

Aus der Universitätsklinik für Wiederkäuer<sup>1</sup>, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien, dem Institut für Bioinformatik und Biostatistik<sup>2</sup>, Department für Biomedizinische Wissenschaft, Veterinärmedizinische Universität Wien und der Abteilung für Schweinemedizin<sup>3</sup>, Department für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät Zürich

## Klinik und Therapie der akuten Pansenazidose beim kleinen Wiederkäuer – eine retrospektive Studie

W. PENDL<sup>1,3\*</sup>, A. TICHY<sup>2</sup> und R. KRAMETTER-FRÖTSCHER<sup>1</sup>

eingelangt am 27. November 2014  
angenommen am 8. April 2015

**Schlüsselwörter:** akute Pansenazidose, Laktatazidose, Schaf, Ziege.

**Keywords:** Small ruminants, sheep, goats, ruminal lactic acidosis, acute ruminal acidosis.

### ■ Zusammenfassung

Die akute Pansenazidose ist in der Schaf- und Ziegenhaltung vor allem im Hobbytierbereich ein weit verbreitetes Problem. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, Grundinformationen wie Erscheinungsbild und Auftreten der Erkrankung, Informationen zu Untersuchungsergebnissen und therapeutischen Möglichkeiten zu geben. Durch die Auswertung der Patientendaten sollten Untersuchungs- und Therapieergebnisse gewichtet werden. Die erhobenen Daten beziehen sich auf kleine Wiederkäuer, die im Zeitraum von 1990 bis 2012 auf der Veterinärmedizinischen Universität Wien an der Klinik für Wiederkäuer mit der Diagnose Pansenazidose vorgestellt wurden. Von insgesamt 1457 überwiesenen Schafen kamen 46 Tiere und von 1057 überwiesenen Ziegen 54 Tiere zur Auswertung. Die auffälligsten Befunde bei der Allgemeinuntersuchung der 100 an akuter Pansenazidose erkrankten Tiere waren vermindertes Allgemeinverhalten bei 57 Tieren, Veränderung der Vitalparameter, v.a. eine Erhöhung des Pulses, bei 84 Tieren, Verringerung der Kotkonsistenz bei 46 Tieren und verminderte Pansentätigkeit bei 86 Tieren. Bei der Pansensaftuntersuchung hatten

### ■ Summary

**Clinical appearance and treatment of acute ruminal acidosis in small ruminants – a retrospective study**

#### Introduction

Ruminal acidosis is prevalent in small ruminants and poses a major challenge to non-commercial animal husbandry. This retrospective study provides information on the occurrence, symptoms, treatment and treatment response of ruminal acidosis in small ruminants.

#### Materials and Methods

The data from cases of ruminal acidosis referred to the Clinic for Ruminants of the University of Veterinary Medicine, Vienna over 22 years (1990–2012) were recorded. The following parameters were evaluated: animal-specific data such as species, age and gender; patient-specific data such as anamnesis, clinical findings, biochemical findings and haematological findings; as well as treatment and treatment responses. Three different therapies were performed at the clinic: i) conservative medical therapy, which was applied in mild

and moderate cases, ii) irrigation of the rumen, which was also applied in mild and moderate cases, and iii) rumenotomy, applied only in moderate to severe cases.

#### Results

Of 1457 sheep and 1076 goats hospitalized during the period under investigation, 46 sheep and 54 goats were diagnosed with ruminal acidosis. After treatment, 62 animals were discharged as cured. In 37 cases treatment was not successful and the animals died or were euthanized. One animal was discharged during treatment. The most prominent symptoms were changes in behaviour and condition, reduction of faecal consistency and an impairment of ruminal function. Rumenotomy was successful in 63% of the animals that received this therapy. Irrigation of the rumen cured 73 % of the cases to which it was applied and conservative therapy – medical treatment only – was successful in 65.6 % of cases. Irrespective of species, the success of treatment was higher than 50 % in animals with blood pH values above 7.00.

\* E-Mail: wpendl@vetclinics.uzh.ch

81 von 89 untersuchten Tieren einen pH-Wert des Pansensaftes unter 6,5. Bei der Blutuntersuchung war der auffälligste Parameter der pH-Wert des Blutes, der bei 70 von 90 Tieren einen Wert von unter 7,38 hatte. Aufgrund der Erstuntersuchung und des Schweregrades der Erkrankung wurde zwischen den Therapiemöglichkeiten Rumenotomie, Pansenspülung und konservative Therapie gewählt. Bei milden und mittelgradigen Verläufen wurde eine konservative Therapie (58 Fälle) oder eine Pansenspülung (sieben Fälle) durchgeführt. Bei mittelgradig bis schweren Verlaufsformen wurde eine Rumenotomie (35 Fälle) vorgenommen. Die akute Pansenazidose tritt bei kleinen Wiederkäuern speziesunabhängig auf. Die Therapiewahl muss aufgrund des Schweregrades der Erkrankung getroffen werden. Der

## ■ Einleitung

Die akute Pansenazidose ist in der Schaf- und Ziegenhaltung ein weit verbreitetes Problem. Erkrankte Tiere zeigen Krankheitssymptome, wie vermindertes Allgemeinbefinden, Festliegen, verminderte oder fehlende Pansenaktivität und häufig Zähneknirschen (BRAUN et al., 1992; GANTNER, 2009; STELLETTA et al., 2008; SMITH u. SHERMAN, 2009; KLEVENHUSEN et al., 2013; MINUTI et al., 2014). Fehlerhafte Einschätzungen und Behandlungen der Erkrankung durch den Tierhalter respektive den Tierarzt können für das Tier schwerwiegende Folgen haben. Das Auftreten von akuter Pansenazidose bei kleinen Wiederkäuern steht häufig in Zusammenhang mit einer unkontrollierten Aufnahme von Kraftfutter, z.B. bei Einbruch der Tiere in die Futterkammer, oder mit der zu raschen Aufnahme zu großer Mengen an kohlenhydratreichen Futtermitteln, z.B. bei Futterumstellungen. Im Falle von Streichelzoos muss eine unkontrollierte Fütterung durch Besucher ebenso in Erwägung gezogen werden (SCOTT, 2007; BAUMGARTNER et al., 2009; ERMILIO u. SMITH, 2011; NAVARRE et al., 2012).

Unter akuter Pansenazidose wird nach BAUMGARTNER et al. (2009) ein alimentär bedingtes, rasches Absinken des pH-Wertes im Pansensaft unter einen Wert von 6,5 verstanden. Da der pH-Wert-Abfall durch eine übermäßige Bildung von Laktat zustande kommt, wird synonym häufig der Begriff Laktatazidose verwendet (SCOTT, 2007; BAUMGARTNER et al., 2009; NAVARRE et al., 2012). Entstehung und Therapie der akuten Pansenazidose sind in der Literatur beschrieben (JUHÁSZ u. SZEGEDI, 1976; GILL et al., 1986; BRAUN et al., 1992; DIRKSEN, 2006; SCOTT, 2007; NIEHAUS, 2008; NAVARRE et al., 2012; KLEVENHUSEN et al., 2013)

Die vorliegende Studie sollte Aufschluss über das Auftreten der akuten Pansenazidose bei an der Klinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgestellten, das heißt überwiesenen, kleinen Wiederkäuern der Jahre 1990 bis 2012 liefern. Die ausgewerteten Daten sollen Erkenntnisse über klinische Untersuchungsbefunde, Pansensaft- und

## Conclusion

The appropriate treatment of ruminal acidosis depends on the severity, which can be judged from the animal's behaviour and condition and from its vital signs, including blood parameters such as blood pH value and base excess. All three treatments are very effective, with a recovery rate of more than 60% in the present study.

Schweregrad kann mittels dem Allgemeinbefinden, den Vitalparametern Puls, Atmung und Temperatur, dem pH-Wert des Panseninhaltes und den Blutparametern pH-Wert und Base excess bestimmt werden.

Blutuntersuchungsbefunde und Therapiemaßnahmen der akuten Pansenazidose bei Schafen und Ziegen liefern. Durch die Auswertung der Patientendaten sollen Untersuchungs- und Therapieergebnisse gewichtet werden.

## ■ Material und Methoden

### Datenerhebung:

Die im Rahmen dieser Studie retrospektiv ausgewerteten Daten umfassen 100 Schafe und Ziegen, welche im Zeitraum von Jänner 1990 bis Dezember 2012 in der Klinik für Wiederkäuer der Veterinärmedizinischen Universität Wien mit der nach Erstuntersuchung gestellten Diagnose „akute Pansenazidose“ eingestellt wurden. Die Diagnose wurde anhand der Anamnese (z.B.: übermäßige Aufnahme von Kraftfutter), der klinischen Untersuchung mit Befunden wie vermindertem Allgemeinverhalten, Fressunlust, verminderte Pansenaktivität und der Pansensaftuntersuchung mit pH-Werten von unter 6,5 gestellt. Die Auswertung wurde anhand der handschriftlich geführten Krankenakten und des elektronischen Tierspitalinformationssystems (TIS) durchgeführt. Nachfolgende Parameter wurden erhoben und ausgewertet: Tierart, Alter, Geschlecht, Allgemeinverhalten, Ernährungszustand, Hautelastizität, Hauttemperatur, Pulsfrequenz (Normwert: 60–80/min), Atemfrequenz (Normwerte: Schaf: 16–30 Atemzüge/min; Ziege: 10–30 Atemzüge/min), innere Körpertemperatur (Normwerte: Schaf: 38,5–39,5 °C; Ziege: 38,3–39,0 °C), Pansenzyklen (als physiologische Pansenaktivität wurde ein Zyklus alle 40 bis 50 Sek angesehen) (BAUMGARTNER et al., 2009).

Desweiteren wurden folgende Eigenschaften des Pansensaftes, welcher mittels Magenschlundsonde entnommen wurde, erhoben: pH-Wert (Normwert: 6,5–7,2), Farbe, Geruch, Konsistenz, Protozoengehalt, Methylenblaureduktionsprobe (Entfärbung tritt bei gesundem Panseninhalt nach drei bis fünf Minuten ein). Außerdem wurden nachfolgende Parameter der Blutgasanalyse in die Auswertungen mitaufgenommen: Hämatokrit (Normwert: Schaf: 28–39 %; Ziege: 20–38 %); pH-Wert (Normwert: pH 7,38–pH 7,42), pCO<sub>2</sub> (Normwert: 38 mmHg–45 mmHg), HCO<sub>3</sub> (Normwert: 25mmol/l–30mmol/l), BE (-2,5 mmol/l– 2,5 mmol/l) (BAUMGARTNER et al., 2009). Die Bestimmung des Hämatokrits und der Blutgase erfolgte mittels Blutgasanalysegerät ABLTM77 (Radiometer, Kopenhagen, Dänemark).

Weiters wurde die Art der Behandlung, die Behandlungsdauer und der Behandlungserfolg erhoben. Die durchgeführten Behandlungen waren konservative Therapie, Pansenspülung oder Rumenotomie. Die Behandlungsdauer wurde definiert als Zeitraum vom Überweisungstag an die Klinik bis zum Tag der Entlassung. Beim Behandlungserfolg wurde zwischen „geheilt entlassen“, „verendet während Behandlung“, „euthanasiert“ und „ungeheilt entlassen“

unterschieden. Als weiterführende Behandlungen galten: Pansen-saftübertragung, Verabreichung von Dauertropfinfusionen und medikamentöse Behandlungen, die nicht im Zuge der Rumenotomie oder der Pansenpflügel durchgeführt wurden. Bei konservativer Therapie wurden sämtliche therapeutische Maßnahmen unter weiterführende Behandlung zusammengefasst. Bei der medikamentösen Behandlung wurde die Gabe von Antibiotika, nicht-steroidaler Entzündungshemmer, Vitamin B, Antacida und „Pansenstarter“ (Ergänzungsfuttermittel) berücksichtigt.

Die angeführten Parameter konnten nicht bei allen Patienten retrospektiv erhoben werden. Gründe dafür waren, dass der Patient noch vor Untersuchung verendete, die jeweilige Untersuchung nicht durchgeführt worden war, oder die Untersuchungsergebnisse nicht dokumentiert worden waren.

### Statistische Auswertung

Als Grundlage der Datenanalyse dienten die bei Erstuntersuchung erhobenen Befunde. Die statistische Auswertung erfolgte mit Microsoft Excel 2007 und SPSS Version 20. Die deskriptive Statistik wurde einerseits über alle Kleinwiederkäuer durchgeführt, d.h. eventuelle Spezieseffekte bleiben dabei unberücksichtigt, andererseits auch für jede Spezies individuell berechnet. Der Unterschied zwischen geheilten und nicht geheilten Tieren und zwischen den Spezies wurde mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (general linear model) analysiert. Angewendet wurde diese Analyse jeweils auf die fünf abhängigen Variablen Allgemeinverhalten, Ernährungszustand, pH-Wert des Panseninhaltes, pH-Wert des Blutes und Base excess. Die Unterschiede zwischen den durchgeführten Behandlungen wurde ebenfalls mit einer zweifaktoriellen Varianzanalyse (general linear model) analysiert. Diese Analyse wurde auf die abhängigen Variablen Allgemeinverhalten, Puls, Atmung, Temperatur, pH-Wert des Panseninhaltes, pH-Wert des Blutes und Base excess angewendet. Mit Hilfe logistischer Regressionen wurde auf Grundlage der drei Parameter pH-Wert des Panseninhaltes, pH-Wert des Blutes und Base excess Heilungswahrscheinlichkeiten ermittelt. Die Wahl dieser Parameter wurde in Anlehnung an BRAUN et al. (1992) und BAUMGARTNER et al. (2009) getroffen. Diese drei Werte wurden über den Durchschnitt zu einer Gesamtheilungswahrscheinlichkeit zusammengefasst. Mit einem t-Test für unabhängige Stichproben wurden Schafe und Ziegen hinsichtlich dieser Gesamtheilungswahrscheinlichkeit verglichen. Weitere Parameter wie Alter, Rasse oder Geschlecht wurden statistisch nicht näher ausgewertet, da in der Literatur kein Hinweis darauf existiert, dass diese Parameter eine Auswirkung auf das Vorkommen der akuten Pansenazidose haben.

### Bezugsquellennachweis:

Benzylpenicillin-Procaïn, Dihydrostreptomycinsulfat (0,5 ml/10 kg KGW alle 24 Stunden i.m.), Pen-Strepto® Virbac Österreich, Wien, Österreich; Bykodigest antacid® (¼ Beutel 2 Mal innerhalb von 24 Stunden p.o.), Intervet, Wien, Österreich; Cefquinom (2 ml/50 kg KM i.m.), Cobactan® 2,5 %, Intervet, Wien, Österreich; Cyanocobalamin (2,5–5ml/Tier i.m.), Catosal®, Provet AG, Wels, Österreich; Oxytetracyclinhydrochlorid (1 ml/kg KM i.m.), Terramycin-PVP®, Pfizer Corp., Wien, Österreich; Energan® Pansenstarter, (¼ Patrone 2 mal täglich über zwei bis vier Tage p.o.), Virbac Österreich, Wien, Österreich; Enrofloxacin (1 ml/10 kg KM i.m.), Baytril® 2,5 %, Bayer Austria, Wien, Österreich; Carprofen (1 ml/35 kg KM i.m.), Rimadyl®, Zoetis Österreich, Wien, Österreich; Vanavit B-Komplex®, (5–10 ml/Tier i.m.), Vana, Wien, Österreich

## Ergebnisse

### Patienten

In den Jahren 1990 bis 2012 wurden auf der Universitätsklinik insgesamt 2533 Schafe und Ziegen behandelt. Von den in diesem Zeitraum vorgestellten Patienten wurde bei 3,1 % (46 Tiere) der Schafe und bei 5,0 %

(54 Tiere) der Ziegen die Diagnose Pansenazidose gestellt. Behandelte Schafe waren von den Rassen Bergschaf (16 Tiere), Milchschaaf (fünf Tiere), Merinoschaf (fünf Tiere), Steinschaf (ein Tier) und Kreuzungsrassen (20 Tiere). Behandelte Ziegen gehörten zu den Rassen Weiße oder Bunte Edelziege (22 Tiere), Zwergziege (elf Tiere), Toggenburger Ziege (vier Tiere), Saanenziege (drei Tiere), Burenziege (zwei Tiere) und Kreuzungsrassen (acht Tiere). Die Tiere waren zwischen 50 Tagen und 19 Jahren alt, das Durchschnittsalter betrug vier Jahre (MW=3,97 Jahre; SD=3,75). Unter den 100 Patienten waren 69 weibliche Tiere, 30 männliche und ein männlich kastriertes Tier. Haltings- und Managementformen konnten nicht lückenlos dokumentiert werden.

### Klinische Untersuchung

Die Hautelastizität wurde bei 96 Patienten beurteilt. Bei 50 % (26) der Ziegen und 31,8 % (17) der Schafe war die Hautelastizität erhalten. Eine geringgradig verminderte Hautelastizität hatten 44,8 % (43) der Patienten.

Eine regelmäßig verteilte Hauttemperatur zeigten 79 Patienten. Demgegenüber standen 16 Patienten mit unregelmäßig verteilter Hauttemperatur.

In 84 von 93 Fällen konnte eine erhöhte Pulsfrequenz (MW=118,3 ± SD=25,2) beobachtet werden. Von 86 zeigten 66 Patienten eine Erhöhung der Atemfrequenz (MW=48,5 ± SD=29,0). Die innere Körpertemperatur (MW=39,1 ± SD=1,0) war bei 39 von 99 Patienten im Normbereich. Bei 22 Patienten war die innere Körpertemperatur erniedrigt und 38 Patienten hatten eine erhöhte innere Körpertemperatur.

Die Pansenstätigkeit war bei 27 Patienten vermindert und bei 59 Patienten gänzlich fehlend.

Die Kotkonsistenz wurde bei 82 Patienten beurteilt. Eine physiologische Kotkonsistenz wurde bei 36 Tieren festgestellt. Bei 38 Tieren war die Kotkonsistenz pastös und bei acht Tieren flüssig.

Die Untersuchungsbefunde des Allgemeinverhaltens und des Ernährungszustandes sind in Tabelle 1 dargestellt.

### Pansensaftuntersuchung

Der am häufigsten festgestellte Farbbefund war in 33 Fällen ocker. Der physiologische Farbbefund grün wurde in 25 Fällen beobachtet.

In 54 Fällen war der Geruch des Panseninhaltes säuerlich, in 19 Fällen stinkend und in acht Fällen aromatisch. In vier Fällen wurde ein fader und in drei Fällen ein stechender Geruch des Panseninhaltes festgestellt.

In 18 Fällen wies der Panseninhalt eine physiologische Konsistenz auf. Bei über 70 % (n=60) der Patienten war der Panseninhalt flüssig, in vier Fällen breiig, in zwei Fällen schaumig und in einem Fall wies der Panseninhalt eine feste Konsistenz auf. Das Ergebnis der pH-Wertmessung des Pansensaftes ist in Tabelle 1 dargestellt.

Eine mikroskopische Untersuchung des Pansensaftes

Tab. 1: Ergebnisse der statistischen Auswertung der Untersuchungsbefunde von Schafen und Ziegen mit akuter Pansenazidose/Results of clinical examination of sheep and goats with acute ruminal acidosis

Parameter	Befunde	Anzahl der Patienten absolut [n]	Anzahl der Patienten geheilt [n]
<b>Allgemeinverhalten</b> n=98 p <sup>ab</sup> =0,006	ruhig und aufmerksam <sup>a</sup>	41	33
	geringgradig vermindert <sup>b</sup>	42	23
	mittelgradig vermindert <sup>b</sup>	10	3
	hochgradig vermindert <sup>b</sup>	5	2
<b>Ernährungszustand</b> n=97 p <sup>cd</sup> =0,7	adipös <sup>d</sup>	1	1
	sehr gut <sup>d</sup>	2	2
	gut <sup>c</sup>	38	26
	mittelgut <sup>d</sup>	33	20
	mindergut <sup>d</sup>	15	9
	schlecht <sup>d</sup>	8	4
<b>pH-Wert Panseninhalt</b> n=89 p <sup>ef</sup> =0,17	<5 <sup>f</sup>	2	1
	5 – 5,8 <sup>f</sup>	38	26
	5,9 – 6,5 <sup>f</sup>	41	29
	>6,5 <sup>e</sup>	8	2
<b>pH-Wert Blut</b> n=90 p <sup>gh</sup> =0,045	<7,1 <sup>h</sup>	13	4
	7,1 – 7,37 <sup>h</sup>	56	38
	7,38 – 7,42 <sup>g</sup>	11	9
	>7,42 <sup>h</sup>	10	5
<b>Base excess [mmol/l]</b> n=87 p <sup>ij</sup> =0,07	<-15,0 <sup>i</sup>	12	5
	-15,0 – -10,1 <sup>j</sup>	14	9
	-10,0 – -2,6 <sup>j</sup>	34	21
	-2,5 – 2,5 <sup>i</sup>	15	12
	>2,5 <sup>j</sup>	12	8

Angegebene Signifikanzen stellen den Vergleich von geheilten und nicht geheilten Patienten in Verbindung mit den physiologischen und davon abweichenden Befunden der untersuchten Parameter dar. Vom physiologischen Befund abweichende Parameter wurden bei statistischen Analyse als je eine Gruppe zusammengefasst (Gruppen <sup>d,f,h,i</sup>).

wurde bei 63 Patienten durchgeführt. Bei vier Patienten waren keine Pansenprotozoen nachweisbar. Bei 35 Patienten waren 100 % der Pansenprotozoen abgestorben.

Die Methylenblau-Reduktionsprobe beim Pansensaft wurde bei 45 Patienten durchgeführt. Eine verlängerte Reduktionszeit zeigten 38 Proben. Sieben Proben wiesen eine physiologische Reduktionszeit von unter drei Minuten auf.

### Blutuntersuchung

Die Ergebnisse der Blutuntersuchung zeigten bei rund 70 % (n=60) der Patienten eine metabolische Azidose, charakterisiert durch einen Blut-pH-Wert unter pH 7,38, eine Konzentration von Bikarbonat unter 25 mmHg und einen negativen Base excess. Der Hämatokrit war bei rund 48 % (n=35) der Tiere im physiologischen Bereich. Die Ergebnisse der pH-Wert-Messung und der Base excess-Messung sind in Tabelle 1 angeführt.

### Behandlung und Behandlungserfolg

Die Therapiewahl wurde anhand der Erstuntersuchung, der Untersuchung des Pansensaftes und der

Blutuntersuchung getroffen. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Untersuchungsergebnisse dargestellt, getrennt für die unterschiedlichen Behandlungen.

Von den 100 Tieren konnten 62 (konservative Therapie=35, Pansenspülung=5, Rumenotomie=21) geheilt entlassen werden, bei 37 Patienten konnte die Pansenazidose nicht erfolgreich behandelt werden, wobei 27 (konservative Therapie=17, Pansenspülung=2, Rumenotomie=8) während der Behandlung verendeten und zehn (konservative Therapie=4, Rumenotomie=6) aufgrund einer infausten Prognose euthanasiert werden mussten. Ein Tier (konservative Therapie) wurde aus ungeklärten Gründen ungeheilt aus der Klinik entlassen.

In 35 Fällen wurde eine Rumenotomie durchgeführt (18 Schafe und 17 Ziegen). Eine Spülung des Pansens wurde bei insgesamt sieben Patienten vorgenommen (ein Schaf und sechs Ziegen) und bei 58 Patienten (27 Schafe und 31 Ziegen) wurde eine Therapie ohne chirurgischen Eingriff oder Spülung des Pansens gewählt. Die durchgeführten weiterführenden Behandlungen sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

Die zweifaktorielle Varianzanalyse mit den abhängigen Variablen Allgemeinverhalten, pH-Wert des Pansens und des Blutes und Base excess

**Tab. 2:** Befunde der Erstuntersuchung der Schafe und Ziegen mit Pansenazidose jeweils für die durchgeführten Behandlungen Rumenotomie, Pansen-spülung und konservative Therapie/Results of clinical examination of sheep and goats with acute ruminal acidosis subjected to rumenotomy, irrigation of the rumen or conservative medical treatment, respectively

Parameter	Behandlung			p <sup>abc</sup>	
	Rumenotomie <sup>a</sup> n=35	Spülung <sup>b</sup> n=7	Konservativ <sup>c</sup> n=58*		
Allgemeinverhalten	Ruhig und aufmerksam	10	2	29	0,16
	Geringgradig vermindert	18	5	19	
	Mittelgradig vermindert	5	0	5	
	Hochgradig vermindert	2	0	3	
Pulsfrequenz [Schläge/min]	MW ± SD	112,53 ± 26,27	127,43 ± 25,06	120,85 ± 23,37	0,20
Atemfrequenz [Atemzüge/min]	MW ± SD	59,29 ± 35,71	30,00 ± 12,38	44,22 ± 22,67	0,01
Körpertemperatur [°C]	MW ± SD	38,98 ± 1,11	38,60 ± 1,05	39,24 ± 1,04	0,24
pH-Wert Panseninhalt	MW ± SD	5,68 ± 0,78	5,56 ± 0,44	5,99 ± 0,51	0,05
pH-Wert Blut	MW ± SD	7,22 ± 0,17	7,25 ± 0,15	7,27 ± 0,24	0,66
Base excess [mmol/l]	MW ± SD	-8,99 ± 8,52	-6,77 ± 9,30	-4,04 ± 7,75	0,04

\*bei zwei Patienten wurde das Allgemeinverhalten nicht erhoben

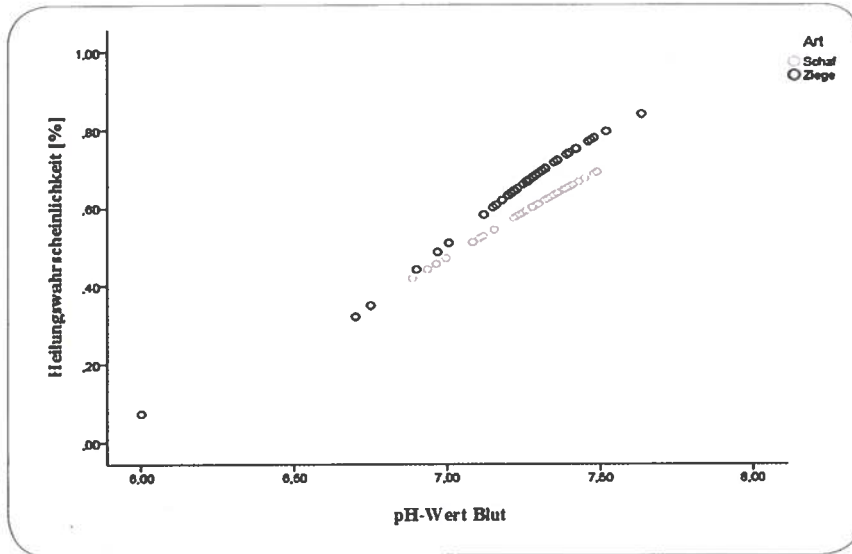
kam zu folgenden Ergebnissen. Hatten Patienten bei der Erstuntersuchung ein physiologisches, d.h. ruhiges und aufmerksames Allgemeinverhalten, kam es signifikant häufiger zu einer Heilung des Patienten als bei gering, mittelgradig oder hochgradig vermindertem Allgemeinverhalten (p=0,006) (Tabelle 1). Überstieg der pH-Wert im Blut einen Wert von 7,0, kam es in 50 % der Fälle zu einer Heilung der Patienten. Die Varianzanalyse zeigt signifikante Unterschiede zwischen geheilten und ungeheilten Tieren für diesen Parameter (p=0,045).

Zur Veranschaulichung dieses Ergebnisses sind in Abbildung 1 Heilungswahrscheinlichkeiten für unterschiedliche pH-Werte im Blut für Schaf und Ziege dargestellt.

Für den Base excess (p=0,07) und des pH-Wert im Pansen (p=0,17) konnte keine statistisch signifikante Aussage für die Untersuchungsergebnisse getroffen werden. Zusammenfassend sind in Tabelle 4 die pH-Werte des Blutes und des Panseninhalts sowie der Base excess für geheilte und ungeheilte Schafe und Ziegen deskriptiv angeführt.

**Tab. 3:** Weiterführende Behandlungen durchführt an Schafen und Ziegen mit akuter Pansenazidose: Als weiterführende Behandlungen galten Pansensaftübertragung, Verabreichung von Dauertropfinfusionen (DTI) und medikamentöse Behandlungen, die nicht im Zuge der Rumenotomie oder der Pansen-spülung durchgeführt wurden. Bei konservativer Therapie wurden sämtliche therapeutische Maßnahmen unter weiterführende Behandlung zusammengefasst./Additional treatment of sheep and goats with acute ruminal acidosis: intravenous fluids, transfer of ruminal fluid, feed supplements, antacids, antibiotics

Behandlung	Geheilte Patienten [n]	DTI [%]	Pansensaftübertragung <sup>1</sup> und dabei verabreichte Pansensaftmenge <sup>2</sup>		Pansen-starter [%]	Antacida [%]	Antibiotische Behandlung [%]
			[%] <sup>1</sup>	MW ± SD [ml] <sup>2</sup>			
Rumenotomie n=35	21	86	46	3125,0 ± 3645,4	23	43	60
Pansen-spülung n=7	5	100	85	3062,5 ± 1623,8	28	71	28
Konservative Therapie n=58	36	60	53	1689,3 ± 1137,0	17	67	31



**Abb. 1:** Darstellung der Heilungswahrscheinlichkeit abhängig vom Blut-pH-Wert bei Schafen und Ziegen mit akuter Pansenazidose/Chance of treatment success of acute ruminal acidosis in sheep and goats increases with blood ph-value at time of diagnosis

Die durchschnittliche Heilungswahrscheinlichkeit für Schafe betrug 61,5 % und für Ziegen 64,1 %. Der Vergleich dieser zeigte mit einer Signifikanz von 0,21 keinen Unterschied zwischen den Tierarten

## ■ Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, Grundinformationen zur Erkrankung, Informationen zu Untersuchungsergebnissen und therapeutischen Möglichkeiten bei akuter Pansenazidose bei kleinen Wiederkäuern zu geben. Die Diagnose Pansenazidose kann aufgrund der Anamnese, der klinischen Untersuchung, der Untersuchung des Panseninhaltes und der Blutuntersuchung gestellt werden. Die Therapiewahl muss anhand des Schweregrades der Erkrankung getroffen werden. Bei leichten bis mittelgradigen Erkrankungen, d.h. geringgradig ausgebildeten Störungen des Allgemeinverhaltens und pH-Werten im Pansen von über 5,9, wurde eine konservative Therapie oder eine Pansenpülung durchgeführt. Lag eine mittelgradige bis schwere Pansenazidose vor, die sich mit Symptomen wie mittelgradig bis hochgradig vermindertem Allgemeinverhalten und pH-Werten im Pansen von unter 5,9 darstellte, wurde eine Pansenpülung oder eine Rumenotomie vorgenommen. Die drei durchgeführten Behandlungen erzielten Heilungsquoten von jeweils über 60 %.

Der geringe Anteil an Patienten, die wegen Pansenazidose behandelt wurden, an der Gesamtpatientenzahl der Klinik (nur 3,1 % der Schafe und 5 % der Ziegen) kann durch Vorselektion, d.h. Überweisung der Patienten, erklärt werden. Pansenazidose ist bei frühzeitiger Diagnose und korrekter Therapie gut in der tierärztlichen Praxis zu behandeln. Nur im Ausnahmefall bedarf es einer Überweisung an eine Klinik.

Eine Verminderung der Hautelastizität, wie sie bei 60 % der hier ausgewerteten Patienten festgestellt wurde, kann durch eine Dehydrierung der Tiere aufgrund verminderter Wasseraufnahme, bedingt durch ein vermindertes Allgemeinbefinden, und Diffusion intravaskulärer Flüssigkeit in den Gastrointestinaltrakt wegen erhöhter Osmolarität der Ingesta erklärt werden (BRAUN et al., 1992; PADMAJA u. PRAVEENA, 2011). Der hohe Hämatokrit von über 38 % in 19 Fällen spricht ebenfalls für eine Dehydrierung der Patienten. Der erhöhte Wassereinstrom in den Magen-Darm-Trakt führte bei 45 Tieren zu unphysiologischen Kotbefunden. Vergleichbare Ergebnisse wurden von BRAUN et al. (1992) und NOUR et al. (1998) erzielt.

Systemische Reaktionen auf eine bestehende Pansenazidose waren unter anderem eine erhöhte Puls- und Atemfrequenz und ein vermindertes Allgemeinverhalten. Eine erhöhte Pulsfrequenz wurde in 84 %, erhöhte Atemfrequenz in 66 % und vermindertes Allgemeinverhalten in knapp 60 % der hier beschriebenen Fälle beobachtet. Diese Reaktionen sind durch die fortschreitende Dehydrierung, Schmerzen und eine eintretende metabolische Azidose zu erklären. Ebenso wurde dies von BRAUN et al. (1992) und KLEVENHUSEN et al. (2013) beobachtet.

Im Gegensatz zur erwarteten Erhöhung der Körpertemperatur konnte gezeigt werden, dass in 22 Fällen diese unter einen physiologischen Wert von 38,5 °C fiel. DIRKSEN (2006) erklärte dies bei Rindern durch die eintretende Agonie. In Studien mit Schafen und Ziegen wurden sowohl Anstiege der Körpertemperatur, als auch keine Beeinträchtigung dieser durch die Krankheit beobachtet (BRAUN et al., 1992; KLEVENHUSEN et al., 2013).

Wie in zahlreichen Fachbüchern beschrieben (DIRKSEN, 2006; GANTNER, 2009; SMITH u. SHERMAN, 2009), wurde eine erhebliche Beeinträchtigung der Pansenmotorik beobachtet. Die zu erwartende Beeinträchtigung konnte bei 59 Tieren festgestellt werden.

Die Beurteilung der Pansenfarbfindung ist mit anderen Studien (BRAUN et al., 1992) nur bedingt vergleichbar. Die Vielzahl der Farbbefunde deutet auf ein subjektives Farbbefinden jeder untersuchenden Person hin. Eine objektive Befundbeurteilung mithilfe einer Farbskala könnte in Zukunft die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erleichtern. Der beobachtete säuerliche (54 Tiere) und zum Teil stechende (drei Tiere) Geruch des Panseninhaltes kann als Hinweis für eine Übersäuerung angesehen werden. Ähnliches wurde von BRAUN et al. (1992) bei Schafen und Ziegen und von PADMAJA et al. (2011) bei

**Tab. 4:** Deskriptive Darstellung und statistische Analyse der pH-Werte des Panseninhaltes und des Blutes und des Base excess für geheilte und nicht geheilte Schafe und Ziegen/PH-values of rumen fluid and blood and base excess for sheep and goats cured and not cured from ruminal acidosis, respectively

Erfolg	Art	N	Min	Max	Mittelwert	Standardabweichung	
nicht geheilt <sup>c</sup>	Schaf <sup>a</sup>	pH-Wert Panseninhalt <sub>1</sub>	14	5,20	7,50	6,29	0,75
		pH-Wert Blut <sub>2</sub>	17	6,94	7,49	7,24	0,17
		Base excess <sub>3</sub>	17	-25,30	19,40	-6,09	11,83
	Ziege <sup>b</sup>	pH-Wert Panseninhalt <sub>1</sub>	17	4,00	7,00	5,66	0,70
		pH-Wert Blut <sub>2</sub>	17	6,00	7,64	7,14	0,37
		Base excess <sub>3</sub>	15	-26,50	4,00	-10,49	8,10
geheilt <sup>d</sup>	Schaf <sup>a</sup>	pH-Wert Panseninhalt <sub>1</sub>	27	4,50	6,40	5,68	0,55
		pH-Wert Blut <sub>2</sub>	25	6,89	7,49	7,29	0,15
		Base excess <sub>3</sub>	25	-20,30	10,70	-4,41	7,79
	Ziege <sup>b</sup>	pH-Wert Panseninhalt <sub>1</sub>	31	5,00	7,10	5,90	0,54
		pH-Wert Blut <sub>2</sub>	31	6,75	7,52	7,28	0,14
		Base excess <sub>3</sub>	30	-16,90	10,20	-5,42	6,73

$p_{1,ab}=0,12$ ,  $p_{1,cd}=0,17$ ,  $p_{1,abcd}=0,003$ ;  $p_{2,ab}=0,2$ ,  $p_{2,cd}=0,45$ ,  $p_{2,abcd}=0,3$ ;  $p_{3,ab}=0,15$ ,  $p_{3,cd}=0,7$ ,  $p_{3,abcd}=0,37$

Ziegen beobachtet. Die in über 70 % der untersuchten Tiere beobachtete Verflüssigung des Panseninhaltes ist mit diesen Studien ebenfalls vergleichbar.

Kritisch bei der Untersuchung des Panseninhaltes ist die pH-Wert-Messung zu betrachten, wie auch die in dieser Studie beobachteten Ergebnisse vermuten lassen. Zum einen sind bei zahlreichen Autoren unterschiedliche pH-Wert-Grenzen, unter denen man von einer akuten Pansenazidose spricht, angegeben. SMITH und SHERMAN (2009) bezeichnen bei Ziegen einen pH-Wert von unter 5,0 als akute Pansenazidose. Weitere Schwellenwerte für Ziegen sind ein pH-Wert von <6,0 (BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996), <5,5 (STELLETTA et al., 2008; NAVARRE et al., 2012; KLEVENHUSEN et al., 2013) und <5,9 (BRAUN et al., 1992). Bei Schafen werden bei akuter Pansenazidose pH-Werte von <6,0 (BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996; GANTNER, 2009), <5,5 (SCOTT, 2007; NAVARRE et al., 2012) und <5,9 (BRAUN et al., 1992) beschrieben. MINUTI et al. (2014) nennt eine pH-Wert-Schwelle für eine akute Pansenazidose bei Schafen von <5,0. Diese Werte beziehen sich in den meisten Fällen auf Hochleistungstiere bzw. auf Tiere, bei denen eine akute Pansenazidose induziert wurde, und nicht auf Tiere aus extensiver oder Hobbyhaltung. Da ein Großteil der hier untersuchten Tiere aus extensiver Haltung oder Hobbytierhaltung stammt und sich bei diesen Tieren aufgrund der nicht leistungsbetonten Fütterung der pH-Wert im Pansen in einem höheren

Bereich befindet und der physiologische pH-Wert von BAUMGARTNER et al. (2009) mit Werten zwischen 6,5 bis 7,2 beschrieben ist, wurde der Schwellenwert für eine akute Pansenazidose für diese Studie bei 6,5 festgesetzt. Diese Annahme bestätigen auch die beobachteten Ergebnisse der pH-Wert-Messung des Panseninhaltes. Der tiefste in dieser Studie gemessene pH-Wert betrug 4,0, während der höchste pH-Wert 7,5 betrug. Dies ist dadurch zu erklären, dass der gemessene Wert von der Entnahmetechnik und der Untersuchungsmethode stark beeinflusst wird. Bei einer Studie von STRABEL et al. (2007) zur Untersuchung der unterschiedlichen Pansensaftentnahmetechniken, die an Schlachtrindern durchgeführt wurde, zeigte der mittels Schlundsonde entnommene Pansensaft einen im Durchschnitt um 0,5 pH-Einheiten höheren Wert als Pansensaft, der durch Rumenozentese gewonnen wurde. Dies kann dadurch erklärt werden, dass Pansensaft, der durch eine Schlundsonde gewonnen wird, Verunreinigungen mit Speichel aufweisen kann. Speichel hat puffernde Eigenschaften und verfälscht dadurch das Ergebnis in einen neutralen, in manchen Fällen sogar in einen leicht alkalischen Bereich. Studien von BRAUN et al. (1992), GEISHAUSER und GITZEL (1996), STRABEL et al. (2007) und ASCHENBACH et al. (2011) zeigen ähnliche Ergebnisse. Die Pansensaftentnahme mittels Sonde ist dennoch ein geeignetes Mittel zur Diagnostikstellung und der Rumenozentese vorzuziehen, da

bei korrekter Entnahmetechnik kein signifikanter Unterschied zwischen durch Rumenozentese und Sonde gewonnenem Pansen saft besteht (STEINER et al. 2015). Bei der Rumenozentese besteht ein erhöhtes Risiko für Komplikationen, wie lokale Entzündungen bis hin zu generalisierten Peritonitiden (STRABEL et al., 2007).

Die Ergebnisse der pH-Wert-Messung des Panseninhaltes mittels pH-Indikatorpapier, wie es bei den untersuchten Tieren der Fall war, sind kritisch zu betrachten. Dies konnten von STRABEL et al. (2007) bei einem Vergleich unterschiedlicher Messmethoden am Panseninhalte von Kühen Messunterschiede zwischen Indikatorpapier- und pH-Meter-Messung von bis zu 1,8 pH-Einheiten gezeigt werden.

Die bestehenden Therapieempfehlungen für leichte, mittelgradige und schwere Erkrankungen (BRAUN et al., 1992; BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996; NAVARRE et al., 2002; DIRKSEN, 2006; TUFANI et al., 2013) konnten anhand der Ergebnisse bestätigt werden. Es hatten 58 % der konservativ behandelten Patienten ein physiologisches oder nur geringgradig vermindertes Allgemeinverhalten gezeigt. Weiters stellte sich bei konservativ behandelten Patienten der pH-Wert Abfall im Pansen tendenziell weniger drastisch dar und der gemessene BE war tendenziell höher als bei den anderen Behandlungsgruppen. Aufgrund der vorliegenden Daten konnte nicht eindeutig geklärt werden, anhand welcher Kriterien bei mittelgradig bis schweren Erkrankungsfällen eine Pansen spülung oder eine Rumenotomie durchgeführt wurde. Patienten, deren Pansen gespült wurde, hatten signifikant niedrigere Atemfrequenzen gezeigt als Patienten, die anderwärtig behandelt wurden. Des Weiteren war der Base excess der Patienten, deren Pansen gespült wurde, signifikant höher gewesen als der jener Patienten, die mittels Rumenotomie behandelt wurden.

Therapieunabhängig kam es signifikant häufiger zu einer Genesung, wenn die Patienten bei Vorstellung physiologisches Allgemeinverhalten gezeigt hatten. Die Heilungswahrscheinlichkeit sank bei Vorliegen einer metabolischen Azidose mit einem Base excess von unter 0 mmol/l und pH-Werten im Blut von unter 7,00 auf unter 50 %. Mithilfe der Rumenotomie, die von BRAUN et al. (1992), DIRKSEN (2006) und NIEHAUS (2008) als

effektivste Möglichkeit der Behandlung der Pansenazidose angesehen wird, wurden bei den behandelten Patienten eine Heilungsquote von 60 % erzielt. Diese Heilungsquote liegt unter der von Tieren, die durch eine Pansen spülung behandelt wurden oder die einer konservativen Therapie unterzogen wurden. Diese Gegebenheit kann bei dem hier untersuchten Patientenmaterial damit erklärt werden, dass die Rumenotomie in der Regel nur bei schweren Erkrankungsfällen oder bei Tieren, bei welchen eine Pansen spülung keinen Erfolg brachte, durchgeführt wird. Alle drei Behandlungsansätze waren mit einer Heilungsquote von über 60 % sehr effizient und könnten unter Feldbedingungen näher untersucht werden. Der Anteil von 38 % nicht geheilter Patienten ist durch das überwiesene, d.h. vorselektierte Patientenmaterial zu erklären. Die Patienten waren in der Regel im Vorfeld bereits Behandlungen unterzogen worden, die zu keiner Genesung geführt hatten. Die dadurch verzögerte Durchführung korrekter Behandlungen erschwerte die Heilung der Tiere.

Obwohl in dieser Studie nicht näher untersucht, geben die Ergebnisse der vorliegenden Datenerhebung Anhaltspunkte dafür, die Fütterungs- und Haltebedingungen auf österreichischen Schaf- und Ziegenbetrieben zu verbessern, mit dem Ziel Pansenazidose zu verhindern. Ein regelmäßiges Monitoring des Bestandes ist zu empfehlen. Nur dadurch können Tiere mit Störung des Allgemeinbefindens frühzeitig erkannt und behandelt werden.

#### Fazit für die Praxis:

Das Auftreten von akuter Pansenazidose steht häufig in Zusammenhang mit einer unkontrollierten Aufnahme von kohlenhydratreichem Futter. Erkrankte Tiere zeigen Krankheitssymptome wie vermindertes Allgemeinbefinden, Festliegen, verminderte oder fehlende Pansen tätigkeit und Zähneknirschen. Die Wahl der Therapie muss dem Schweregrad der Erkrankung angepasst werden. Als Therapie empfiehlt sich konservative Therapie und Pansen spülung bei leicht- bis mittelgradigen Verlauf und Pansen spülung und Rumenotomie bei mittelgradigem bis schwerem Verlauf.

## Literatur

ASCHENBACH, J. R., PENNER, G. B., STUMPF, F., GÄBEL, G. (2011): Ruminant nutrition symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. *J Anim Sci* **89**, 1092–1107.

BAUMGARTNER, W., SCHUSSER, G., HILDEBRANDT, N., MORITZ, A., CHRISTEN, C., GAULY, M., PEES, M., SCHUH, M., KÖLLE, P. (2009): Allgemeiner klinischer Untersuchungsgang. In: BAUMGARTNER, W. (Hrsg.) (2009): *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere*. 7. Auflage, Parey, Berlin-Wien, 43–190.

BOSTEDT, H., DEDIÉ, K. (1996): *Organkrankheiten und örtliche*

*Infektionen*. In: BOSTEDT, H., DEDIÉ, K. (Hrsg.): *Schaf- und Ziegenkrankheiten*. 2. Auflage, Eugen Ulmer, Stuttgart, 205–385.

BRAUN, U., RIHS, T., SCHEFER, U. (1992): Ruminal lactic acidosis in sheep and goats. *Vet Rec* **130**, 343–349.

DIRKSEN, G. (1985): Der Pansenazidose-Komplex – neuere Erkenntnisse und Erfahrungen (1) Eine Übersicht. *Tierärztl Prax* **13**, 501–512.

DIRKSEN, G. (2006): Akute Laktatazidose des Hauben-Panseninhaltes. In: DIRKSEN, G., GRÜNDE, H. D., STÖBER, M. (Hrsg.): *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 5. Auflage, Parey, Wien-Berlin, 429–439.



- DITTRICH, A., SACHER, C., HOFFMANN, M.D., PREDIGER, D. (1987): Untersuchungen zum Verzehr- und Wiederkauverhalten an Schafen. *Arch Tierernähr* **37**, 79–85.
- ERMILIO, E.M., SMITH, M.C. (2011): Treatment of emergency conditions in sheep and goats. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* **2**, 33–45.
- GÄBEL, P., BESTMANN, M., MARTENS, H. (1991): Influences of diet, short-chain fatty acids, lactate and chloride on bicarbonate movement across the reticulo-rumen wall of sheep. *J Vet Med Series A* **38**, 523–529.
- GANTNER, M. (2009): Pansenazidose. In: GANTNER, M. (Hrsg.): *Lehrbuch der Schafkrankheiten. Sonderausgabe der 4. Auflage*, Parey, Berlin-Wien, 21–23.
- GEISHAUSER, T., GITZEL, A. (1996): A comparison of rumen fluid sampled by oro-ruminal probe versus rumen fistula. *Small Ruminant Research* **21**, 63–69.
- GILL, M., SIDDON, R.C., BEEVER, D.E., ROWE, J.B. (1986): Metabolism of lactic acid isomers in the rumen of silage-fed sheep. *Br J Nutr* **55**, 399–407.
- HALL, M.B. (2002): Rumen acidosis: Carbohydrate feeding considerations. 12th International Symposium on Lameness in Ruminants. Orlando, Florida **12**, 51–61.
- JAUDAS, U. (2010): Leistungsgerechte Fütterung von Milchziegen und Milchschaafen und ihre Kontrollinstrumente. *Praxis trifft Forschung Neues aus der Ökologischen Tierhaltung 2010*, 107–113.
- JUHÁSZ, B., SZEGEDI, B. (1976): Experimentelle Untersuchungen zur Prophylaxe und Therapie der Pansenazidose. *Zbl Vetmed A* **23**, 485–501.
- KLEVENHUSEN, F., HOLLMANN, M., PODSTATZKY-LICHTENSTEIN, L., KRAMETTER-FRÖTSCHER, R., ASCHENBACH, J.R., ZEBELI, Q. (2013): Feeding barley grain-rich diets altered electrophysiological properties and permeability of the ruminal wall in a goat model. *J Dairy Sci* **96**, 2293–2302.
- MINUTI, A., AHMED, S., TREVISI, E., PICCIOLI-CAPPELLI, F., BERTONI, G., JAHAN, N., BANI, P. (2014): Experimental acute rumen acidosis in sheep: consequences on clinical, rumen, and gastrointestinal permeability conditions and blood chemistry. *J Anim Sci* **92**, 3966–3977.
- NAVARRE, C.B., BAIRD, A.N., PUGH, D.G. (2012): Diseases of the gastrointestinal system. In: PUGH, D. G., BAIRD, A.N. (Eds): *Sheep and goat medicine. 2nd Edition*, Elsevier-Saunders, Riverport Lane, 71–103.
- NIEHAUS, A.J. (2008): Rumenotomy. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* **24**, 341–347.
- NOUR, M., ABUSAMRA, M.T., HAGO, B.E.D. (1998): Experimentally induced lactic acidosis in Nubian goats: Clinical, biochemical and pathological investigations. *Small Ruminant Res* **31**, 7–17.
- PADMAJA, K., PRAVEENA, G. (2011): Rumen acidosis in goats. *Intas Polivet* **12**, 318–319.
- SCOTT, P.R. (2007): Digestive System. In: SCOTT, P.R. (Eds): *Sheep Medicine*. Mason, London, 99–136.
- SLYTER, L.L. (1976): Influence of acidosis on rumen function. *J Anim Sci* **43**, 910–929.
- SMITH, M.C., SHERMAN, D.M. (2009): Nutrition and metabolic diseases. In: SMITH, M.C., SHERMAN, D.M. (Eds): *Goat Medicine. 2nd Edition*, Wiley-Blackwell, Ames, 733–785.
- STEINER, S., NEIDL, A., LINHART, N., TICHY, A., GASTEINER, J., GALLOB, K., BAUMGARTNER, W., WITTEK, T. (2015): Randomised prospective study compares efficacy of five different stomach tubes for rumen fluid sampling in dairy cows. *Vet Rec* **176**, 50.
- STELLETTA, C., GIANESELLA, M., MORGANTE, M. (2008): Metabolic and nutritional diseases. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Eds) (2008): *Dairy Goats Feeding and Nutrition*. CABI International, Oxfordshire, 263–288.
- STRABEL, D., EWY, A., KAUFMANN, T., STEINER, A., KIRCHHOFER, M. (2007): Rumenozentese: Eine geeignete Methode zur pH-Bestimmung im Pansensaft beim Rind? *Schweiz Arch Tierheilk* **149**, 301–307.
- TUFANI, N.A., MAKHDOOMI, D.M., HAFIZ, A. (2013): Rumen acidosis in small ruminants and its therapeutic management. *Iran J Appl Anim Sci* **3**, 19–24.
- ZHAO, X. H., ZHANG, T., XU, M., YAO, J.H. (2011): Effects of physically effective fiber on chewing activity, ruminal fermentation, and digestibility in goats. *J Anim Sci* **89**, 501–509.