Tierärztl. Umschau 65, 429 – 434 (2010)

Aus dem [1]Department of Population Medicine, University of Guelph, Kanada und der [2]Sächsischen Milcherzeugergenossenschaft, Lampertswalde-Quersa, Deutschland

Untersuchungen zur Wirkung von Pansengold (Calciumproprionat) auf Pansenflora und -fauna von Milchkühen

von Thomas Geishauser[1], Nina Linhart[2] und Anita Neidl[2]

(10 Abbildungen, 3 Tabellen, 22 Literaturangaben)
Kurztitel: *Wirkung von Pansengold auf Pansenflora und -fauna*
Stichworte: *Pansen – Methylenblau-Probe – Protozoen – Calcium – Energie*

Zusammenfassung
Gegenstand der Untersuchung war zu prüfen, inwiefern das Produkt Pansengold (1,58 mol Calciumpropionat, 65 mmol Glycerin und 1,3 µmol Riboflavin) Einfluss auf die Pansenflora und -fauna sowie den Calcium- und Energiehaushalt von Milchkühen nimmt. Jeweils 20 Kühen wurde nach der Abkalbung Pansengold über Pansenleitung (Fallgruppe) oder nichts (Kontrollgruppe) gegeben. Sowohl vor als auch 1, 3, 6 und 24 Stunden nach Gabe wurden Pansensaft und Blut gewonnen. Im Pansensaft wurde eine Methylenblau-Probe vorgenommen sowie die Anzahl sich bewegender (aktiver) oder sich nicht bewegender (inaktiver) Protozoen gezählt, daraus der Anteil aktiver Protozoen errechnet und der pH-Wert bestimmt. Im Blut wurde der Gehalt an Gesamt-Calcium und ß-Hydroxybutyrat (BHB) bestimmt. Pansengold beschleunigte die Methylenblau-Probe 3–24 h p. a., vermehrte die Anzahl aktiver Protozoen 3–24 h p. a., verminderte die Anzahl inaktiver Protozoen 1–24 h p. a., vermehrte den Anteil aktiver Protozoen 6–24 h p. a. und verminderte den pH-Wert im Pansensaft 1–24 h p. a. signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Pansengold vermehrte den Gesamt-Calciumgehalt im Blut 3–6 h p. a. und verminderte den BHB-Gehalt im Blut 1–6 p. a. signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe. Pansengold ist sowohl zur Steigerung der Aktivität von Pansenflora und -fauna als auch zur Zufuhr von Calcium und Energie bei Milchkühen geeignet.

Abstract
Studies on the effect of Pansengold on rumen flora and fauna in dairy cows
Keywords: Rumen – methylene blue test – protozoa – calcium – energy
The objective of this study was to investigate the effect of Pansengold (1.58 mol of calcium propionate, 65 mmol of glycerol, 1.3 µmol of riboflavin) on rumen flora and fauna and on calcium and energy balance in dairy cows. Twenty cows each were administered after calving with Pansengold via stomach tube (cases) 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 used for methylene blue test; the numbers of mobile (active) or immobile (inactive) rumen protozoa were counted and the percentage of active protozoa was calculated; ruminal pH was measured. Blood samples were used to determine total calcium and ß-hydroxybutyrate (BHB). Pansengold significantly speeded up methylene blue test 3–24 hours after administration, increased the number of active protozoa 3–24 h p. a., lowered the number of inactive protozoa 1–24 h p. a., increased the percentage of active protozoa 1–24 h p. a., and lowerd ruminal pH 1–24 h compared to untreated controls. Pansengold significantly increased blood total calcium 3–6 h p. a., and lowered blood BHB 1–6 h p. a. compared to untreated controls. Pansengold proofed effective to activate rumen flora and fauna and to supply calcium and energy in dairy cows.

1 Einleitung

Die orale Gabe von Calciumpropionat kann Milchkühen Calcium und Energie liefern: Die Eingabe von 1,25–1,88 mol Calciumpropionat vermehrte den Blut-Calcium-Gehalt ½–6 Stunden nach Eingabe (*Goff u. Horst*, 1993; 1994). Eine länger anhaltende Wirkung auf den Blut-Calciumgehalt ist wenig zu erwarten, auch wenn 2,75–3,66 mol Calciumpropionat verabreicht werden (*Gundelach u. Hoedemaker*, 2007; *Melendez et al.*, 2002; *Stokes u. Goff*, 2001). Die Eingabe von 1,85 mol Calciumpropionat innerhalb von zwei Stunden nach dem Abkalben und erneut 12 Stunden später verminderte das Vorkommen von subklinischem Calciummangel (<1,88 mmol Ca/l Blut) (*Goff u. Horst*, 1996). In einer Herde mit hoher Inzidenz von Gebärlähmung (50 %) verringerte dieses Vorgehen das Auftreten von Gebärlähmung um 58 % (*Goff u. Horst*, 1996; *Kelton et al.*, 1996). Zur Vorbeuge von Gebärlähmung war Calciumpropionat ähnlich wirksam wie Calciumchlorid (*Pehrson et al.*, 1998).
Die Eingabe von 1,85 mol Calciumpropionat innerhalb von zwei Stunden p. p. und erneut 12 Stunden später verringerte die Gehalte von ß-Hydroxybutyrat (BHB) und freien Fettsäuren (FFS) im Blut 24 Stunden p. p. (*Goff u. Horst*,

1996). Eine länger anhaltende Wirkung auf die BHB- oder FFS-Gehalte im Blut ist wenig zu erwarten, auch wenn 3,23 oder 3,66 mol Calciumpropionat verabreicht werden (*Stokes u. Goff*, 2001; *Gundelach u. Hoedemaker*, 2007).

Die zweimalige Eingabe von 3,23–3,76 mol Calciumpropionat p. p. verringerte die Milchzellzahlen (*Enemark et al.*, 2009), das Vorkommen von mehr als 100.000 Zellen/ml Milch (*Gundelach u. Hoedemaker*, 2007) bzw. das Auftreten von Gebärmutterentzündung (*Stokes u. Goff*, 2001). Eine Erklärung hierfür könnte in der Beobachtung gesucht werden, wonach Energiemangel die zelluläre Abwehr schwächt (*Suriyasathaporn*, 2000).

Calciumpropionat wurde in $^1/_2$–20 l Wasser gelöst, kleine Volumina ($^1/_2$–1 l) in die Backentasche geflößt, größere Volumina über Schlund- oder Pansenleitung eingegeben (*Enemark et al.*, 2009; *Goff u. Horst*, 1993; 1994; *Gundelach u. Hoedemaker*, 2007; *Stokes u. Goff*, 2001). Auch Mischungen mit Propylenglykol nahmen Einfluss auf den Blut-Calcium-Gehalt, wohingegen Vermengungen mit Sojaöl ohne Wirkung darauf blieben (*Goff u. Horst*, 1994).

Wenig untersucht ist bislang, inwiefern Calciumpropionat Einfluss auf Pansenflora und -fauna nimmt.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war, den Einfluss von Pansengold (Fa. VUXXX, Papenburg) auf die Pansenflora und -fauna von Milchkühen zu prüfen. Ein Beutel (300 g) enthält 1,58 mol Calciumpropionat, 65 mmol Glycerin (Staubbinder) und 1,3 µmol Riboflavin (Farbstoff) und bietet 3 MJ Netto-Energie-Laktation (NEL). Es wurde angenommen, dass Pansengold die Aktivität der Pansenflora steigert (erste Forschungshypothese), die Aktivität der Pansenfauna steigert (zweite Forschungshypothese), den pH-Wert im Pansensaft senkt (dritte Forschungshypothese) und Calcium bzw. Energie zuführt (vierte bzw. fünfte Forschungshypothese).

Abb. 1: Flux-Pansenleitung mit Kopf, Markierung (1,7 m vom Kopf entfernt), Schnellverschluss und Trichter

2 Material und Methoden

Die Untersuchung fand in einem Sächsischen Milcherzeugerbetrieb mit 1.200 schwarzbunten Holsteiner Kühen statt. 40 gesunde und nicht vorbehandelte Kühe wurden in den Versuch aufgenommen. Die Auswahl der Kühe erfolgte systematisch zufällig (*Dohoo et al.*, 2003). Von jeder Kuh wurde zunächst ein Vorbericht erhoben, welcher Alter (Anzahl der Abkalbungen), Jahresleistung (kg) und Melktage (n) sowie Zeitraum zwischen Abkalbung und Untersuchungsbeginn (Stunden) umfasste.

Jeweils 20 Kühen wurde nach der Abkalbung der Inhalt eines Beutels Pansengold aufgelöst in einem Liter Wasser (Fallgruppe) oder nichts (Kontrollgruppe) gegeben. Die Eingabe der Lösung erfolgte über Flux-Pansenleitung (Fa. VUXXX, Papenburg) (Abb. 1). Hierzu wurde die Pansenleitung im Bereich des zahnfreien Kieferrandes in die Maulhöhle geführt und dann soweit in den Schlund vorgeschoben, bis ihre Markierung auf Höhe der Schneidezähne lag. Damit war die Pansenleitung auf eine Länge von 1,7 m eingeschoben und endete im Pansen (Abb. 2).

Sowohl vor (0) als auch 1, 3, 6 und 24 Stunden nach Gabe von Pansengold bzw. nichts wurde Pansensaft mit Hilfe eines Pansensafthebers (*Zwick u. Klee*, 1997) gewonnen und aus einer Drosselvene Blut entnommen. Die Aktivität der Pansenflora wurde mit Hilfe der Methylenblau-Probe untersucht (*Dirksen*, 1969; *Mahler*, 1970). Die Aktivität der Pansenfauna wurde über die Anzahl (n/ml) sich bewegender (aktiver) Einzeller (Protozoen) und die Anzahl (n/ml) sich nicht bewegender (inaktiver) Protozoen bestimmt.

Die Auszählung der Protozoen erfolgte in einer Fuchs-Rosenthal-Kammer un-

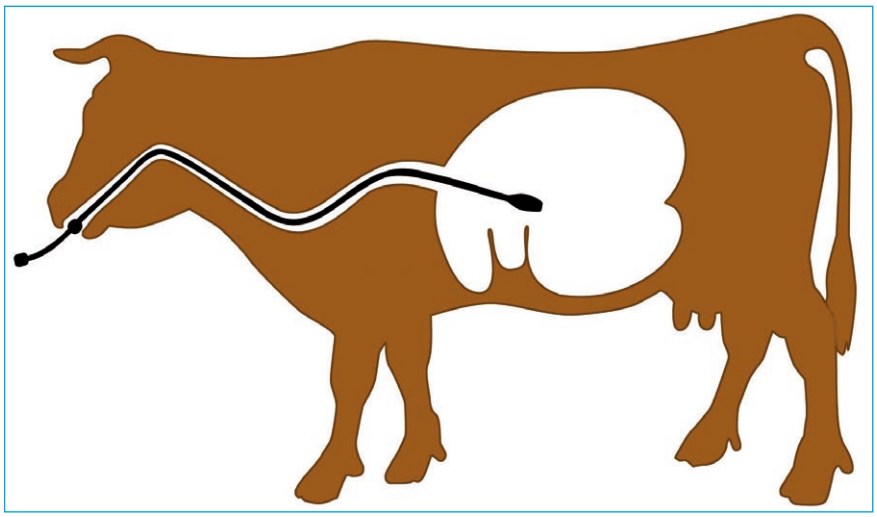

Abb. 2: Liegt die Markierung auf Höhe der Schneidezähne, ist die Flux-Pansenleitung 1,7 m tief eingeschoben und endet im Pansen.

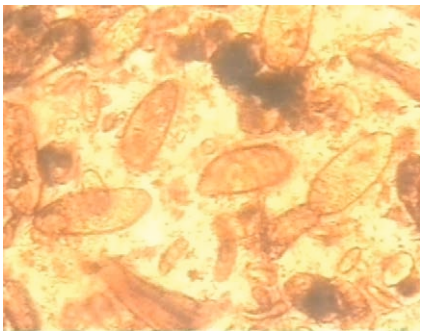

Abb. 3: Große, mittlere und kleine Protozoen im Pansensaft

ter dem Mikroskop bei hundertfacher Vergrößerung (*Dirksen*, 1990). Die Kammer wurde mit jeweils 10 µl Pansensaft beschickt, in den mittigen 64 (von insgesamt 256) Feldern große, mittlere und kleine Protozoen gezählt und die Summe mit dem Faktor 400 multipliziert (Abb. 3). Der Anteil (%) aktiver Protozoen wurde errechnet, indem die Anzahl aktiver Protozoen durch die Summe aus aktiven und inaktiven Protozoen geteilt wurde.

Der Calciumhaushalt wurde über den Gesamt-Calciumgehalt im Blut (mmol/l), der Energiehaushalt über den BHB-Gehalt im Blut (µmol/l) (*Duffield*, 2000) untersucht. Blutproben wurden unmittelbar nach Entnahme 15 Minuten lang bei 3000 U/min zentrifugiert, 5 ml Überstand abgehoben und bei –18 °C eingefroren. Nach Abschluss der Untersuchungen wurden im Labor der Klinik für Rinder der Tierärztlichen Hochschule Hannover das Gesamt-Calcium mittels Absorptionsfotometrie und BHB mit enzymatischer Methode bestimmt.

Die Beschreibung der Befunde (deskriptive Statistik) erfolgte mit Hilfe von Medianen für Fall- und Kontrollgruppe (*Kreienbrock u. Schach*, 2005). Danach wurde über zweifaktorielle Varianzanalyse (*Kuehl*, 1994) geprüft, inwiefern Pansengold (i = 1) im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe (i = 0) Einfluss auf die Zielgrößen nahm (induktive Statistik). Hierbei wurden Untersuchungszeitpunkte (j = 0, 1, 3, 6, 24) und Wechselwirkungen zwischen Pansengold-Gabe und Untersuchungszeitpunkten mitberücksichtigt. Zielgrößen waren: Dauer der Methylenblau-Probe (Sekunden), Anzahl aktiver Protozoen (n/ml), Anzahl inaktiver Protozoen (n/ml), Anteil aktiver Protozoen im Pansensaft (%), pH-Wert im Pansensaft, Gehalt an Gesamt-Calcium im Blut (mmol/l), Gehalt an BHB im Blut (µmol/l). Als Modelle dienten:

$Y_{ijk} = \mu + P_i + Z_j + (P \times Z)_{ij} + E_{ijk}$.

Dabei waren: Y = Zielgröße, µ = Mittelwert der Gesamtstichprobe, P = Einfluss der Pansengold-Gabe, Z = Einfluss der Untersuchungszeitpunkte, P x Z = Wechselwirkung zwischen Pansengold-Gabe x Untersuchungszeitpunkten, E = Zufallsfehler.

Alle Berechnungen wurden mit Statistical Analysis Systems vorgenommen; die schließende Statistik erfolgte mit dem Mixed-Verfahren (Mixed Procedure) (*SAS*, 2009). Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf unter 10 % begrenzt ($p < 0{,}10$). Mittelwerte und Standardfehler der Zielgrößen wurden für Fall- und Kontrollgruppe sowie unterteilt nach Untersuchungszeitpunkten grafisch dargestellt.

Tabelle 1: Vorbericht zu je 20 Kühen, welchen nach der Abkalbung entweder Pansengold oder nichts (Kontrolle) gegeben wurde (Mediane und Irrtumswahrscheinlichkeit [p])

	Pansengold	Kontrolle	p
Alter (n Abkalbungen)	3,0	3,0	0,69
Milchleistung im Vorjahr (kg)	8474	7495	0,24
Melktage im Vorjahr (n)	315	320	1,00
Zeitraum von Abkalbung bis Untersuchungsbeginn (Stunden)	0,72	0,71	0,90

3 Ergebnisse

Die Untersuchungen wurden an Gruppen von Kühen vorgenommen, welche sich hinsichtlich Alter, Vorjahresleistung und Untersuchungsbeginn nicht signifikant unterschieden. Die Untersuchungen begannen jeweils kurz nach der Abkalbung (Tab. 1).

Pansengold beschleunigte die Methylenblau-Probe 3–24 Stunden nach Gabe um 7–14 Sekunden (14–26 %), vermehrte die Anzahl aktiver Protozoen 3–24 h p. a. um 24.320–47.830 n/ml (13–26 %), verminderte die An-

Tabelle 2: Einfluss von Pansengold auf Zielgrößen der Pansenflora und -fauna zu unterschiedlichen Zeitpunkten (nominale [n] und prozentuale [%] mittlere Unterschiede zwischen Fall- und Kontrollgruppe [△ Pansengold] und Irrtumswahrscheinlichkeit [p])

Zielgröße	Zeitpunkt (Stunden)	△ Pansengold n	%	p
Methylenblau-Probe (Sekunden)	0	4	8	0,26
	1	-3	6	0,43
	3	-7	14	0,06
	6	-11	22	0,01
	24	-14	26	0,00
Anzahl aktiver Protozoen (n/ml)	0	-10.240	6	0,44
	1	10.240	6	0,44
	3	24.320	13	0,07
	6	47.830	26	0,00
	24	41.600	23	0,00
Anzahl inaktiver Protozoen (n/ml)	0	3.200	11	0,42
	1	-7.040	26	0,08
	3	-10.240	44	0,01
	6	-13.440	68	0,00
	24	-9.600	42	0,02
Anteil aktiver Protozoen (%)	0	-3	3	0,25
	1	4	4	0,08
	3	6	6	0,01
	6	7	7	0,00
	24	6	6	0,01
pH-Wert	0	0,02	2	0,84
	1	-0,19	3	0,02
	3	-0,22	3	0,01
	6	-0,26	4	0,00
	24	-0,14	2	0,10

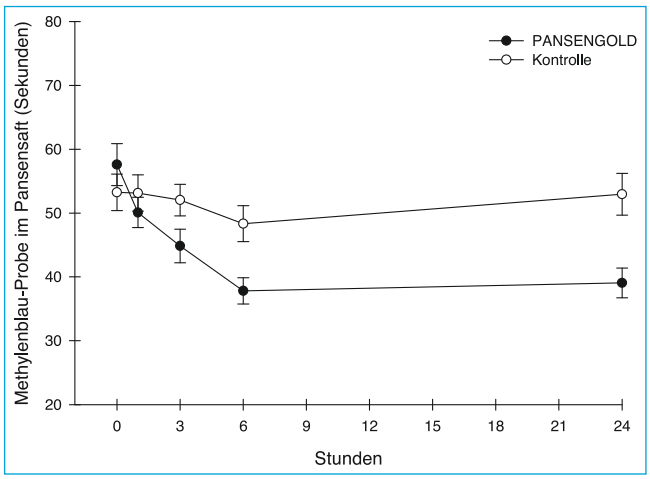

Abb. 4: Dauer der Methylenblau-Probe im Pansensaft nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

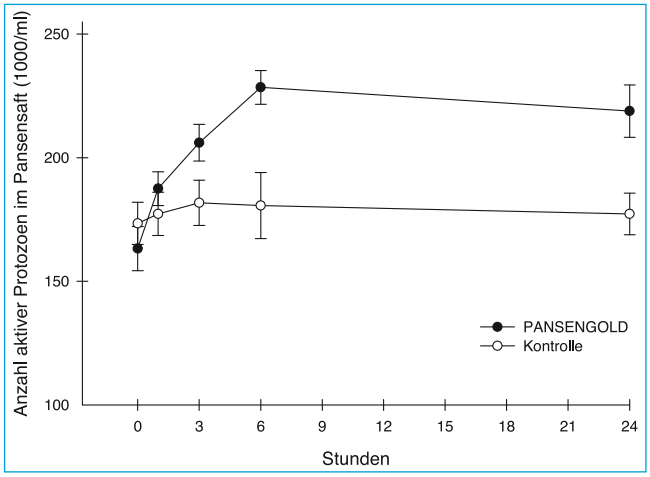

Abb. 5: Anzahl aktiver Protozoen im Pansensaft nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

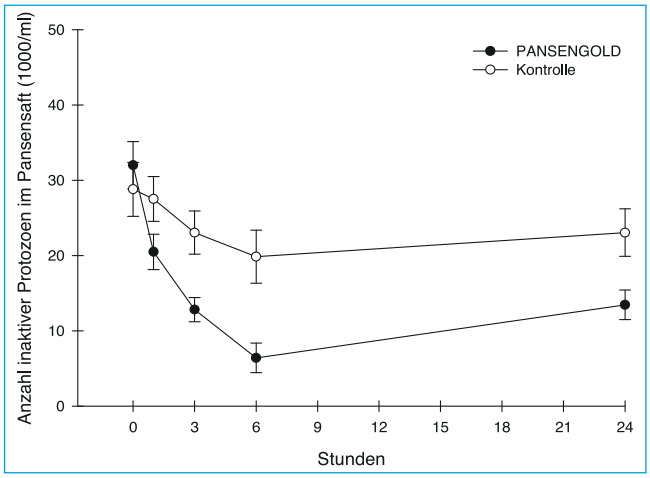

Abb. 6: Anzahl inaktiver Protozoen im Pansensaft nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

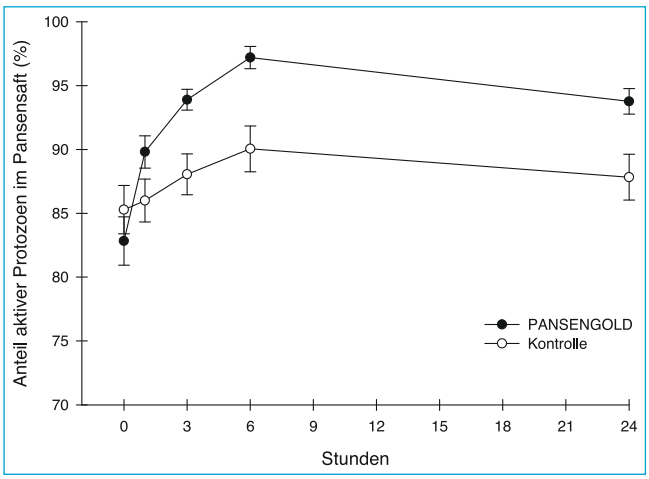

Abb. 7: Anteil aktiver Protozoen im Pansensaft nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

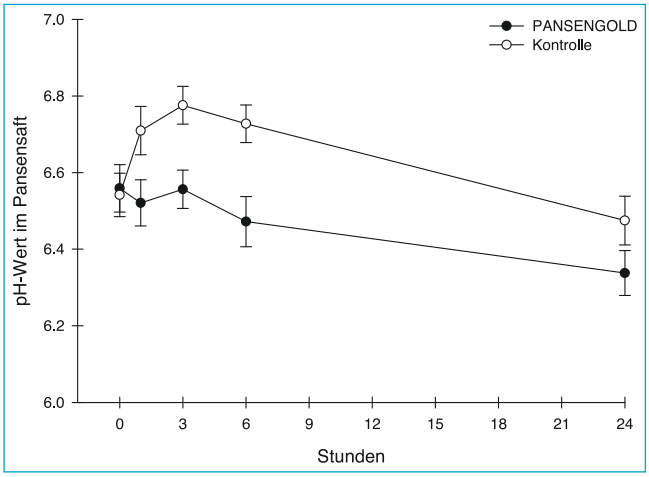

Abb. 8: pH-Wert im Pansensaft nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

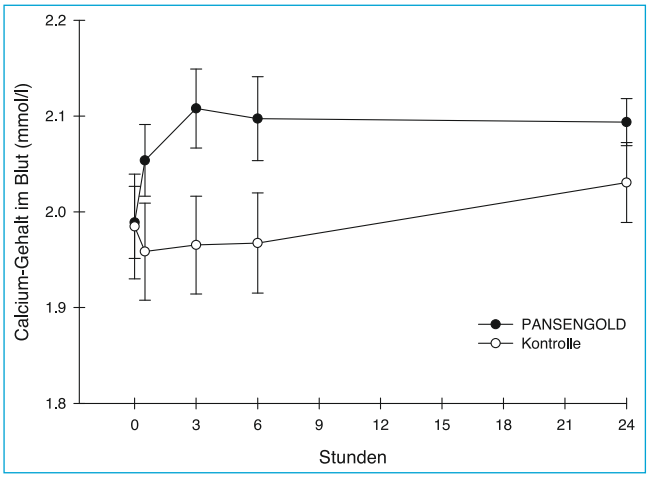

Abb. 9: Gesamt-Calcium-Gehalt im Blut nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

zahl inaktiver Protozoen 1–24 h p. a. um 7.040–13.440 n/ml (41–68 %), vermehrte den Anteil aktiver Protozoen im Pansensaft 1–24 h p. a. um 4–7 % und verminderte den pH-Wert im Pansensaft von 1–24 h p. a. um 0,14–0,19 Einheiten (2–4 %) signifikant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe (Tab. 2, Abb.4–8)

Pansengold vermehrte den Gehalt an Gesamt-Calcium im Blut von 3–6 h p. a. um 0,13–0,14 mmol/l (7 %) und verminderte den Gehalt an BHB im Blut von 1–6 Stunden nach Gabe um 222–390 µmol/l (31–55 %) signifi-

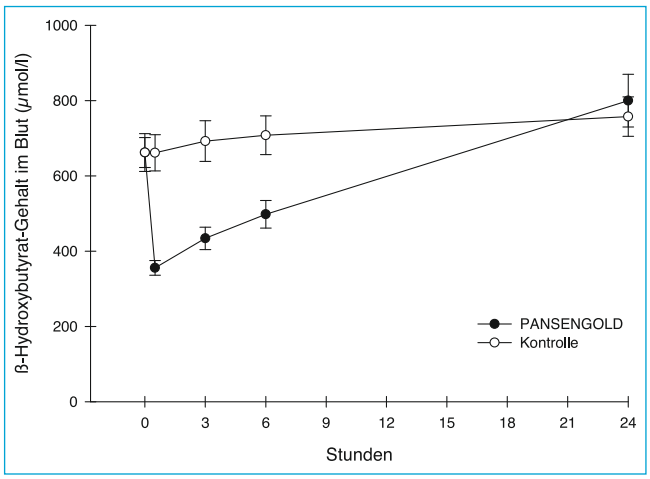

Abb. 10: ß-Hydroxybutyrat-Gehalt im Blut nach Gabe von Pansengold oder nichts (Kontrolle)

Tabelle 3: Einfluss von Pansengold auf Zielgrößen des Calcium- und Energiestoff wechsels im Blut zu unterschiedlichen Zeitpunkten (nominale [n] und prozentuale [%] mittlere Unterschiede zwischen Fall- und Kontrollgruppe [△ Pansengold] und Irrtumswahrscheinlichkeit [p])

Zielgröße	Zeitpunkt (Stunden)	△ Pansengold n	%	p
Gesamt-Calcium (mmol/l)	0	0,00	1	0,95
	1	0,07	4	0,25
	3	0,14	7	0,02
	6	0,13	7	0,04
	24	0,06	3	0,31
ß-Hydroxybutyrat (µmol/l)	0	-5	1	0,95
	1	-390	55	0,00
	3	-277	39	0,00
	6	-222	31	0,00
	24	32	4	0,66

kant im Vergleich zur unbehandelten Kontrollgruppe (Tab. 3, Abb. 9, 10).

4 Diskussion

Die erste Forschungshypothese, wonach Pansengold die Aktivität der Pansenflora steigere, wurde insofern bestätigt, als nach Eingabe die Methylenblau-Probe beschleunigt war. Je schneller die Methylenblau-Probe beendet ist, umso aktiver sind Pansenbakterien (*Dirksen*, 1969; *Mahler*, 1970).

Die zweite Forschungshypothese, wonach Pansengold die Aktivität der Pansenfauna steigere, wurde insofern bestätigt, als nach Eingabe die Anzahl aktiver Protozoen vermehrt, die Anzahl inaktiver Protozoen vermindert und somit den Anteil aktiver Protozoen erhöht war. Das steht im Einklang mit den Befunden anderer Untersuchungen, wonach die Eingabe von 1,8 mol Natriumpropionat die Aktvität von Pansenflora und -fauna steigerte (*Geishauser et al.*, Manuskript angenommen). Eine Erklärung für die aktivitätssteigernde Wirkung von Pansengold auf Pansenflora und -fauna könnte darin gesucht werden, dass Propionat Bakterien und Protozoen Energie liefert.

Die dritte Forschungshypothese, wonach Pansengold den pH-Wert im Pansen vermindere, wurde ebenfalls bestätigt. Eine Erklärung hierfür könnte im Eintrag von Propionsäure oder des starken Kations Calcium (*Stewart*, 1983) in den Pansen gesucht werden.

Die vierte und fünfte Forschungshypothese, wonach Pansengold Calcium und Energie zuführe, wurde insofern bestätigt, als nach Eingabe der Gesamt-Calciumgehalt im Blut vermehrt und den BHB-Gehalt im Blut vermindert war. Dies steht im Einklang mit den Befunden anderer Untersucher, die nach Eingabe von 1,25–1,88 mol Calciumpropionat ebenfalls eine Vermehrung des Calcium- und eine Verminderung des BHB-Gehalts im Blut beobachteten (*Goff u. Horst*, 1993; 1994, *Jonsson et al.*, 1998).

Pansengold ist somit zur Steigerung der Aktivität von Pansenflora und -fauna sowie zur Zufuhr von Calcium und Energie bei Milchkühen geeignet. Nach Gabe von 300 g kann mit einer Steigerung der Aktivität von Pansenflora und -fauna 3–24 h p. a., mit einer Senkung des Pansen-pH-Wertes 1–24 h p. a., einer Vermehrung des Blut-Calcium-Gehaltes 3–6 h p. a. und einer Verminderung des Blut-BHB-Gehaltes 1–6 h p. a. gerechnet werden.

Danksagung

Wir danken Steffen Zeibig und Udo Förster von der Sächsischen Milcherzeugergenossenschaft in Quersa und Dr. Martin Höltershinken von der Klinik für Rinder der Tierärztlichen Hochschule Hannover für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

1. Dirksen, G. (1969): Ist die »Methylenblauprobe« als Schnelltest für die klinische Pansensaftdiagnostik geeignet? Dtsch. Tierärztl. Wschr. 76, 305-309.
2. Dirksen, G. (1990): Protozoen. In: Dirksen, G., H.-D. Gründer, M. Stöber (Hrsg): Die klinische Untersuchung des Rindes. Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 3. Auflage, 318-319.
3. Dohoo, I., S. W. Martin, H. Stryn (2003): Veterinary Epidemologic Research. Charlottetown, University of Prince Edwards Island, 32.
4. Duffield, T. (2000): Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. Vet. Clin. N. Amer. Food Anim. Pract .16.2, 231-253.
5. Enemark, J. M., H. B. Schmidt, I. Jakobsen, E. Enevoldsen (2009): Failure to improve energy balance or dehydration by drenching transition cows with water and electrolytes at calving. Vet. Res. Commun. 33, 123-37.
6. Geishauser, T., A. Linhart, N. Neidl: Prüfung der S-PILL® Pansenstimulans-Pille an Milchkühen. Prakt. Tierarzt., Manuskript angenommen.
7. Goff, J. P., R. L. Horst (1993): Oral administration of Ca salts for treatment of hypocalcemia in cattle. J. Dairy Sci. 76, 101-108.
8. Goff, J. P., R. L. Horst (1994): Calcium salts for treating hypocalcemia: carrier effects, acid-base balance, and oral versus rectal administration. J. Dairy Sci. 77, 1451-1456.
9. Goff, J. P., R. L. Horst, P. W. Jardon, C. Borelli, J. Wedam (1996): Field trials of an oral calcium propionate paste as an aid to prevent milk fever in periparturient dairy cows. J. Dairy Sci. 79, 378-383.
10. Gundelach, Y., M. Hoedemaker (2007): Einfluss des postpartalen Drenchens mit Kalziumpropionat auf die Stoffwechselgesundheit, Milchleistung, Fertilität und Allgemeingesundheit hochleistender Milchkühe. Tierärztl. Umsch. 62, 291-299.
11. Jonsson, N. N., R. C. W. Daniel, D. Mayer, R. Verrall (1998): Effects of oral dosing with calcium propionate on total calcium and glucose concentration in the plasma of the cow. J. Vet. Med. A 45, 127-136.
12. Kelton, D. F., K. D. Lissemore, R. E. Martin (1998): Recommendations for recording and calculating the incidence of selected clinical diseases of dairy cattle. J. Dairy Sci. 82, 2502-2509.
13. Kreienbrock, L., S. Schach (2005): Epidemiologische Methoden. Spektrum Akad. Verlag, München, 4. Aufl., 80-87.
14. Kuehl, R. (1994): Statistical principles of research design and analysis. Belmont USA, Duxbury Press, 129-159.
15. Mahler, D. (1970): Untersuchungen über die Brauchbarkeit der »Methylenblauprobe« als Schnelltest für die klinische Pansensaftuntersuchung. München, Ludwigs-Maximilians-Universität, Tiermed. Fak., Diss.
16. Melendez, P., A. Donovan, C. A. Risco, M. B. Hall, R. Littell, J. Goff (2002): Metabolic responses of transition Holstein cows fed anionic salts and supplemented at calving with calcium and energy. J. Dairy Sci. 85, 1085-1092.
17. Pehrson, B., C. Svensson, M. Jönsson (1998): A comparative study of the effectiveness of calci-

um propionate and calcium chloride for the prevention of parturient paresis in dairy cows. J. Dairy Sci. 81, 2011-2016.
18. SAS (2009): SAS/STAT Software 9.2, SAS Institute, Cary, NC USA.
19. Stewart, P. A. (1983): Modern quantitative acid-base chemistry. Can. J. Physiol. Pharmacol. 61, 1444-1461.
20. Stokes, S. R., J. P. Goff (2001): Evaluation of calcium propionate and propylene glycol administered into the esophagus of dairy cattle at calving. Professional Animal Scientist 17, 115-122.
21. Suriyasathaporn, W. (2000): Negative energy balance in postpartum dairy cows: It's effect on clinical mastitis and reproductive performance. Utrecht, University, Faculty of Veterinary Medicine, PhD-Schrift.
22. Zwick, T., W. Klee (1997): Das Pansensaftentnahmegerät nach Hamburger. Tierärztl. Umsch. 52: 80-84.

Korrespondenzadresse
Prof. Dr. Dr. habil. Thomas Geishauser, FTA MSc DipECBHM, Department of Population Medicine, Ontario Veterinary College, University of Guelph, Guelph ON N1G 2W1, Canada, tgeishauser@sentex.net