

## Prüfung einer Natriumbikarbonat-Pille an Milchkühen

T. GEISHAUSER<sup>1</sup> und T. HERGT<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung war zu prüfen, inwiefern eine Natriumbikarbonat-Pille (1,4 mol NaHCO<sub>3</sub>) Einfluss auf den pH-Wert im Pansensaft sowie den Säure-Basen-Haushalt im Blut von Milchkühen nimmt. Jeweils 35 Kühen wurde am Tag nach der Abkalbung eine Pille p.o. (Fallgruppe 1), zwei Pillen p.o. (Fallgruppe 2) oder nichts (Kontrollgruppe) gegeben. Sowohl vor als auch 1, 3, 6 und 24 Stunden nach Gabe wurde Pansensaft und Blut gewonnen. Im Pansensaft wurde der pH-Wert bestimmt, im Blut pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck, Bikarbonat-Gehalt und Basenabweichung. Zwei Natriumbikarbonat-Pillen erhöhten im Pansensaft den pH-Wert 1–6 Stunden nach Gabe um durchschnittlich 0,17–0,26 Einheiten (2,6–3,9%) und vermehrten im Blut den pH-Wert 6 h p. ap. um durchschnittlich 0,028 Einheiten (0,37%), den Kohlendioxid-Partialdruck 6 h p. ap. um 0,43 kPa (7%), den Bikarbonat-Gehalt 3–6 h p. ap. um 2,8 mmol/l (4–7%) und den Basenüberschuss 3–6 h p. ap. um 2,5–2,9 mmol/l (116–126%) signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Eine Pille war weniger wirksam. Die geprüften Natriumbikarbonat-Pillen sind somit geeignet, bei Milchkühen den pH-Wert in Pansensaft und Blut anzuheben und Basen zuzuführen.

**Schlüsselwörter:** Natriumbikarbonat, Pille, Milchkuh

### Summary

#### Evaluation of a bicarbonate pill in dairy cows

The objective of this study was to evaluate the effect of a sodium bicarbonate pill (1.4 mol of NaHCO<sub>3</sub>) on rumen pH, and on blood acid-base-balance in dairy cows. Thirtyfive cows each were administered orally on the day after calving with one pill (cases 1), two pills (cases 2) or left untreated (controls). Before administration as well as 1, 3, 6 and 24 hours later rumen and blood samples were taken. Rumen samples were analysed for pH. Blood samples were analysed for pH, carbon dioxide partial pressure, bicarbonate concentration, and base excess. Two bicarbonate pills significantly increased rumen pH 1–6 hours after administration by 0,17–0,26 units (2,6–3,9%) on average compared to untreated controls; they increased blood pH 6 h. p.ap. by 0,028 units (0,37%), carbon dioxide partial pressure 6 h p.ap. by 0,43 kPa (7%), bicarbonate concentration 3–6 h p.ap. by 2,8 mmol/l (4–7%), and base excess 3–6 h.p.ap. by 2,5–2,9 mmol/l (116–126%). One pill was less effective. The bicarbonate pills evaluated proved effective to raise rumen and blood pH, and to supply bases in dairy cows.

**Keywords:** Sodium bicarbonate, pill, dairy cow

<sup>1</sup> Belfortstrasse 8, 81667 München, E-Mail tgeishauser@sensex.net

<sup>2</sup> Agrarproduktion GmbH, 07774 Frauenprießnitz

## 1 Einleitung

Bei Milchkühen kann Übersäuerung von Panseninhalt (Pansenazidose) oder Stoffwechsel (metabolische Azidose) durch Gabe von Natriumbikarbonat angegangen werden. Zur Behandlung geringgradiger Pansenazidose wurde empfohlen, Milchkühen 1,2–2,4 mol Natriumbikarbonat oral zu verabreichen, zur Behandlung hochgradiger Pansenazidose 3,6–5,4 mol. Metabolische Azidose wurde angeraten intravenös mit Natriumbikarbonat anzugehen (DIRKSEN, 2002). Wenig bekannt ist bislang, inwiefern die orale Gabe von Natriumbikarbonat Einfluss auf den Säure-Basen-Haushalt im Blut von Milchkühen nimmt. Bei Saugkälbern erhöhte die orale Gabe von Natriumbikarbonat den pH-Wert, Bikarbonat-Gehalt und Basenüberschuss im Blut (MÜLLER, 1991; ZIMMERMANN et al., 2008, GEISHAUSER und MAAG, 2014).

Seit dem Jahr 2015 ist eine „Bicarbonat-Pille“ auf dem Markt erhältlich (pH-PILL, Fa. VUXXX, Papenburg), welche etwa so groß ist wie ein Käfig-Magnet (STÖBER, 1963) und 1,4 mol Natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) enthält (Abb. 1). Gegenstand der Untersuchung war zu prüfen, inwiefern jene Natriumbikarbonat-Pille Einfluss auf den pH-Wert im Pansen sowie den Säure-Basen-Haushalt im Blut von Milchkühen nimmt. Es wurde angenommen, dass die orale Gabe jener Natriumbikarbonat-Pille den pH-Wert im Pansen sowie den pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck, Bikarbonat-Gehalt und Basenüberschuss im Blut erhöht (Forschungshypothesen).

## 2 Material und Methoden

Die Untersuchung fand in einem Thüringer Milcherzeugerbetrieb statt. Der Betrieb war ausgewählt worden, weil dort ausreichend viele Kühe vorhanden waren, um die Untersuchung in wenigen Tagen durchzuführen und die Betriebsleitung mit den Untersuchungen einverstanden war. Zum Zeitpunkt der Untersuchung wurden dort 1000 Kühe gemolken. Die Versuchstiere standen nebeneinander in Anbindehaltung auf Gummimat-



Abb. 1. pH-PILL. Natriumbikarbonat-Pille.  
*pH-PILL. Sodium bicarbonate pill.*

ten. Je Kuh und Tag wurde eine gemischte Ration angeboten, welche aus 8 kg TM Mais-silage, 1 kg TM gehäckseltem Stroh und 3,5 kg TM Ergänzungsfutter (*Pre Start Elite*, Fa. Velthof, NL-Borne) bestand. Die Zuteilung erfolgte über Futterband viermal täglich, nämlich morgens zwischen 7:30 und 9:30 Uhr, mittags gegen 12 Uhr, abends zwischen 19:30 und 21:30 Uhr und nachts kurz vor 24 Uhr.

Es wurden 105 Altkühe am Tag nach der Abkalbung in den Versuch aufgenommen. Die Auswahl der Kühe erfolgte systematisch zufällig (DOHOV et al., 2003). Von jeder Kuh wurde zunächst ein Vorbericht erhoben, welcher Rasse (0 = Schwarzbunt; 1 = andere), Alter (Anzahl der Abkalbungen), Milchleistung im Vorjahr (kg), Melktage im Vorjahr (n), Tagesmilchleistung im Vorjahr (Milchleistung im Vorjahr geteilt durch Melktage im Vorjahr) (kg) und Zeitpunkt der Abkalbung (Tag, Monat, Jahr, Stunde:Minute) umfasste. Der Zeitpunkt des Untersuchungsbeginnes (Tag, Monat, Jahr, Stunde:Minute) wurde festgehalten und der Zeitraum zwischen Abkalbung und Untersuchungsbeginn in Stunden berechnet. Jeweils 35 Kühen wurde am Tag nach der Abkalbung ein Stück pH-PILL (1,4 mol  $\text{NaHCO}_3$ ) (Fallgruppe 1), zwei Stück pH-PILL (2,8 mol  $\text{NaHCO}_3$ ) (Fallgruppe 2) oder nichts (Kontrollgruppe 0) gegeben. Die Verabreichung der Pille erfolgte mit Pilleneingeber (SENIOR, Fa. VUXXX, Papenburg). Sowohl vor (0) als auch 1, 3, 6 und 24 Stunden nach Pillengabe wurde Pansensaft und Blut entnommen. Der Pansensaft wurde mit einem Pansensaftheber gewonnen (GEISHAUSER et al., 2012). Unmittelbar nach Entnahme wurde mit einem tragbaren pH-Meter (pH 315i, Fa. WTW, Weilheim) der pH-Wert im Pansensaft bestimmt. Blut wurde aus einer Drosselvene gewonnen. Unmittelbar nach Entnahme wurden mit einem Blutgasmessgerät (RAPIDPOINT 500, Fa. Siemens, Eschborn) pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck (kPa), Gehalt an aktuellem Bikarbonat (mmol/l) und Basenabweichung (mmol/l) im Blut bestimmt.

Die Beschreibung der Befunde (deskriptive Statistik) erfolgte mit Hilfe von Häufigkeiten bei kategoriellen Befunden und mit Hilfe von Medianen, 10% und 90% Quantilen bei metrischen Befunden. Zum Gruppenvergleich diente der  $\chi^2$ -Test bei kategoriellen und Regressionsrechnung bei metrischen Befunden (KREIENBROCK und SCHACH, 2005). Danach wurde über zweifaktorielle Varianzanalyse geprüft, inwiefern eine pH-PILL ( $i = 1$ ) im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe ( $i = 0$ ), zwei pH-PILL ( $i = 2$ ) im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe ( $i = 0$ ) oder zwei pH-PILL ( $i = 2$ ) im Vergleich zu einer pH-PILL ( $i = 1$ ) Einfluss auf die Zielgrößen nahm (induktive Statistik). Hierbei wurden Untersuchungszeitpunkte ( $j = 0, 1, 3, 6, 24$ ) und Wechselwirkungen zwischen pH-PILL – Gabe und Untersuchungszeitpunkten mitberücksichtigt. Zielgrößen waren: pH-Wert im Pansensaft, pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck (kPa), Bikarbonat-Gehalt (mmol/l) oder Basenabweichung (mmol/l) im Blut. Es wurde folgendes Auswertungsmodell angewendet:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + Z_j + (B \times Z)_{ij} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$	= Zielgröße
$\mu$	= Mittelwert der Gesamtstichprobe
$B_i$	= Einfluss der pH-PILL – Gabe
$Z_j$	= Einfluss der Untersuchungszeitpunkte
$(B \times Z)_{ij}$	= Wechselwirkung zwischen pH-PILL – Gabe $\times$ Untersuchungszeitpunkten
$E_{ijk}$	= Zufallsfehler.

Alle Berechnungen wurden mit „Statistical Analysis Systems“ vorgenommen; die schließende Statistik erfolgte mit dem „MIXED“-Verfahren („Mixed Procedure“) (SAS, 2015). Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf unter 5% begrenzt ( $P < 0,05$ ) (O'CONNOR, et al., 2010). Mittelwerte und Standardfehler von pH-Wert im Pansensaft, pH-Wert oder

Basenabweichung im Blut wurden für Fall- und Kontrollgruppe und unterteilt nach Untersuchungszeitpunkten grafisch dargestellt.

### 3 Ergebnisse

Die Untersuchungen wurden an überwiegend schwarzbunten Kühen vorgenommen, welche sich hinsichtlich Alter, Milchleistung, Zeitraum zur Abkalbung und Untersuchungsbeginn nicht signifikant unterschieden (Tab. 1).

Zwei pH-PILL erhöhten den pH-Wert im Pansensaft signifikant 1 bis 6 Stunden nach Gabe und zwar um durchschnittlich 0,26–0,17 Einheiten (3,9–2,6%) im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe; eine pH-PILL erhöhte den pH-Wert signifikant 6 h p.ap. um durchschnittlich 0,16 Einheiten (2,4%). Auf den pH-Wert im Pansensaft hatten 1 h p.ap. zwei Pillen signifikant mehr Einfluss als eine, nämlich 0,15 Einheiten (2,2%) mehr (Tab. 2, Abb. 2).

Zwei pH-PILL erhöhten den pH-Wert im Blut 6 Stunden nach Gabe um durchschnittlich 0,028 Einheiten (0,37%), vermehrten den Kohlendioxid-Partialdruck 6 h p.ap. um 0,43 kPa (7%), den Bikarbonat-Gehalt 3 bis 6 h p.ap. um 2,8 mmol/l (4–7%) und den Basenüberschuss 3 bis 6 h p.ap. um 2,5–2,9 mmol/l (116–126%) signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Eine pH-PILL erhöhte den pH-Wert im Blut 6 Stunden nach Gabe um durchschnittlich 0,023 Einheiten (31%), vermehrte den Bikarbonat-Gehalt 3 h p.ap. um 1,9 mmol/l (7%) und den Basenüberschuss 3 bis 6 h p.ap. um 1,5–1,9 mmol/l (59–94%) signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Auf den Bikarbonat-Gehalt und den Basenüberschuss im Blut hatten 6 Std p.ap. zwei Pillen signifikant mehr Einfluss als eine, nämlich 1,7 mmol/l (6%) bzw. 1,5 mmol/l (37%) mehr. (Tab. 3, Abb. 3 und 4).

### 4 Diskussion

Die Forschungshypothesen wurden insofern bestätigt, als die Gabe der geprüften Natriumbikarbonat-Pille bei Milchkühen die pH-Werte in Pansensaft und Blut an hob und Basen zuführte. Hierzu waren 2,8 mol Natriumbikarbonat (zwei Pillen) wirksamer als 1,4 mol (eine Pille). Dies steht im Einklang mit den Befunden anderer Untersucher, welche nach Verabreichung von 1,2–3,6 mol Natriumbikarbonat, aufgelöst in fünf Liter Wasser, in den Pansen von Kühen mit künstlich erzeugter Pansenazidose ebenfalls einen pH-Wert-Anstieg im Pansensaft beobachteten (WEISS, 1989), bzw. nach oraler Gabe von Natriumbikarbonat, als Pille oder aufgelöst in Wasser, an Saugkälber einen pH-Anstieg und eine Basenzufuhr im Blut feststellten (MÜLLER, 1991; ZIMMERMANN et al., 2008; GEISHAUSER und MAAG, 2014).

Die Wirkung zweier Pillen auf den pH-Wert im Pansensaft trat rasch ein. Sie war eine Stunde nach Gabe am stärksten und hielt sechs Stunden lang an. Das Absinken des Pansensaft-pH bei unbehandelten Kühen zwischen 9 und 12 Uhr wurde auch in früheren Untersuchungen beobachtet, wo der Pansensaft-pH in einer Milchkuhherde über den Tag hinweg sinusförmig verlief, mit Hochständen gegen 9:15 und 15:30 Uhr und Tiefstand gegen 12:30 Uhr (GEISHAUSER et al., 2012). Die Wirkung zweier Pillen auf den Säure-Basen-Haushalt im Blut trat etwas verzögert ein und war 3 bis 6 Stunden nach der Gabe am stärksten. Dies steht im Einklang mit den Befunden früherer Untersuchungen an Saugkälbern, wonach die Wirkung einer Natriumbikarbonat-Pille auf den Säure-Basen-Haushalt im Blut 3 bis 6 Stunden nach Gabe am höchsten war (GEISHAUSER und MAAG, 2014).

Tab. 1. Befunde des Vorberichts. Angegeben sind Merkmal, Versuchsgruppe (V) (0 = Kontrollgruppe, 1 = 1 pH-PILL, 2 = 2 pH-PILL Natriumbikarbonat-Pille), Anzahl untersuchter Kühe je Versuchsgruppe (n), Häufigkeit (%) bzw. Median, 10% Quantil (10Q) und 90% Quantil (90Q) der Merkmalsausprägung sowie die Irrtumswahrscheinlichkeit (P).  
*Anamnestic findings. Given are parameter, study group (V) (0 = control group, 1 = 1 pH-PILL, 2 pH-PILL sodium bicarbonate pill), number of cows studied per group (n), frequency (%) or median, 10% percentile (10Q) and 90% percentile (90Q), and error probability (P).*

Merkmal	V	n	%	Median	10Q	90Q	P
Rasse (0 = Schwarzbunt, 1 = Andere)	0	0	32	91			0,43
		1	3	9			
	1	0	29	83			
		1	6	17			
	2	0	32	91			
		1	3	9			
Alter (Anzahl der Abkalbungen)	0			3	2	5	0,36
	1			3	2	5	
	2			3	2	5	
Milchleistung im Vorjahr (kg)	0			8879	6187	13519	0,80
	1			9003	5919	10559	
	2			9693	7145	11982	
Melktage im Vorjahr (n)	0			322	275	450	0,36
	1			315	273	417	
	2			311	272	416	
Tagesmilchleistung im Vorjahr (kg)	0			28	19	34	0,11
	1			26	20	34	
	2			28	23	38	
Zeitraum zwischen Abkalbung und Untersuchung (Std)	0			35	25	45	0,85
	1			36	25	46	
	2			35	26	43	
Uhrzeit des Untersuchungsbeginns	0			9,08	8,33	10,17	0,50
	1			9,08	8,17	9,75	
	2			10,08	9,17	10,75	

Die geprüfte Natriumbikarbonat-Pille ist somit geeignet, bei Milchkühen den pH-Wert in Pansenflüssigkeit und Blut anzuheben und Basen zuzuführen. Nach Gabe zweier Pillen (2,8 mol NaHCO<sub>3</sub>) kann im Pansenflüssigkeit ein Anstieg des pH-Werts um 0,17–0,26 Einheiten

Tab. 2. Einfluss einer Natriumbikarbonat-Pille (pH-PILL) auf den pH-Wert im Pansen-saft. Angegeben sind die nominalen (n) und prozentualen (%) mittleren Unterschiede zwischen untersuchten Gruppen zu unterschiedlichen Zeitpunkten (0, 1, 3, 6 Stunden) und die Irrtumswahrscheinlichkeit (P).

*Effect of an oral sodium bicarbonate pill (pH-PILL) on rumen pH. Given are nominal (n) and percentage (%) mean differences between study groups at various points in time (0, 1, 3, 6 hours), and error probability (P).*

Zielgröße	Zeitpunkt (Stunden)	1 pH PILL – Kontrolle			2 pH PILL – Kontrolle			2 pH PILL – 2 pH PILL		
		(n)	(%)	(P)	(n)	(%)	(P)	(n)	(%)	(P)
pH-Wert im Pansen-saft	0	0,03	0,5	0,67	0,06	1,0	0,37	0,03	0,5	0,63
	1	0,11	1,7	0,12	0,26	3,9	< 0,01	0,15	2,2	0,04
	3	0,13	1,9	0,08	0,23	3,5	< 0,01	0,10	1,6	0,14
	6	0,16	2,4	0,03	0,17	2,6	0,02	0,01	0,2	0,88
	24	0,04	0,6	0,61	0,05	0,8	0,48	0,01	0,2	0,85

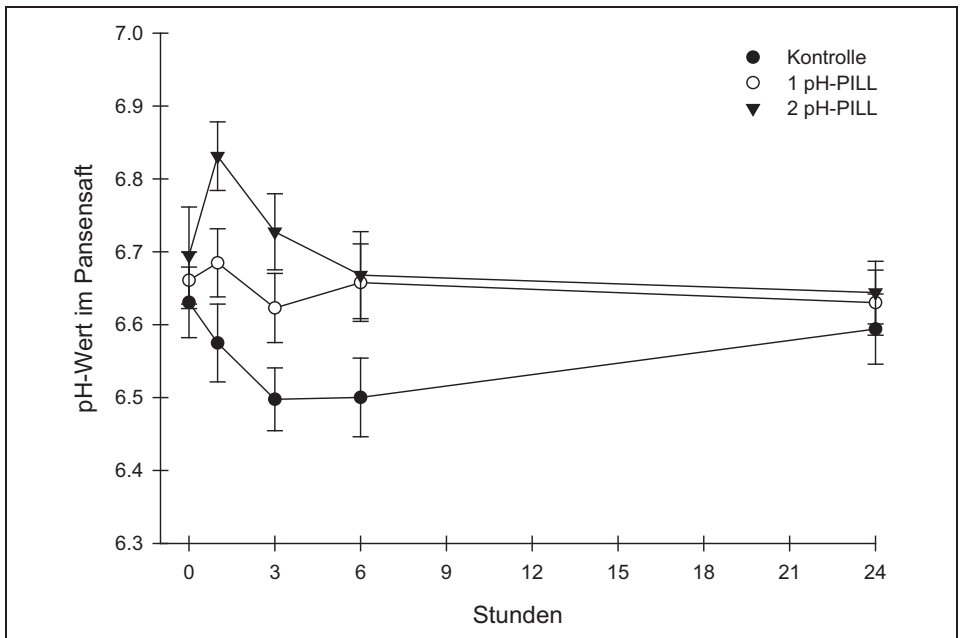


Abb. 2. Mittelwerte und Standardfehler des pH-Werts im Pansen-saft nach Gabe einer pH-PILL, zweier pH-PILL oder nichts (Kontrolle).

*Means and standard errors of rumen pH after oral administration of one pH-PILL, two pH-PILL or nothing (control).*

erwartet werden sowie im Blut ein pH-Wert-Anstieg um 0,028 Einheiten und eine Basenzufuhr von 2,5–2,9 mmol/l. Die Wirkung sollte sechs Stunden nach Gabe überprüft werden.

Tab. 3. Einfluss einer Natriumbikarbonat-Pille (pH-PILL) auf pH-Wert, Kohlendioxid-Partialdruck, Bikarbonat-Gehalt und Basenabweichung im Blut. Angegeben sind die nominalen (n) und prozentualen (%) mittleren Unterschiede zwischen untersuchten Gruppen zu unterschiedlichen Zeitpunkten (0, 1, 3, 6 Stunden) und die Irrtumswahrscheinlichkeit (P).

*Effect of an oral sodium bicarbonate pill (pH-PILL) on pH, carbon dioxide pressure, bicarbonate concentration and base excess in blood. Given are nominal (n) and percental (%) mean differences between study groups at various points in time (0, 1, 3, 6 hours), and error probability (P).*

Zielgröße	Zeitpunkt (Stunden)	1 pH-PILL – Kontrolle			2 pH-PILL – Kontrolle			2 pH-PILL – 1 pH-PILL		
		(n)	(%)	(P)	(n)	(%)	(P)	(n)	(%)	(P)
pH-Wert	0	-0,008	-0,11	0,30	-0,004	-0,06	0,61	0,004	0,06	0,60
	1	-0,011	-0,14	0,18	-0,002	-0,03	0,80	0,009	0,12	0,28
	3	0,014	0,18	0,09	0,011	0,15	0,16	-0,002	-0,03	0,77
	6	0,023	0,31	< 0,01	0,028	0,37	< 0,01	0,004	0,06	0,58
	24	0,005	0,07	0,50	0,003	0,04	0,73	-0,003	-0,04	0,75
Kohlen- dioxid- Partial- druck (kPa)	0	0,12	2	0,41	-0,02	0	0,87	-0,14	-2	0,32
	1	0,27	5	0,06	0,26	5	0,06	0,00	0	0,99
	3	0,23	4	0,11	0,43	7	< 0,01	0,20	3	0,15
	6	-0,08	-1	0,58	0,22	4	0,12	0,30	5	0,04
	24	-0,03	-1	0,83	0,09	2	0,50	0,13	2	0,38
Bikarbo- nat- Gehalt (mmol/l)	0	-0,1	0	0,87	-0,6	0	0,41	-0,5	-2	0,25
	1	0,6	2	0,39	1,1	2	0,13	0,5	2	0,50
	3	1,9	7	0,01	2,8	7	< 0,01	0,8	3	0,24
	6	1,1	4	0,12	2,8	4	< 0,01	1,7	6	0,01
	24	0,2	1	0,78	0,6	1	0,36	0,4	2	0,52
Basen- abwei- chung (mmol/l)	0	-0,1	-8	0,86	-0,4	-28	0,52	-0,3	-22	0,65
	1	0,3	20	0,67	0,9	58	0,20	0,6	32	0,40
	3	1,9	94	0,01	2,5	126	< 0,01	0,6	16	0,34
	6	1,5	59	0,03	2,9	119	< 0,01	1,5	37	0,03
	24	0,3	14	0,66	0,3	28	0,66	0,3	12	0,65

## Danksagung

Wir danken Dr. Bernd Heidemann in Stendal für Vermittlung des Versuchsbetriebes, Thomas Nöring sowie allen Mitarbeitern der Agrarproduktion GmbH in Frauenprießnitz für die gute Zusammenarbeit und Philipp Sauermann und Karsten Sy von Fa. Siemens in Eschborn für die Bereitstellung des RAPIDPOINT 500 Blutgasmessgerätes.

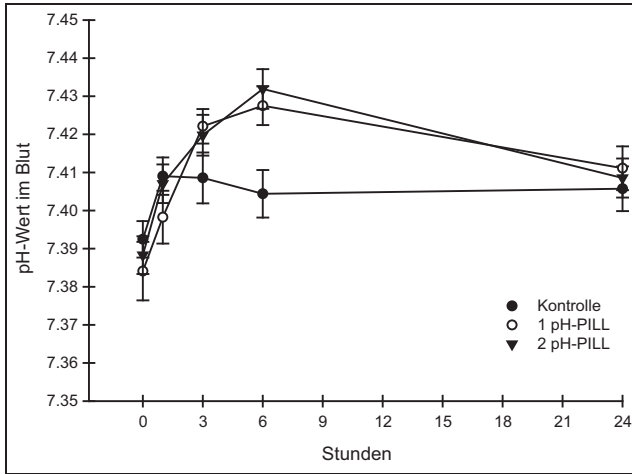


Abb. 3. Mittelwerte und Standardfehler des pH-Werts im Blut nach Gabe einer pH-PILL, zweier pH-PILL oder nichts (Kontrolle). Means and standard errors of rumen pH after oral administration of one pH-PILL, two pH-PILL or nothing (control).

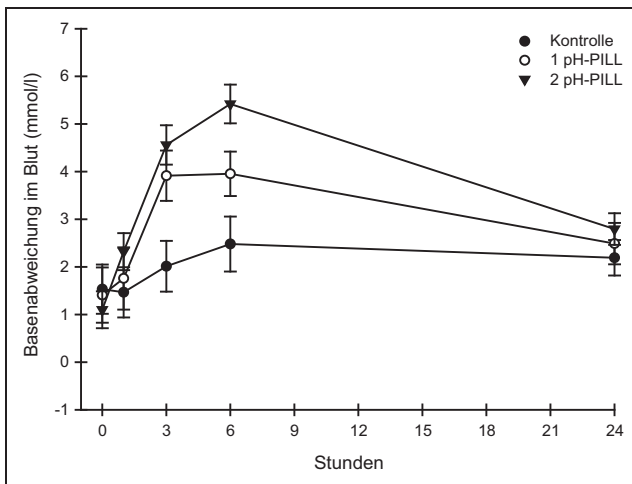


Abb. 4. Mittelwerte und Standardfehler der Basenabweichung im Blut nach Gabe einer pH-PILL, zweier pH-PILL oder nichts (Kontrolle). Means and standard errors of blood base excess after oral administration of one pH-PILL, two pH-PILL or nothing (control).

## Literatur

- DIRKSEN, G., (2002): Akute Laktazidose des Hauben-Panseninhalts. In: DIRKSEN, G., H-D. GRÜNDER und M. STÖBER (Hrsg.): Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Verlag Parey, Berlin und Wien, 4. Aufl., 429–439.
- DOHOO, I., S.W. MARTIN und H. STRYN, (2003): Veterinary Epidemiologic Research. Charlottetown, University of Prince Edwards Island, 32.



- GEISHAUSER, T. und S. MAAG, (2014): Prüfung einer Natriumbikarbonat-Pille an neugeborenen Kälbern. *Züchtungskunde* **86**, 130–136.
- GEISHAUSER, T., N. LINHART, A. NEIDL und A. REIMANN, (2012): Factors associated with ruminal pH at herd level. *J. Dairy Sci.* **95**, 4556–4567.
- KREIENBROCK, L. und S. SCHACH, (2005): *Epidemiologische Methoden*. Spektrum Akad. Verlag, München, 4. Aufl., 80–87.
- MÜLLER, R., (1991): Zur Behandlung der metabolischen Azidose bei Kälbern durch orale Verabreichung von Natriumbikarbonat. Zürich, Universität, Vet. med. Fak., Diss.
- O'CONNOR, A.M., J.M. SARGEANT, I.A. GARDNER, J.S. DICKSON, M.E. TORRENCE, C.E. DEWEY, I.R. DOHOO, R.B. EVANS, J.T. GRAY, M. GREINER, G. KEEFE, S.L. LEFEVRE, P.S. MORLEY, A. RAMIREZ, W. SISCHO, D.R. SMITH, K. SNEDEKER, J. SOFOS, M.P. WARD und R. WILLS, (2010): The REFLECT statement: Methods and processes of creating reporting guidelines for randomized controlled trials for livestock and food safety. *Prev. Vet. Med.* **93**, 11–18.
- SAS, (2015): SAS/STAT Software 9.2, SAS Institute, Cary, NC USA.
- STÖBER, M., (1963): Käfig-Magnet (Modell Rinderklinik Hannover) zur Vorbeuge der traumatischen Indigestion des Rindes. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* **70**, 3–6.
- WEISS, B., (1989): Untersuchungen zur Steuerung und zur Stabilisierung des pH-Wertes im Panseninhalt des Rindes. München, Ludwigs-Maximilians-Universität, Tierärztliche Fakultät, Diss.
- ZIMMERMANN, D.K., P. WEISSER und R. MANSFELD, (2008): Die Behandlung metabolischer Azidosen bei Kälbern mittels Gabe von Natriumbikarbonat per Schlundsonde. *Tierärztl. Prax.* **36 G**, 155–162.