

Langzeitmessung des Pansen-pH-Wertes bei Milchkühen

Dr. Johann Gasteiner

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein

Einleitung und Fragestellung

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. SARA ist ein nicht immer einwandfrei nachzuweisender, krankhafter und krankmachender Zustand (DUFFIELD et al., 2004). 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 (GASTEINER, 2001).

ENEMARK et al. (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 Milchkühen. Eine Unterteilung in klinische und subklinische Verlaufsformen wurde dabei nicht vorgenommen. KRAUSE und OETZEL (2003) geben die Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose bei frischlaktierenden Kühen mit 15 % an.

Die negativen tiergesundheitlichen Auswirkungen von SARA sind vielfältig und stellen einen zentralen, die Produktion mindernden Faktor der Milchviehhaltung dar (DIRKSEN et al., 1990; NORDLUND et al., 1995; OSSENT et al., 1997; GANTKE et al., 1998; OWENS et al., 1998; COOPER et al., 1999; LISCHER u. OSSENT, 2002; NORDLUND, 2003).

Die Untersuchung des Pansensaftes ist das aussagefähigste Kriterium zur Beurteilung der Pansenbedingungen. Insbesondere Der pH-Wert stellt die wichtigste Größe zur Beurteilung der Strukturversorgung der Ration als auch die definitive Untersuchungsmethode zur Erkennung einer Pansenazidose dar (KRAUSE u. OETZEL, 2006; STEINGASS u. ZEBELLI, 2008). Der Pansen-pH-Wert unterliegt starken tageszeitlichen Schwankungen, weshalb das

Ergebnis besonders vom Zeitpunkt der Probenahme im Bezug zur letzten Futteraufnahme abhängig ist. Sowohl für wissenschaftliche Untersuchungen als auch für diagnostische Routineuntersuchungen unter Praxisbedingungen stehen die orale Pansensaftentnahme und die Rumenozentese zur Verfügung (DUFFIELD et al., 2004). Die Methode der Probenahme beeinflusst das Ergebnis signifikant (DIRKSEN, 1990; GEISHAUSER, 1996; SEEMANN und SPOHR, 2007, STRABEL et al., 2007).

Eine in vivo Messung des Pansen-pH-Wertes wurde erstmals von SMITH (1941) beschrieben und von einer kontinuierlichen Dokumentation solcher Messungen berichteten JOHNSON und SUTTON (1968) sowie McARTHUR und MILTIMORE (1968). DADO und ALLEN (1993) vernetzten die erhobenen Daten mit weiteren Ergebnissen aus Erhebungen wie der Futter- und Wasseraufnahme sowie der Kauaktivität, um die Zeitdauer und konkreten Ursachen azidotischer Zustände exakter definieren zu können.

Eine kontinuierliche, intraruminale Messung des Pansen-pH-Wertes hat gegenüber dem „spot sampling“ den entscheidenden Vorteil, dass Fluktuationen des Pansen-pH-Wertes besser erkannt und auf einer Zeitachse dargestellt werden können. Solche Techniken zur Messung des Pansen-pH-Wertes wurden in einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet (DATE u. ALLEN, 1993; KEUNEN et al., 2002; COTTE et al., 2004; RUSTOMO et al., 2006; ALZAHAL et al., 2007). Diese Techniken haben gemeinsam, dass eine Pansenfistel bei dem zu untersuchenden Tier anzulegen ist und dass die erhobenen Daten in einer Speichereinheit im Pansen registriert werden.

Um zu den erhobenen Daten zu gelangen, musste entweder die Speichereinheit wieder aus dem Pansen entfernt werden (DATE u. ALLEN, 1993; COTTE et al., 2004; KEUNEN et al., 2002; NOCEK et al., 2002; PENNER et al., 2007; RUSTOMO et al., 2006) oder die Daten wurden über eine Kabelverbindung an eine außerhalb des Pansens liegende, am Tier befestigte Einheit übertragen (ALZAHAL et al., 2007)

Am Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein wurden in den letzten Jahren umfangreiche Versuche auf dem Gebiet der kontinuierlichen intraruminalen pH-Messung mit Sensoren bei Rindern durchgeführt. Das System wurde in enger Zusammenarbeit mit der Firma SmaXtec GmbH. entwickelt. Im folgenden Beitrag sollen die Erfahrungen mit dem System und ausgewählte, auch für die Praxis relevante Ergebnisse aus Fütterungs-Exaktversuchen vorgestellt werden.

Material und Methoden

Zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Vormagenbereich wurde in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der Firma SmaXtec eine Messeinheit entwickelt, welche in Bolusform im Vormagenbereich liegt und kontinuierlich den pH-Wert und die Temperatur ermittelt. Die gesammelten Daten (Messzeitpunkte einstellbar von 1 Sekunde bis Stundenintervalle) werden in einer Einheit gespeichert (A/D-Converter; Speicherchip) und auf Signal von außen an eine externe Empfangseinheit über ISM-Band (433 MHz) gefunkt. Diese Empfangseinheit ist über USB mit einem Laptop verbunden, wo die ermittelten Daten mittels eigens entworfener Software analysiert, interpretiert und graphisch dargestellt werden können. Es ist auch möglich, die Daten auf der Empfangseinheit per Internet abzulesen. Somit ist es nicht mehr nötig, dass wir im Rahmen unserer Untersuchungen selbst vor Ort sind, wenn das System installiert ist. Die Datenübertragung per Funk aus dem Pansen funktioniert problemlos und ist im Umkreis von ca. 20 Metern möglich, Antennen zum Empfang der Signale werden im Melkstandbereich, im Bereich der Kraftfutterstation bzw. bei Anbindehaltung direkt neben den Tieren installiert.

Die Form und Größe (3,5x13 cm) der Messeinheit erlauben es, das System einem erwachsenen Rind per os einzugeben. Um eine regelmäßige Wartung (Kalibrierung) der Sonden zu gewährleisten, wurden die Sonden in den beschriebenen Fütterungsexaktversuchen bei pansenfistulierten Rindern via Pansenfistel in das Retikulum eingelegt. Es wurden aber auch erfolgreich Versuche an nicht pansenfistulierten Rindern durchgeführt und beschrieben.

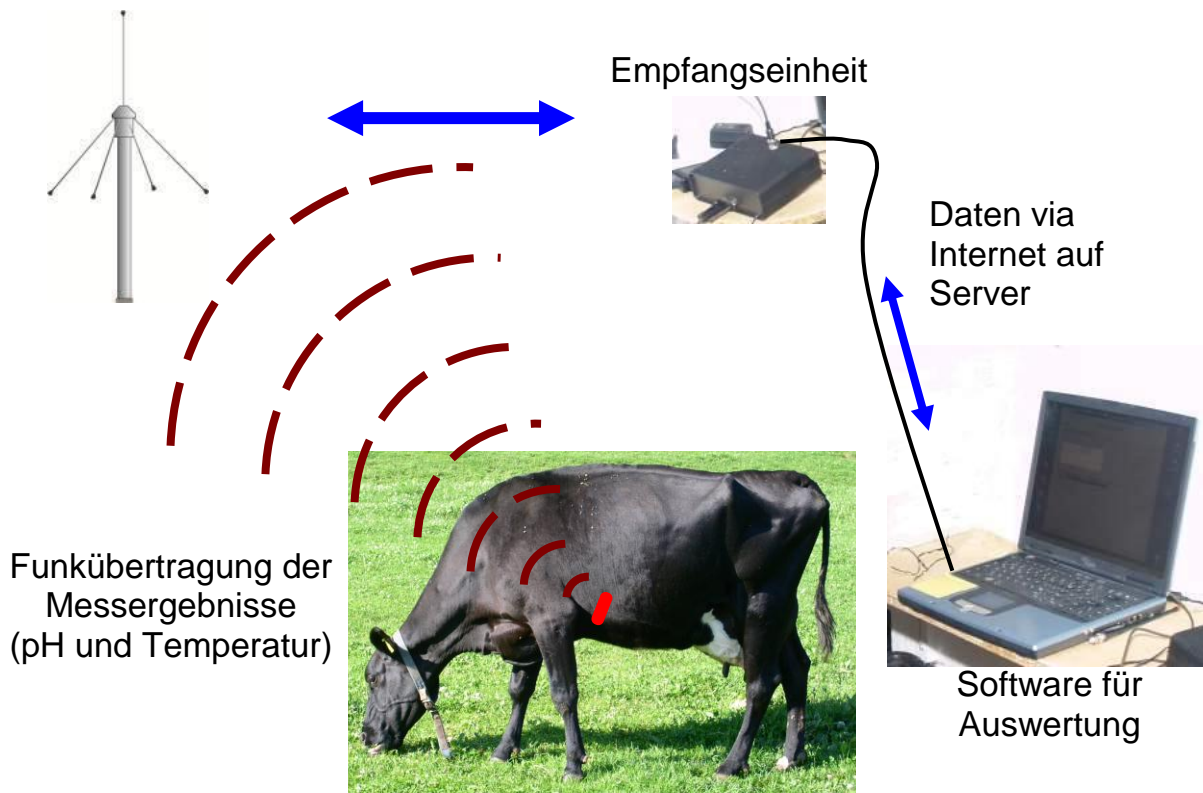


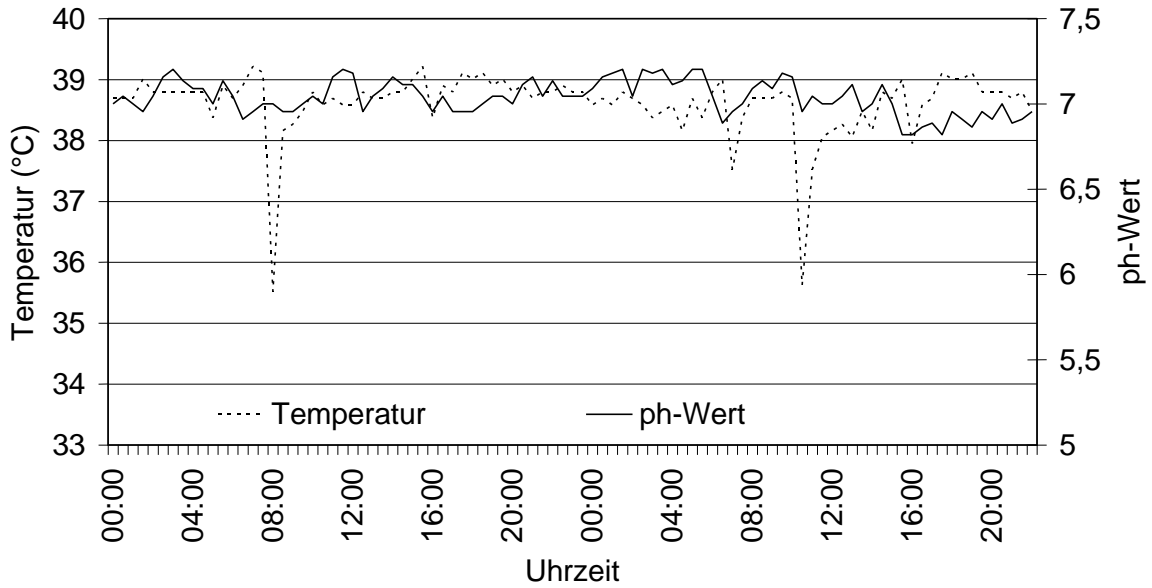
Abbildung 1: Schematische Darstellung des Systems zur kontinuierlichen Messung des intraruminalen pH-Wertes und der Temperatur

Ergebnisse

Vergleichsuntersuchungen zwischen reiner Heufütterung (Versuch 1) bzw. Tag Weide - Nacht Grundfutter (Versuch 2) und Grundfutter:Kraftfutter 50:50 (Versuch 3); Messdauer jeweils 1 Woche (GASTEINER et al. 2009)

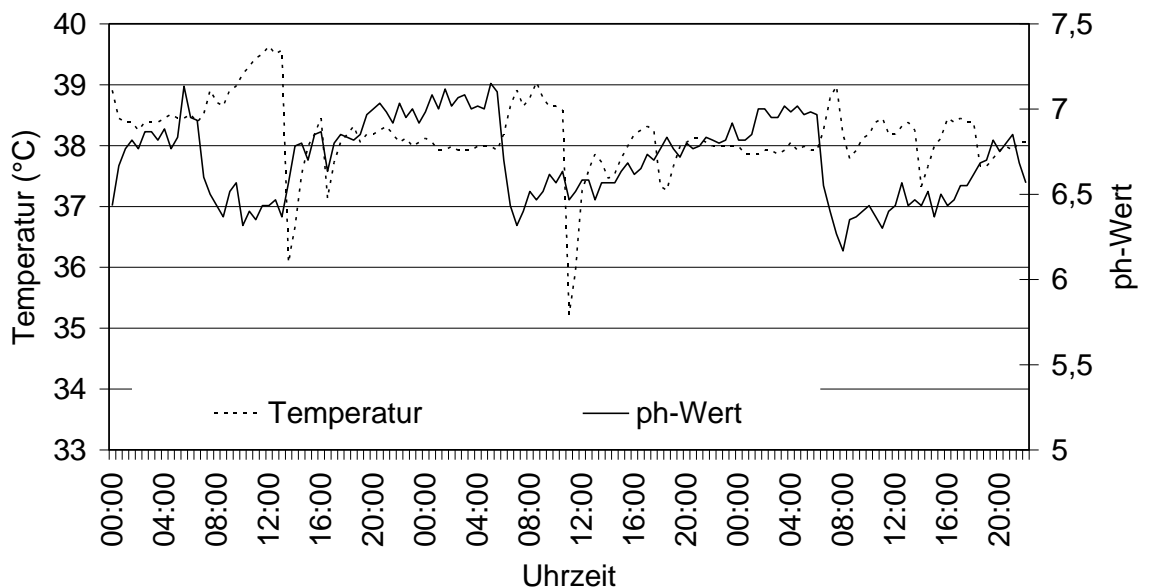
- Fütterungsversuch 1: 100 % Heufütterung ad lib.: Die Tiere erhielten ausschließlich Heu mittlerer Qualität (RFA 28,5%, RP 9,7%, 5,6 MJ NEL), die Futteraufnahme betrug durchschnittlich 13,5 kg T.

In Fütterungsversuch 1 (reine Heufütterung) lag die mittlere Vormagentemperatur bei $38,40 \pm 0,70^\circ \text{C}$ und der mittlere pH-Wert lag bei $6,49 \pm 0,39$, der Nadir war bei pH 6,14.



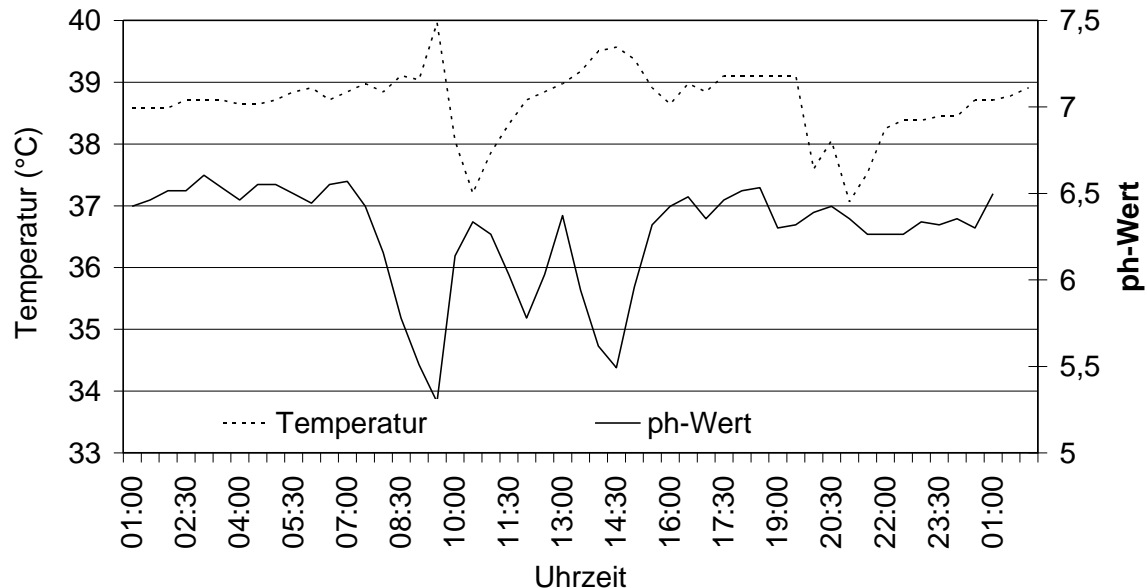
- Fütterungsversuch 2: Täglich Weidegang (ab 4:30 bis 16:30 Uhr) und Grundfuttergaben abends ad lib. (17:00 Uhr bis 4:00 Uhr). Die Grundfütterration abends bestand zu jeweils einem Drittel Heu (Qualität siehe Versuch 1), Grassilage (29,6% RFA, 13,5% RP, 5,7 MJ NEL) und Maissilage (20,9% RFA, 8,6% RP, 6,3 MJ NEL), wobei die durchschnittliche Futteraufnahme bei 7,2 kg T lag. Das Weidefutter hatte durchschnittlich 18 % RFA, 25,5% RP und 6,4 MJ NEL.

In Fütterungsversuch 2 (tags Weide und nachts Grundfutter) lag die mittlere Pansentemperatur bei $38,12 \pm 0,80^\circ \text{C}$ der pH-Wert lag im Mittel bei $6,36 \pm 0,22$. Der Nadir auf der Weide lag bei pH 5,34, der Nadir während der Grundfutterphase lag bei pH 6,16.



- Fütterungsversuch 3: 50 % Grundfutter (jeweils 1 Drittel Heu, Grassilage und Maissilage und 50 % Kraftfutter). Hier wurde nicht ad libitum sondern rationiert gefüttert. Für die Ration wurde eine Gesamtfutteraufnahme von 12 kg T zu Grunde gelegt. Die Grundfutterration bestand zu jeweils einem Drittel Grassilage, Maissilage und Heu (Qualitäten siehe Versuche 1 und 2). Das Kraftfutter (7,3% RFA, 18,2% RP, 7,5 MJ NEL) setzte sich aus 20 % Gerste, 21 % Mais, 12 % Weizen, 10 % Trockenschnitte, 10 % Weizenkleie, 20 % Sojaschrot und 7 % Rapsextraktionsschrot zusammen, wovon täglich von jedem Tier 6 kg T, aufgeteilt auf 2 Teilgaben, aufgenommen wurden. Diese Teilgaben wurden jeweils um 6:00 Uhr und 12:00 Uhr gegeben.

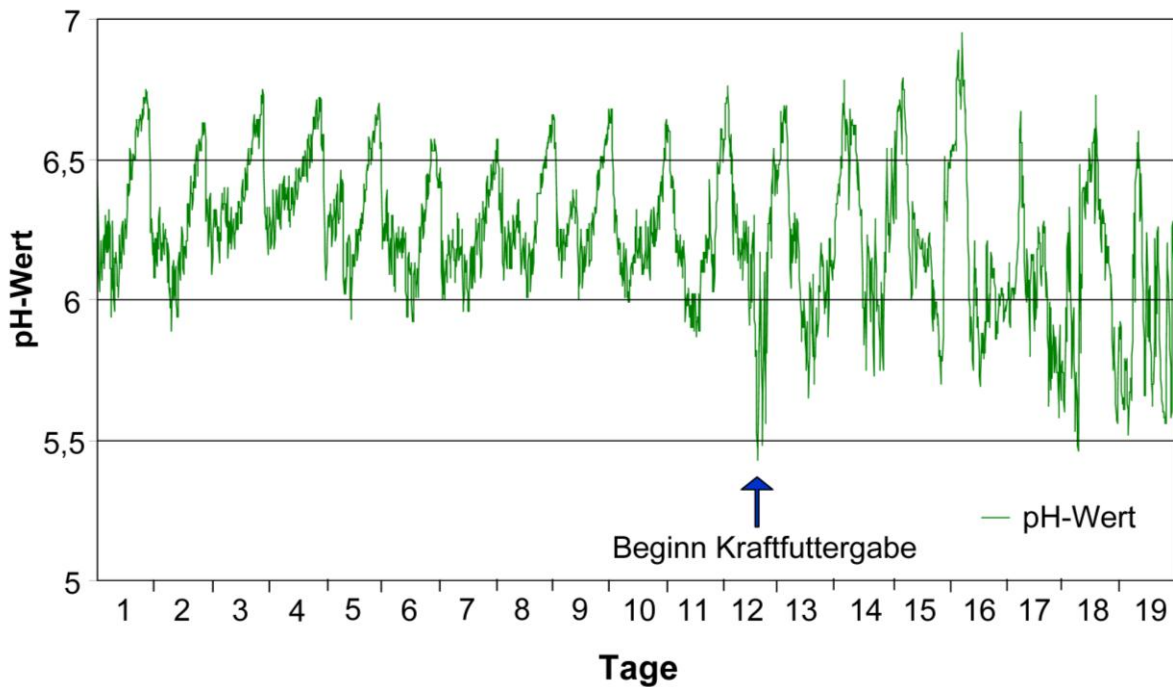
In Fütterungsversuch 3 (Grundfutter:Kraftfutter=50:50) lag die mittlere Vormagentemperatur bei $38,55 \pm 0,83^\circ \text{C}$ und der mittlere pH bei $6,37 \pm 0,24$. Der Nadir lag bei pH 5,29. Das Absinken des pH-Wertes in den Vormägen korrelierte signifikant mit der Gabe von Kraftfutter. Auch Zeitspannen, innerhalb derer sich der pH-Wert in den Vormägen unterhalb eines bestimmten Niveaus befand, konnten erfasst und interpretiert werden.



Langzeitmessungen

Ein weiteres Ziel stellt die Verlängerung der Messdauer der Sonden im Pansen dar.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis einer pH-Langzeitmessung über 21 Tage ohne statistisch signifikante Drift, Langzeitmessungen der von uns verwendeten Sensoren ohne Service und Drift sind derzeit bereits länger als 40 Tage möglich.

Abbildung 2: Langzeitmessung des Pansen-pH-Wertes (21 Tage)

Die Bemühungen zielten darauf ab, Messungen ohne Service und Drift über einen Zeitraum von zumindest 50 Tagen zu ermöglichen, was in der Zwischenzeit auch möglich ist und vom Hersteller der Sensoren garantiert wird. In diesem Zeitraum (erste 50 Tage der Laktation) ist das Risiko für Milchkühe besonders hoch, an einer subklinischen bzw. klinischen Pansenazidose zu erkranken.

Validierung der Ergebnisse der pH-Messsonden

In einer Vergleichsstudie wurden in zwei Versuchsanordnungen an acht pansenfistulierten Rindern zwei unterschiedliche Methoden der Pansensaftentnahme bzw. kontinuierliche Messung des pH-Wertes durchgeführt. Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Vormagenbereich von Rindern wurden im Netzmagen liegende Messeinheiten (Sensoren) eingesetzt. Die Ergebnisse wurden über Funk ausgelesen. Diese Messergebnisse wurden mit Ergebnissen aus punktuellen Probenahmen über eine Pansenfistel sowie mit den Ergebnissen aus Probenahmen über Schlundsonden verglichen.

Der mittlere pH-Wert aller Methoden lag in Versuch 1 (Heu ad lib., 2 kg Kraftfutter/Tier) bei $6,64 \pm 0,37$ und in Versuch 2 (75 % Maissilage, 1 kg Heu, 2 kg Sojaschrot) bei $6,24 \pm 0,36$. In Versuch 1 wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den Messergebnissen der untersuchten Methoden festgestellt. Im vermehrt sauren Pansenmilieu von Versuch 2

unterschieden sich die Methoden signifikant ($p < 0,05$) voneinander. Je saurer das Milieu des Pansensaftes war, umso weniger deutlich konnte das im Pansensaft, welcher per Schlundsonden entnommen wurde, festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Differenz zwischen den Methoden mit sinkendem pH-Wert vergrößert. Erklärend für diese Ergebnisse dürften neben Speichelbeimengungen auch die unterschiedlichen Entnahmeorte von Pansensaftproben bzw. die Lage der Messeinheit im Retikulum sein. Auch der Umstand, dass das Vormagensystem ein äußerst dynamisches System darstellt und in den einzelnen Kompartimenten des Vormagensystems zum gleichen Zeitpunkt nicht immer der gleiche pH-Wert besteht, führt zu größeren Schwankungen des pH-Wertes in den Proben. Zusätzlich beeinflussten die Fütterung und der Zeitpunkt der Probenahme die Ergebnisse signifikant. Hinsichtlich der Praktikabilität der Methoden und Sensitivität der Messergebnisse unterscheiden sich die untersuchten Methoden voneinander.

Zwecks Kalibrierung wurden die Messsonden vor und nach jedem Gebrauch im Tier für jeweils 4 Stunden in geeichte pH-Lösungen (pH4; pH7) eingelegt und diese Messergebnisse wurden dann zwecks Validierung der Versuchsergebnisse miteinander verglichen.

Bei der Validierung der Messergebnisse durch Vergleich der Ergebnisse mit den Eichlösungen (pH4, pH7) vor und nach Messung in den pansenfistulierten Tieren errechnete sich ein mittlerer Korrelationskoeffizient von 0,9987 (GASTEINER et al. 2009).

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der vorliegenden Fütterungsversuche wurden anhand einer technischen Innovation gewonnen, welche nicht nur im wissenschaftlichen Bereich neue Möglichkeiten zum besseren Verständnis der Pansenphysiologie und Pansenpathologie bzw. auch der Fütterung von Wiederkäuern eröffnet.

Auch ein praktischer Einsatz von entsprechend adaptierten Vormagen-Sensoren zur Überwachung des pH-Wertes und damit der Tiergesundheit sowie zur Steuerung der Fütterung ist bei einzelnen „Indikatortieren“, insbesondere an intensiven Milchviehbetrieben, geplant.

Voraussetzung für einen praktischen Einsatz als Instrument zur Herdenbetreuung bzw. Überwachung ist nicht mehr die technische Machbarkeit sondern die Wirtschaftlichkeit in Abhängigkeit von den Kosten für ein solches Sensorsystem. Auch eine absolute Garantie der Lebensmittelsicherheit muss gegeben sein, da die verwendeten technischen Bauteile in hohem Maße schadstoffbelastet (Schwermetalle usw.) sind. Die von uns verwendeten Sensoren

werden derzeit im Rahmen einer Studie von der DLG auf ihre Sicherheit geprüft. Eine Standzeit ohne Drift von zumindest 60 ist das Ziel weiterer Bemühungen.

Sowohl das große nationale als auch das internationale Interesse an dem Projekt freuen uns sehr.

Mitteilung

Für die vorliegenden Untersuchungen an pansenfistulierten Rindern liegt eine Tierversuchsgenehmigung lt. TVG vom zuständigen Amt der Steiermärkischen Landesregierung vor (GZ FA 8C-41A1/24-04 bzw. GZ 68205/89-C/gd/2007). Wir bedanken uns bei Dr. Gertraud Odörfer und Mag. Beate DeRoja für die gute und konstruktive Zusammenarbeit.

Literatur

- AIZAHAL, O., KEBRAEB, E., FRANCE, J., FROETSCHER, M., McBRIDE, B.W. (2007): Ruminal 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.
- GASTEINER, J., FALLAST, M., ROSENKRANZ S., HÄUSLER, J., SCHNEIDER, K., GUGGENBERGER, T., (2009): Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmesseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen. *Wien. Tierärztl. Mschr. – Vet. Med. Austria* **96**, 188-194.
- GASTEINER, J., FALLAST, M., ROSENKRANZ S., HÄUSLER, J., SCHNEIDER, K., GUGGENBERGER, T., (2009): Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and data transmitting unit and

- application under different feeding conditions. Proc. Livestock Precision Farming 2009, Wageningen Publishers, 127-133.
- 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.
- MARTHUR, 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.
- SCHNEIDER, K., GASTEINER, J., GUGGENBERGER, T., URDL, M., ROSENKRANZ, S., FALLAST, M., STEINER, S., NEIDL, A., LINHART, N., BAUMGARTNER, W. (2010): Vergleichende Untersuchungen zur Messung des pH-Wertes im Vormagensystem von Rindern; *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* **123**. 406-412 (2010)
- 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.

Anschrift des Verfassers

Dr. Johann Gasteiner (ECBHM),

Leiter des Institutes für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit (Leiter)

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

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

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