

Neue Erkenntnisse zum Verhalten des pH-Wertes im Pansen von Kühen

J. Gasteiner

Die Pansenazidose stellt ein weit verbreitetes, insbesondere in Milchviehherden auftretendes tiergesundheitliches Problem mit hohen ökonomischen Verlusten dar. Eindeutige Definitionen der verschiedenen Grade von Pansenübersäuerung fehlen in der Fachliteratur ebenso wie eine sichere Methode zur exakten und permanenten Bestimmung des pH-Wertes im Vormagenbereich des Rindes. Im vorliegenden Manuskript werden die Erfahrungen auf dem Gebiet der intraruminalen pH-Messung sowie Ergebnisse aus Fütterungsexaktversuchen vorgestellt.

Eigene Untersuchungen

Zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Vormagenbereich wurde 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 und graphisch dargestellt werden können.

Die Form und Größe der Messeinheit erlauben es, das System einem erwachsenen Rind per os einzugeben. Um jedoch eine regelmäßige Wartung der Sonden zu gewährleisten, wurden diese in den beschriebenen Fütterungsexaktversuchen bei 5 pansenfistulierten Ochsen via Pansenfistel in das Retikulum eingelegt.

Die statistischen Auswertungen wurden mit GLM (Statgraphic Plus 5.1) und Bonferroni-Holm-Test durchgeführt.

Vergleichsuntersuchung zwischen reiner Heufütterung (Versuch 1) bzw. tags Weide-nachts Grundfutter (Versuch 2) und Grundfutter:Krafftutter 50:50 (Versuch 3); GASTEINER et al. (2009)

- 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.
- 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. Weidegang hatte einen signifikantnegativen Einfluss auf den pH-Wert in den Vormägen.
- In Fütterungsversuch 3 (Grundfutter:Krafftutter=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 Krafftutter. Auch Zeitspannen, innerhalb derer sich der pH-Wert in den Vormägen unterhalb eines bestimmten Niveaus befand, konnten erfasst und interpretiert werden.

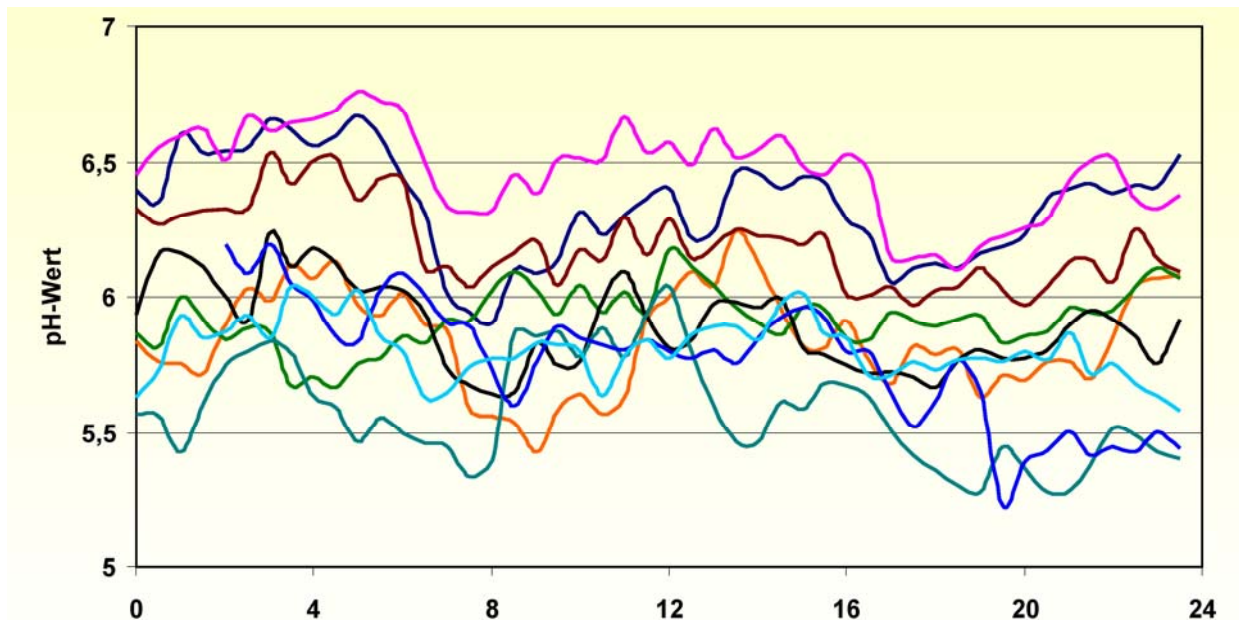
Vergleichsuntersuchung Verhalten des pH-Wertes im Vormagen von Rindern bei Verfütterung von unterschiedlichen Silomaisarten

In diesem Versuch wurden neun verschiedene Sorten von Silomais unterschiedlicher Reifezahl (3 Reifegruppen) auf ihr Verhalten (säuernde Wirkung) im Pansen miteinander verglichen. Der Versuch wurde mit 3 pansenfistulierten Rindern im lateinischen Quadrat durchgeführt, die Versuchsanordnung ist aus Tabelle 1 ersichtlich. Die Ration der Tiere bestand zu 75 % aus Silomais der jeweiligen Sorte, Rest Heu und Sojaschrot mit Mineralstoffergänzung und Viehsalz. Jede Sorte/Ration wurde jedem Versuchstier nach einer Anpassungsperiode von 2 Wochen für 1 Woche gefüttert. Der Erntezeitpunkt war für alle Sorten derselbe.

Tabelle 1: Versuchsanordnung an pansenfistulierten Ochsen im lateinischen Quadrat, intraruminale Messung des pH-Wertes und der Temperatur

		Tier			
			I	II	III
2 0 0 8 b i s 2 0 1 0	Reifegruppe I	Periode 1a	Sorte 1	Sorte 2	Sorte 3
		Periode 2a	3	1	2
		Periode 3a	2	3	1
	Reifegruppe II	1b	Sorte 4	Sorte 5	Sorte 6
		2b	6	4	5
		3b	5	6	4
	Reifegruppe III	1c	Sorte 7	Sorte 8	Sorte 9
2c		9	7	8	
3c		8	9	7	

Abbildung 1: Verlauf der pH-Werte bei Verfütterung verschiedener Silomais-Sorten (n = 9), beispielhafte Darstellung des pH-Verlaufes im Zeitraum von 24



In Abbildung 1 sowie sind die Ergebnisse des Versuchs auszugsweise wiedergegeben (dargestellt jeweils 1 Tag von 7 Versuchstagen, gemittelte Ergebnisse jeder Sorte aus Messungen von 3 Versuchstieren).

Die außergewöhnlich hohen Unterschiede hinsichtlich des ansäuernden Verhaltens unterschiedlicher Sorten von Silomais im Vormagensystem können auf ihre stark unterschiedlichen Trockenmassegehalte (also Abhängigkeit vom Reifestadium) sowie ihre unterschiedlichen Gehalte an Stärke, insbesondere jedoch auf die unterschiedlichen Gehalte der Stärkefraktionen Amylose und Amylopectin (nicht dargestellt) zurückgeführt werden.

Tabelle 2: Ausgewählte Analysenwerte

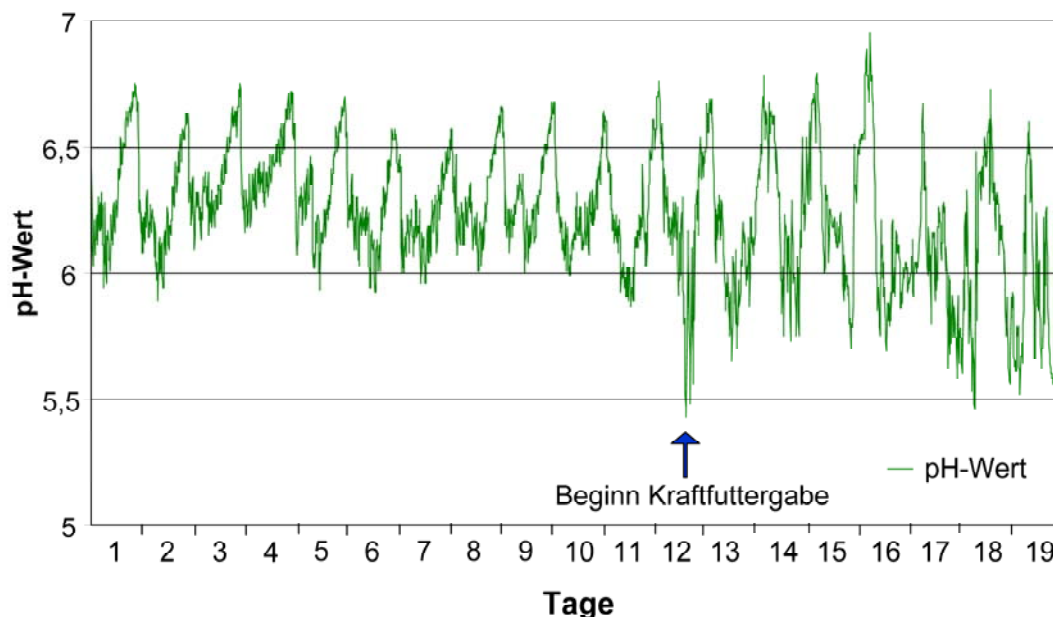
Versuchssorte	Ø pH Pansen	TM	XF	XL	Stärke g/kg T	< 5,5 (%)
Sorte 1	6,32	312,5	217	37	300	0,9
Sorte 2	6,44	329,0	235	32	307	2,6
Sorte 3	5,83	283,5	244	31	264	9,9
Sorte 4	5,93	295,5	221	33	346	17,4
Sorte 5	5,93	327,5	202	34	330	1,6
Sorte 6	6,23	314,0	204	34	344	0,0
Sorte 7	5,57	277,0	220	31	257	29,7
Sorte 8	5,74	300,0	213	33	322	48,5
Sorte 9	5,80	287,5	195	34	303	20,3

Langzeitmessungen

Ein weiteres Ziel stellt die Verlängerung der Messdauer der Sonden im Pansen dar. Während ähnliche Systeme mit einer starken Drift pH-Wertes und auch Probleme im Zusammenhang mit der Funkübertragung der Daten haben (GOENSE et al. 2009), traten diese Probleme bei den vorliegenden Sonden im vergleichbaren Zeitraum nicht auf (GASTEINER et al, 2009). GOENSE et al (2009) berichten von einer deutlichen pH-Drift nach oben bei den von ihnen verwendeten Sensoren von Beginn der Messung an.

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

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



Die Bemühungen zielen darauf ab, Messungen ohne Service und Drift über einen Zeitraum von zumindest 60 Tagen zu ermöglichen. In diesem Zeitraum (bis 60 Tage p.p.) 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 drei unterschiedliche Methoden der Pansensaftentnahme bzw. Messung des pH-Wertes durchgeführt. Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Vormagenbereich von Rindern wurde eine im Netzmagen liegende Messeinheit (Sensor) 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 (5 verschiedene Methoden) 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 Reticulum 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 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, denkbar.

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. Eine Standzeit ohne Drift von zumindest 60 Tagen wäre eine weitere Bedingung.

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).

Literatur:

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.

GOENSE, D., HOUWERS, W., KLOP, A., MÜLLER, H.C., UNSENOS, D., WEHREN, W. (2009): A wireless network for measuring rumen pH in dairy cows. Proc. Livestock Precision Farming 2009, Wageningen Publishers, 117-125.

SCHNEIDER, K., GASTEINER, J., GUGGENBERGER, T., URDL, M., ROSENKRANZ, S., FALLAST, M., STEINER, S., NEIDL, A., LINHART, N., BAUMGARTNER, W.: Vergleichende Untersuchungen zur Messung des pH-Wertes im Vormagensystem von Rindern; Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, in press.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Johann Gasteiner (ECBHM)

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit (Leiter)

Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein

A-8952 Irdning

johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at