gewonnene Menge Pansensaft beträgt einige ml und die Probe ist nicht mit Speichel kontaminiert. Nordlund (2003) beschreibt die Methode der Rumenozentese ohne Anwendung einer Sedierung und ohne Schmerzausschaltung unter praktischen Bedingungen als

durchführbar, was unter österreichischen Bedingungen rechtlich nicht möglich erscheint (TSchG: schmerzhafter Eingriff).

Verschiedene Publikationen - auch jüngeren Datums, insbesondere aus dem angloamerikanischen Raum, sind immer wieder bemüht, die Rumenozentese als eine einfache, praxisnahe und ungefährliche Methode zur Gewinnung von Pansensaft aussehen zu lassen (Duffield et al. 2004; Kleen et al. 2004; Nordlund 1995). Tatsache ist, dass die durch Rumenozentese gewonnenen Proben im Vergleich zu per Schlundsonde gewonnenen Proben realistischere Pansen-pH-Werte liefern (Duffield et al 2004; Geishauser und Gitzel 2005), die Methode ist also deutlich sensitiver als die Gewinnung von Pansensaft per Schlundsonde. Dies wurde auch durch den Vergleich mit per Pansenfistel gezogenen Proben nachgewiesen.

Mögliche Blutbeimengungen zum Pansensaft können jedoch die gewonnene Probe fehlerhaft und damit und nutzlos machen. Fehler und Probleme während der Probenahme wie etwa verstopfte Kanülen und deshalb notwendiges Spülen oder Einpressen von Luft (und damit CO₂) können auch bei dieser Methode zu verfälschten Untersuchungsergebnissen führen.

Als besonders problematisch sind auch die nicht ungefährliche Probenahme für das zu untersuchende Tier und für den Probenzieher anzusehen. Hämatome oder sogar mögliche Infektionen, Abszesse und peritonitische Verwachsungen um den Bereich des Stichkanals gefährden die Tiergesundheit. Aufgrund möglicher massiver und unberechenbarer Abwehrbewegungen (Schmerzen) der Kuh während des Punktionsvorganges ist auch die Gesundheit des Probenziehers gefährdet (Strabel et al 2007).

Welche Methode zur Gewinnung von Pansensaft herangezogen wird, liegt letztlich in der Entscheidung des Tierarztes, der auch die Verantwortung für sein Handeln zu übernehmen hat. Die möglichen Probleme, Nachteile und Risiken der beiden Methoden sind bekannt und dem Tierhalter mitzuteilen. Da in den eher klein strukturierten Betrieben Österreichs die Unversehrtheit des Einzeltieres eine weitaus größere Bedeutung hat als in angloamerikanischen Großbetrieben, wird auch der Verlust eines Tieres nach missglückter Rumenozentese bei uns anders bewertet werden als in einem US-amerikanischen Großbetrieb. Die gewonnene Information, nämlich die Kenntnis über die Zusammensetzung des Pansensaftes, steht deshalb nicht unbedingt in einem Verhältnis zum Risiko, welches durch die Probenahme per Rumenozentese besteht.

Kommentar [h19]: eingefügt

Kommentar [h20]: Bindestriche eingefügt, auch Kommas würden gehen

Kommentar [h21]: Statt - Dabei gilt es zu sagen

Wie aus Abbildung 3 zu erkennen, sind sowohl Fressen als auch Wiederkauen rhythmische Aktivitäten, wobei nach dem Fressen immer zunächst eine „Ruhephase“ von 1-3 Stunden eintritt. Erst nach dieser Ruhephase beginnt das Wiederkauen. Nach dem Fressen setzen die Umsetzungsvorgänge im Pansen unmittelbar ein und durch die Produktion von Säuren sinkt der pH-Wert und zwar auch deshalb, weil der pH-puffernde Speichel erst mit dem Vorgang des Wiederkauens in großen Mengen produziert wird und dann erst im Pansen wirksam werden kann. Ein Mangel an strukturwirksamer Rohfaser führt zu einer verminderten Wiederkauaktivität und verstärkt die Absäuerung im Pansen.

Kommentar [h22]: statt erst

Kommentar [h23]: Statt unterstützt vom Umstand, dass

Da der pH-Wert im Pansen keine konstante Größe darstellt sondern von Rationszusammensetzung, aufgenommener Futtermenge, Wiederkautätigkeit usw. abhängig ist, hat der Zeitpunkt der Probenahme in Bezug zur letzten Fütterung größte Bedeutung auf das Untersuchungsergebnis. Die Empfehlungen zum optimalen Zeitpunkt der Probenahme liegen bei 3 – 5 Stunden nach der letzten Fütterung. Dies ist unter heute gängigen Fütterungsbedingungen (ad libidum-Fütterung, Mischrationen, Kraftfutterstation mit kurzen Fütterungsintervallen) nur schwer einzuhalten und die gewonnenen Ergebnisse sind, unabhängig von der Methode der Probenahme, entsprechend schwieriger zu beurteilen.

Kommentar [h24]: In Abhängigkeit entfernt

Kommentar [h25]: Statt Ration und Menge

Kommentar [h26]: Satzstellung verändert u. statt dementsprechend zu bewerten – schwer zu beurteilen eingefügt

Methoden zur pH-Feststellung

In der Praxis wird zur Feststellung des pH-Wertes üblicherweise Indikatorpapier verwendet. Eine relativ große Messungenauigkeit sowie die Anfälligkeit für Messfehler liefern aber eher ungenaue Ergebnisse ($\pm 0,15$). Die Methode der Wahl wäre hier sicherlich ein pH-Meter, wobei Kosten und Praktikabilität (Eichung,..) eine wichtige Rolle spielen.

Kommentar [h27]: Statt Die Methode zur Feststellung des pH-Wertes in der Praxis stellt üblicherweise Indikatorpapier dar.

Kommentar [h28]: eingefügt

Kommentar [h29]: für den pH-Wert gestrichen

Eigene Untersuchungen

Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Pansen (exakte Lage im Retikulum) wurde von Mitarbeitern der Technischen Universität Graz (Sciencepark) eine Sonde entwickelt und an pansenfistulierten Rindern des LFZ Raumberg-Gumpenstein getestet. Eine weitere Spezifikation der pH-Sonde ist, dass die gemessenen Werte (pH-Wert und zugleich auch die **Temperatur**) in der Sonde abgespeichert und von außerhalb des Pansens ausgelesen werden können. Dieses System zur Messung des Pansen-pH-Wertes überträgt die Messergebnisse drahtlos. Die Empfangseinheit ist direkt mit einem Laptop verbunden, wo die Ergebnisse sogleich abgelesen, graphisch dargestellt und interpretiert werden können. Die derzeitige Spezifikation der Pansen-pH-Sonde beinhaltet vom Anwender wählbare Messintervalle (von 1 Sekunde bis zu **Stundenintervallen**) und kann aufgrund seiner Bauart auch einem erwachsenen, nicht pansenfistulierten Rind per os eingegeben werden. Da die Energieversorgung der Sonde noch die limitierende Größe hinsichtlich der Messdauer darstellt, wurde die Sonde bislang nur an pansenfistulierten Rindern (n=5) erprobt.

Kommentar [h30]: Die gestrichen

Kommentar [h31]: n eingefügt

Die intraruminalen Messungen der vorliegenden Studie wurden halbstündlich durchgeführt, ohne Batteriewechsel ist eine Messdauer von bis zu 20 Tagen möglich. Nach der Kalibration der Sonden mittels Eichlösungen wurden der Pansen-pH-Wert und die Temperatur im Pansen unter folgenden Fütterungsbedingungen gemessen:

1. 100 % Heufütterung ad lib.
2. Täglich Weidegang (ab 6:00 Uhr) und Heufütterung abends ad lib.,
3. 50:50 Heufütterung : Kraftfutter (6:00 Uhr und 13:00 Uhr), bei dieser Untersuchung wurden zeitgleich 2 Pansensensoren in einem Tier eingelegt. Zugleich wurden in 2-stündigen Intervallen Pansensaftproben über die Pansenfistel gezogen, mit einem pH-Meter gemessen und mit dem Ergebnis der **beiden Pansensonden verglichen**.

Kommentar [h32]: eingefügt

Kommentar [h33]: bzw. deren Ergebnisse miteinander - gestrichen

Die statistische Auswertung wurde per GLM ((Statgraphic Plus 5.1) und den Bonferroni-Holm-Test durchgeführt.

ad1: 100 % Heufütterung ad lib.

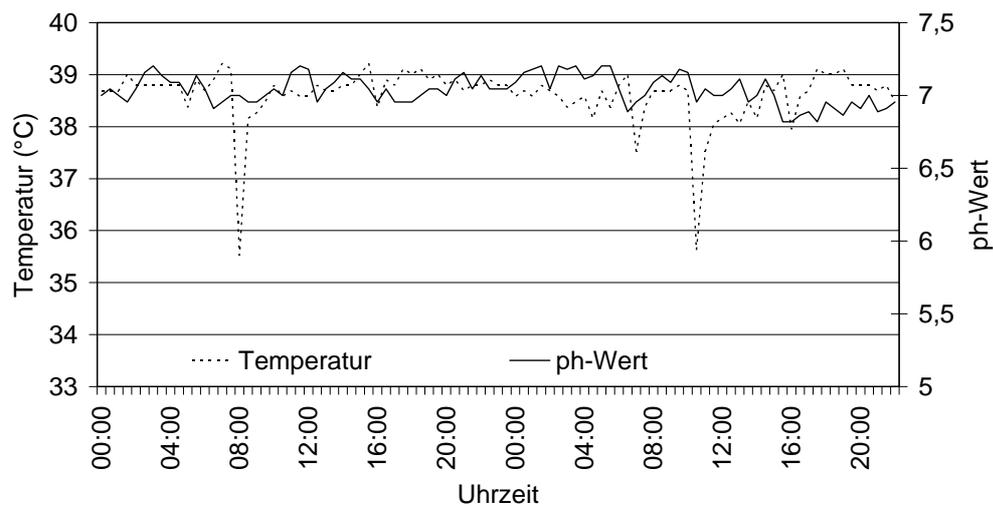


Abb. 2.: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei reiner Heufütterung

Die mittlere Temperatur im Pansen (mean $38,40 \pm 0,70^\circ \text{C}$) wurde bei reiner Heufütterung signifikant durch die Wasseraufnahme beeinflusst (dies trifft auch auf Versuch 2 und 3 zu), aber die Temperatur zeigt keine Beziehung zum Fütterungszeitpunkt. Das unperiodisch auftretende signifikante Absinken der Temperatur hängt also mit der Wasseraufnahme zusammen und kann dadurch erklärt werden.

Kommentar [h34]: eingefügt

Der mittlere pH lag bei $6,49 \pm 0,39$ und der tiefste gemessene Wert lag bei pH 6,14.

ad 2: Täglich Weidegang (ab 6:00 Uhr) und Heufütterung abends ad lib.,

Kommentar [h35]: ab welcher Uhrzeit??

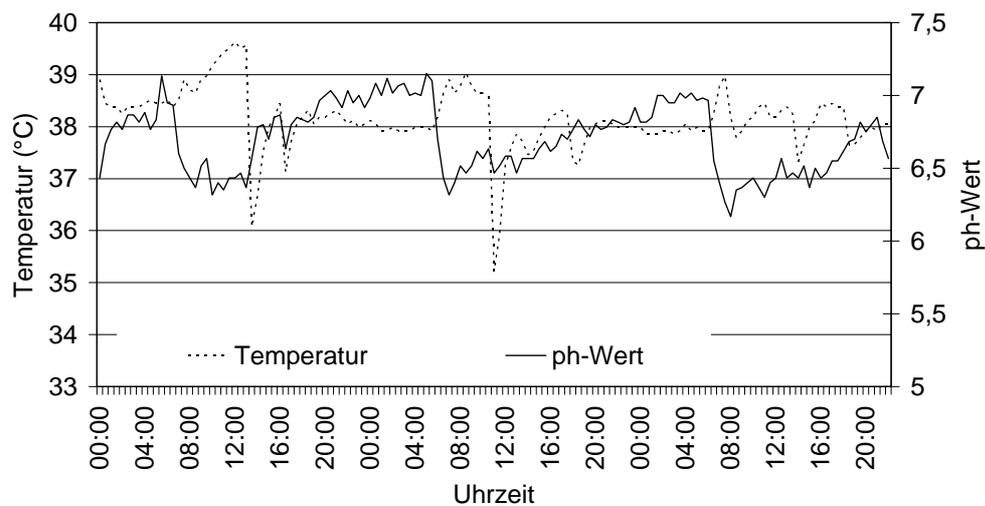


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei Weidegang und Heufütterung

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug $38,12 \pm 0,80^\circ \text{C}$, der mittlere pH-Wert betrug $6,36 \pm 0,22$. Der tiefste gemessene Wert war pH 5,34 während der Weidephase und pH 6,16 während der Raufutterphase. Die Futteraufnahme auf der Weide hatte einen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert im Pansen.

Kommentar [h36]: Beistrich eingefügt

Kommentar [h37]: Die eingefügt

ad 3: 50:50 Heufütterung:Krafftutter

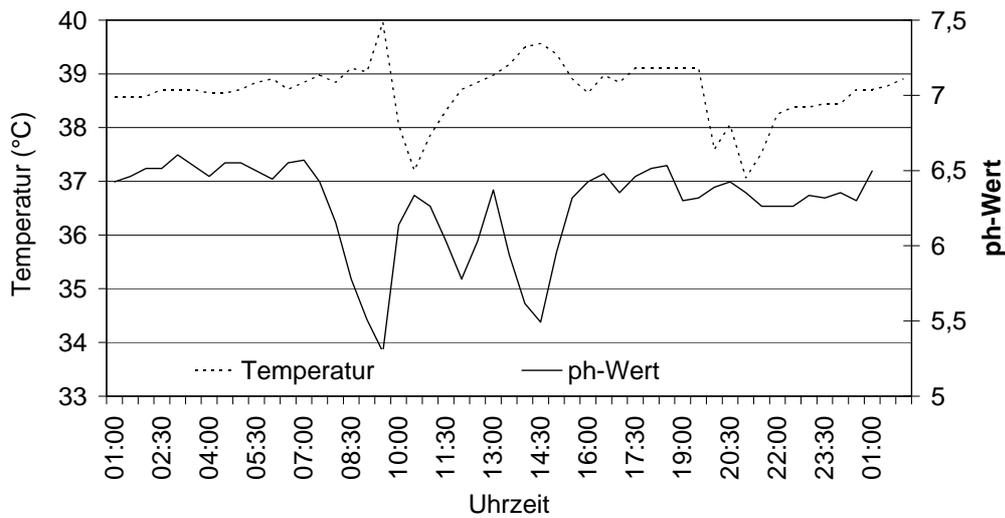


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei 50:50 Heufütterung:Krafftutter

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug $38,55 \pm 0,83^\circ \text{C}$ und der mittlere pH-Wert lag bei $6,37 \pm 0,24$. Der tiefste Wert war pH 5,29. Das Absinken des Pansen-pH-Wertes korrelierte signifikant mit der Verabreichung von Krafftutter.

Kommentar [h38]: Wert eingefügt

Beim Vergleich der Ergebnisse der Simultanmessungen mit 2 Messsonden in einem Tier lag der absolute statistische Fehler für die Temperatur bei $0,6 \pm 0,65^\circ \text{C}$ und $0,15 \pm 0,19$ für den Pansen-pH-Wert. Die Unterschiede der Messergebnisse der beiden Sonden können durch den dynamischen Pansenstoffwechsel sowie durch die inhomogene Mischung der Ingesta im Pansen erklärt werden.

Kommentar [h39]: pH gestrichen

Die Ergebnisse zeigen, dass das vorgestellte System zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Pansen eine innovative und verlässliche Grundlage zur Klärung wissenschaftlicher Fragestellungen zur Pansenphysiologie und Pansenpathologie darstellt. So kann nun etwa auch der zeitliche Verlauf des Pansen-pH-Wertes unter verschiedenen Rationsbedingungen dokumentiert werden, dadurch können Zeitphasen mit azidotischer Belastung leichter erkannt bzw. definiert werden. Da die vorgestellten Messsonden auch per os eingegeben werden können, dürfte es nur eine Frage der Zeit und der Kosten sein, bis ein adaptiertes und verbessertes System auch unter praktischen Bedingungen, vorzugsweise in Großbetrieben, zur Überwachung der Ration („Indikatortiere“) und auch der Tiergesundheit zum Einsatz kommt.

Kommentar [h40]: statt der

Kommentar [h41]: eingefügt

Kommentar [h42]: eingefügt

Kommentar [h43]: en eingefügt

Kommentar [h44]: womit es nun auch möglich ist, gestrichen und durch dadurch können ersetzt

Kommentar [h45]: statt zu erkennen bzw. zu definieren

Literatur

AIZAHAL, O., KEBRAEB, E., FRANCE, J., FROETSCHER, M., McBRIDE, B.W. (2007): Ruminant temperature may aid in the detection of subacute ruminal acidosis. J. Dairy Sci. **91**, 202-207.

COOPER, R.J., KLOPFENSTEIN, T.J., STOCK, R.A., MILTON, C.T., HEROLD, D.W., PARROTT, J.C. (1999): Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *J. Anim. Sci.* **77**, 1093-1099.

COTTEE, G., KYRIAZAKIS, I., WIDOWSKI, T.M., LINDINGER, M.I., CANT, J.P., DUFFIELD, T.F., OSBORNE, V.R., MCBRIDE, B.W. (2004): The effects of subacute ruminal acidosis on sodium bicarbonate-supplemented water intake for lactating cows. *J. Dairy Sci.* **87**, 2248-2253.

DADO, R.G., ALLEN, M.S. (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.* **76**, 1589-1600.

DIRKSEN, G. (1990): Verdauungsapparat in ROSENBERGER, G. (Ed.): Die klinische Untersuchung des Rindes. 3. Aufl., Verlag Paul Parey Berlin-Hamburg, 288-400.

DUFFIELD, T., PLAICIER, J.C., FAIRFIELD, A., BAGG, R., VESSIE, G., DICK, P., WILSON, J., AAMINI, J., MCBRIDE, B. (2004): Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* **87**, 59-66.

ENEMARK, J.M.D., JORGENSEN, R.J., ENEMARK, S.T. (2002): Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis. a review. *Veterinarja Zootechnika*, **20**, 16-29.

GANTKE, S.M., NUSS, K., KÖSTLIN, R. (1998): Röntgenbefunde bei der Klauenrehe des Rindes. *Tierärztl. Praxis* **26**, 239-246.

GASTEINER, J. (2001): Grundlagen zu den Verdauungsvorgängen beim Rind (Anatomie, Physiologie, Mikroflora). Bericht zur Viehwirtschaftlichen Fachtagung, **28**, 69-75.

GEISHAUSER, T., GITZEL, A. (1995): A comparison of rumen fluid sampled by oro-ruminal probe versus rumen fistula. *Small Ruminant Research* **21**, 63-69.

JOHNSON, V.W., SUTTON, J.D. (1968): The continuous recording of the pH in the bovine rumen. *Br. J. Nutr.* **22**, 303-307.

KEUNEN, J.E., PLAIZIER, J.C., KYRIAZAKIS, L., DUFFIELD, T.F., WIDOWSKY, T.M., LINDINGER, M.I., MCBRIDE, B.W. (2002): Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *J. Dairy Sci.* **12**, 3304-3313.

KLEEN, J.L., HOOIJER, G.A., REHAGE, J., NOORDHUIZEN, J.P. (2004): Rumenocentesis (rumen puncture): a viable instrument in herd health diagnosis. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* **111** (12), 458-462.

MCARTHUR, J.M., MILTIMORE, J.E. (1968): Continuous recording of the in vivo rumen pH in fistulated cattle. *Can. J. Anim. Sci.* **48**, 237-240.

KRAUSE, M.K., OETZEL, G.R. (2006): Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.* **126**, 215.

LISCHER, C.J., OSSENT, P. (2002): Pathogenesis of sole lesions attributed to laminitis in cattle. *Proc. 12th Int. Symp. Lameness in Ruminants*, 82-89.

MISHRA, M., MARTZ, F.A., STANLEY, R.W., JOHNSON, H.D., CAMPBELL, J.R., HILDERBRAND, E. (1970): Effect of diet and ambient temperature-humidity on ruminal pH, oxidation reduction potential, ammonia and lactic acid in lactating cows. *J. Anim. Sci.* **30**, 1023-1028.

NOCEK, J., E., ALLMAN, J.G., KAUTZ, W.P. (2002): Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **85**, 422-428.

NORDLUND, K.V., GARRETT, E.F., OETZEL, G.R. (1995): Herd-based rumenocentesis: A clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* **17**, 48-56.

NORDLUND, K. (2003): Herd-based diagnosis of subacute ruminal acidosis. AABP Preconvention Seminar **7**, Columbus-OH.

OSSENT, P., GREENOUGH, P.R., VERMUNT, J.J. (1997): Laminitis. In Lameness in cattle (GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D.) 277-292, Saunders Company, Philadelphia.

PENNER, G.B., BEAUCHEMIN, K.A., MUTSAVANGA, T. (2007): Severity of ruminal acidosis in primiparous holstein cows during the periparturient period. J. Dairy Sci. **90**, 365-375.

RUSTOMO, B., ALZAHAL, O., CANT, J.P., FAN, M.Z., DUFFIELD, T.F., ODONGO, N.E., MCBRIDE, B.W. (2006): Acidogenic value of feeds II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fiber degradability and milk production in the lactating dairy cow. Can. J. Anim. Sci. **86**, 119-126.

SEEMANN, G., SPOHR, M. (2007): Untersuchungen zur Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose und zur Zuverlässigkeit üblicher Diagnostika. Proc. 32. Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung, 22.6.2007 Tierklinik Leipzig, D., 16.19.

SMITH, V.R. (1941): In vivo studies of hydrogen ion concentrations in the rumen of the dairy cow. J. Dairy Sci. **24**, 659-665.

STEINGASS, H., ZEBELLI, Q.(2008): Strukturbewertung von Rationen für Wiederkäuer. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 9.-10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein **35**, 27-33

STRABEL, D, EWY, A., KAUFMANN, T., STEINER, A., KIRCHOFER, M. (2007): Rumenozentese: Eine geeignete Methode zur ph-Bestimmung im Pansensaft beim Rind?, SAT **149**, 301-306.

VAN SOEST, P.J. (1982): Nutritional ecology of the ruminant. Comstock Publ. Association of the Cornell University Press, Ithaka and London.

Corresponding Author:

Dr. Johann Gasteiner (Dipl. ECBHM),

Leiter des Institutes für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

LFZ Raumberg- Gumpenstein, A-8952 Irdning; Tel: ++43/3682/22451-360;

Fax: ++43/3682/22451-210;

e-mail: Johann.Gasteiner@raumberg-gumpenstein.at