

pH-Wert im Pansen – Datenaufbereitung und Bewertung einer neuen Messmethode

Problematik

Pansenacidosen können die Tiergesundheit belasten. Niedrige pH-Werte können nicht nur während der Stallhaltung auftreten, sondern auch in der Weidezeit, wie Untersuchungen aus Irland und Australien zeigen (O'Grady et al. 2008; Bramley et al. 2008). Diese Untersuchungen sind im Rahmen des Systems Umtriebsweide durchgeführt worden. Erste Untersuchungen bei Kurzrasenweide zeigen: Bei schonender Übergangsfütterung und begrenzter Krafffuttergabe traten in Untersuchungen in Österreich keine kritischen pH-Situationen auf (Steinwider et al. 2013). Diese Untersuchungen lassen vermuten: In der Praxis ist je nach Fütterungs- und Weidesystem mit unterschiedlichen pH-Werten zu rechnen.

Neue Messmethode

Vom Lehr- und Forschungszentrum in Gumpenstein wurde eine Methode zur intraruminalen Messung mit kabelloser Datenübertragung entwickelt (Gasteiner et al., 2009). pH-Wert und Temperatur werden bestimmt und zwar in kurzem Zeitabstand von 10 Minuten. Welche Auswirkungen Veränderungen in der Stall- und Weidezeit auf Säuregrad und Temperatur im Pansen haben, könnten damit zeitnah festgehalten werden.

Vor der weitergehenden Auswertung wurden die Genauigkeit der Messungen und die Notwendigkeit der Datenaufbereitung der Messergebnisse überprüft.

Fragestellung

Für die Auswertung der durchgeführten Untersuchungen wurde geprüft: Wie exakt sind die Messungen und wie lange können die derzeit in Serie produzierten Boli verwendet werden?

Material und Methode

Die Boli wurden unter Praxisbedingungen in 5 Betrieben (unterschiedliche Weide- und Fütterungssysteme, Tab. 1) 2013 bei 22 Milchkühen eingesetzt. Mit den unterschiedlichen Systemen arbeiten die Betriebe schon seit mindestens 4 – 5 Jahren. 19 Kühe erhielten jeweils 1 Bolus, 3 Kühe 2 Boli. Witterungsdaten täglich (Deutscher Wetterdienst), Fütterung und Milchdaten wöchentlich erhoben.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Die pH-Messungen erfolgten kontinuierlich mit Sensoren im Pansen (Gasteiner et al. 2011). Das System wurde von Herrn Gasteiner zusammen mit der Firma smaXtec zur Praxisreife entwickelt und ist im internet unter smaxtec-animalcare beschrieben.

Ergebnisse und Diskussion

Unterschiedliche Fütterung aber vergleichbare pH-Werte

Innerhalb der Garantiezeit von 50 Tagen lag der mittlere pH-Messwert von 24 Boli bei 6,25 mit einer Standardabweichung von 0,22 (Tab. 1). Ein Bolus hat innerhalb der Garantiezeit mittlere Messwerte von 1,31 angezeigt, dies allerdings auch kontinuierlich auf gleichbleibendem Niveau (Standardabweichung der wöchentlichen Mittelwerte 0,02).

Die Unterschiede der mittleren Messwerte zwischen den Betrieben sind nur gering. (Spannweite pH-Wert 6,16 bis 6,32). Die Fütterung scheint dabei kaum Einfluss zu haben, wie folgende 2 Vergleiche zeigen: Bei etwa gleich hoher Krafftuttergabe werden im Betrieb 3 die niedrigsten und im Betrieb 5 die höchsten Werte gemessen. Trotz sehr unterschiedlicher Fütterung werden in Betrieb 2 (wenig Krafftutter) und Betrieb 5 (höhere Krafftuttergaben) vergleichbare Werte gemessen.

Tab. 1:

Fütterung und pH-Werte im Pansen im Vergleich während der Garantiezeit von 50 Tagen

pH-Werte: Mittlerer Messwert auf dem Betrieb, Standardabweichung zeigt Streuung der Boli hinsichtlich der mittleren Messwerte

Betrieb	pH-Wert-Messung im Pansen			Fütterung						
	Anzahl Boli *	pH-Wert		Weide-system **	Weide-anteil	Zufütterung im Stall: meist nur zeitweise				
Mittlere Messwert		SD	Krafftutter			Gras-silage	Mais-silage oder GPS	Heu	Grün-futter	
				% Energieanteil in Ration im Messzeitraum						
1	6	6,22	0,21	PW	80-100	0			0 - 20	
2	5	6,32	0,12	KRW	0 - 91	0 - 10	0 - 25		0 - 55	
3	5	6,16	0,16	KRW	0 - 83	20 - 30				
4	4	6,25	0,30	KRW	0 - 78	10 - 27	0 - 60		8 - 16	0 - 30
5	4	6,32	0,36	KRW	0 - 40	20 - 33	35 - 40	0 - 25		0 - 40
1 bis 5	24	6,25	0,22							

*Anzahl Boli auf Betrieb 1: 1 Bolus mit Messwerten im Mittel von 1,31 nicht berücksichtigt

**Weidesystem: PW = Portionsweide, KRW = Kurzrasenweide

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

Lange Verwendungsdauer ist bei etwa der Hälfte der Boli möglich

Die Boli sind zwischenzeitlich bis zu 38 Wochen im Einsatz (versuchsbedingt unterschiedliche Startzeit zwischen März und Oktober 2013). Die angegebenen Mittelwerte, Standardabweichung und maximale Differenz beziehen sich auf den Zeitraum mit gleichbleibendem Niveau (maximale Differenz zwischen wöchentlichen Mittelwerten: 0,10 pH-Einheiten).

Tab. 2:

Anzahl Wochen mit etwa gleichbleibendem Niveau des pH-Wertes im Pansen

pH-Werte: Mittelwerte und Standardabweichung gelten für die Wochen mit gleichbleibendem Niveau, Standardabweichung zeigt Streuung der wöchentlichen Mittelwerte

Gleichbleibendes Niveau: maximale Differenz wöchentlicher Mittelwerte: 0,10

a) Boli mit bisher gleichbleibendem Niveau						
Betrieb	Kuh-Nr.	Anzahl Wochen mit gleichbleibendem Niveau	Mittelwert	SD	max. Diff.	Anmerkungen
M	597 alt	35	5,96	0,01	0,06	
M	597 neu	24	6,52	0,01	0,03	ab 24. Woche keine Daten
M	642	26	6,18	0,02	0,06	
T		38	6,21	0,02	0,07	
K	6	34	6,77	0,01	0,05	
Th	686	33	6,30	0,02	0,10	ab 33. Woche keine Daten
Th	111	39	6,32	0,01	0,08	
TH	681	25	6,51	0,01	0,06	
TH	428	25	6,22	0,02	0,07	
L	743 neu	22	6,39	0,01	0,06	
K	904	13	6,39	0,01	0,02	
b) Boli mit begrenzter Zeit auf gleichbleibendem Niveau						
M	549 neu	16	6,13	0,01	0,02	11. – 20. Woche schwankend
M	549 alt	20	6,43	0,02	0,07	8. – 22. Woche schwankend
K	23	11	6,18	0,02	0,05	
K	218	6	5,92	0,03	0,08	
c) Boli mit zeitweiser Abweichung (nach Erklärung wird noch gesucht: Kalbezeit? Bulligkeit?)						
M	633	35	1,31	0,02	0,07	erste 2 Wochen
V	472	22	6,27	0,01	0,03	20. Woche abweichend
V	466	13	5,91	0,02	0,04	erste 2 Wochen
V	185	13	6,26	0,02	0,04	erste 2 Wochen
V	595	22	6,74	0,02	0,08	bis 1. Woche nach Kalben
L	743 alt	32	6,26	0,02	0,10	2. u. 25. Woche niedriger
L	286	26	5,98	0,02	0,07	11. – 19. Woche
d) Boli mit nur vorübergehend gleichbleibendem Niveau (Abweichungen wahrscheinlich nicht kuhbedingt)						
M	625	5	6,12	5 Wochen etwa gleich, dann abfallend		
L	929	3	6,19	3 Wochen etwa gleich, dann abfallend		
L	634	1	6,33	1. Woche etwa gleich, danach abfallend		

11 Boli zeigten ein durchgehend gleichbleibendes Niveau. Hiervon liefern 9 Boli weiterhin vergleichbare Werte. Die tatsächlich mögliche Nutzungsdauer wird deshalb bei diesen Boli noch höher liegen. 4 Boli hatten 6 – 20 Wochen ein gleichbleibendes Niveau, bei 7 Boli gab es zeitweise Abweichungen. 3 Boli hatten nur vorübergehend ein gleichbleibendes Niveau und sind danach in den Messwerten abgefallen.

Anmerkungen:

1. Auslesen der Daten: Das Auslesen erfolgte in größeren Zeitabständen von 20 – 40 Tagen. Das hat die „Lebensdauer“ der Boli wahrscheinlich verlängert, da so Energie gespart wurde.
2. Bei längerer Nutzungsdauer treten meist mehrmals täglich einzelne Extremwerte auf und zwar vor allem zu Zeiten der Wasseraufnahme (zu erkennen am gleichzeitigen Absinken der Temperatur im Pansen).

Einzelne Boli mit starken Abweichungen

Nachfolgend Boli, die stärkere Abweichungen vom möglichen Messniveau, größere Differenzen zwischen 2 Boli in dergleichen Kuh oder im Messzeitraum zeitweise deutliche Abweichungen zeigten:

1. Bolus M 633 zeigt eine extreme Abweichung vom im Pansen überhaupt möglichen Niveau und kann nur auf einen Eichfehler zurückzuführen sein: Bei diesem Bolus lagen die Messwerte im Mittel bei 1,31 (entspricht etwa dem **10⁵ fachem** der normalen Wasserstoffionenkonzentration im Pansen). Das Niveau ist aber auch nach 29 Wochen etwa gleich geblieben (geringe Standardabweichung und Differenz wöchentlicher Mittelwerte). Die Messwerte waren nach Korrektur verwertbar und zeigten einen vergleichbaren Tagesverlauf wie die übrigen Boli (siehe Abb. 2 Seiten weiter unten).
2. Die Boli M 597 alt und M 597 neu befanden sich im Pansen derselben Kuh. Trotzdem wurden mit M 597 alt überwiegend sehr niedrige pH-Werte und mit M 597 neu überwiegend sehr hohe pH-Werte gemessen (Differenz der mittleren Messwerte: 0,56 pH-Einheiten). Die Messwerte der einzelnen Boli blieben über den gesamten Messzeitraum auf gleichem Niveau.

Anmerkung: Von den 24 Boli mit realistischen pH-Werten zumindest zu Beginn der Messungen liegen 20 Boli innerhalb der Spannweite von pH 5,96 (Bolus M 597 alt) und 6,52 (Bolus M 597 neu).

3. Die Boli M 549 alt und 549 neu befanden sich im Pansen derselben Kuh. Hier betrug die Differenz der mittleren pH-Messwerte 0,3 pH-Einheiten.

LEITBETRIEBE ÖKOLOGISCHER LANDBAU NORDRHEIN-WESTFALEN

4. Die Boli L 743 alt und L 743 neu befanden sich im Pansen derselben Kuh. Hier betrug die Differenz der mittleren pH-Messwerte 0,13 pH-Einheiten.
5. Bolus L 286 hatte nach 67 bzw. 73 Tage vorübergehend extrem niedrige und nur durch Messfehler erklärbare pH-Werte: Über 5 Stunden lagen die Werte **zwischen pH-Wert 2 – 3**. 10 Minuten davor und 10 Minuten danach (letzte bzw. nächstfolgende Messung) wurden noch pH-Wert 6,15 gemessen. Nach 73 Tagen wurden über 3 Stunden derart niedrige Werte gemessen. Von der 11. – 16. Woche lagen die Messwerte im Wochenmittel 0,1 bis 0,2 pH-Einheiten unter und in der 18. und 19. Woche 0,1 bis 0,2 pH-Einheiten über dem ursprünglichen Niveau. Die nachfolgenden 16 Wochen lagen die Werte wieder auf dem Niveau der ersten 10 Wochen.
6. Bei Bolus M 625 sind nach der 5. Woche die Messwerte zunehmend abgefallen, lagen im Mittel der 15. Woche bei 5,06 und blieben auf diesem Niveau auch in den nächsten 3 Wochen. Eine derart starke Pansenübersäuerung dürfte für die Kuh wahrscheinlich schon tödlich sein. Auch von der Fütterungsseite gibt es keine Erklärung für diesen Verlauf. Die Kuh erhielt kein Kraftfutter und in den Wochen mit den niedrigsten pH-Werten nur Grassilage und Heu. Die pH-Werte sind deshalb unrealistisch niedrig.
7. Bolus L 929 zeigt ab der 4. Woche abfallende Werte. Der weitere Verlauf lässt aber auch hier Messfehler vermuten: Der wöchentliche mittlere Messwert sinkt bis auf pH 5,68 um danach innerhalb von 1 Woche um 0,43 pH-Einheiten anzusteigen.
8. Bei Bolus L 634 sind nach der 1. Woche die Messwerte zunehmend abgefallen, lagen im Mittel der 14. Woche bei 4,8 und blieben auf diesem Niveau auch in den nächsten 8 Wochen. Eine derart starke Pansenübersäuerung dürfte für die Kuh aber tödlich sein. Die pH-Werte sind deshalb unrealistisch niedrig.

Abweichungen im Verlauf des pH-Wertes bei 2 Boli in der gleichen Kuh

Neben den Unterschieden im Messniveau (siehe Punkte 2 – 4 im vorherigen Abschnitt) zeigten sich auch unterschiedliche Verläufe:

1. Kuh M 597: Der Bolus M 597 alt zeigt im Vergleich zu M 597 neu für 5 Stunden 40 min Abweichung um mehr als - 0,21 pH-Einheiten, 2 Stunden 40 min sogar Abweichungen zwischen - 0,41 und - 0,65 pH-Einheiten (Ende August 2013, älterer Bolus 3 Monaten im Einsatz, jüngerer Bolus 1 Monat im

Einsatz). Ansonsten innerhalb eines Monats nur Abweichungen von 0,2 bis 0,4 Einheiten max. bei 4 aufeinanderfolgenden Messungen.

2. Kuh M 549: Der Bolus M 549 neu zeigt im Vergleich zu M 597 alt innerhalb eines Monats 4 x mindestens Abweichungen um - 0,21 bis - 0,78, davon 1 x um bis zu 1 Stunde und 30 Minuten. Über mehrere Tage (zwischen dem 11. und 16. August) liegen die pH-Messungen bei M 549 neu allerdings auch höher. Ein Vergleich mit den übrigen 5 Boli, die in der Herde eingesetzt wurden, zeigt: Teils stimmen diese Werte mit den anderen Boli überein, teils weichen sie aber auch deutlich davon ab. Abb 1 – 3 (siehe Anhang) geben ein Beispiel, wie stark die pH-Messwerte von 2 Boli im gleichen Pansen sich unterscheiden können.

pH-Wert im Pansen wahrscheinlich durch homöostatische Prozesse gesteuert

Die Messergebnisse lassen vermuten, dass die Kuh bestrebt ist, die Ansäuerung des Pansens auf gleichem Niveau zu halten (Homöostase). Unterschiede bei mittleren Messwerten erklären sich aus der Eichung der Boli oder auch fehlerhaften Boli und unwesentlich aus den Unterschieden zwischen den Einzeltieren. Für diese Einschätzung sprechen folgende Daten:

1. Bei fast allen Boli blieben die wöchentlichen Mittelwerte über Wochen auf gleichem Niveau.
2. Bei den 3 Paarvergleichen (jeweils 2 Boli in einer Kuh) wurden über Wochen gleichbleibende Unterschiede zwischen 0,13 und 0,56 pH-Einheiten festgestellt.
3. Innerhalb der Spannweite der mittleren Messwerte von 0,56 pH-Einheiten, die innerhalb eines Pansens gemessen wurde, liegen 20 von 24 Boli (= 83 % der Boli).

Korrektur und Umrechnung der Messwerte auf einheitliches Niveau

Ausgehend von der Einschätzung, dass es nur geringe Unterschiede bei den mittleren Messwerten zwischen 2 Kühen gibt wurden vor der weiteren Verrechnung alle Messwerte um die Differenz zum Mittelwert aller Boli mit konstantem pH-Wert umgerechnet: pH 6,27. So wurden beispielsweise bei Bolus M 633 mit einem mittleren Messwert von 1,31 alle Werte um 4,96 pH-Einheiten angehoben. Wie die Abbildung 4 (siehe Anhang) zeigt entspricht der tägliche Kurvenverlauf in M 633 in etwa dem Mittelwert aller anderen 3 Kühe.

Unrealistisch niedrige Messwerte gingen nicht in die weitere Verrechnung mit ein, so die Extremwerte bei Bolus L 286. Die Werte der übrigen Boli wurden nur berücksichtigt, solange sie auf gleichbleibendem Niveau blieben (max. Differenz der wöchentlichen Mittelwerte von 0,10 pH-Einheiten). Demgegenüber verblieben Extremwerte in Verbindung mit Wasseraufnahme in der Verrechnung.

Fazit und Empfehlung

- Die Boli liefern über einen längeren Zeitraum pH-Werte, die bei der Mehrzahl der Boli auch verwertbare Ergebnisse bringen. Voraussetzung ist wahrscheinlich ein Auslesen der Daten in größerem Zeitabstand.
- Alle Boli lassen sich im Nachhinein auf ein einheitliches Niveau eichen (wurde für die Untersuchungen in diesem Projekt angewendet). Der Vorteil: Nur so lassen sich Abweichungen vom mittleren Niveau bewerten und zwischen den Kühen vergleichen. Die Grundlage hierzu bilden:
 - o Die Mittelwerte aller eingesetzten Boli. Fehlerhaft messende Boli sollten davon aber ausgeschlossen sein.
 - o Sollte sich in Zukunft herausstellen, dass alle Kühe einen einheitlichen pH-Wert im Pansen anstreben, ist auch die Eichung anhand eines Referenzzeitraumes denkbar, beispielsweise der frühen Trockenstehzeit.
- Um Aussagen über den pH-Verlauf auf Herdenebene zu bekommen ist der Einsatz bei mindestens 3 Kühen zu empfehlen. Abweichende Werte werden sichtbar und können korrigiert werden. Damit lassen sich die oben unter „Einzelne Boli mit starken Abweichungen“ genannten Punkte 1 bis 5 sowie die im danach folgenden Abschnitt genannten Punkte 1 und 2 lösen.
- Für genauere Aussagen zum Verlauf bei der Einzelkuh sind 2 Boli pro Kuh zu empfehlen. Damit lässt sich abschätzen, inwieweit **Abweichungen im Bereich des Möglichen** mit dem tatsächlichen pH-Wert im Pansen zu erklären sind oder ob Fehlmessungen vorhanden sind.

Literatur:

Bramley E., Lean I. J., Fulkerson W. J., Stevenson M.A., Rabiee A. R., Costa N. D. (2008): The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. J. Dairy Sci. 308-321.

Gasteiner J., Guggenberger T., Fallast M., Rosenkranz S., Häusler J., Steinwider A. (2011): Continuous and long term measurement of ruminal pH in grazing dairy cows by an indwelling and wireless data transmitting unit. Proc. of 16th Symposium of the European Grassland Federation. 244-246.

O'Grady L., Doherty M. L., Mulligan F.J. (2008): Subacute rumen acidosis in grazing Irish dairy cows. The Veterinary Journal, 44-49.

Steinwider A., Pfister R., Rohrer H., Horn M., Gasteiner J. (2013): Einfluss der Umstellung von Stall- auf Weidefütterung auf den Vormagen pH-Wert von Milchkühen. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 508-511.

Danksagung: Die Untersuchungen wurden mit Unterstützung von Herrn Dr. Gasteiner, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Gumpenstein, Österreich und der Firma smaXtec durchgeführt. Das Auslesen vor Ort übernahmen die beteiligten Betriebe Kroll-Fiedler, Legge, Thomas und Vollmer in Nordrhein-Westfalen sowie Meyer und Theissen in Belgien. Damit die Messungen in Belgien überhaupt machbar waren, wurden die Boli für diese Betriebe kostenlos zur Verfügung gestellt.

Anhang

Abb. 1 - 3: Beispiel für vorübergehend stark schwankende pH-Messwerte
Datenbasis: Messung mit 2 Boli im gleichen Pansen (jede Kurve: Daten eines Boli)

Abb. 1: Tag vor starker Differenz zwischen 2 Boli im gleichen Pansen

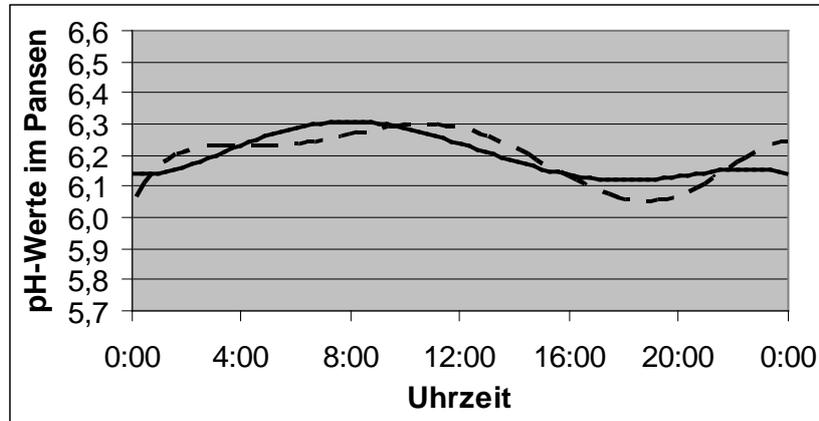


Abb. 2: Tag mit starker Differenz zwischen 2 Boli im gleichen Pansen

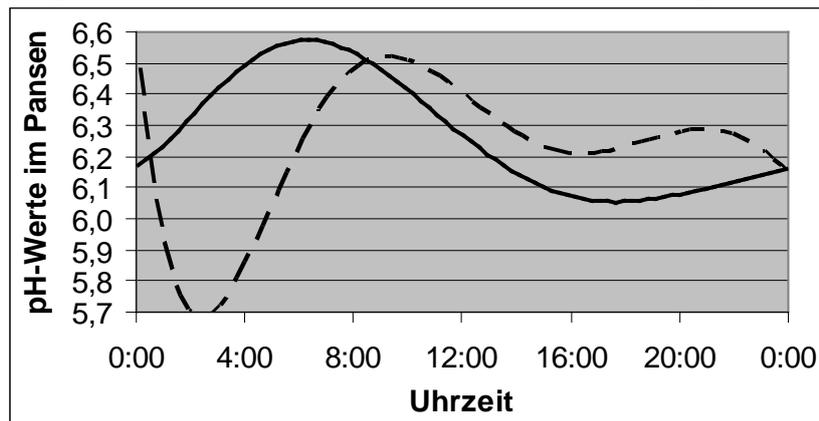


Abb. 3: Tag nach starker Differenz zwischen 2 Boli im gleichen Pansen

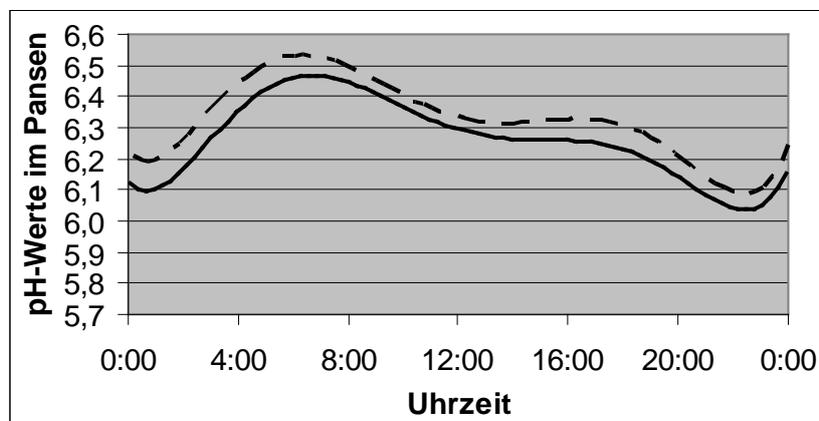


Abb. 4: pH-Werte im Pansen im Tagesverlauf von M 633 (fett und durchgezogene Linie) und 3 anderen Kühen (jeweils 20.000 Messwerte)

