

Aus der Klinik für Rinderkrankheiten
(im Richard-Götze-Haus)
der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Entwicklung und Prüfung eines Gerätes
zur Pansensaftentnahme und Pansensaftübertragung
sowie zur Eingabe von flüssigen Arzneimitteln
beim erwachsenen Rind

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
DOCTOR MEDICINAE VETERINARIAE
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von
Thomas Donatus Geishauser
aus Simbach/Inn

Hannover 1987

Wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. Matthaeus Stöber

1. Gutachter: Prof. Dr. Matthaeus Stöber
2. Gutachter: Prof. Dr. Holger Martens

Tag der mündlichen Prüfung: 23. November 1987

Und somit hat jedes wissenschaftliche Denken seine unendliche Elongatur und überfliegt sich selbst, bis in eine Art Ionosphäre wo das Unmögliche schwebt, das doch immer als ein Werdendes gedacht wird, wobei es schon wieder zurückgelassen würde.

Hier wird das Irrrationale der Sachen eben sichtbar, da hilft nichts. Meta fugiens. Eine rennende Zielsäule.

Heimito von Doderer

INHALTSVERZEICHNIS	Seite
Einleitung	6
Schrifttum	6
Auffangen und Sammeln von Wiederkaubissen	6
Entleerung der Vormägen frisch geschlachteter Tiere	6
Punktion des Pansens mittels Kanüle	7
Entnahme von Panseninhalt über eine künstlich angelegte Fistel	8
Gewinnung von Panseninhalt mit Hilfe durch den Schlund eingeführter Sonden	9
Nasen-Pansen-Sonden	9
Maul-Pansen-Sonden	12
Induktion des Abflusses von Pansensaft/Erzeugung von Vakuum in der Sonde	18
Anatomische Daten	22
pH-Wert, Gesamtazidität, Natrium- und Kalium-Gehalt im Hauben-Pansenraum	23
Material und Methode	28
Anforderungen an ein praxisgerechtes Gerät zur Entnahme von Pansensaft, Pansensaftübertragung und Eingabe von flüssigen Arzneimitteln	28
Beschreibung des entwickelten Gerätes	29
Maul-Pansen-Sonde	29
Saug-Druck-Pumpe	31
Fülltrichter	33
Versuchsordnung	34
Versuchstiere und deren Fütterung	35
Vorversuche	37
Prüfung des Geräts an fistulierten Versuchstieren	39
Prüfung des Geräts an Klinikpatienten	43
Vergleichende Bestimmung von pH-Wert, Gesamtazidität, Natrium- und Kalium-Gehalt in per Maul-Pansen-Sonde und in per Stabsonde über Fistel entnommenen Proben	43
Ergebnisse	46
Diskussion	59
Zusammenfassung	64
Summary	65
Аннотация	66
Schrifttumsverzeichnis	67

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

Wo nicht anders vermerkt, erklären sich verwendete Abkürzungen wie folgt:

B	=	Breite, außen
b	=	Breite, innen
D	=	Durchmesser, außen
d	=	Durchmesser, innen
D _d	=	Drahtstärke
g	=	Gewicht
L	=	Länge, außen
l	=	Länge, innen
M	=	Nenn Durchmesser eines Gewindes
MPS	=	Maul-Pansen-Sonde
NSS	=	Nasen-Schlund-Sonde
n	=	Anzahl
q	=	Querschnitt von Perforationen
SF	=	Stabsonde
w	=	Wandstärke

Wo nicht anders vermerkt, wurden die Maße von Länge, Breite, Durchmesser und Querschnitt in mm, von Volumina in ml und von Gewichten in Gramm angegeben.

EINLEITUNG

Mit Hilfe der Untersuchung sachgemäß gewonnener Pansensaftproben sind bestimmte Vormagenerkrankungen primärer und sekundärer Genese diagnostizierbar. Panseninhalt gesunder Tiere kann außerdem als wirksames Prophylaktikum und Therapeutikum bestimmter Vormagenerkrankungen eingesetzt werden.

Voraussetzung dafür ist ein Instrumentarium mit dem zum ersten repräsentative Proben, und zum zweiten ausreichende Mengen Panseninhalts gewinnbar sind.

Um den Verhältnissen der tierärztlichen Ambulanz gerecht zu werden, muß dieses Instrumentarium handlich, störungsfrei funktionstüchtig, rasch zu reinigen, unter geringem Raumaufwand transportabel und möglichst preiswert sein.

Von den derzeit käuflichen Geräten zur Pansensaftentnahme werden diese Anforderungen nur teilweise erfüllt. Es war Aufgabe dieser Arbeit, ein den Erfordernissen der tierärztlichen Ambulanz und Klinik entsprechendes Gerät zu entwickeln und seine Brauchbarkeit nachzuweisen.

SCHRIFTTUM

AUFFANGEN UND SAMMELN VON WIEDERKAUBISSEN

„Audiui cum animantia ruminandi facultatem amiserint, eo tempore si quis portionem materiae ab ore alterius animantis ruminandi sumat et in os ilius, quod ruminandi facultatem amiserat, imittat, statim ruminare et pristinam sanitatem recuperare.“¹ In „Tractatus de varietate ventrum“² hat FABRICIUS AQUAPENDENTE, italienischer Humananatom im 17. Jahrhundert, diese Beobachtung aufgezeichnet (zit. nach KLEIN u. MÜLLER 1941). Selbige Vorgehensweise wurde später auch zur Prophylaxe von Verdauungsstörungen beim Kalb empfohlen (POUNDEN u. HIBBS 1949; DIERNHOFER 1953). Diese einfache, jedoch zeitaufwendige, vom Tierbesitzer selbst ausführbare Methode der Panseninhaltsentnahme und -übertragung hat in der modernen veterinärmedizinischen Diagnostik und Therapie an Bedeutung verloren.

1 „Ich habe gehört, nachdem die Tiere die Fähigkeit des Wiederkauens verloren haben, wenn zu der Zeit jemand einen Teil der Nahrung aus dem Maul eines anderen wiederkauenden Tieres nimmt und in das Maul jenes [Tieres], das die Fähigkeit des Wiederkauens verloren hatte, hineinsteckt, daß [dann dieses Tier] wiederkaut und die frühere Gesundheit wiedererlangt.“

2 „Abhandlung über die Verschiedenartigkeit von Mägen.“

ENTLEERUNG DER VORMÄGEN FRISCH GESCHLACHTETER TIERE

Das Ausräumen der Vormägen frisch geschlachteter, gesunder Tiere und die Übertragung ihres Inhalts auf erkrankte Tiere galt eine Zeit lang als gebräuchlichste Methode der Panseninhaltsgewinnung zu therapeutischen Zwecken (TIEFENBACH 1959). Als Variante dieses Verfahrens kann die Übertragung von 20-30 l auf obige Weise gewonnenen, mit Wasser verdünnten und durch einen groben Sack gepreßten Panseninhalts gelten (KAFKA 1951).

Sowohl die örtlich und zeitlich beschränkte Verfügbarkeit von Schlachtieren, als auch die zeitlich begrenzte Brauchbarkeit von entnommenem Vormageninhalt für diagnostische und therapeutische Zwecke (HOFLUND 1963; WOLF 1964) engen die Anwendbarkeit dieser Methode ein.

PUNKTION DES PANSENS MITTELS KANÜLE

Zur einmaligen Gewinnung kleinerer Mengen Panseninhalts dient die Punktion des Pansens.

Von der linken Flanke aus führte NICHOLS (1957) durch eine weitleumige Kanüle (L = 110) eine dünnere Kanüle (L = 610) in den Pansen ein, um durch diese mit einer Spritze Pansenflüssigkeit anzusaugen.

DIRKSEN (1977) empfiehlt den Pansen mit einer nicht zu dünnen Kanüle kranial der linken Kniefalte zu punktieren. Mit einer 20 ml fassenden Spritze kann dann versucht werden, einige Milliliter Vormagenflüssigkeit abzusaugen. Beide Autoren verwendeten die so gewonnenen Proben zu pH-Wert-Bestimmungen.

HOLLBERG (1983) punktierte den kaudoventralen Pansensack in der Mitte einer Linie zwischen linker Kniefalte und Rippenbogen. Dazu gebrauchte er eine Impfstoffkanüle (L = 150, d = 2,4) (Fa. Hauptner, Solingen; Nr. 16370.52), die er durch das Auflöten eines Veterinärkonus und das Anbringen zweier zusätzlicher Öffnungen (q = 2) im Bereich der Kanülenspitze modifizierte. Zum Ansaugen des Pansensaftes diente eine 200 ml fassende Kunststoffspritze. Wegen der aufwendigen und zeitraubenden Vorbereitungen (Reinigung, Desinfektion, intramuskuläre Infiltrationsanästhesie) sowie der langen Entnahmedauer gilt dieses Verfahren als wenig praxisgerecht, wegen der örtlich umschriebenen, teils recht schwerwiegenden Veränderungen der bei der Punktion betroffenen Organe kann es nicht zur Pansensaftgewinnung empfohlen werden (HOLLBERG 1983).

ENTNAHME ÜBER EINE KÜNSTLICH ANGELEGTE FISTEL

Vornehmlich an wissenschaftlichen Instituten dient zur Erforschung der Physiologie und Pathophysiologie der Vormägen die Entnahme von Panseninhalt über eine operativ angelegte, dauerhafte und verschließbare Pansenfistel. Außerdem kann aus solchen Tieren beliebig Panseninhalt zu therapeutischen Zwecken für den Klinikbedarf entnommen werden (TILLMANN 1955).

Neben dem Anlegen weitlumiger Fisteln, die eine manuelle Exploration der Vormägen, sowie die manuelle Entnahme von Panseninhalt gestatten, wurden kleinere Kunststoffkanülen zur instrumentellen Vormageninhaltsentnahme entwickelt.

HANUŠ (1962) stellte eine Kanüle aus Polymethylmetakrylat vor, die von geringem Gewicht und leicht einzusetzen war sowie das Panseninnere gegen äußere Einflüsse vollständig abdichtete.

McKENZIE u. KAY (1968) berichten über die erfolgreiche Anwendung von aus der Rohrleitungstechnik stammenden Fittings aus Kunststoff, die mit geringem Aufwand zu Pansenkanülen umgearbeitet werden können.

Um Pansensaftproben aus verschiedenen Regionen des Hauben-Pansenraums absaugen zu können, bedient man sich sogenannter Stabsonden, die durch eine künstliche Pansenfistel oder durch eine Kunststoffkanüle eingeführt werden.

DOLEŽEL et al. (1969) benutzten dazu eine Röhre aus Plexiglas, an deren Ende ein mit Müllerseide (Maschendurchmesser 240 μ) überzogenes, käfig-ähnliches Metallstück als Sondenkopf fungierte.

LANE et al. (1968) verwendeten einen Schlauch aus Teflon^R, endseitig verbunden mit einer vielfach perforierten ($q = 1,5-3$), 100 ml fassenden Kunststoffflasche.

STEGER et al. fertigten eine Stabsonde aus einem PVC-Rohr ($l = 420$, $d = 16$), indem sie an dessen distalem Ende in einer Höhe von 80 mm zirkuläre Bohrungen ($q = 5$) anbrachten.

NICHOLS (1955) konstruierte eine Art Stechheber, und verzichtete damit auf das Absaugen des Panseninhalts mittels Vakuum. Das System bestand aus zwei ineinandergeschobenen, unterschiedlich langen ($L_1 = 760$, $L_2 = 910$), distal verschlossenen Aluminium-Rohren, die unweit des distalen Endes je eine seitliche Öffnung aufwiesen. Durch Verdrehen der Sonden gegeneinander wurden die Öffnungen zur Deckung gebracht und damit das Einströmen von Panseninhalt ermöglicht. Nach Verschluss der Öffnungen wurde das System entnommen und der darin enthaltene Panseninhalt entleert.

Kontinuierliche Entnahmen von Pansensaft per Fistel über einen längeren Versuchszeitraum und dessen Analyse über automatisch arbeitende Geräte bedürfen einer entsprechenden Entnahmetechnik. Der Panseninhalt muß weitmöglichst von Festpartikeln befreit werden, um einerseits einen ununterbrochenen Fluß zu gewährleisten, und andererseits die zur Blutanalyse erstellten Geräte überhaupt einsetzen zu können.

Bei KNAPPEN (1966) erfolgt die Vorreinigung der Pansenflüssigkeit durch einen in die Pansenfistelöffnung eingeführten Gazebeutel und den Ansaugkopf der Sonde nach SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955). Eine nachgeschaltete Sedimentieranordnung sondert die restlichen störenden Partikel ab.

GAUSSERS (1965) verwendete als Saugkopf einer Stabsonde einen Schwamm aus Polyurethan.

Beide Autoren führten damit mehrstündige Analysen der NH_3 -N-Konzentration der Pansenflüssigkeit durch.

GEWINNUNG VON PANSENINHALT MIT HILFE DURCH DEN SCHLUND EINGEFÜHRTER
SONDEN

NASEN-PANSEN-SONDEN

Sonden, die durch den ventralen Nasengang in den Pansen eingeführt werden, dienen in Klinik und Ambulanz u. a. auch zur Entnahme von Vormageninhalt (Tab. 2). Sie werden in verschiedenen Materialien und Abmessungen vom Fachhandel angeboten (Tab. 1).

Tab.1: Material und Maße käuflicher Nasen-Pansen-Sonden (1 Albrecht, Aulendorf; 2 Bertram, Hannover; 3 Chiron, Tuttlingen; 4 Eisenhut, Allschwill, Schweiz; 5 Hauptner, Solingen; 6 Labomed, Bad Oldesloe, 7 Lehnecke, Schortens; 8 Vogel, Stuttgart; Stand Juli 1987).

Material	L	D	d	Vertrieb
Kunststoff (PVC)	2100	9,5	10	1,4,5,6,7
	2700	13		1,4,5,6,7
	2700	16		1,4,5,6,7
	3000	19		1,4,5,6,7
	2500	16		2
	3000	18		2
Gummi	2250	16	10	1,2,4,7,8
	2500	15	9	1,7,8
	3000	16	10	1,4,8
	3250	19	13	2
	3500	19	13	4,8
Gummi, weich	2500	15		3,5,8
	2250	16		2,3,5,7
	3000	16		3,8

Tab. 2: Übersicht über die Verwendung von Nasen-Pansen-Sonden zur Pansen-saftentnahme, gemäß dem Schrifttum

Material, Abmessungen, Besonderheiten der MPS	Autor
L = 1570 Gastroduodenalsonde Doppelte Sondierung	SOBOLEV (1939) KUMSIEV (1951) KUMSIEV (1954) HORSTMANN (1956) JACHENS (1957) SCHULZ u. HIEPE (1958)
L = 2250, D = 15 NSS nach NEU11ANN-KLEINPAUL, weicher Gummi L = 2250, D = 16, d = 10 NSS für Pferde weicher Gummi Comet Nasen-Pansen-Sonde	TIEFENBACH (1959) BELOUSSOV (1966) FORENBACHER (1973) POULSEN et al. (1986)

Eine über Nase oder Maul einführbare Sonde beschreibt KUMSIEV (1951) (Abb. 1)

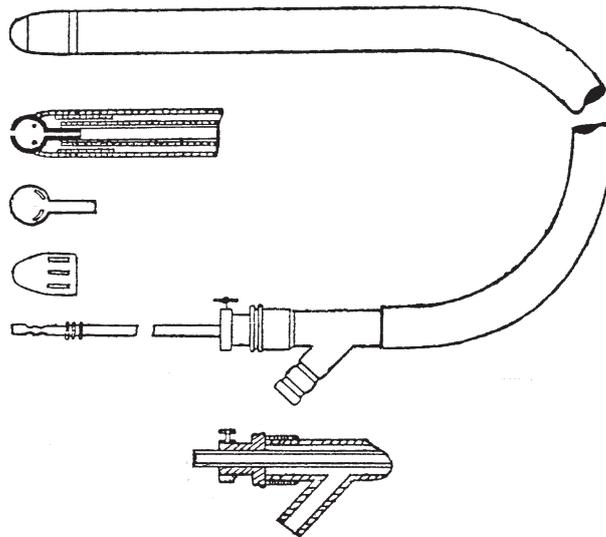


Abb. 1: Gastroduodenalsonde (KUMSIEV 1951)

Die Gastroduodenalsonde setzt sich aus 2 ineinandergeschobenen PVC- oder Gummischläuchen zusammen, wobei zwischen der äußeren Magensonde ($D = 20$, $d = 16-17$) und der inneren Duodenalsonde ($D = 7$, $d = 5$) ein Zwischenraum besteht. Erstere ist endständig mit einer Olive verschlossen, die spaltförmige Öffnungen aufweist ($n = 7$, $b = 0,5-1$, $l = 10-15$). Das Kopfstück der Duodenalsonde bildet eine kugelförmige Olive mit rückwärts gerichteten Öffnungen ($n = 4-5$). Beide Oliven besitzen eine zentrale Bohrung ($q = 0,5-1$). Am äußeren Ende der Sonde befindet

sich ein schräges T-Rohr, das mit der Magensonde verbunden ist. Der schräg ansetzende Schenkel bildet den Zugang zur Magensonde, beziehungsweise zum Zwischensondenraum. Das äußere Endstück der Duodenalsonde ist aus Metall gefertigt und mittels Feststellschraube im geraden Schenkel des T-Rohrs arretierbar. Zum Anschluß eines Wasserschlauches besitzt der überstehende Teil der Duodenalsonde ein Wellenprofil. Die Gastroduodenalsonde eignet sich beim Rind zum Eingeben von Medikamenten, zum Gasablassen, zur Entfernung von Fremdkörpern aus dem Schlund und zur Entnahme von Mageninhalt. Bei Anschluß an eine Wasserleitung kann die Gastroduodenalsonde zum Magenspülen verwendet werden. Verflüssigter Mageninhalt fließt dabei durch den Zwischensondenraum ab. Beim Pferd kann die Gastroduodenalsonde außerdem zur Sondierung des Magens und Zwölffingerdarms genutzt werden.

Ebenfalls zum Magenspülen empfiehlt KUMSIEV (1954) die „Doppelte Sondierung“, wobei über jede Nasenöffnung eine Nasen-Pansen-Sonde eingeführt wird. Während durch eine der Sonden Wasser zuströmt, fließt durch die andere Vormageninhalt ab. Mit Hilfe von Saugpumpe und Behälter kann der Abfluß beschleunigt, mit einer Druckpumpe können Verstopfungen beseitigt werden. Zur vollständigen Pansenspülung werden 4 Stunden benötigt.

Zur Gewinnung von Einzelproben und zur kontinuierlichen Entnahme von Panseninhalt entwickelten POULSEN et al. (1986) die „Comet Nasen-Pansen-Sonde“ (O & P Veterinary Equipment Aps., Skelstedet 12, 2950 Vedbaek, Denmark). Diese Sonde setzt sich zusammen aus einer Nasen-Schlund-Sonde (L = 1400), und einer Maul-Pansen-Sonde (L = 2200) mit Saugkopf. Beide Sonden sind gefertigt aus Kunststoff. Die Anwendung der Comet-Nasen-Pansen-Sonde erfolgt, indem zunächst die Nasen-Schlund-Sonde über den ventralen Nasengang eingeführt, und deren im Schlund liegender Abschnitt mit einer Öse aus dem Rachen vorgezogen wird. Anschließend wird die Maul-Pansen-Sonde mit einer Kanüle aus Hartplastik in den ventralen Pansensack dirigiert und die Kanüle entnommen. Nach extraoralem Zusammenschluß beider Sonden wird die Sonde durch Zug an der Nasen-Schlund-Sonde gestrafft. Zur Herausnahme zieht man die Sonde mit einem hakenähnlichen Instrument aus dem Rachen vor. In einer 1-3 wöchigen Prüfung der Comet-Nasen-Pansen-Sonde an zwei Kühen konnten die Verfasser damit gut gefilterte, repräsentative Pansensaftproben entnehmen.

Nasen-Pansen-Sonden, die ausschließlich über den ventralen Nasengang eingeführt werden, garantieren nicht, wie von DIRKSEN (1975) gefordert, die Entnahme des Vormageninhalts aus dem ventralen Pansensack, da Sonden, deren Elastizität eine schonende Passage des ventralen Nasengangs erlauben, keine ausreichende Steifigkeit besitzen, um sicher den kranialen Pansenhauptpfeiler zu passieren, noch ein vorhandenes Rauhfuttergeflecht zu durchdringen. Eine für das Absinken des Sondenkopfes in den ventralen Pansensack nötige Beschwerung ist nicht durch den ventralen Nasengang transportabel. Außerdem engen häufig auftretende Abflußstörungen die Verwendbarkeit von Nasen-Pansen-Sonden dieser Art zur Entnahme therapeutischer Mengen Panseninhalts ein (TIEFENBACH 1959).

MAUL-PANSEN-SONDEN

Das gebräuchlichste Hilfsmittel für die Entnahme von Panseninhalt zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken stellen daher Sonden dar, die über die Maulhöhe in den Pansen eingeführt werden. Maul-Pansen-Sonden wurden in verschiedenen Materialien, Abmessungen und Ausführungen beschrieben.

Mit geringem Aufwand sind Maul-Pansen-Sonden aus Gummi herstellbar. Um ein Zerbeißen der Sonden zu verhindern, kommen sie zusammen mit einem Maulkeil zur Anwendung.

POUNDEN (1954) empfahl, einen Wasserschlauch (L = 2000), einen Kühlschlauch aus der Automobiltechnik (L = 2300) oder einen „Colorado“-Gummischlauch zusammen mit einem hölzernen Maulkeil zur Pansensaftentnahme zu verwenden.

PERK (1958) nutzte einen „Vakuulgummischlauch“ als Sonde.

Die Magensonde nach GERLE (1954) besteht aus einem dickwandigen Gummischlauch, der am pansenseitigen Ende in ein Spiralrohr übergeht, welches als Filter wirken und ein Verstopfen der Sonde verhindern soll. Das von ihm entwickelte Maulgatter schützt die Sonde vor Beschädigungen. Abbildung 2 zeigt es in den geeigneten Maßen für erwachsene Tiere.

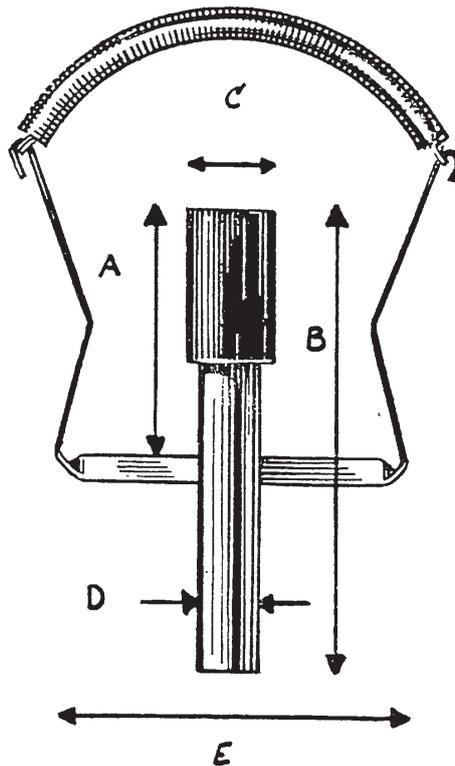


Abb. 2: Maulgatter nach GERLE (1954). A = 160, B = 300, C = 60, D = 48, E = 230

Das Maulgatter besteht aus einem Rohr mit einem festgeschweißten Winkel-eisen, welches als eine Art „Beißholz“ im Maul liegt und mittels einer Spiralfeder, die über den Nacken des Tieres läuft, fixiert wird. Das Rohr ist so dick, daß es nicht zwischen die Zähne des Tieres gelangen kann. Nach Erfahrungen von BROBERG (1957) (zit. nach TIEFENBACH 1959) ist die Spirale der Magensonde zu lang, so daß ein Teil in den Schlund ragt und beim Absaugen mittels Vakuum Schlundläsionen entstehen. Durch Verkleidung des oberen Drittels der Spirale konnte diesem Umstand abgeholfen werden.

PIETSCHMANN (1970) setzte in das pansenwärtige Ende einer Schlundsonde aus Gummi ein Bleirohr (L = 100) ein, womit er das Absinken des Sondenkopfes auf den Pansenboden bewirkte.

Maul-Pansen-Sonden sind auch aus Kunststoff leicht herstellbar. Sie werden ebenfalls in Verbindung mit einem Maulkeil verwendet.

SALMELA (1956) benutzte zur Pansensaftentnahme und -eingabe einen relativ starren Plastikschauch (d = 20).

HOLTENIUS et al. (1959) bedienten sich einer verhältnismäßig starren Sonde aus Vinyl-Kunststoff (L = 2500, D = 13-15, w = 2). Ihr pansenwärtiges Ende war auf eine Strecke von 35-40 cm mit Öffnungen versehen (q = 4-5). Derjenige Teil der Sonde, der frei im Pansen lag, bog sich in der Regel in einem U-förmigen Bogen ventral gegen Netzmagen und Schleudermagen (Abb. 3). Unter Verwendung des Maulgatters nach GERLE (1954) eignete sich die Sonde sowohl für erwachsene als auch für junge Tiere.

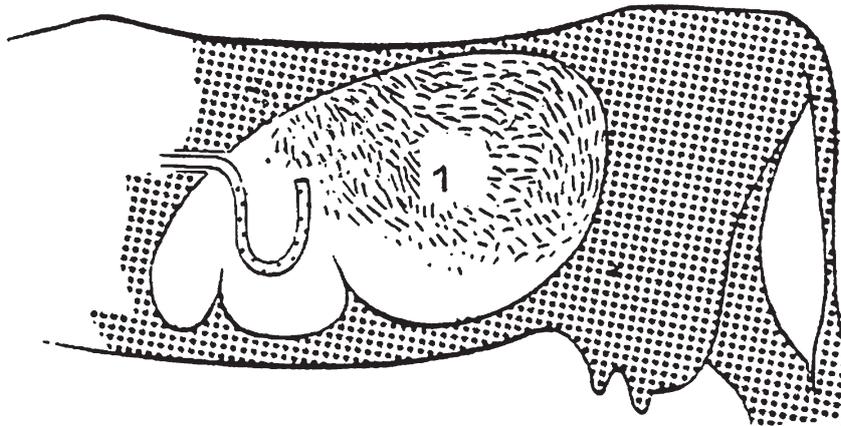


Abb. 3: Lage der Sonde nach HOLTENIUS et al. im Pansen. 1 feste Futtermassen

Eine ebenfalls ziemlich harte Sonde (L = 2500, D = 28, d = 18) benutzte RADONJIC (1965). An deren magenwärtigem Ende befanden sich ovale Öffnungen (n = 9, b = 10, l = 15), die in 3 Reihen um je 120° schachbrettartig versetzt angeordnet waren. Der Längsabstand der Öffnungen untereinander betrug 5 cm.

ISMAILOV (1978) fertigte aus dem Vakuumschlauch eines Melkapparates eine Sonde, indem er an einem Ende zwei gegenüberliegende Öffnungen anbrachte. Zum leichteren Einführen und Schutz der Sonde entwickelte er eine Maulsperre aus einem U-förmigen Metall mit zentraler Öffnung (q = 50), dem beiderseits dem im Maul befindlichen Teil (B = 160) eine

Holzplatte angefügt wurde. Nach Öffnen des Mauls wird der Maulkeil mit der flachen Seite eingeführt, um 90° gedreht und mittels Riemen an den Hörnern befestigt.

Als Sonde zur Pansensaftübertragung gebrauchte ANDRES (1960) einen Plastikschauch mit schwerem Metallkopf (Prinzip SØRENSEN u. SCHAMBYE 1955), der, mit einem Mandrin aus Draht gestützt, in den Pansen eingeführt wurde. Ein Maulkeil aus Holz mit zentraler Öffnung und Lederriemen zur Fixation am Hinterkopf des Tieres verhinderten eine Läsion der Sonde durch dessen Zähne.

Zur Entnahme von Panseninhalt als Therapeutikum bediente sich KLEBER (1976) eines durchsichtigen Melkmaschinenschlauchs (L = 5000, D = 22, d = 11). Zur Beschwerung trieb er einen eisernen Bolzen (D = 30, g = 150) in das pansenwärtige Ende des Schlauches. Hier brachte er auf eine Länge von 15 cm Öffnungen (n = 20, q = 6) an, wovon die ersten drei erweitert wurden (q = 9). Um das Einführen des Schlauches zu erleichtern, empfahl er ein Maulgatter.

MOELLER entnahm Pansensaft bei Kälbern mittels zwei ineinandergeschobener Plastikschräuche. Am Ende des Inneren befestigte er mittels Klebeband einen käuflichen Sondenkopf (Precision Instruments, Lincoln, Nebraska, USA). Durch ein „Frick-speculum“ wurde die Sonde eingeführt. WAGNER (1984) erprobte zur Pansensaftentnahme beim erwachsenen Rind erfolgreich einen Kunststoffschlauch mit Metallkopf, bestehend aus einem harten Plastikschauch (HELIFLEX^R, L = 2500, D = 24, d = 20) und einem durchsichtigen Innenschlauch (d = 8). Das in den Sondenkopf hineingeragende Ende des Innenschlauches war durchlöchert. Zur Bestimmung der Lage des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum des Tieres wurden 140, 170 und 200 cm davon entfernt Markierungen auf dem äußeren Schlauch angebracht. Als Beißschutz diente ein Maulholz (Hauptner, Solingen).

Weite Verbreitung zur Pansensaftentnahme findet die Sonde nach SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955) (Hauptner, Solingen; Best._Nr. 34950).

An einem Ende einer Sonde nach THYGESEN (1939) (verchromte Zugfederspirale, L = 1650, D = 16, D_d = 3) wurde ein auf 6 Reihen perforierter (n = 48, q = 6), röhrenförmiger Metallkopf (L = 155, D = 39, g = 320) mittels Schraubgewinde angebracht. Das Innere des Metallkopfes ist über eine Schraube an dessen apikalem Ende zugänglich (M 22 x 1,5). Im Innern der Zugfederspirale verläuft ein Plastikschauch (D = 8-9, w = 1), dessen perforiertes Ende (n = 7, q = 6) 11 cm weit in den Metallkopf ragt, und beim Austritt aus der Zugfederspirale durch eine übergeschobene Kunststoffhülse (L = 10) gegen Lageveränderungen in Längsrichtung gesichert ist. Ein weiterer, mit Öffnungen (n = 12, q = 6), in 4 schachbrettartigen Reihen versehener Kunststoffschlauch (L = 110, D = 14, d = 10) wurde im Sondenkopf über den Innenschlauch geschoben. Dieser ist an der Schraube fixiert und dient als Filter. Am äußeren Ende der Sonde überragt der Innenschlauch dieses um ca. 1 m.

TIEFENBACH (1959) prüfte diese Sonde auf ihre Brauchbarkeit zur Pansensaftentnahme für therapeutische Zwecke, und kam dabei zu dem Ergebnis, daß sie praktischen Bedürfnissen entspricht. Ihre erfolgreiche Verwendung oder nur die ihres Sondenkopfes in Verbindung mit einer anderen Sonde ist vielfach beschrieben (MIETH 1958, BRUNS u. KAUFMANN 1968, FORENBACHER 1973, ANDRES 1960, GAUSSERS 1965). Jedoch wird auch davon berichtet, daß Verstopfungen den Entnahmevergang behindern (TIEFENBACH 1959, KEINDORF u. LINK 1970) und die Sonde zu kurz ist, um damit in den ventralen Pansensack zu gelangen (DIRKSEN 1975).

Zur Behebung von Nachteilen wurde diese Sonde modifiziert (Tab. 3).

Tab. 3: Tab. 3: Modifikationen der Sonde nach SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955) (gemäß dem Schrifttum)
 (1 HÖLZER 1966, 2 SLANINA 1967, 3 STEGER et al. 1968, 4 JENTSCH u. WITTENBURG 1969, 5 RGW 1969,
 6 JOSZT 1970, 7 KEINDORF u. LINK 1970, 8 ŽUST et al. 1972, 9 Fa. Hauptner, Solingen 1985,
 10 Fa. Eickemeier, Tuttlingen 1985)

Autor	Sondenkopf					Öffnungen im Sondenkopf		Filtereinsatz im Sondenkopf			
	Material	L	D	w	g	n	q	Material	D	w	q
1	Stahl	190	30	2,5	550		8	Metall	16	1	3,5
2											
3											
4											
5	Messing	140/180	40	2,5	520/680	36	8	Netz aus Cu-Draht o. Plastik			1
6											
7											
8	V ₂ A		70	10	1000						
9											
10			41		450		5	PVC	16	2,5	3/1

Tab. 3: (Fortsetzung)

	Sonde				Innenschlauch			
Autor	L	D	D _d	Besonderheiten	L	D/d	q	Besonderheiten
1				Metallrohr am äußerern Ende				Anschluß für Pumpe; Innenschlauch mit Kopf verbunden
2					3500	7		
3	Thygesen verlängert					9		
4	2700	18	3					
5	2700	18				9		
6				Plastiküberzug (L = 2200)	4000	10/6	2-3	
7	2190 o. 2220					8/6		
8	2300							
9	2300							
10	2400	18	3	V ₂ A	3500	9/6	1	

Um unabhängig von der Zusammensetzung des Vormageninhalts stets von der gleichen Stelle des ventralen Pansensacks Flüssigkeit entnehmen zu können, wurden lenkbare Sonden entwickelt.

VAN ADRICHEM (1962) fertigte eine Sonde (L = 2300), die sich aus einem beweglichen und einem starren Abschnitt zusammensetzt. Über einen hebelgesteuerten Mechanismus am äußeren Sondenende kann das pansenwärtige Sondenende auf eine Länge von 25 cm um etwa 90° nach dorsal oder ventral bewegt werden. Dieser bewegliche Abschnitt der Sonde setzt sich zusammen aus einem vielfach perforierten Kopf aus V2A-Stahl (L = 60) sowie 12 zylindrischen Metallgliedern, die dergestalt aneinandergesetzt sind, daß sie dorsal und ventral bewegbar sind. Eingehakt in den Sondenkopf verläuft in dorsalen und ventralen Einkerbungen je ein Metallseil zum Hebelmechanismus am äußeren Ende. Um ein Herausspringen der Seile zu verhindern, sind die beweglichen Glieder von einem Spiralrohr umgeben. Der starre Teil der Sonde ist aus 3 Lagen gewickelter Blattfedern (B = 15, w = 0,3) gefertigt. Zum Schutz des Schlundes umgibt die Sonde eine Gummihülse. Mittels eines an einem Zahnrad befestigten Hebels und einer über das Zahnrad laufenden Kette, an deren offenen Enden je eines der beiden Metallseile befestigt ist, kann die Sondenspitze ventral oder dorsal bewegt werden. Ausgehend vom Sondenkopf verläuft durch die mit einer zentralen Bohrung versehenen Glieder, sowie durch den starren Abschnitt der Sonde, diese um 1,5 m überragend, ein Innenschlauch, der an ein Saugsystem angeschlossen wird. Unter Verwendung eines Maulkeils konnte VAN ADRICHEM mit dieser Sonde repräsentative Vormageninhaltsproben gewinnen.

JENTSCH u. WITTENBURG (1969) bauten die Sonde VAN ADRICHEM's zu Versuchszwecken nach. Bei ihrer Anwendung kam es durch den starren Abschnitt der Sonde, trotz aufwendiger Fixierung der Versuchstiere zu Schlundverletzungen, die eine mehrtägige Futterverweigerung der Tiere bewirkten.

Die lenkbare Sonde nach DIRKSEN (1975) (Eisenhut, Allschwill, Schweiz; Best.-Nr. 10730) (L = 2300) besteht aus einem flexiblen Rohr (System NUESCH, 1915) (L = 1750), das über 3 in einer Richtung abwinkelbare Gelenke mit einem perforierten Saugkopf (L = 170, D = 28) verbunden ist. Am äußeren Ende der Sonde befindet sich ein starres Rohr (L = 300), das einen Handgriff trägt, über welchen der Sondenkopf abwinkelbar ist. Im Innern des Instruments verläuft ein Kunststoffschlauch (d = 8), dessen im Saugkopf befindliches Ende durchlöchert ist. Zum Anschluß an ein Saugsystem überragt das äußere Ende des Innenschlauches die Sonde um 1,5 m. 140, 170 und 200 cm von der Sondenkopfspitze entfernt befinden sich Markierungen auf der Sonde, die der Lagebestimmung des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum des Tieres dienen.

Nach WAGNER (1984) ist die Sonde nach DIRKSEN zur Pansensaftentnahme geeignet. Während der Sondierung ist das Tier gut zu fixieren, da sonst die Gefahr von Schlundverletzungen besteht (HOFMANN 1985).

MADSEN (1956) entwickelte den „Universaltympän“, eine Sonde, bei der während der Probenahme auftretende Verstopfungen der Sondenkopfoffnungen mechanisch behebbar sind. An ein erweitertes und verlängertes THYGESEN-Rohr wird anstatt des Sondenkopfes ein seiner Länge entsprechendes Rohr aufgeschraubt. Der Innendurchmesser des Rohres entspricht dem Außendurchmesser des Sondenkopfes, der mittels Schraubgewinde an den relativ steifen Innenschlauch (L = 2500) der Sonde angeschlossen ist. Der perforierte (n = 72, q = 6) Saugkopf (L = 110, D = 27) kann von außen mittels Zug am Sondeninnenschlauch in das Rohr gezogen werden, wobei anhaftende, die Öffnungen verstopfende Futterbestandteile abgeschabt werden.

Dennoch erwies sich der Universalstympan in einer vergleichenden Prüfung auf die Brauchbarkeit zur Pansensaftentnahme zu therapeutischen Zwecken der Sonde nach SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955) hinsichtlich praktischer Bedürfnisse deutlich unterlegen (TIEFENBACH 1959).

TÖLGYESI u. GOÓTS (1968) berichten von der erfolgreichen Entnahme von Pansensaft zu diagnostischen Zwecken mit der Kreissonde nach KALTENBÖCK (1964) (Chiron, Tuttlingen; Best.-Nr. 513560).

BRUNS u. KAUFMANN (1968) entnahmen zu Versuchszwecken Panseninhalt kaudal des kranialen Pansenhauptpfeilers über eine Sonde (L = 2350) mit verschließbarem Saugkörper.

Um die Entnahme von Panseninhalt zu diagnostischen Zwecken zu vereinfachen, fertigte HOFIREK (1970) einen auf ein käufliches THYGESEN-Rohr aufschraubbaren Sondenkopf an. Verzichtend auf ein Vakuumsystem wurde dieser so gestaltet, daß er sich nach dem Einführen in die Vormägen mit Panseninhalt füllt. Der Sondenkopf wurde aus Metall gefertigt (L = 230, D = 34, d = 29) und am sondenwärtigen Ende mit Öffnungen (n = 12, q = 6) angeordnet in 3 Reihen versehen. Der Abstand der Öffnungen untereinander betrug 30°, der von Reihe zu Reihe 6 mm. Nach der Entnahme der Sonde aus dem Tier wurde der Sondenkopf abgeschraubt und dessen Inhalt durch die Öffnungen entleert. HOFIREK konnte so bei 565 Probenahmen durchschnittlich 71 ml Vormageninhalt gewinnen.

INDUKTION DES ABFLUSSES VON PANSENSAFT/ERZEUGUNG VON VAKUUM IN DER SONDE

Wird nach dem Einführen einer Sonde in die flüssige Phase des Panseninhalts das aus dem Maul beziehungsweise aus der Nase überstehende Ende bodenwärts gerichtet, so daß es sich tiefer als der Sondenkopf befindet, kann es unterstützt durch Pansenkontraktionen zu spontanem Abfluß von Panseninhalt kommen.

BELOUSSOV et al. (1966) unterstützten diesen Vorgang durch Massage der linken Hungergrube des Tieres, POUNDEN u. HIBBS (1954), sowie ISMAILOV (1978) durch Hin- und Herbewegen der Sonde in Längsrichtung um 10-30 cm.

LANE et al. (1968) füllten das von ihnen verwendete Entnahmesystem mit Wasser, um nach dem Prinzip kommunizierender Röhren den Abfluß von Panseninhalt in Gang zu bringen.

HILL (1923) pumpte über eine oral eingeführte Sonde mittels „Magen-Pumpe“ Wasser in die Vormägen, um deren Inhalt abhebern zu können.

Zum Abpumpen von Mageninhalt entwickelte EVGRAFOV (1940) einen „Vakuum-Apparat“ (Abb. 4), bestehend aus einem 250 ml fassenden Behälter (Abb. 4/1), mit je einem Anschluß für Spülflüssigkeit (Abb. 4/2), Sonde und Auslauf. Zum Absaugen von Mageninhalt füllte man den Behälter mit Flüssigkeit auf und verschloß den Zulauf mittels Klemme (Abb. 4/3). Nach Einführen der Sonde wurde über eine weitere Klemme (Abb. 4/4) der bis dahin verschlossene Auslauf geöffnet. Die auslaufende Spülflüssigkeit erzeugte Unterdruck im Behälter, worauf Mageninhalt angesaugt wurde. Zum Magenspülen gelangte die Spülflüssigkeit nach Verschuß des Auslaufs über Behälter und Sonde in den Magen.

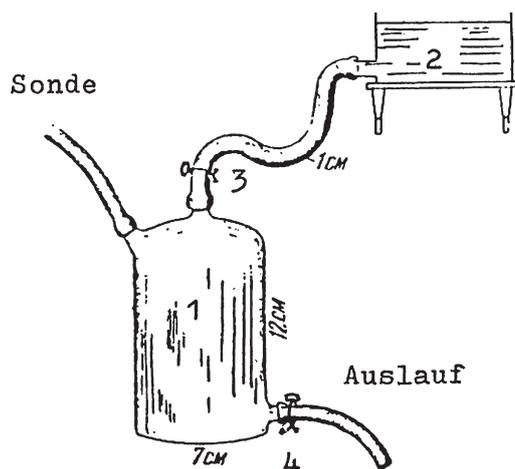


Abb. 4: Vakuumpumpensystem nach EVGRAFOV (1940). 1 Behälter, 2 Spülflüssigkeit, 3 und 4 Klemmen

Zur Sogerzeugung und als Auffanggefäß können auch Spritzen, meist aus Kunststoff nach JANET, mit einem Fassungsvermögen von 50 ml (SLANINA 1967) bis 200 ml (SOBOLEV 1939) verwendet werden. Damit lassen sich sowohl ein zu diagnostischen als auch ein zu therapeutischen Zwecken nötige Mengen Vormageninhalts gewinnen. Ist beabsichtigt, eine das Fassungsvermögen der Spritze übersteigende Menge Pansensafts zu entnehmen, so kann, wenn es die Bauart der Sonde zuläßt, diese vor dem Absetzen der Spritze geknickt werden, um den bereits in der Sonde vorhandenen Unterdruck beim Ausüben des folgenden Soges zu vergrößern (MIETH 1958).

Das bisher gebräuchlichste Vakuumsystem besteht aus einem Auffanggefäß, meist einer Glasflasche mit 0,5–5 l Fassungsvermögen, das über einen zweifach durchbohrten Verschlußstopfen mittels Kunststoff- oder Gummischläuchen sowohl mit der Sonde als auch mit einer Vakuumpumpe in Verbindung steht. Als Vakuumpumpe dient dabei eine kräftige Fahrrad- oder Fußballpumpe, deren Kolbendichtung man umdreht, so daß sie als Saugpumpe fungiert. Mit einer solchen Pumpe läßt sich ein pulsierendes Vakuum zwischen 50 und 200 mm Hg erzeugen (HOLTENIUS et al. 1959). Auch die Uteruspumpe nach VELMELAGE (Hauptner, Solingen; Best.-Nr. 43180) wird zu diesem Zweck verwendet. Da diese sowohl als Saug- als auch als Druckpumpe einsetzbar ist, kann sie auch zum Entfernen etwaiger Verstopfungen in der Sonde nützlich sein (TIEFENBACH 1959).

GRÄNZER (1972) bedient sich je einer Saug- und einer Druckpumpe, die über einen 3-Wege-Hahn an das Auffanggefäß angeschlossen ist. Die Saugpumpe dient der Erzeugung von Unterdruck; mit der Druckpumpe entfernt er Verstopfungen in der Sonde.

RADEV u. STOJANOV (1954) bauten eine 50 ml fassende Metallspritze mit Hilfe eines einfachen Ventilsystems zur Saugpumpe um. Das Ventilsystem bestand aus zwei ineinandergeschobenen Glasröhrchen, die je eine mittels Gummimanschette verschlossene Öffnung besaßen. Das innere Röhrchen war spritzenseitig verschlossen. Abbildung 5 zeigt das gesamte Saugsystem, das Ventilsystem in der Phase des Ansaugens, und Ausstoßens von Luft.

Anstatt einer Saugpumpe erzeugte PERK (1958) durch Zusammendrücken und Auslassen einer Flasche aus Polyäthylen Unterdruck in der Sonde.

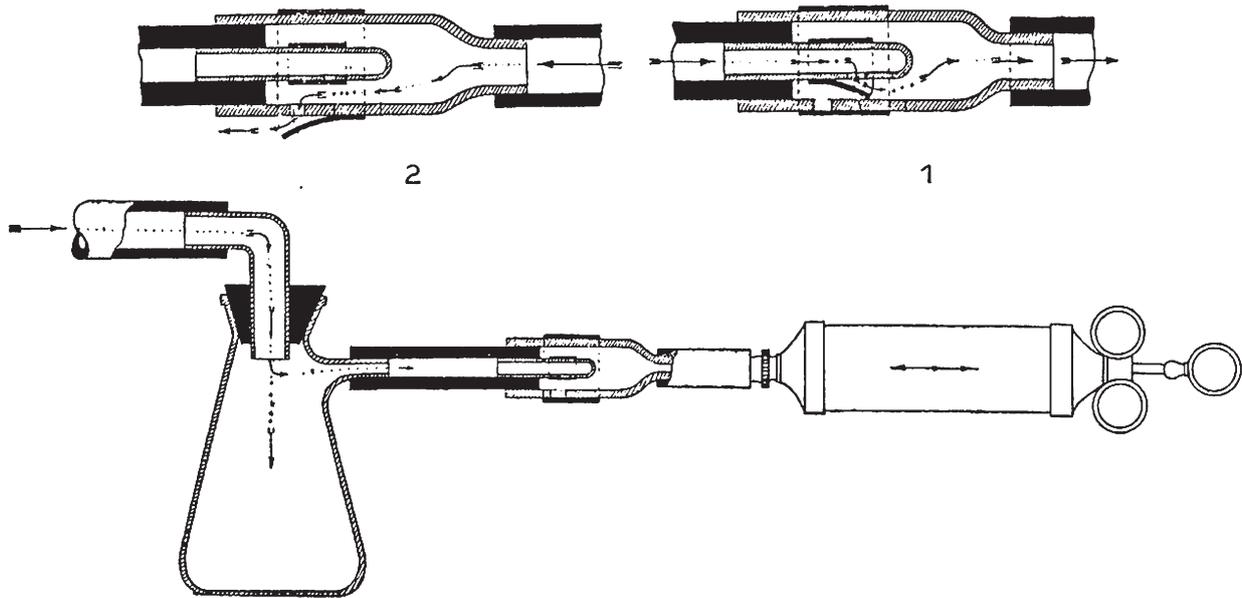


Abb. 5: Vorrichtung zur Entnahme von Magen- oder Panseninhalt (RADEV u. STOJANOV): 1 Ventilsystem während der Phase des Ansaugens, 2 Ventilsystem während der Phase des Ausstoßens von Luft (Pfeilrichtung)

Neben Handpumpen finden auch elektrisch betriebene Pumpen Anwendung zur Sogerzeugung in der Sonde.

DOLEŽEL et al. (1969) und ŽUST et al. (1972) ersetzten damit die Handpumpen in obigem Vakuumsystem.

ANDRES (1960) führte mit einem elektrisch angetriebenen, als Saug- und als Druckapparat einsetzbaren Rotationskompressor Pansensaftübertragungen durch.

Die Verwendung einer elektrischen Vakuumpumpe mit einem integrierten, 5 l fassenden Auffangbehälter (BOGDANOV 1968) empfahlen KEINDORF u. LINK (1971).

Wo eine Melkanlage vorhanden ist, kann der in der Vakuumleitung verfügbare Unterdruck zur Sogerzeugung genutzt werden (GERLE 1954 u. a.).

Dem gleichen Zweck genügt auch eine Wasserstrahlpumpe (FRANZ 1967, u. a.).

Zur langfristigen kontinuierlichen Pansensaftentnahme bediente sich KNAPPEN (1966) automatischer Geräte, die sowohl Förderung als auch Analyse des Vormageninhalts bewerkstelligten.

Tab. 4: Übersicht über verschiedene Methoden zur Induktion des Abflusses von Pansensaft, gemäß dem Schrifttum

Methoden	Besonderheiten	Autor
„Spontanabfluß“	nach „Magen-Pumpe“ „Vakuum-Apparat“ Bewegen der Sonde Massage der linken Hungergrube	HILL (1923) EVGRAVOV (1940) POUNDEN (1954) TIEFENBACH (1958) BELOUSSOV et al. (1966) SLANINA (1967) LANE et al. (1968) ISMAILOV (1978) POULSEN et al. (1986)
Spritze	Bewegen der Sonde	SOBOLEV (1939) SCHULZ u. HIEPE (1958) ADRICHEM VAN (1962) SLANINA (1967) FORENBACHER (1973)
Handpumpe	Spritze mit Ventilen Saug- u. Druckpumpe Saug-/Druckpumpe Kunststoffflasche als Saug- u. Druckpumpe	RADEV u. STOJANOV (1954) GERLE (1954) KUMSIEV (1954) SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955) MADSEN (1956) SALMELA (1956) PERK (1958) HOLTENIUS (1959) ADRICHEM VAN (1962) SLANINA (1967) HULL (1968) JENTSCH u. WITTENBURG (1969) GRÄNZER (1972) LIPPMANN u. KRUSCHWITZ (1973) DIRKSEN (1975) ISMAILOV (1978) MOELLER (1980) POULSEN et al. (1986)
Uteruspumpe nach VELMELAGE		HORSTMANN (1956) JACHENS (1957) MIETH (1958) TIEFENBACH (1958) HÖLZER (1966) FRANZ (1967) JOSZT (1970) KEINDORF u. LINK (1970)
Elektrische Pumpe	Saug-/Druckpumpe mit integriertem Behälter	ANDRES (1960) GAUSSERS (1965) BOGDANOV (1968)

Tab. 4: (Fortsetzung)

Methoden	Besonderheiten	Autor
Elektrische Pumpe		DOLEŽEL et al. (1969) ŽUST et al. (1972)
Vakuum der Melk- anlage		GERLE (1954) SØRENSEN u. SCHAMBYE (1955) SALMELA (1956) ADRICHEM VAN (1962) RADONJIĆ (1965) SLANINA (1967) BRUNS u. KAUFMANN (1968) KEINDORF u. LINK (1970) KLEBER (1970) PIETSCHMANN (1970) ONYSKIN (1974)
Wasserstrahlpumpe		IVANOV (1964) FRANZ (1967) SLANINA (1967) JOSZT (1967) KEINDORF u. LINK (1970)
Automatisches Analysegerät		KNAPPEN (1966)

ANATOMISCHE DATEN

Zur Entwicklung eines Gerätes zu Pansensaftentnahme oder zum Eingeben von flüssigen Arzneimitteln ist die Kenntnis der Anatomie beteiligter Organe und Organsysteme Voraussetzung, um zum einen Beeinträchtigungen des Probanden auszuschließen, und zum anderen die bestimmungsgemäße Funktion des Gerätes zu ermöglichen.

Von wesentlichem Interesse hierbei sind Daten betreffend die Entfernung, die Weite und den Verlauf des Weges, den eine Sonde von den Inzisiven bis zum ventralen Pansensack passiert.

Exakte Daten hinsichtlich dieser Entfernung sind aus der Literatur nicht ersichtlich, sie sollen daher im experimentellen Teil dieser Arbeit ermittelt werden.

Nach NICKEL et al. (1982) mißt die Speiseröhre des Rindes 90–95 cm, wovon 42–45 cm auf den Halsteil, 48–50 cm auf den Brustteil entfallen. Die Muskelschicht ist in den verschiedenen Abschnitten unterschiedlich dick, ebenso das Lumen der Speiseröhre unterschiedlich weit. Die Stärke der Muskelwand beträgt im Halsteil 4–5 mm, im Brustteil nur 2–3 mm. Nachdem der Halsteil der Speiseröhre am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel eine deutliche Einengung erfahren hat, nimmt

ihre Weite zwerchfellwärts stetig zu, um schließlich im präkardialen Teil bei hochovalem Querschnitt 7-8 cm Höhen- und 4-5 cm Querdurchmesser zu erreichen. Zwischen Maulhöhle und Vormägen weist die Speiseröhre eine dorsal konvexe Kopfhals- und eine dorsal konkave Halsbrustbiegung, sowie eine leicht dorsal konvexe Krümmung über der Lungenwurzel auf.

DIRKSEN (1977) beziffert die Länge des Schlundes beim Rind auf 110-125 cm, die Entfernung Flotzmaul - Kardialia auf 140 cm und den Abstand zwischen Kardialia und kranialem Pansenhauptpfeiler auf 30 cm: Um mit einer Sonde in den ventralen Pansensack zu gelangen, muß diese 2,30 m lang sein.

pH-WERT, GESAMTAZIDITÄT, NATRIUM- UND KALIUM-GEHALT IM HAUBEN - PANSENINHALT

pH-WERT

Bekanntlich ist davon auszugehen, daß der physiologische pH-Wert im Hauben-Pansenraum in einem verhältnismäßig weiten Bereich schwanken kann (Tab. 5). Der in Pansensaftproben gemessene pH-Wert hängt im wesentlichen von 3 Faktoren ab:

Zeitpunkt der Fütterung, Zusammensetzung der Ration und Ort der Entnahme.

Der pH-Wert sinkt nach jeder Futteraufnahme ab, erreicht nach 2-3 Stunden seinen Tiefstwert, um bis zur nächsten Fütterung wieder allmählich anzusteigen. Das pH-Niveau, auf dem die täglichen Schwankungen ablaufen, wird durch die Zusammensetzung der Ration bestimmt. Sie beeinflußt den pH-Wert insofern, als bei hohen Anteilen leichtverdaulicher Kohlehydrate der pH-Wert stärker abfällt, als bei rauhfutterreichen Rationen. Die Regulation des pH-Werts erfolgt hauptsächlich durch die Sekretion von Speichel sowie durch die pro Zeiteinheit entstehende Menge flüchtiger Fettsäuren (KAUFMANN 1972).

Der Ort der Entnahme bestimmt den gemessenen pH-Wert insoweit, als in verschiedenen Regionen des Hauben-Panseninhalts unterschiedliche pH-Werte vorliegen. Stets findet man die niedrigsten pH-Werte im dorsalen Pansensack, sowie einen pH-Wertanstieg von oben nach unten (BRYANT 1964, LAMPILA u. POUTIAINEN 1966, LANE et al. 1968, STEGER et al. 1968). BRYANT (1964) fand die höchsten pH-Werte abhängig vom Fütterungszeitpunkt in Haube oder ventralem Pansensack. Bei LAMPILA u. POUTIAINEN (1966) lagen die Durchschnittswerte in der Haube höher als im ventralen Pansensack. In der Pansenmitte liegen die pH-Werte zwischen denen von dorsalem und ventralem Pansensack (BRYANT 1964, LAMPILA u. POUTIAINEN 1966). Aus der graphischen Darstellung der Untersuchungsergebnisse geht bei BRYANT (1964) hervor, daß die pH-Werte im dorsalen Pansenendblindsack denen der Pansenmitte entsprechen. Ebenso liegen bei LANE et al. (1968) die pH-Werte des ventralen Pansenendblindsacks zwischen denjenigen von Pansenmitte und ventralem Pansensack. LANE et al. (1968) stellten hinsichtlich einer Zeit/Ort-Beziehung der Vormageninhaltsentnahme fest, daß die Veränderung des pH-Werts im dorsalen Pansensack, der Pansenmitte und dem ventralen Pansenendblindsack größer ist als im Bereich von Kardialia, Haube und ventralem Pansensack.

Tab. 5: pH-Wert (mmol/l), Gesamtazidität (G-klinische Einheiten), Na- und K-Gehalt (mmol/l) im Hauben-Panseninhalt gesunder Rinder (gemäß dem Schrifttum)

pH	G	Na	K	Autor
5,4-7,0				KAUFMANN (1972)
5,8-7,5				SCHEUNERT u. TRAUTMANN (1976)
5,4-7,4				KOLB (1980)
5,5-7,0	8-25			DIRKSEN (1977)
	8-21			SLANINA u. ROSSOW (1964)
	15-25			KLINIK FÜR RINDERKRANKHEITEN, HANNOVER (1987)
		60-180	4-75	BAILEY (1961)
		98,4-206,9	32,4-72,2	WILSON et al. (1967)
		33,5-114,0	50,3-120,5	MORRIS u. GARTNER (1975)
		72-170	24-111	BENNINK et al. (1978)

Neben den oben aufgeführten Faktoren schreiben einige Autoren auch der Entnahmearart (über Schlund oder künstlich angelegte Fistel) eine Beeinflussung des pH-Wertes zu (Tab. 6). Durch die Dehnung des Schlundes in den unteren Abschnitten der Kardia und durch Druck auf die Hauben-Pansenfalte kommt es zur Speichelsekretion (KAY 1958, KAY u. PHILIPSON 1959). Eine Veränderung des pH-Werts im Hauben-Pansenraum über zufließenden Speichel kann daher durch die Irritation der Organe während des Entnahmevorgangs verursacht werden. Der Speichelfluß steigt mit der Entnahmedauer und mit steigendem Speichelanteil steigt der pH-Wert im Pansen-saft (WAGNER 1984).

GESAMTAZIDITÄT

Bei der Bestimmung der Gesamtazidität (= Titrationsazidität) einer Probe des Hauben-Panseninhalts handelt es sich um ein klinisch diagnostisches Verfahren zur Ermittlung des Anteils freier Fettsäuren in der Probe.

10 ml Pansen-saft werden mit 2 Tropfen Phenolphthalein versetzt und mit 0,1 n NaOH bis zum Eintreten eines fleischfarbenen Farbumschlags titriert (SLANINA u. ROSSOW 1964). Der Säure-Basenindikator Phenolphthalein schlägt in einem pH-Bereich von 8,2-10 von farblos nach rot um (WIESNER u. RIEBBECK 1983). In diesem Bereich ist davon auszugehen, daß die Kapazität des für die Pufferung im Hauben-Pansenraum hauptverantwortlichen Azetat- (auch Propionat- und Butyrat-) und Bikarbonatpuffer aufgebraucht ist, d. h. keine H⁺-Ionen aus freien Fettsäuren mehr vorliegen. Die Gesamtazidität einer Pansen-saftprobe wird in klinischen Einheiten ausgedrückt, die sich aus der verbrauchten NaOH-Menge multipliziert mit dem Faktor 10 ergibt. Tabelle 6 gibt eine Übersicht über den Normalwert der Gesamtazidität; höhere Werte lassen auf eine Übersäuerung, niedrigere Werte auf eine verminderte Aktivität der Infusorien im Hauben-Pansenraum schließen.

NATRIUM- UND KALIUM-GEHALT

Die Konzentration der Mineralstoffe Natrium und Kalium im Hauben-Panseninhalt unterliegt relativ weiten Schwankungen (Tab. 5); sie wird bestimmt durch deren:

Gehalt im Futter, Freisetzungsrates aus den Futterbestandteilen, Löslichkeit, Sekretion aus Speichel und Blut, Absorptionsrate durch die Pansenwand und Weitertransportrate aus dem Pansen (BENNINK et. al. 1978). Die gemessene Na- und K-Konzentration hängt weiter vom Zeitpunkt der Entnahme, sowie dem Entnahmeort innerhalb des Pansens ab.

Natrium macht mengenmäßig den größten Anteil unter den Mineralstoffen im Pansen aus (BENNINK 1978). Der Hauptanteil des im Pansen-saft befindlichen Na gelangt über den Speichel dorthin. Die Na-Konzentration im Pansen-saft ist abhängig von der Na-Konzentration im Speichel, jedoch infolge Absorption durch die Pansenwand geringer als diese (BAILEY 1961). Nur einige Prozente des im Panseninhalt befindlichen Na stammen aus dem Futter (LAMPILA 1965).

Der Entnahmezeitpunkt beeinflusst den Na-Gehalt insofern, als dieser nach der Futteraufnahme absinkt, 3-4 Stunden danach seinen Tiefstwert erreicht, um bis zur nächsten Fütterung wieder anzusteigen (POUTIAINEN 1970) (Abb. 6). FENNER et al. (1969) erklären den Konzentrationsabfall durch die Verdünnung des Panseninhalts mit der Futteraufnahme, den folgenden Anstieg durch die Speichelsekretion während der Verdauung. Mit steigendem Speichelanteil steigt der Na-Gehalt im Pansensaft linear an (WAGNER 1984).

Die Na-Konzentrationen innerhalb des Pansens sind in den unteren Bereichen niedriger als in der Pansenmitte oder im dorsalen Pansensack (LAMPILA u. POUTIAINEN 1966). Die Unterschiede sind jedoch gering und praktisch zu vernachlässigen (POUTIAINEN 1970). Abweichend davon fanden STEGER et al. (1968) die höchsten Na-Konzentrationen in den vorderen Abschnitten des Hauben-Pansenraums. Sie führten das auf den Speichelzufluß zurück.

Mehrere Autoren geben an, daß der Na-Gehalt in per Schlund entnommenen Proben höher sei als in per Fistel entnommenen (Tab. 6).

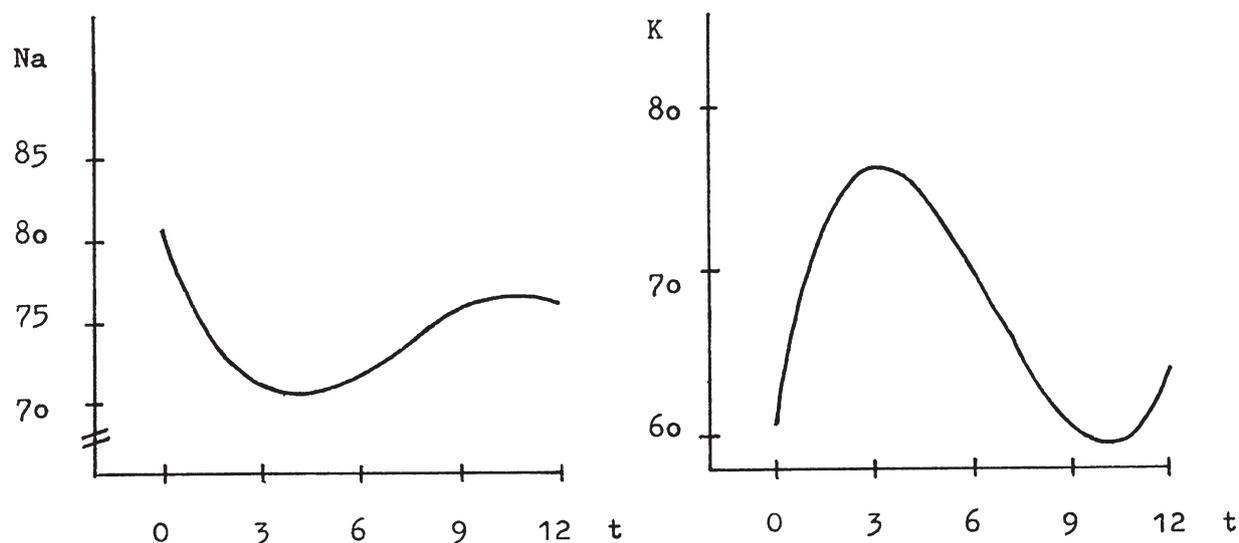


Abb. 6: Veränderung der durchschnittlichen Konzentration von Na und K (mmol/l) im Hauben-Pansenraum des Rindes als Funktion der Zeit t (Std) nach Fütterungsbeginn (nach POUTIAINEN 1970)

Der Hauptteil des im Hauben-Panseninhalt befindlichen K stammt aus dem Futter (BAILEY 1961). Der K-Gehalt im Pansensaft ist bestimmt durch die Auswaschungsrate aus dem Futter (BENNINK et al. 1978), er ist proportional dem des Speichels, jedoch höher als in diesem (BAILEY 1961).

Der Entnahmezeitpunkt beeinflusst die K-Konzentration im Pansensaft insofern, daß diese nach der Futteraufnahme ansteigt, 3-4 Stunden danach, beziehungsweise nach Aufnahme der gesamten Ration, ihren Höchstwert erreicht, um bis zur nächsten Futteraufnahme wieder auf den Ausgangswert zurückzukehren (POUTIAINEN 1970) (Abb. 6). BAILEY (1961) erklärt den Anstieg der K-Konzentration im Pansensaft durch die schnelle Lösung des K in der flüssigen Phase des Panseninhalts, deren folgenden Abfall als Folge der K-Absorption durch die Pansenwand und die Verdünnung des

Tab. 6: Differenz (mmol/l) des durchschnittlichen pH-Werts (\bar{x}_{pH}), Na-Gehalts (\bar{x}_{Na}) und des K-Gehalts (\bar{x}_K) von Pansensaftproben, die per Maul-Pansen-Sonde (L_1 = Länge der MPS) bzw. per Stabsonde (L_2 = Länge der SF) über Fistel entnommen wurden (gemäß dem Schrifttum)

L_1	Besonderheiten	L_2	Besonderheiten	\bar{x}_{pH}	\bar{x}_{Na}	\bar{x}_K	Autor
2300	Sonde lenkbar	30			4,77		ADRICHEM VAN (1962)
>1650		42		0,1-0,2	4,79	-2,07	STEGER et. al. (1968)
1650			manuelle Entnahme	1,0	10,44		BRUNS u. KAUFMANN (1968)
1650			Punktion des ventralen Pansensacks	0,42	7,6	-0,96	HOLLBERG (1983)
2300	Sonde lenkbar	60		0,25	6,5	-3,3	WAGNER (1984)
2300		60		0,3	7,3	-4,1	
1650		60		0,4	10,0	-6,1	
2500		60		0,28	5,6	-3,4	
2300	Sonde lenkbar	?	Entnahme vom Boden des ventralen Pansensacks	0,37			DIRKSEN u. SEIDEL (1975)

Panseninhalts durch den Speichel. Mit steigendem Speichelanteil fällt der K-Gehalt im Pansensaft linear ab (WAGNER 1984).

Die K-Gehalte innerhalb des Hauben-Pansenraums sind im dorsalen Pansensack am höchsten und fallen über die Pansenmitte in die ventralen Bereiche ab (LAMPILA u. POUTIAINEN 1966). STEGER et al. (1968) ermittelten auch einen Konzentrationsabfall in kranialer Richtung. Insgesamt sind die räumlichen Unterschiede größer als bei Na (POUTIAINEN 1970). In mehreren Untersuchungen wurde in per Schlund entnommenen Pansensaftproben niedrigere K-Konzentrationen ermittelt als in per Fistel entnommenen (Tab. 7).

Zusätzlich bestehen Korrelationen zwischen Na- und K-Gehalt im Pansen. Bei Na-Mangelsituation wird Speichel-Na durch K ersetzt (DOBSON 1963). Dies führt zu einer Verringerung des Na-Gehalts und zur Zunahme des K-Gehalts in der Pansenflüssigkeit (MORRIS u. GARTNER 1975). Der Zufütterung von K folgt ein Konzentrationsabfall von Na im Pansensaft. Hohe K-Gehalte des Pansensaftes beeinflussen das elektrische Potential zwischen Pansensaft und Blut sowie möglicherweise den aktiven Transport von Na aus dem Pansen (SCOTT 1967).

MATERIAL UND METHODE

ANFORDERUNGEN AN EIN PRAXISGERECHTES GERÄT ZUR ENTNAHME VON PANSENSAFT, PANSENSAFTÜBERTRAGUNG UND EINGABE VON FLÜSSIGEN ARZNEIMITTELN

Eine zum Gebrauch in tierärztlicher Ambulanz und Klinik tauglichen Apparat zur Pansensaftentnahme für diagnostische und therapeutische Zwecke sowie zur Eingabe von flüssigen Arzneimitteln muß folgenden Anforderungen genügen:

Ihre Anwendung darf den Probanden nicht schädigen. Zum Zwecke der Probengewinnung für Laboruntersuchungen ist es erforderlich, daß damit jederzeit repräsentative Proben gewinnbar sind. Zur Durchführung der im Stall erheblichen Untersuchungen genügen dazu 100 ml Pansensaft; für umfangreiche klinische Untersuchungen ist eine Menge von 500 ml (HOLTENIUS 1959) erforderlich.

Um das Gerät zu therapeutischen Zwecken einsetzen zu können, sollten damit 2-5 l (ROSENBERGER 1978), mindestens jedoch 2 l Hauben-Panseninhalt aus einem Tier zu entnehmen und die entnommene Flüssigkeit einfach in ein anderes Tier übertragbar sein.

Den Verhältnissen der tierärztlichen Ambulanz entsprechend, sollte sich das Gerät aus so wenig Einzelteilen wie nötig zusammensetzen, damit es zum einen von einer Einzelperson anwendbar, zum anderen rasch zu reinigen und unter geringem Raumaufwand transportabel ist.

Um eine hohe Lebensdauer zu gewährleisten, muß das Material des Geräts so gewählt werden, daß es sowohl den angreifenden flüssigen Medien, Hauben-Panseninhalt und Wasser, als auch den rauen Verhältnissen tierärztlicher Ambulanz und Klinik gegenüber widerstandsfähig ist. Material und Konstruktionsweise sind so zu wählen, daß eine preisgünstige Reihenfertigung des Gerätes möglich ist.

Unter Berücksichtigung oben genannter Kriterien wurde ein dreiteiliges Gerät, bestehend aus Sonde, Saug-Druck-Pumpe und Fülltrichter entwickelt.

Wie für pH-Wert, Na- und K-Gehalt ausgeführt, ist der geeignetste Entnahmeort zur Gewinnung einer für die Verhältnisse im Hauben-Panseninhalt repräsentativen Pansensaftprobe die Pansenmitte. Hingegen ist hier die Entnahme größerer Mengen Panseninhalts nicht möglich, da, wenn der Saugkopf gänzlich von Rauhfutter umgeben ist, lediglich die in den Maschen des Rauhfuttergeflechts befindliche Flüssigkeit (1-2 l) abgesaugt werden kann (DIRKSEN 1975). Zur Entnahme größerer Pansensaftmengen für therapeutische Zwecke eignen sich aufgrund der Schichtung des Panseninhalts die ventralen Bereiche des Hauben-Pansenraums am besten. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß, wie oben für pH-Wert, Na- und K-Gehalt beschrieben, deren Werte im ventralen Pansensack vom jeweiligen Mittelwert aus verschiedenen anderen Bereichen des Hauben-Panseninhalts abweichen, können Proben aus dem ventralen Pansensack dennoch zu diagnostischen Zwecken herangezogen werden. Proben aus der Haube scheiden wegen sondierungsbedingtem Speichelzufluß zur Erhebung von für den Hauben-Panseninhalt repräsentativen Daten aus.

Die Entnahmeorte Pansenmitte und ventraler Pansensack nach ihren Vor- und Nachteilen gegeneinander abwägend, entschieden wir uns für den ventralen Pansensack, da wir zum Gebrauch der Sonde in der tierärztlichen Ambulanz den diagnostischen Nachteil dieses Ortes weniger gravierend bewerteten, als den Nachteil der Pansenmitte hinsichtlich der Entnahme größerer, therapeutisch benötigter Pansensaftmengen.

Um mit einer Maul-Pansen-Sonde Flüssigkeit aus dem ventralen Pansensack entnehmen zu können, ist Voraussetzung, daß diese nebst entsprechender Länge auch ausreichende Steifigkeit zur Passage des kranialen Pansenhauptpfeilers und zum Durchdringen des Rauhfuttergeflechts besitzt, sowie am Sondenkopf mit einer Beschwerung versehen ist, die das Ablenken desselben auf den Boden des ventralen Pansensacks bewirkt. Im Zuge der Entwicklung nahmen wir uns weiter zum Ziel, das bei käuflichen Sonden auftretende Verstopfen von Sondenkopfföffnungen und Sondeninnenschlauch (TIEFENBACH 1959) zu vermeiden.

BESCHREIBUNG DES ZUR ENTNAHME VON PANSENSAFT, PANSENSAFTÜBERTRAGUNG UND EINGABE VON FLÜSSIGEN ARZNEIMITTELN ENTWICKELTEN GERÄTS

MAUL-PANSEN-SONDE

Unter Berücksichtigung oben genannter Forderungen fertigten wir eine steilige Sonde (Abb. 15) bestehend aus: Sondenkopf (Abb. 7), Zugfederspirale (Abb. 7/3, Abb. 8/2), Innenschlauch (Abb. 8/3), Schnellverschluß (Abb. 8/1) und Schutzhülle (Abb. 8/4).

Der aus Messing angefertigte Sondenkopf setzt sich aus einem Gewichtsstück (Abb. 7/1) und einem Filterstück (Abb. 8/2) zusammen. Das zur Erzielung der geforderten Masse dienende Gewichtsstück ist durch ein Schraubgewinde (M 20 x 1,5) mit dem zur Seihung des Vormageninhalts angelegten Filterstück verbunden. Das Filterstück wurde mit in paralle-

len Längsreihen ($n = 24$) angeordneten Bohrungen ($n = 264$, $q = 2$) versehen. Diese wurden auf einer Länge von 50 mm, in einem longitudinalen Abstand, gemessen von Mittelpunkt zu Mittelpunkt, von 5 mm und einem Winkelabstand von 15° angebracht. Die Wandstärke des Filterstücks im Bereich der Bohrungen wurde so gewählt, daß sich im Längsschnitt quadratische Öffnungen ergaben. Sie umfassen eine Fläche von 830 mm^2 .

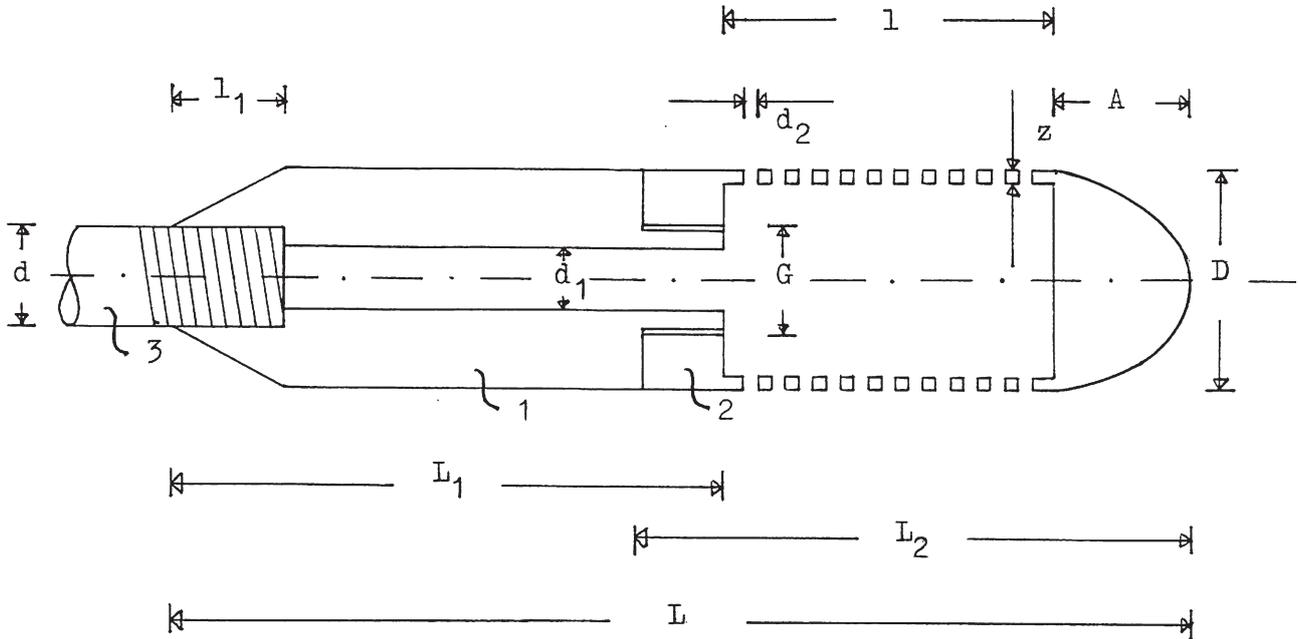


Abb. 7: Sondenkopf. 1 Gewichtsstück, 2 Filterstück, 3 Zugfederspirale

Die in Abbildung 7 verzeichneten Parameter haben folgende Abmessungen: $L = 185$, $L_1 = 100$, $L_2 = 100$, $1 = 60$, $11 = 20$, $A = 25$, $D = 40$, $d = 18$, $d_1 = 11$, $d_2 = 2$, $z = 2$, $G = 20$; der gesamte Sondenkopf hat eine Masse von 1200 g .

In die Bohrung des Sondenkopfes wurde eine Zugfederspirale aus federhartem V2A-Draht ($L = 2540$, $D = 18$, $D_d = 3$) eingelötet (Abb. 7/3).

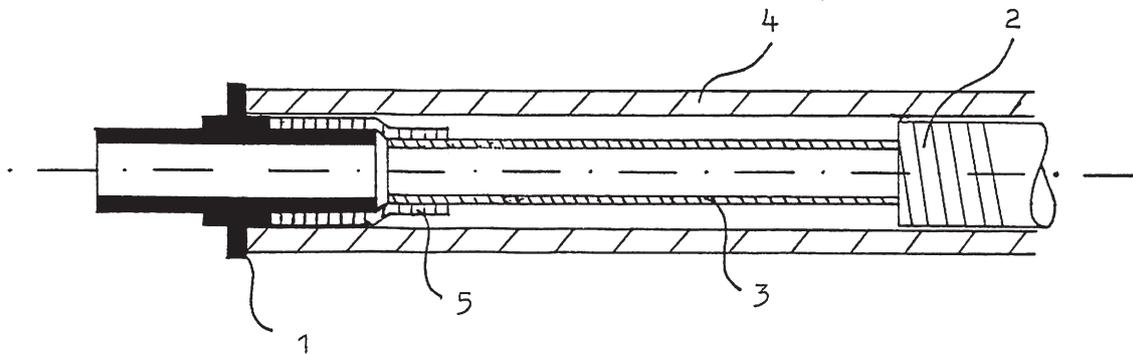


Abb. 8: Äußeres Sondenende. 1 Schnellverschluß, 2 Zugfederspirale, 3 Innenschlauch, 4 Schutzhülle, 5 Schlauchansatzstück

In das Lumen der Zugfederspirale wurde ein Innenschlauch aus durchsichtigem PVC ($L = 2720$, $d = 8$, $w = 1,5$) eingezogen (Abb. 8/3). Er verbindet das Filterstück des Sondenkopfes mit dem Schnellverschluß. Um das Herausgleiten des Innenschlauchs aus dem Gewichtsstück zu verhindern, wurde auf das das Gewichtsstück überragende Ende des Sondeninnenschlauchs eine Manschette aus PVC ($L = 10$, $d = 10$, $w = 1,5$) aufgeklebt. Zum Anschluß an den Schnellverschluß wurde ein gleichartiges Ansatzstück ($L = 33$, $d = 10$, $w = 1,5$) auf das andere Ende des Innenschlauchs geklebt (Abb. 8/5). Der Innenschlauch überragt die Zugfederspirale zum Zweck des Längenausgleichs beim Zusammenrollen der Sonde zum Transport um 95 mm.

Als Schnellverschluß verwendeten wir eine Schlauchkupplung aus der Gartengeräteindustrie (Gardena, Ulm) ($L = 50$, $l = 50$, $d = 9$) (Abb. 8/1).

Ansetzend am Schnellverschluß und die Zugfederspirale verschieblich überlappend, umgibt eine Schutzhülle aus PVC ($L = 220$, $d = 19$, $w = 4$) den Innenschlauch auf der Länge des Längenausgleichs (Abb. 8/4).

Die Maul-Pansen-Sonde weist eine vorläufige Länge von 2845 mm auf; Filterstück, Sondeninnenschlauch und Schnellverschluß umfassen ein Volumen von 160 ml.

SAUG-DRUCK-PUMPE

Zur Erzeugung eines Vakuums in der Sonde und als Auffanggefäß für Panzeninhalt wurde eine Saug-Druck-Pumpe (Deutsche Patentanmeldung P 36 20 199.5) entwickelt, deren Zylinderraum das Auffanggefäß bildet (Abb. 15, Abb. 9).

Der Zylinderraum (Abb. 9/1) ist über ein erstes Umschlagventil (Abb. 9/2) an das Ende der Sonde angeschlossen. Zwischen dem Zylinderraum an der Saugseite des Kolbens und dem ersten Umschlagventil befindet sich ein Auslaß mit einem zweiten Umschlagventil (Abb. 9/2'). Das erste Umschlagventil gestattet nur eine Strömung in Richtung Zylinderraum, das zweite nur eine solche vom Zylinderraum weg (Abb. 9/Pfeilrichtung).

Durch das Ausfahren des Kolbens kann Flüssigkeit in den Zylinderraum gesaugt, durch das Einfahren des Kolbens über das zweite Umschlagventil kann sie aus dem Zylinderraum entfernt werden.

Die Saug-Druck-Pumpe ist - mittels Schnellverschluß lösbar - an die Sonde angeschlossen (Abb. 9/3).

Als Zylinder wurde eine 200 ml fassende Spritze aus klarsichtigem Hart-PVC (Lehnecke, Schortens; Best.-Nr. 33.1) verwendet, die modifiziert wurde, indem nach Verschluß der serienmäßigen, exzentrisch gelegenen Gewindeöffnung durch eine gekürzte Kunststoffschraube eine zentrale Gewindeöffnung ($M 18 \times 1,5$) angebracht wurde. Sie dient der Aufnahme des Ventilsystems.

Das Ventilsystem wurde aus Fittings und Armaturen käuflicher PVC-Kunststoffrohrsysteme gefertigt.

Es setzt sich zusammen aus:

Übergangsnippel, mit Klebestutzen und konischem Außengewinde (Abb. 9/4, Abb. 10: $d = 20$, $G = 18$, $z = 35$, $s = 27$, $g = 11$).

T-Stück 45° (Abb. 9/5, Abb. 11: $d = 20$, $D = 27,5$, $l = 68$, $l_1 = 46$, $z = 30$, $z_1 = 6$, $g = 36$).

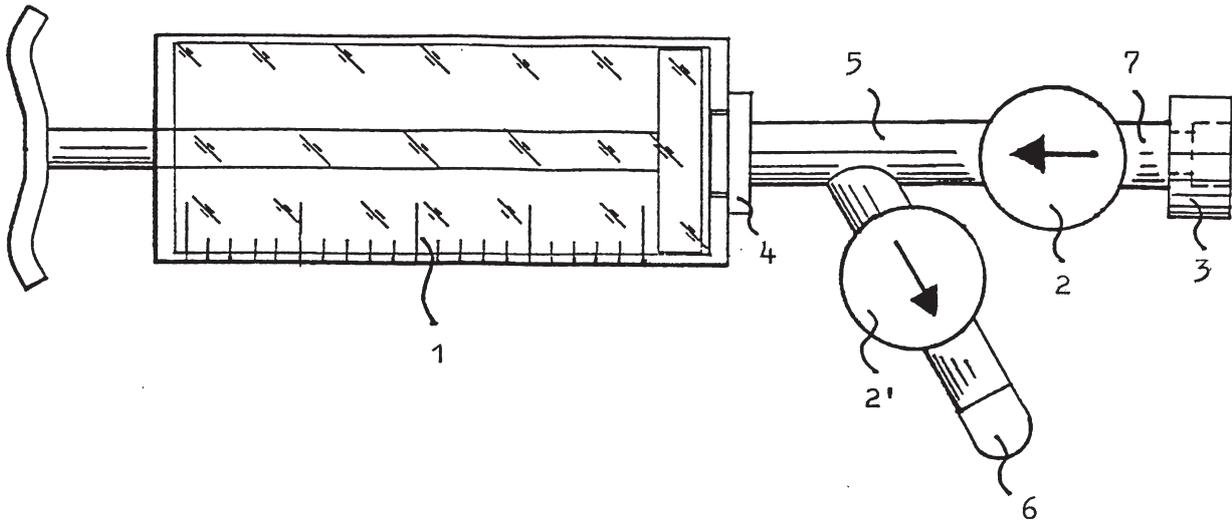


Abb. 9: Saug-Druck-Pumpe. 1 Zylinder, 2 und 2' Ventile, 3 Schnellverschluß, 4 Übergangsnippel, 5 T-Stück 45°, 6 Winkel, 7 PVC-Schlauch

Reduktionen, jeweils zwischen Ventil und T-Stück 45° (Abb. 12: $d = 20$, $d_1 = 16$, $l = 14$, $z = 2$, $g = 2$).

Zwei Schrägsitz-Rückschlagventile (Abb. 9/2 und 2') bestehend aus: Gehäuse (Abb. 13/1), Flachdichtung (Abb. 13/2), Kolben (Abb. 13/3), O-Ring (Abb. 13/4), Verschlußzapfen (Abb. 13/5) und Verschlußmutter (Abb. 13/6) (Abb. 13: $d = 16$, $NW = 10$, $L = 114$, $H = 58$, $A = 24$, $g = 100$); spezifisches Gewicht des Kolbens: etwa 2 kg/dm^3 ; Einbaulage: horizontal.

Winkel 90° (Abb. 9/5, Abb. 14: $d = 16$, $D = 23$, $l = 23$, $z = 9$, $g = 14$).
PVC-Schlauch (Abb. 9/7) ($d = 13$, $D = 17$, $L = 50$).
Schnellverschluß (Gardena, Ulm).

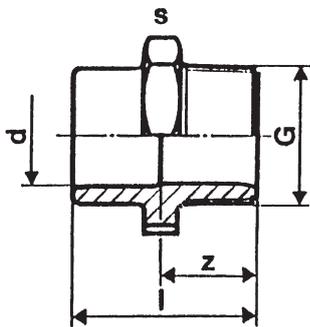


Abb. 10: Übergangsnippel

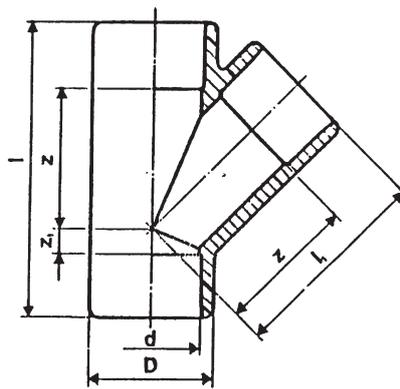


Abb. 11: T-Stück 45°

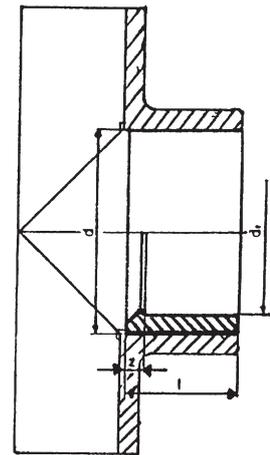


Abb. 12: Reduktion

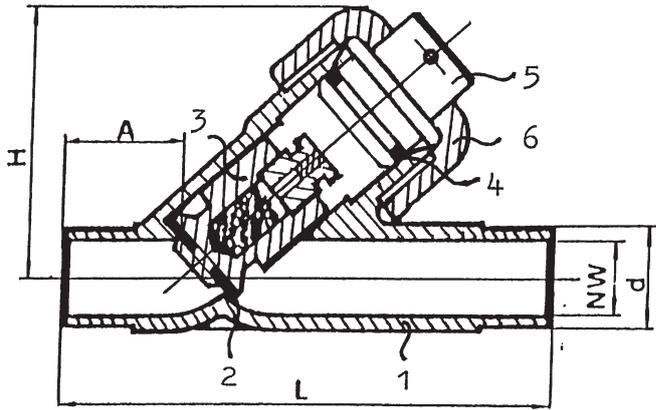


Abb. 13: Schrägsitz-Rückschlagventil:
 1 Gehäuse, 2 Flachdichtung,
 3 Kolben, 4 O-Ring, 5 Verschluß-
 zapfen, 6 Verschlußmutter

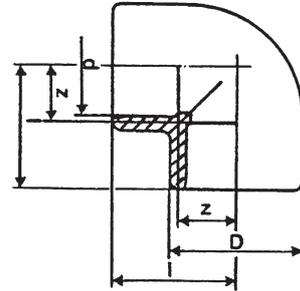


Abb. 14: Winkel 90°

Die Kunststoffteile wurden mit TANGIT^R-Spezialklebestoff (Henkel, Düsseldorf) kaltverschweißt, der PVC-Schlauch an den Schnellverschluß geklemmt und das gesamte Ventilsystem unter Verwendung eines O-Ringes mit dem Zylinder verschraubt.

Bedingt durch Bauart und Einbauweise der Ventile ist die Saug-Druck-Pumpe vorzugsweise in horizontaler Lage einzusetzen.

Gemessen in Höhe des Schnellverschlusses kann damit ein pulsierendes Vakuum zwischen 0 und 250 mm Hg ($= 3,04 \times 10^5 \text{ pa}$) erzeugt werden.

FÜLLTRICHTER

Anstelle der Saug-Druck-Pumpe kann über den Schnellverschluß ein Fülltrichter angeschlossen werden, so daß das Gerät dazu verwendet werden kann, zunächst Flüssigkeit aus dem Hauben-Pansenraum zu entnehmen, diese nach Abgabe aus dem Zylinderraum zu untersuchen, und dann - erforderlichenfalls nach Ersatz der Saug-Druck-Pumpe durch den Fülltrichter - durch dieselbe Sonde ein Medikament in den Hauben-Pansenraum zu verbringen.

Ebenso kann nach Entnahme von Vormageninhalt aus einem Tier (mittels Sonde und Saug-Druck-Pumpe) die aufgefangene Flüssigkeit (nach Einführen der Sonde in ein anderes Tier und Anschluß des Fülltrichters) in dessen Hauben-Pansenraum verbracht werden. Auch hier wird für beide Vorgänge ein und dieselbe Sonde verwendet.

Hierzu wurde ein Fülltrichter aus einer 1000 ml fassenden Verpackungsflasche aus Kunststoff (Sahlberg, München) gefertigt, indem deren Boden entfernt und an den Enghals über ein trichterförmiges PVC-Stück einen Schnellverschluß (Gardena, Ulm) angebracht worden ist (Abb. 15).

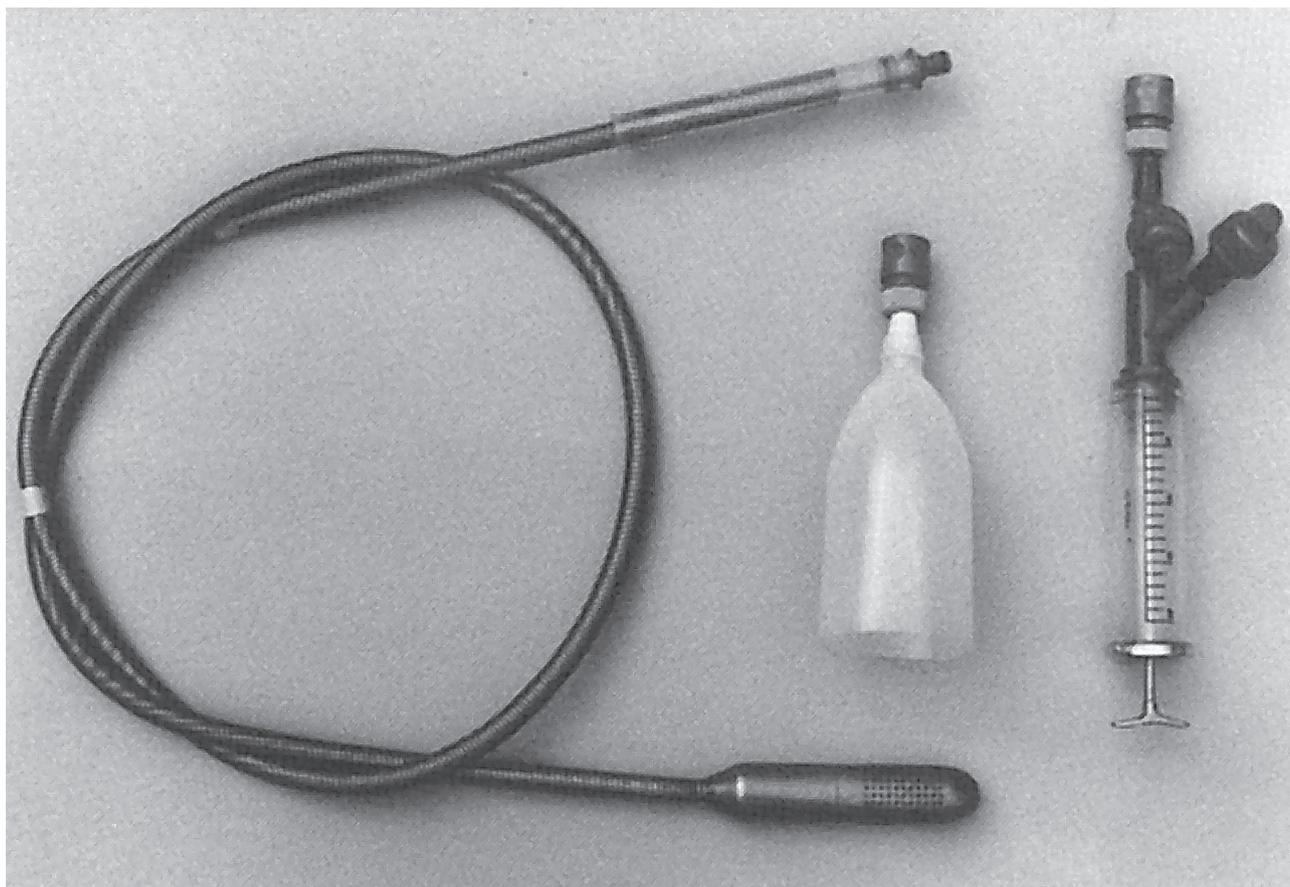


Abb. 15: Gerät zur Pansensaftentnahme, Pansensaftübertragung und Eingabe von flüssigen Arzneimitteln beim erwachsenen Rind:
(von links nach rechts: Maul-Pansen-Sonde, Fülltrichter, Saug-Druck-Pumpe)

VERSUCHSANORDNUNG

Das Gerät ist in einer Vorversuchsreihe und 3 Hauptversuchsreihen auf seine bestimmungsgemäße Eignung geprüft worden.

Vorversuche sollten klären, auf welche Länge die Sonde eingeführt werden muß, damit der Sondenkopf in den ventralen Pansensack gelangen kann. Die Prüfung des Gerätes erfolgte in je einer Versuchsreihe an fistulierten Versuchstieren, sowie an Patienten der Klinik für Rinderkrankheiten der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

In einer weiteren Versuchsreihe sind Pansensaftproben verglichen worden, die per Maul-Pansen-Sonde bzw. per Stabsonde über eine künstlich angelegte Pansenfistel, jedoch von ein und demselben Punkt des Panseninneren entnommen werden sollten.

Die Versuche fanden im Zeitraum vom 9.7.-1.8.87 an der Klinik für Rinderkrankheiten der Tierärztlichen Hochschule Hannover statt.

VERSUCHSTIERE UND DEREN FÜTTERUNG

Zur Prüfung des Geräts und für die vergleichenden Untersuchungen dienten 3 fistulierte schwarzbunte Kühe (Tab. 7: M, K. und F.).

Tab.7: Alter (Jahre), Gewicht (kg) und Stockmaß (cm) der Versuchstiere

Tier	Alter	Gewicht	Stockmaß
M	6	630	135
K	4 1/2	610	134
F	5	567	133

Die Fisteloperation war vor längerer Zeit an der Klinik durchgeführt worden. Mittels käuflichem Pansenfistelverschluß (Bertram Hannover; Best.-Nr. 35 1401 000) waren die Fisteln von M und K verschlossen, wobei die Platte zum Offenhalten der Fistel weggelassen, die Kontermutter durch eine schraubbare Schlauchklemme ersetzt und das Metallrohr mit einem Flaschengummi abgedichtet wurde. Statt dessen diente als Verschluß der Fistel von F eine aus Kunststoff gefertigte Dauermanschette mit Stopfen.

Zur Ermittlung der Lage des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum wurde auf die äußere Haut jedes dieser Tiere mit Viehzeichenstift (Lehnecke, Schortens; Best.-Nr. 22.203) ein Koordinatensystem aufgezeichnet. Die Linea alba bildete die x-Achse. Im rechten Winkel dazu wurden 4 y-Achsen aufgetragen: y_0 am kaudalen Rand des Brustbeins, y_3 am kranialen Rand des Euters, y_1 und y_2 die Strecke $\overline{xy_0xy_3}$ jeweils dritteln (Abb. 17 und 18).

Die y-Achsen erstreckten sich auf der linken Körperseite bis zu einer Horizontalen z in Höhe der Kniefalte. Diese erfuh ihre kraniale Begrenzung durch den Schnittpunkt y_0 , ihre kaudale durch den mit y_3 (Abb. 17). Zur rechten Körperseite betrug die Ausdehnung der y-Achsen nur die Hälfte derjenigen der linken Seite.

Projeziert man sein so entstandenes Koordinatensystem auf Abbildungen von NICKEL et al. (1982), so begrenzen y_0 und y_1 mit der Hauben-Pansenwand ein Quersegment der Vormägen, beinhaltend die kaudale Hälfte der Haube, den Schleudermagen und einen geringen Anteil des ventralen Pansensacks (Abb. 17/I und 18/I). y_1 und y_3 begrenzen in gleicher Weise den Rest des ventralen Pansensacks bis zum Ende des ventralen Pansenendblindsacks. y_2 halbiert dieses Segment in zwei Einzelsegmente (Abb. 17/II und III, Abb. 18/II und III).

Während der Versuche befanden sich die Tiere in Anbindehaltung. Sie wurden zweimal täglich, um 6.30 und 15.30 Uhr, gefüttert. Dabei erhielten sie je 4 kg eines Mischfutters, bestehend aus 250 g Weizenkleie und 3750 g Rübetrockenschnitzel, wovon 1/4 melassiert war. Gerstenstroh oder Heu wurde ad. lib. angeboten; Wasser war über Selbsttränken frei zugänglich.

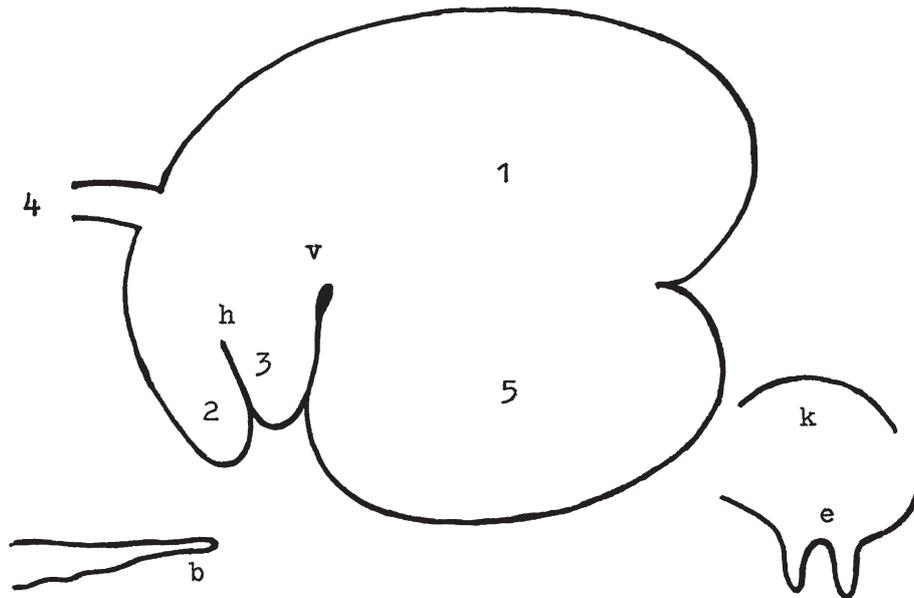


Abb. 16: Längsschnitt durch Haube, Schleudermagen und Pansen (Schematische Darstellung, gezeichnet nach NICKEL et al. 1982): 1 dorsaler Pansensack, 2 Netzmagen, 3 Schleudermagen, 4 Schlund, 5 ventraler Pansensack, b Brustbein, e Euter, h Hauben-Pansenfalte, k Kniefalte, v kranialer Pansenhauptpfiler

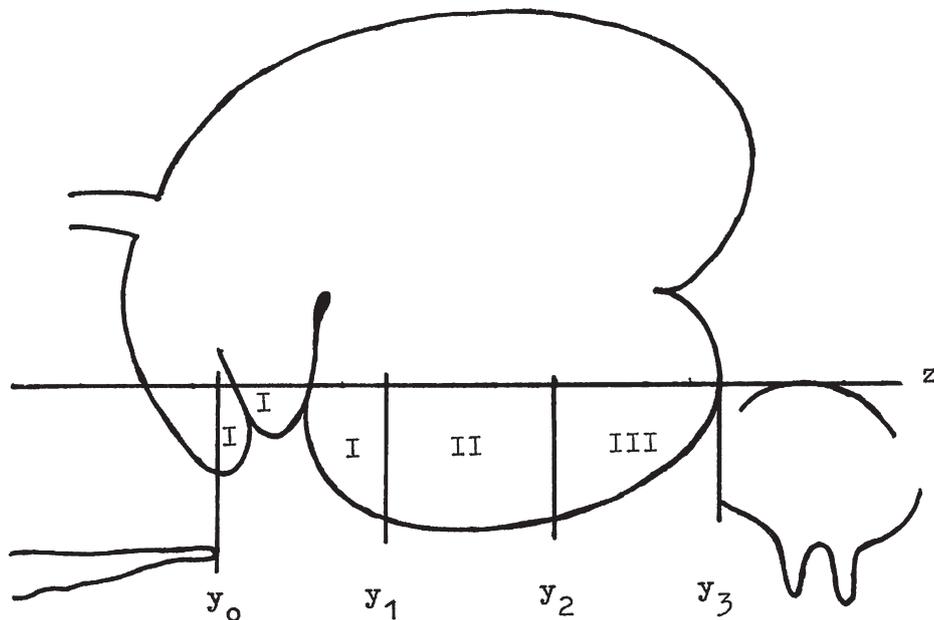


Abb. 17: Projektion eines auf die äußere Haut aufgezeichneten Koordinatensystems (y,z) auf den ventralen Hauben-Pansenraum. I, II, III von den Koordinaten und der Vormagenwand begrenzte Segmente

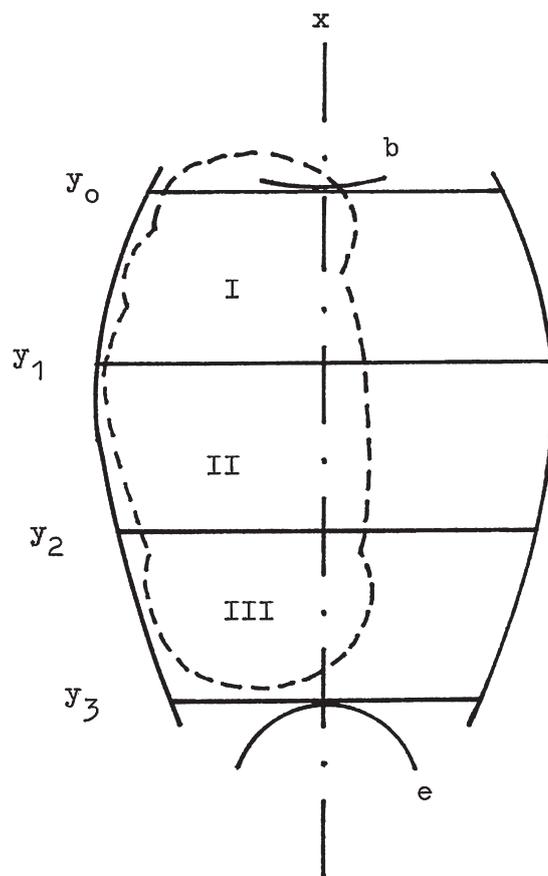


Abb. 18: Horizontalschnitt durch den Bauchraum eines erwachsenen Rindes (Schematische Darstellung, umgezeichnet nach NICKEL et al. 1982), mit Koordinatensystem (x,y): b kaudaler Rand des Brustbeins, e kranialer Rand des Euters, --- Umriß von Haube, Schleudermagen und Pansen; I, II, III von den Koordinaten und der Hauben-Pansenwand begrenzte Segmente

Die Prüfung des Geräts erfolgte außerdem an erwachsenen, weiblichen, nicht ansteckend erkrankten und nicht frisch operierten Tieren der Klinik für Rinderkrankheiten der Tierärztlichen Hochschule. Hierzu wurde eine willkürliche Auswahl von 20 Tieren zur jeweils einmaligen Prüfung des Geräts herangezogen.

VORVERSUCHE

Zur Klärung der Frage, auf welche Länge die Maul-Pansen-Sonde eingeführt werden muß, damit der Sondenkopf in den ventralen Pansensack gelangen kann, sind Messungen an den fistulierten Versuchstieren vorgenommen worden.

In jedem der 3 Tiere wurde der Abstand (a) zwischen den Inzisiven und dem kaudalsten Punkt des ventralen Pansenendblindsacks (Abb. 19/2) sowie der Abstand (b) zwischen Inzisiven und dem kaudalsten Punkt der linken 9. Rippe (Abb. 19/1) bestimmt. Letzterer diente als Maß für den Abstand zwischen Inzisiven und dem kranialen Bereich des ventralen Pansensacks.

Führt man die Sonde auf eine Länge ein, die dem Mittelwert zwischen a und b des betreffenden Tieres entspricht, so kann der Sondenkopf in den ventralen Pansensack gelangen.

Zur Messung verwendeten wir die oben beschriebene Sonde. Diese wurde von einer Person, die seitlich am Hals des Tieres stehend dessen Kopf fixierte, eingeführt. Eine zweite Person dirigierte manuell über die Pansenfistel den Sondenkopf an den jeweiligen Meßpunkt. Sobald der Sondenkopf diesen berührte, wurde in Höhe der Inzisiven auf der Sonde eine Markierung angebracht, die Sonde entnommen und der Abstand zwischen Markierung und Sondenkopfspitze gemessen.

Aus den Ergebnissen der Messungen ist der Mittelwert \bar{a} , die Mittelwerte x aus a und b, sowie der durchschnittliche Mittelwert \bar{x} errechnet worden.

Zur Prüfung des Geräts wurden die Abstände \bar{a} und \bar{x} mittels Klebeband als Punkte P_a und P_x auf der Sonde markiert.

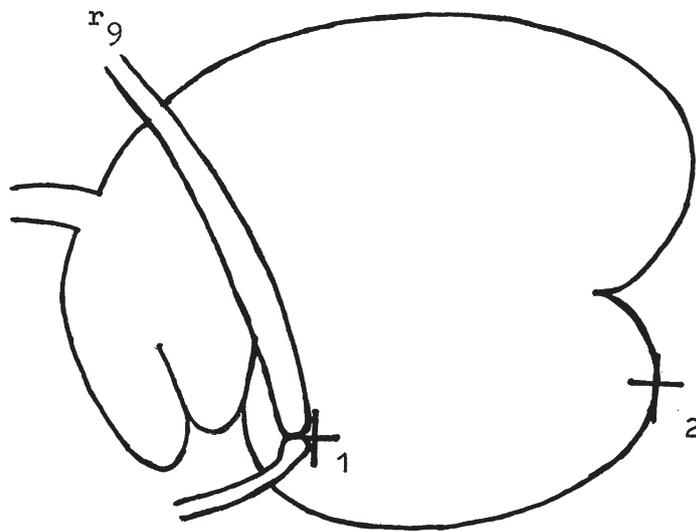


Abb. 19: Lage der Rippe bezüglich dem Hauben-Pansenraum: r_9 linke 9. Rippe, 1 kaudalster Punkt der linken 9. Rippe, 2 kaudalster Punkt des ventralen Pansenendblindsacks

PRÜFUNG DES GERÄTS AN FISTULIERTEN VERSUCHSTIEREN

Das Gerät wurde an 3 fistulierten Versuchstieren (M, K, F) insgesamt 30mal geprüft. Es kam dabei an 10 Versuchstagen bei jedem Tier einmal, eine Stunde bis unmittelbar vor der morgendlichen Fütterung, zum Einsatz.

Im einzelnen sind die Untersuchungen nach folgendem Schema vorgenommen worden, wobei die Zeit in Sekunden und die gewonnenen Pansensaftmengen in Millilitern angegeben wurden:

Einführen der Sonde auf die Länge \bar{x} :

Die ausführende Person stand dabei seitlich am Hals des in Anbindehaltung befindlichen Tieres und fixierte mit einer Hand dessen Kopf am Oberkiefer (Abb. 20). Mit der anderen Hand wurde die Sonde, eine hängende Schleife bildend, an beiden Enden gehalten und unter geringem Schub so weit eingeführt, bis sich ihre Markierung P_x auf Höhe der Inzidiven befand.

1 Messung der für das Einführen der Sonde benötigten Zeit:

Es wurde der Zeitraum gemessen, der vom Ergreifen des Oberkiefers des Tieres bis zum Einführen der Sonde auf die Länge x verstrich.

2 Messung der Menge des Spontanabflusses innerhalb von 2 Minuten:

Nach Einführen der Sonde wurde der Kopf des Tieres und das überstehende Ende der Sonde bodenwärts gerichtet. In einem 2 l fassenden Meßbecher (Bertram, Hannover; Best.-Nr. 331712000) wurde die spontan abfließende Menge Panseninhalts aufgefangen (Abb. 20).

3 Messung der zum Abpumpen von 2 l Pansensaft nötigen Zeit:

Das Tier wurde in der oben beschriebenen Weise von einer Person fixiert. Mit der den Oberkiefer haltenden Hand sicherte diese zusätzlich die Sonde gegen Verschiebungen in Längsrichtung, mit der anderen Hand fixierte sie den Kopf im Unterkiefergriff. Eine zweite Person schloß - vor dem Tier stehend - die Saug-Druck-Pumpe an (Auslauf nach unten!), senkte äußeres Sondenende und Pumpe bodenwärts und förderte Panseninhalt, indem sie den Kolben in einem gleichmäßigen Zug ausfuhr, wartete, bis sich der Zylinderraum mit Pansensaft gefüllt hatte, und diesen durch Einfahren des Kolbens in einen bereitstehenden Meßbecher entleerte (Abb. 21). Floß nach Absenken von äußerem Sondenende und Pumpe Panseninhalt spontan ab, so wurde mit Kolbenbewegungen bis zum Abreißen des Spontanabflusses gewartet. Der Zeitraum zwischen dem Anschließen der Pumpe an die Sonde und dem Zeitpunkt, bei dem die nach obigem Vorgehen gewonnene Panseninhaltsmenge die 2 l Markierung des Meßbechers überschritt, wurde festgehalten.

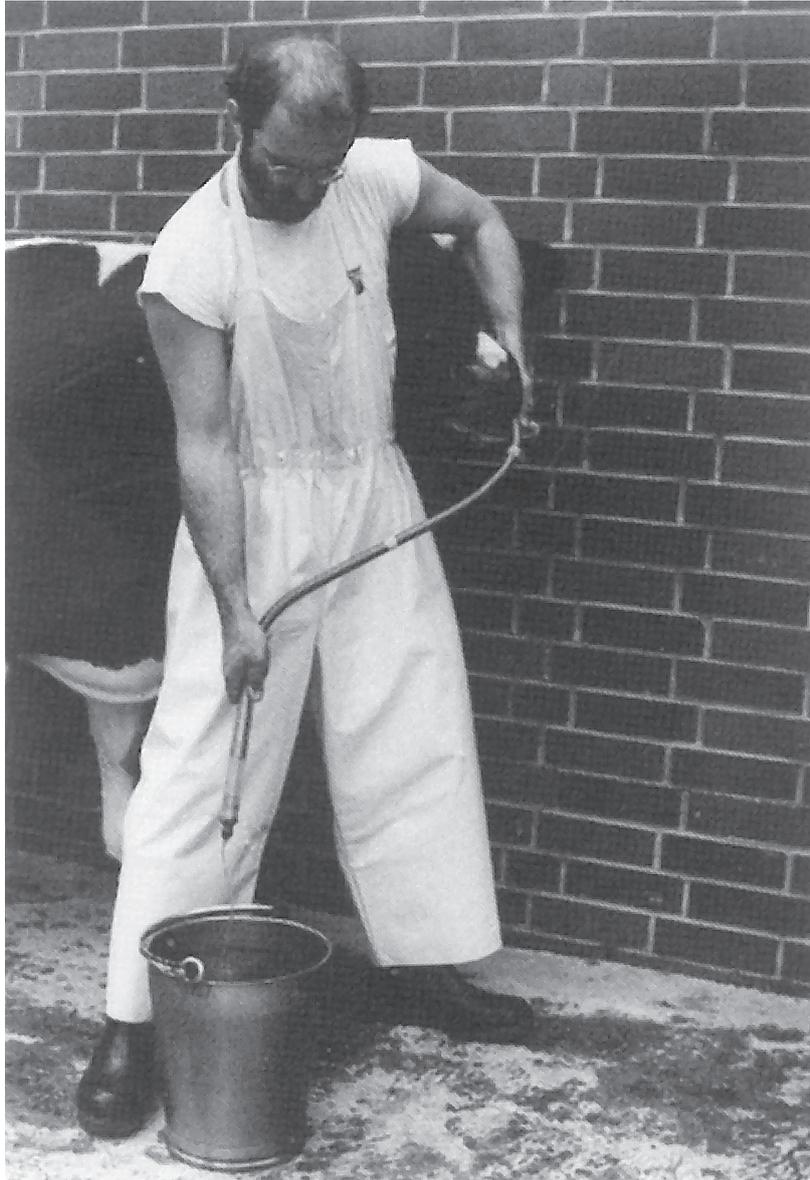


Abb. 20: Spontanabfluß von Panseninhalt über Maul-Pansen-Sonde unmittelbar nach dem Einführen

4 Zählung der zum Abpumpen von 2 l Pansensaft nötigen Kolbenbewegungen:

Die zur Gewinnung von 2 l Pansensaft erforderlichen Kolbenbewegungen wurden gezählt, wobei „eine Kolbenbewegung“ dem einmaligen, vollständigen Aus- und Einfahren des Kolbens entsprach. Nach Entnahme von 2 l Panseninhalt wurde die Pumpe von der Sonde abgenommen. Das aus dem Maul überstehende Ende der Sonde wurde dabei von der den Kopf des Tieres fixierenden Person gehalten.



Abb. 21: Gewinnung von Pansensaft mittels Maul-Pansen-Sonde und Saug-Druck-Pumpe

5 Zählung der während der Entnahme auftretenden Verstopfungen des Sondeninnenschlauchs:

Sollte der Kolben der Pumpe nicht ausfahrbar sein, so wurde das als Indiz einer Verstopfung der Sonde gewertet. In diesem Fall sollte die Sonde aus dem Tier entnommen und auf eine Verlegung des Sondeninnenschlauches hin überprüft werden. Die Anzahl bei Entnahme von 2 l Panseninhalt auftretenden Verstopfungen wurden notiert.

6 Manuelle Ermittlung der Lage des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum:

Anhand von 3 Kriterien ist die Lage des Sondenkopfes ermittelt worden. Unter Zugrundelegung des auf die äußere Haut aufgezeichneten Koordinatensystems und dessen Projektion auf den Hauben-Pansenraum ist über die Fistel manuell geprüft worden, in welchem Segment (I, II, III) das Sondenkopffende sich befindet und ob es dorsal (do) oder ventral (ve) der Horizontalen z liegt. Außerdem ist ebenfalls manuell per Fistel geprüft worden, ob der Sondenkopf Pansenzotten berührt (+) oder nicht berührt (-).

7 Zählung der nach Herausnahme der Sonde vollständig mit festen Futterpartikeln verstopften Sondenkopfföffnungen

8 Messung der für die Eingabe von 2 l Wasser über die Sonde benötigten Zeit.

9 Messung der für die Eingabe von 2 l Pansensaft über die Sonde benötigten Zeit:

Die Untersuchungen 8 und 9 fanden in je 15 Versuchen statt. An je 5 Tagen wurde bei jedem der Tiere täglich eine Messung vorgenommen. Integriert in obiges Untersuchungsschema wurde – jeweils nach Punkt 7 – die Sonde wie oben beschrieben wieder eingeführt, der Fülltrichter angeschlossen und die entsprechende Flüssigkeit eingegeben. Wir wählten Wasser als Untersuchungsmedium, da viele Vormagentherapeutika in Wasser aufgelöst verabreicht werden. Zur Eingabe von Pansensaft wurde vorher entnommener Saft verwendet (Abb. 22).



Abb. 22: Eingabe von Pansensaft über Fülltrichter und Maul-Pansen-Sonde

10 Messung der für die Reinigung des Gerätes nötigen Zeit:

Ziel der Reinigung war, am Gerät anhaftende Festpartikel zu entfernen. Sie erfolgte, indem der Sondenkopf mittels Wasserstrahl gesäubert, in einen bereitstehenden Wassergefüllten Eimer verbracht und die übrige Sonde auf den Fußboden gelegt wurde. Nachdem die Pumpe an die Sonde angeschlossen, der Kolben ausgefahren und die Pumpe wieder abgenommen wurde, floß Wasser aus dem Eimer über den Sondeninnenschlauch, diesen reinigend, ab. Währenddessen wurde die Sonde äußerlich mittels Wasserstrahl nach und nach auf gesamter Länge abgespült. Die Pumpe wurde von außen ebenfalls mittels Wasserstrahl, von innen durch Ansaugen von klarem Wasser aus dem Eimer gesäubert. Den Fülltrichter reinigten wir durch Eintauchen desselben in den wassergefüllten Eimer. Anschließend wurde die Sonde etwa in der Mitte angehoben, bis ihre beiden Enden frei hingen, damit das im Sondeninnenschlauch befindliche Wasser abfließen konnte. Es wurde dann der Zeitraum vom Aufdrehen des Wasserhahns bis zum vollständigen Abfluß des im Sondeninnenschlauchs befindlichen Wassers bestimmt. Wiewohl von Vorteil, kann auf das Abtrocknen des Geräts verzichtet werden, da die zum Bau des Geräts verwendeten Materialien wasserunempfindlich (rostfrei) sind.

PRÜFUNG DES GERÄTS AN KLINIKPATIENTEN

Das Gerät wurde des weiteren 20mal an Klinikpatienten geprüft. Es kam dabei an 3 Versuchstagen an 20 verschiedenen Tieren (V_1 - V_{20}) zwei Stunden bis unmittelbar vor der morgendlichen Fütterung zum Einsatz.

Bei diesen Untersuchungen wurden nur die oben beschriebenen Punkte 1-5 und 7 geprüft.

Neben den Ergebnissen wurden alle, etwa während der Prüfung an fistulierten Versuchstieren und Klinikpatientinnen auftretenden Besonderheiten protokolliert. Aus den Ergebnissen der Untersuchungspunkte 1-5 und 7-10 wurde der jeweilige Mittelwert errechnet und zusammen mit dem jeweiligen Minimal- und Maximalwert tabellarisch aufgeführt. Aus den Ergebnissen der Lagebestimmung des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum (Untersuchungspunkt 6) wurde für jeden der 3 Untersuchungskriterien die prozentuale Häufigkeit der Lagepositionen errechnet.

VERGLEICHENDE BESTIMMUNG VON pH-WERT, GESAMTAZIDITÄT, NATRIUM- UND KALIUM-GEHALT IN DEN PER MAUL-PANSEN-SONDE UND IN DEN PER STAB-SONDE ÜBER FISTEL ENTNOMMENEN PANSENSAFTPROBEN

Um zu klären, inwieweit mit dem für diese Untersuchungen entwickelten Gerät Pansensaftproben zu gewinnen sind, die für die Verhältnisse im Hauben-Panseninhalt repräsentativ sind, wurden vergleichende Untersuchungen vorgenommen.

Hierzu wurden je 30 Panseninhaltsproben per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel entnommen. Um mögliche Einflüsse der Entnahmeart auf die Untersuchungsergebnisse erfassen zu können, wurden die 30 Probenpaare in 2 Gruppen zu je 15 Probenpaaren unterteilt.

Probengruppe 1:

Probennahme per Maul-Pansen-Sonde vor der Probennahme per Stabsonde über Fistel.

Probengruppe 2:

Probennahme per Maul-Pansen-Sonde nach der Probennahme per Stabsonde über Fistel.

Besonderes Augenmerk richteten wir darauf, die per Maul-Pansen-Sonde und der per Stabsonde über Fistel gewonnenen Pansensaftproben stets vom gleichen Ort des Panseninneren zu entnehmen.

Als Versuchstiere dienten 3 fistulierte Versuchstiere (M, K, F), die an 10 Tagen, jeweils 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung, zur Pansensaftentnahme herangezogen wurden.

Zur Probennahme über die Fistel wurde eine Stabsonde aus einem Polyäthylenschlauch (1 = 1200, D = 14, d = 10) (Sahlberg, München) angefertigt, der an einem Ende auf die Länge von 50 mm mit Öffnungen (n = 40, q = 2), angeordnet in 8 schachbrettartig versetzten Reihen, versehen worden ist. Dieses Ende wurde apikal verschlossen, indem ein in der Bohrung veränderter (d = 14) Kugelknopf (DIN 319. Kunststoff, D = 32) mittels Sekundenkleber (Henkel, Düsseldorf) angefügt wurde. Am anderen Ende verband ein Schlauchstück aus Gummi (1 = 90, d = 13, w = 2) den Polyäthylenschlauch mit dem Schnellverschluß (Gardena, Ulm).

Um Beeinträchtigungen der Ergebnisse durch während der Sondierung zufließenden Speichel möglichst gering zu halten, wurden die Probennahmen ruhig, aber zügig vorgenommen, sowie die ersten 200 ml abgepumpten Vormageninhalts stets verworfen. Die Untersuchungen sind im einzelnen nach folgendem Schema durchgeführt worden:

Probengruppe 1:

Nach Öffnung der Pansenfistel wurde das Versuchstier in Ober- und Unterkiefergriff von einer Person fixiert (Abb. 22). Eine andere Person führte die Maul-Pansen-Sonde auf die Länge x ein und entnahm mittels Pumpe 200 ml Panseninhalt. Nach Lösen der Pumpe sicherte die den Kopf fixierende Person die Sonde gegen Verschiebungen in Längsrichtung. Von der entnommenen Probe wurden 100 ml in einen bereitstehenden Erlmeyer-Kolben entsprechender Größe verbracht, daraus in ein 10 ml fassendes Proberöhrchen 7 ml Panseninhalt abgegossen und dieses mittels Stopfen verschlossen. Auf den Probegefäßen wurden Entnahmetag, Versuchstier und Entnahmeart vermerkt.

Anschließend wurde, den Sondenkopf der Stabsonde mit der Hand umfassend, unter größtmöglicher Schonung der Zusammensetzung des Panseninhalts per Fistel der Sondenkopf der Maul-Pansen-Sonde aufgesucht und der Sondenkopf der Stabsonde unmittelbar neben dem Sondenkopf der Maul-Pansen-Sonde plaziert. Nach Herausnahme des Armes aus dem Panseninneren wurde dann mit einer weiteren Pumpe 200 ml Panseninhalt entnommen und - wie oben - portioniert und beschriftet. Die Lage des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde wurde dabei ebenfalls ermittelt und schriftlich festgehalten.

Probengruppe 2:

Auch hierbei wurde das Versuchstier nach Öffnung der Pansenfistel von einer Person im Oberkiefer- und Unterkiefergriff fixiert. Eine zweite Person dirigierte den Sondenkopf der Stabsonde manuell in den ventralen Pansensack, und zwar in das Segment II, ventral der Horizontalen z (Abb. 17/II, Abb. 18/II), jedoch so, daß der Sondenkopf keine Pansenzotten berührte. Nach Herausnahme des Armes aus dem Panseninneren wurden mittels Pumpe 200 ml Panseninhalt entnommen und die Stabsonde aus dem Tier entfernt. Nun wurde die Maul-Pansen-Sonde auf die Länge \bar{x} eingeführt und mit einer zweiten Pumpe 200 ml Pansensaft entnommen. Die Lage des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde wurde per Fistel ermittelt und protokolliert. Portionierung des Panseninhalts und Beschriftung der Probengefäße erfolgte wie bei Probengruppe 1.

Die Pansensaftproben wurden auf pH-Wert, Gesamtazidität, Na- und K-Gehalt untersucht.

Die Ermittlung des pH-Werts und der Gesamtazidität erfolgten direkt im Anschluß an die Entnahme der Proben. Nach vorsichtigem Umrühren wurden aus dem im Erlenmeyer-Kolben befindlichen Pansensaft 10 ml zur Bestimmung abpipettiert und - wie beschrieben - gegen NaOH titriert. Währenddessen wurden der pH-Wert des im Erlenmeyer-Kolben verbliebenen Panseninhalts potentiometrisch mittels Glaselektrode (Fa. Activion Glass Ltd., Halstead, Essex C 09 2 Ex, England) bestimmt.

Die Ermittlung des Na- und K-Gehalts erfolgte gesammelt nach Abschluß der Entnahmereihe. Die täglich gewonnenen Proben wurden solange bei -18° eingefroren, zum Untersuchungstermin aufgetaut und zweimal 10 min. bei 3000 U/min. zentrifugiert. Anschließend wurden ihr Na- und K-Gehalt mittels Atomabsorptionsspektrophotometer (Bodenseewerk, Perkin-Elmer, Überlingen) nach Angaben des Geräteherstellers bestimmt.

Aus den Ergebnissen der Lagebestimmung des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum (Untersuchungspunkt 6) wurde für jeden der 3 Untersuchungskriterien die prozentuale Häufigkeit der Lageposition errechnet.

Aus den Ergebnissen der pH-Wert-, Gesamtaziditäts-, Na-Gehalts- und K-Gehaltsbestimmung wurden für die Probengruppe 1 und für die Probengruppe 2, jeweils Mittelwert, Streuung, Minimal- und Maximalwert der Differenz zwischen Proben, die per Maul-Pansen-Sonde und denen die per Stabsonde über Fistel genommen wurden, errechnet. Außerdem wurde mittels t-Test geprüft, ob zwischen den Mittelwerten der Probengruppe 1 und denjenigen der Probengruppe 2 statistisch gesicherte Unterschiede bestanden.

ERGEBNISSE

VORVERSUCHE

Tab. 8: Abstand zwischen Inzisiven und kaudalstem Punkt des ventralen Pansenendblindsacks (a), Abstand zwischen Inzisiven und kaudalstem Punkt der linken 9. Rippe (b), Mittelwerte \bar{x} aus a und b (cm), der Versuchstiere M, K, F

Tier	a	b	x
M:	227	182	204,5
K:	224	182	203
F:	226	180	203

Der Mittelwert \bar{a} betrug 225 cm, der durchschnittliche Mittelwert \bar{x} 203,5 cm.

PRÜFUNG DES GERÄTS AN FISTULIERTEN VERSUCHSTIEREN

Das Einführen der Sonde wurde von den Tieren mit Ausnahme eines Falles ohne größere Aufregung geduldet. Stieß die Sonde auf Widerstand, so wurde das weitere Einführen der Sonde weniger durch Erhöhung der Schubkraft, als durch vorsichtiges Zurückziehen der Sonde um etwa 20 cm und erneutes Vorschieben derselben erreicht.

Tab. 9: Zur Einführung der Maul-Pansen-Sonde bei den Versuchstieren M, K, F an 10 Tagen (t1-t10) benötigte Zeit (sek.)

Versuchstier	tag									
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M:	43	47	57	47	60	30	28	42	29	76
K:	38	52	40	30	41	46	30	45	27	43
F:	31	44	30	25	47	28	41	44	40	42

Eintreten, Flußgeschwindigkeit und Gesamtdauer des Spontanabflusses von Panseninhalt waren unterschiedlich. Fallweise trat Spontanabfluß bereits während des Absenkens des äußeren Sondenendes ein. Bei anderen Versuchen dauerte es einige Sekunden, bis dieser erfolgte. Unterschiede bestanden auch in der Stärke des Strahls sowie der Gesamtdauer des spontanen Panseninhaltsabflusses. In 6 Untersuchungen floß nach zweiminütiger Frist und Anschließen der Pumpe weiter spontan Panseninhalt über diese ab. Auf diese Weise konnten, unter Begrenzung der nach Anschluß der Pumpe weiter spontan ablaufenden Menge Flüssigkeit auf 2 l, ohne Kolbenbewegungen bis zu 4,4 l Panseninhalt gewonnen werden.

Tab. 10: Menge (ml) des innerhalb von 2 Minuten bei den Versuchstieren M, K, F an 10 Versuchstagen (t1 _ t10) spontan abfließenden Panseninhalts

Versuchs- tag tier	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M:	1750	1250	950	600	700	1550	700	400	600	1150
K:	1450	1250	600	500	500	600	1150	1650	1950	1200
F:	1600	1100	700	1150	1150	1100	750	2200	1250	2400

Die nach dem Anschließen der Pumpe spontan abfließende Menge eingerechnet, konnten mit einer Ausnahme jeweils 2 l Pansensaft gewonnen werden. In diesem Einzelfall wurde der Entnahmeversuch wegen Widersetzlichkeit des Versuchstiers abgebrochen. Die Gewinnung des Panseninhalts wurde beschleunigt, indem die Pumpe während des Ausfahrens des Kolbens in Verlängerung der Sonde, und während des Einfahrens des Kolbens horizontal gehalten wurde. Trotz gründlicher Reinigung erwies sich der Kolben im Zylinderraum mitunter als schwergängig.

Tab. 11: Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft bei den Versuchstieren M, K, F an 10 Versuchstagen (t1-t10) erforderliche Zeit (sek.)

Versuchs- tag tier	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M:	150	480	335	325	360	320	490	415	335	240
K:	330	310	320	410	340	420	270	275	235	420
F:	220	315	315	480	330	385	./.	150	240	120

./.: Versuch wegen Widersetzlichkeit des Versuchstieres abgebrochen

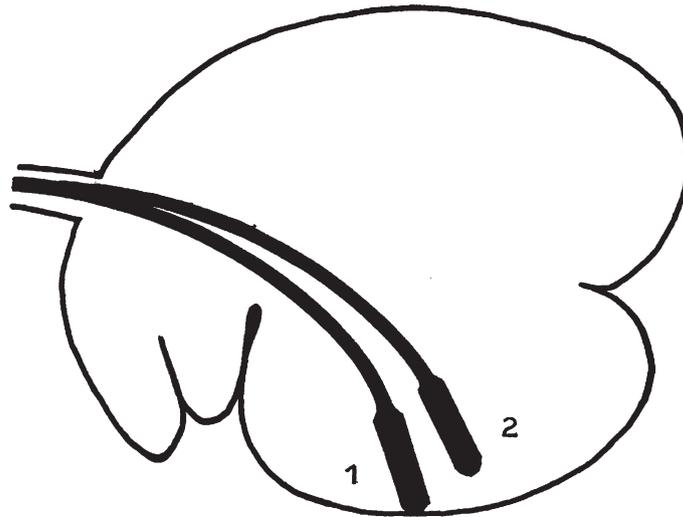


Abb. 23: Lageposition IIve+ (1) und IIve- (2) des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde im Hauben-Pansenraum der Versuchstiere M, K, F während der Probennahme vor der morgendlichen Fütterung

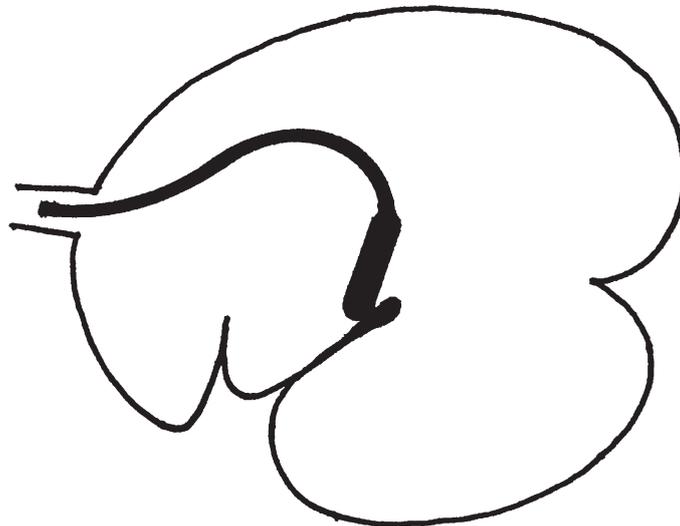


Abb. 24: Lageposition Ive+ des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde im Hauben-Pansenraum der Versuchstiere M, K, F während der Probennahme vor der morgendlichen Fütterung

In der Lageposition Ive+ traf der Sondenkopf ventral des kranialen Pansenhauptpfeilers auf die kaudale Wand des Schleudermagens. Durch das Einführen der Sonde auf die Länge von 203,5 cm wurde die kaudale Wand des Schleudermagens nach kaudal verschoben, wobei sich der im Hauben-Pansenraum befindliche Abschnitt der Sonde nach dorsal krümmte (Abb. 24). Nach Herausnahme der Sonde ist in solchen Fällen ein Abknicken der Zugfederspirale an deren Lötstelle um etwa 30° festgestellt worden.

Häufig kam es beim Herausziehen der Sonde aus dem Schlund zur Kontraktion der Schlundmuskulatur und damit zur Unterbrechung des Entnahmevergangs. Nach wiederholtem vorsichtigem Einwärtsschieben und Auswärtsschieben der Sonde um jeweils 20-50 cm konnte diese aber stets komplikationslos aus dem Versuchstier entnommen werden.

In 7 von 30 Untersuchungen wurden nach Herausnahme der Sonde vollständig mit festen Futterpartikeln verstopfte Sondenkopfföffnungen festgestellt. In den übrigen 23 Untersuchungen war der Sondenkopf lediglich mit Speichel und geringen Mengen Vormageninhalt benetzt, ohne daß die Durchlässigkeit der Sondenkopfföffnungen unterbrochen wurde.

Tab. 14: Anzahl der nach Herausnahme der Sonde aus den Versuchstieren M, K, F vollständig mit festen Futterpartikeln verstopften Sondenkopfföffnungen

Versuchstier	tag	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
		M:	0	10	24	36	0	0	0	0	0
K:	0	20	0	60	50	0	0	0	0	0	0
F:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 15: Zur Eingabe von 2 l Wasser bzw. 2 l Pansensaft bei den Versuchstieren M, K, F an jeweils 5 Versuchstagen (t1-t10) benötigte Zeit (sek.)

Versuchstier	tag	Wasser					Pansensaft				
		t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M:		56	60	41	53	61	46	59	44	46	50
K:		44	45	50	43	47	52	43	61	59	45
F:		44	70	51	50	45	60	50	./.	48	48

./.: Versuch wegen Widersetzlichkeit des Versuchstieres abgebrochen.

Tab. 16: Zur Reinigung des Gerätes nach seiner Anwendung bei den Versuchstieren M, K, F an 10 Versuchstagen (t1-t10) benötigte Zeit (sek.)

Versuchstier	tag									
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M:	87	153	93	97	100	118	83	69	57	63
K:	102	128	91	99	89	135	150	45	45	60
F:	95	132	103	90	75	150	120	56	65	60

Tab. 17: Mittelwert \bar{x} , Minimalwert x_{\min} und Maximalwert x_{\max} der bei Prüfung des Gerätes an fistulierten Versuchstieren erhaltenen Ergebnisse; 1 Zum Einführen der Sonde benötigte Zeit (sek.), 2 Menge des innerhalb von 2 Minuten spontan abfließenden Panseninhalts (ml), 3 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Zeit (sek.), 4 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Anzahl von Kolbenhüben, 5 Anzahl der Verstopfungen des Sondeninnenschlauches, 7 Anzahl der nach Herausnahme der Sonde aus den Versuchstieren vollständig mit festen Futterpartikeln verstopften Sondenkopfföffnungen, 8 Zur Eingabe von 2 l Wasser benötigte Zeit, 9 Zur Eingabe von 2 l Pansensaft benötigte Zeit (sek.), 10 Zur Reinigung des Gerätes nach seiner Anwendung benötigten Zeit (sek.)

Parameter:	1	2	3	4	5	7	8	9	10
\bar{x} :	41	1200	320	13,8	0	?	52	50	92
x_{\min} :	25	400	120	0	0	0	42	45	40
x_{\max} :	75	2400	490	25	0	60	70	60	150

Tab. 18: Prozentuale Häufigkeit (h) der Lageposition des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde im Hauben-Pansenraum bezogen auf 3 Untersuchungskriterien: Segment (I, II, III), Lage ventral (ve)/dorsal (do) einer Horizontalen z, Pansenzotten berührend (+)/nicht berührend (-), nach Anwendung der Sonde vor der morgendlichen Fütterung

Position Häufigkeit	I	II	III	ve	do	+	-
h:	6,7	93,3	0	100	0	73,3	26,7

Tab. 19: Prozentuale Häufigkeit (hb) der Lageposition des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde in Bereichen des Hauben-Pansenraums definiert durch 3 Untersuchungskriterien, bei Anwendung der Sonde vor der morgendlichen Fütterung

Position Häufigkeit	Ive+	IIve+	IIve-	Übrige
hb:	6,7	93,3	0	100

Während der Dauer der Versuchsreihe nahmen die Versuchstiere das ihnen angebotene Futter stets wie gewohnt auf. Durch das Gerät verursachte Verletzungen der Versuchstiere waren nicht festzustellen.

Trotz ordnungsgemäßen Anlegens der Pansenfistelverschlüsse trat über die Pansenfisteln stets etwas flüssiger Vormageninhalt aus. Deshalb war stets eine von der Fistelöffnung noch ventral verlaufende, an der äußeren Haut haftende Spur flüssigen Panseninhalts sichtbar.

Während der jeweiligen zum Zweck der Lagebestimmung des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde erfolgenden manuellen Exploration des Hauben-Pansenraums wurde festgestellt, daß in der überwiegenden Anzahl der Explorationen der Anteil flüssigen Panseninhalts geringer war, d. h. die Schicht knetbaren Panseninhalts überwog.

PRÜFUNG DES GERÄTS AN KLINIKPATIENTEN

Die bei der Prüfung des Geräts an fistulierten Versuchstieren gemachten Beobachtungen bestätigten sich während der Prüfung des Geräts an Klinikpatienten im wesentlichen.

Abweichend davon kam es hierbei allerdings nie zum Versuchsabbruch. In einem Fall ist während des Einführens der Sonde Regurgitation von Vormageninhalt beobachtet worden.

In 4 Untersuchungen floß nach zweiminütiger Frist und Anschließen der Pumpe weiter spontan Vormageninhalt über diese ab. So konnten, unter Begrenzung der nach Anschluß der Pumpe weiterhin spontan ablaufenden Menge Flüssigkeit auf 2 l, ohne Kolbenbewegung bis zu 3,7 l Panseninhalt gewonnen werden.

Tab. 20: Ergebnisse der Prüfung des Geräts an Klinikpatienten (V1-V20) gemäß Versuchsanordnung; 1 Zum Einführen der Sonde benötigte Zeit (sek.), 2 Menge des innerhalb von 2 Minuten spontan abfließenden Panseninhalts (ml), 3 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Zeit (sek.), 4 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Anzahl von Kolbenhüben, 5 Anzahl der Verstopfungen des Sondeninnensehlauches, 7 Anzahl der nach Herausnahme der Sonde aus den Versuchstieren vollständig mit festen Futterpartikeln verstopften Sondenkopfföffnungen

Versuchstier tag	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
1:	30	47	23	59	41	42	33	40	47	48
2:	1600	800	700	950	1450	1350	750	1000	1050	1150
3:	225	300	420	240	180	345	375	285	365	235
4:	15	13	10	10	3	6	7	12	22	10
5:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:	0	0	0	0	0	0	20	0	40	0

Tab. 20: (Fortsetzung)

Versuchs- tag \ tier	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
1:	40	25	32	38	45	31	29	43	52	50
2:	1750	1050	800	2200	400	750	1150	1800	500	1400
3:	180	330	360	120	480	300	240	175	425	240
4:	16	16	17	0	20	15	9	8	18	13
5:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7:	0	0	42	0	48	0	0	0	50	0

Tab. 21: Mittelwert \bar{x} , Minimalwert x_{\min} und Maximalwert x_{\max} der Ergebnisse aus der Prüfung des Geräts an Klinikpatienten gemäß Versuchsordnung; 1 Zum Einführen der Sonde benötigte Zeit (sek.), 2 Menge des innerhalb von 2 Minuten spontan abfließenden Panseninhalts (ml), 3 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Zeit (sek.), 4 Zum Abpumpen von 2 l Pansensaft erforderliche Anzahl von Kolbenhüben, 5 Anzahl der Verstopfungen des Sondeninnenschlauches, 7 Anzahl der nach Herausnahme der Sonde aus den Versuchstieren vollständig mit festen Futpartikeln verstopften Sondenkopfföffnungen

Parameter:	1	2	3	4	5	7
\bar{x} :	39	1135	291	11,5	0	10
x_{\min} :	25	400	120	3	0	0
x_{\max} :	59	2200	480	22	0	50

VERGLEICHENDE BESTIMMUNG VON pH-WERT, GESAMTAZIDITÄT, NATRIUM- UND KALIUM-GEHALT IN PER Maul-PANSEN-SONDE UND PER STABSONDE ÜBER FISTEL ENTNOMMENEN PANSENSAFTPROBEN

Tab. 22: Lage des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde (MPS) und der Stabsonde (SF) bezüglich eines auf die äußere Haut aufgezeichneten Koordinatensystems bei den Versuchstieren M, K, F an 10 Versuchstagen (t1-t10), jeweils 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung, unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probengruppen

Versuchstier	Probengruppe 1					Probengruppe 2					
	tag	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M _{MPS} :		IIve-	IIve-	Ive+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-
M _{SF} :		IIve-	IIve-	Ive+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-
K _{MPS} :		IIve-	IIdo-	Ive+	IIve-	IIve-	Ive+	IIdo-	IIve-	IIve-	IIve-
K _{SF} :		IIve-	IIdo-	Ive+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-
F _{MPS} :		IIve+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve+	IIve+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-
F _{SF} :		IIve+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve+	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-	IIve-

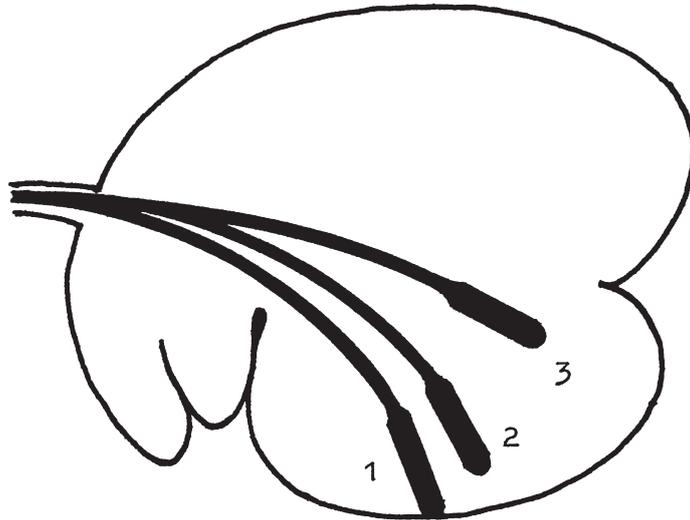


Abb. 25: Lagepositionen IIve+ (1), IIve- (2) und IIdo- (3) des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde im Hauben-Pansenraum der Versuchstiere M, K, F

Die Lageposition Ive+ entsprach der während der Prüfung des Gerätes vor der morgendlichen Fütterung festgestellten Lokalisation.

Tab. 23: Prozentuale Häufigkeit (h) der Lageposition des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde im Hauben-Pansenraum bezogen auf 3 Untersuchungskriterien: Segment (I, II, III), Lage ventral (ve)/dorsal (do) einer Horizontalen z, Pansenzotten berührend (+)/ nicht berührend (-), nach Anwendung der Sonde 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung

Position Häufigkeit	I	II	III	ve	do	+	-
h:	10	90	0	93,3	6,7	20	80

Tab. 24: Prozentuale Häufigkeit (hb) der Lageposition des Sondenkopfes der Maul-Pansen-Sonde in Bereichen des Hauben-Pansenraums definiert durch 3 Untersuchungskriterien, bei Anwendung der Sonde 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung

Position Häufigkeit	Ive+	IIve+	IIve-	IIdo-	Übrige
hb:	10	10	73,3	6,7	0

Tab. 25: pH-Werte (mmol/l) von Panseninhaltsproben, die an 10 Tagen (t1-t10) von 3 Versuchstieren M, K, F jeweils per Maul-Pansen-Sonde (MPS) bzw. per Stabsonde über Fistel (SF) vom gleichen Ort des Panseninneren gewonnen wurden (unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probengruppen)

Versuchs- tag tier	Probengruppe 1					Probengruppe 2				
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M _{MPS} :	6,45	6,43	6,45	6,46	5,90	6,08	6,28	6,29	6,21	6,02
M _{SF} :	6,42	6,34	6,36	6,45	6,02	6,23	6,17	6,44	6,09	6,15
K _{MPS} :	6,32	6,32	6,15	6,20	6,34	6,32	5,74	6,46	6,45	6,19
K _{SF} :	6,39	6,20	6,19	6,20	6,34	5,88	6,11	6,44	6,46	6,28
F _{MPS} :	6,97	5,95	6,11	6,36	6,55	6,32	6,31	6,91	6,77	6,71
F _{SF} :	6,97	5,90	5,95	6,24	6,44	6,25	6,46	6,85	6,84	6,70

Tab. 26: Gesamtazidität (klinische Einheiten) von Panseninhaltsproben, die an 10 Tagen (t1-t10) von 3 Versuchstieren M, K, F jeweils per Maul-Pansen-Sonde (MPS) bzw. per Stabsonde über Fistel (SF) vom gleichen Ort des Panseninneren gewonnen wurden (unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probengruppen)

Versuchs- tag tier	Probengruppe 1					Probengruppe 2				
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M _{MPS} :	13	15,5	19	18,5	23	25	18,5	20	16	24
M _{SF} :	16,5	18,5	20	19	23,5	22	20	19,5	18,5	23
K _{MPS} :	19,5	19	22,5	22,5	20	21	29,5	20	19,5	22
K _{SF} :	20	21	23	22,5	20	32	22,5	21	20	23
F _{MPS} :	9,5	25,5	23	18,5	18	21	19	13,5	19,5	17
F _{SF} :	9,5	26,5	25,5	21,5	22	22	20	13	19	18

Tab. 27: Na-Gehalt (mmol/l) in Panseninhaltsproben, die an 10 Tagen (t1-t10) von 3 Versuchstieren M, K, F jeweils per Maul-Pansen-Sonde (MPS) bzw. per Stabsonde über Fistel (SF) vom gleichen Ort des Panseninneren gewonnen wurden (unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probengruppen)

Versuchs- tag tier	Probengruppe 1					Probengruppe 2				
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M _{MPS} :	57,72	37,04	42,20	30,4	75,79	49,20	71,78	107,9	101,1	75,79
M _{SF} :	58,56	45,65	42,20	./.	79,24	38,76	68,90	136,7	104,5	79,24
K _{MPS} :	63,12	45,22	47,37	31,00	89,00	30,72	73,93	77,52	106,8	89,0
K _{SF} :	62,59	46,51	41,43	30,72	98,00	31,00	73,21	98,19	101,1	98,19
F _{MPS} :	65,45	44,79	40,91	45,64	120,6	38,76	68,90	71,49	105,7	120,6
F _{SF} :	64,31	40,48	43,93	34,45	91,29	33,88	77,52	78,95	105,7	91,29

./.: Proberöhrchen während der Zentrifugation zerbrochen.

Tab. 28: K-Gehalt (mmol/l) von Panseninhaltsproben, die an 10 Tagen (t1-t10) von 3 Versuchstieren M, K, F jeweils per Maul-Pansen-Sonde (MPS) bzw. per Stabsonde über Fistel (SF) vom gleichen Ort des Panseninneren gewonnen wurden (unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probegruppen)

Versuchs- tag tier	Probengruppe 1					Probengruppe 2				
	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
M _{MPS} :	53,14	28,34	71,61	66,22	21,91	81,62	43,12	17,71	20,02	17,71
M _{SF} :	54,29	63,14	68,51	./.	20,98	77,77	39,66	19,25	20,41	19,83
K _{MPS} :	65,45	78,54	72,19	86,24	19,25	80,08	27,72	20,10	33,88	19,83
K _{SF} :	58,91	73,92	72,77	80,08	20,21	83,16	44,66	23,10	28,95	20,03
F _{MPS} :	61,22	73,92	66,99	86,24	18,86	89,32	35,42	33,11	31,52	17,52
F _{SF} :	46,78	69,30	72,77	90,48	21,56	85,47	38,50	33,11	33,26	19,52

./.: Proberöhrchen während der Zentrifugation zerbrochen.

Tab. 29: Mittelwert \bar{x} , Streuung (s), Minimalwert (x_{\min}) und Maximalwert (x_{\max}) der Differenz von Panseninhaltsproben, bezüglich pH-Wert (mmol/l), Gesamtazidität (klinische Einheiten) Na- und K-Gehalt (mmol/l), die jeweils per Maul-Pansen-Sonde bzw. per Stabsonde über Fistel vom gleichen Ort des Panseninneren gewonnen wurden (unterteilt nach Entnahmefolge in 2 Probegruppen: P1, P2)

Parameter	\bar{x}		s		x_{\min}		x_{\max}	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
pH:	0,03	-0,01	0,07	0,17	-0,12	-0,37	0,16	0,44
G:	-1,4	0,5	1,3	3,6	-4,0	-11,0	0,0	7,0
Na:	1,97	-1,84	9,46	13,31	-9,0	-28,80	29,31	29,31
K:	-0,69	-1,18	11,12	5,16	-34,80	-16,94	14,44	4,93

Zwischen den jeweiligen Mittelwerten der Differenz von Probengruppe 1 und denjenigen der Probengruppe 2 konnte mittels t-test kein statistisch gesicherter Unterschied festgestellt werden.

DISKUSSION

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Gerät unterscheidet sich von den oben beschriebenen, derzeit käuflichen Geräten zur Pansensaftentnahme nach SØRENSEN und SCHAMBYE (Fa. Hauptner, Solingen; Fa. Eicke-meier, Tuttlingen und nach DIRKSEN (Fa. Eisenhut, Allschwill, Schweiz) wesentlich in einigen Punkten:

1. Als Gesamtlänge der Sonde wurden 2845 mm gewählt, wobei der Sondeninnenschlauch den als „Beißschutz“ dienenden Metallmantel (Zugfederspirale) nur um 95 mm überragt und mit einem Schnellverschluß versehen ist. Somit ist, bei Lage des Sondenkopfes im ventralen Pansensack das aus dem Maul hervorstehende Ende der Sonde unter das Niveau des Pansensees absenkbar, ohne dabei den Boden zu berühren (Abb. 20). Andererseits ist das aus dem Maul hervorstehende Ende der Sonde lang genug, um bei angeschlossenem Fülltrichter über das Niveau des Kopfes des Patienten angehoben werden zu können (Abb. 22). Ein zügiges Abfließen der einzugebenden Flüssigkeit kann damit gewährleistet werden.
2. Um ein Absinken des Sondenkopfes auf den Boden des ventralen Pansensacks zu bewerkstelligen, weist der Sondenkopf eine Masse von 1200 g auf.
3. Der Querschnitt der Sondenkopfföffnungen (2 mm) ist deutlich kleiner als der Innendurchmesser des Sondeninnenschlauchs (8 mm).
4. Anstatt eines mehrteiligen Vakuumsystems (bestehend aus Auffanggefäß, Verschlußstopfen mit Schlauchanschluß, Verbindungsschlauch und Handpumpe), das umständlich zu handhaben, reinigen und transportieren ist, wurde eine Saug-Druck-Pumpe entwickelt. Sie kann sowohl zum Abpumpen von Panseninhalt in ein bereitstehendes Gefäß als auch als Pumpe und Auffangbehälter für kleinere Mengen Panseninhalts verwendet werden. Die Saug-Druck-Pumpe ist einfach und sicher über einen Schnellverschluß an die Sonde anschließbar.
5. An die Sonde kann ebenso ein Fülltrichter angeschlossen werden. Sonde und Fülltrichter können damit zur Eingabe von über selbige Sonde gewonnenem Panseninhalt und flüssige Arzneimittel genutzt werden.

Das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Gerät besteht aus weniger Einzelteilen als die zur Pansensaftentnahme derzeit käuflichen Geräte und kann darüber hinaus auch zur Pansensaftübertragung sowie zur Eingabe von flüssigen Arzneimitteln verwendet werden.

Wie unsere Messungen zur Pansenanatomie ergaben, muß eine Maul-Pansen-Sonde beim erwachsenen Rind (Gewicht etwa 600 kg, Stockmaß etwa 135 cm) 180–225 cm weit eingeführt werden, um in den ventralen Pansensack zu gelangen.

Während der Untersuchungen wurde die Maul-Pansensonde auf die Länge von 2,0 m eingeführt.

Das Einführen der Sonde konnte von einer Person ohne größere Probleme bewältigt werden. Dazu wurden bei fistulierten Versuchstieren zwischen 25 und 75 Sekunden, durchschnittlich 41 Sekunden und bei Klinikpatienten zwischen 25 und 59 Sekunden durchschnittlich 39 Sekunden benötigt. Im Mittel aus beiden Prüfungsgruppen dauerte das Einführen der Sonde 40 Sekunden.

Wurde nach Einführen der Sonde ihr aus dem Maul hervorstehendes Ende bodenwärts gerichtet, so daß es sich auf einem niedrigeren Niveau als der Pansensee befand, kam es unterstützt durch Pansenkontraktionen nach dem Prinzip kommunizierender Röhren zu spontanem Abfluß von Panseninhalt über die Sonde. Die Länge der Sonde (2845 mm) erwies sich zu diesem Zweck bei den von uns verwendeten Versuchstieren als ausreichend.

Auf diese Weise konnte vor der morgendlichen Fütterung an fistulierten Versuchstieren innerhalb von 2 Minuten zwischen 400 und 2400 ml, durchschnittlich 1200 ml, Pansensaft gewonnen werden. Unter Verlängerung der Frist auf 4 Minuten flossen bis zu 4,4 l Panseninhalt spontan ab. An Klinikpatienten konnten innerhalb von 2 Minuten zwischen 400 und 2200 ml, durchschnittlich 1135 ml spontan abfließender Pansensaft entnommen werden. Wurde die Entnahmefrist auf 4 Minuten verlängert, so wurden auf diese Weise bis zu 3,7 l Panseninhalt gefördert.

Um 2 l mittels Saug-Druck-Pumpe zu entnehmen, wurden bei fistulierten Versuchstieren zwischen 120 und 490 Sekunden, durchschnittlich 320 Sekunden benötigt. Dazu waren zwischen 0 und 25, durchschnittlich 13,8 Kolbenhübe nötig. Bei Klinikpatienten dauerte die Entnahme von 2 l Panseninhalt mittels Saug-Druck-Pumpe zwischen 120 und 480 Sekunden, durchschnittlich 291 Sekunden. In dieser Untersuchungsgruppe waren dazu zwischen 3 und 22, durchschnittlich 11,5 Kolbenhübe nötig.

Der über Maul-Pansen-Sonde gewonnene Panseninhalt war entsprechend dem Querschnitt der Sondenkopfoöffnungen (2 mm) gefiltert. Zu Laboruntersuchungen ist dieser Pansensaft mit einer 10 ml fassenden Pipette pipettierbar.

Augenscheinliche Unterschiede in der pro Zeiteinheit von den Probanden beider Gruppen gewonnenen Menge Panseninhalts bei Spontanabfluß und Entnahme per Saug-Druck-Pumpe verlieren sich, wenn man die pro Zeiteinheit gewonnenen Mengen beider Entnahmearten summiert. In beiden Gruppen wurden pro Minute 0,46 l Pansensaft gefördert.

Diese Ergebnisse mögen verwundern, vermutet man doch „erwartungsgemäß“ eine vergleichsweise höhere Ausbeute von Panseninhalt bei der Gruppe der fistelfreien Klinikpatienten. Bei den fistulierten Versuchstieren kommt es nämlich durch den Verlust von flüssigem Panseninhalt über die Pansenfistel, insbesondere, wenn sich die Tiere in linker Seitenlage befinden, zur Verminderung der flüssigen Phase des Panseninhalts, was die Aussicht auf Entnahme größerer Mengen Panseninhalts schmälert. Dennoch waren die Unterschiede der für die Maul-Pansen-Sonde verfügbaren Mengen flüssigen Panseninhalts zwischen beiden Gruppen gering. Die Ursache dafür ist sicherlich in den Besonderheiten der Futter- und Tränkeaufnahme, sowie -verwertung und -ausscheidung in der Gruppe der Klinikpatienten zu suchen.

Während der gesamten Untersuchungen konnte in keinem Fall ein Verstopfen des Sondeninnenschlauchs festgestellt werden. Auftretende Abflußstörungen konnten durch Änderung der Sondenkopflage im Hauben-Pansenraum behoben werden.

Wurde die von uns entwickelte Sonde bei fistulierten Versuchstieren vor der morgendlichen Fütterung auf die Länge von 2,0 m eingeführt, so kam, der Sondenkopf bezüglich eines auf die äußere Haut aufgezeichneten Koordinatensystems zu 6,7 % im Segment I und zu 93,3 % im Segment II zu liegen. Er lag dabei immer ventral einer Horizontalen z und berührte zu 73,3 % Pansenzotten.

Bezogen auf durch obige drei Kriterien (Segment, Lage ventral/dorsal einer Horizontalen z, Pansenzotten berührend/nicht berührend) definierte Bereiche kam der Sondenkopf in 93,3 % der Fälle in den Bereichen IIve+, IIve-, IIIve+ und IIIve- und damit im ventralen Pansensack zu liegen. In 6,7 % der Fälle geriet der Sondenkopf in den Schleudermagen.

In entsprechenden Untersuchungen 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung lag der Sondenkopf in 10 % der Fälle im Segment I und in 90 % der Fälle im Segment II. In 93,3 % der Fälle befand er sich ventral der Horizontalen z und berührte in 20 % der Fälle Pansenzotten.

Bezogen auf die durch drei Kriterien definierten Bereiche kam der Sondenkopf in 83,3 % der Fälle in den Bereichen IIve+, IIve-, IIIve+ und IIIve- und damit im ventralen Pansensack zu liegen. In 10 % der Fälle geriet der Sondenkopf in den Schleudermagen, in 6,7 % der Fälle in die Pansenmitte (Lagebereich IIdo-).

Die Unterschiede in der Lage des Sondenkopfes im Hauben-Pansenraum bezüglich des Untersuchungszeitpunkts ist aus der verschiedenen Konsistenz des Panseninhalts zu erklären: Die festere Konsistenz des Panseninhalts 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung erschwert die Passage der Sonde in Richtung ventraler Pansensack.

Das Ablenken des Sondenkopfes in den Schleudermagen ist zum einen aus dem Verhältnis der Masse des Sondenkopfes zum Grad der Flexibilität der Zugfederspirale zu erklären. Zum anderen stellt der kraniale Hauptpfeiler des Pansens während der Kontraktion des Schleudermagens ein erhebliches Hindernis auf dem Weg der Sonde in den ventralen Pansensack dar.

Nach Herausnahme der Sonde aus dem jeweiligen Versuchstier konnte in 7 von 30 Untersuchungen an fistulierten Versuchstieren vollständig von festen Futterpartikeln verstopfte Sondenkopfoffnungen festgestellt werden, wobei zwischen 10 und 60 Öffnungen verlegt waren. Während der 30 Untersuchungen verstopften durchschnittlich 7 von 264 (bzw. 0,03 %) der Sondenkopfoffnungen.

An Klinikpatienten traten in 5 von 20 Untersuchungen Verstopfungen des Sondenkopfes auf, wobei zwischen 10 und 50 Öffnungen betroffen waren. Über die gesamte Versuchsreihe gesehen verstopften durchschnittlich 10 von 264 (bzw. 0,04 %) der Sondenkopfoffnungen.

Die Eingabe von 2 l Wasser über Fülltrichter und Sonde dauerte zwischen 40 und 72 Sekunden, durchschnittlich 52 Sekunden. Zur Eingabe von 2 l per Maul-Pansen-Sonde gewonnenen Panseninhalts wurden zwischen 45 und 60 Sekunden, durchschnittlich 50 Sekunden benötigt. In Wasser gelöste Arzneimittel sind somit in etwa gleicher Zeit wie über Maul-Pansen-Sonde gewonnener Panseninhalt applizierbar.

Stehen ein Wasserhahn mit Schlauchanschluß sowie ein wassergefüllter Eimer zur Verfügung, so dauert die Reinigung des Gerätes nach beschriebener Vorgehensweise zwischen 40 und 150 Sekunden, durchschnittlich 92 Sekunden.

Aus verfahrenstechnischen Gründen war es während der die Entnahme von Pansensaft per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel vergleichenden Untersuchungen nicht immer möglich, die Proben von exakt dem gleichen Punkt des Panseninneren zu gewinnen. In der Probegruppe 1 kam es nach dem manuellen Einführen der Stabsonde über die Fistel und der Platzierung ihres Sondenkopfes neben dem Sondenkopf der Maul-Pansensonde infolge der Herausnahme des Armes aus dem Hauben-Pansenraum zu geringen Lageänderungen der Stabsonde, so daß sich die Lage der Sondenköpfe beider Sonden zueinander veränderte. In der Probegruppe 2 konnte auf Grund der Bauart der Maul-Pansen-Sonde deren Sondenkopf nicht exakt an denjenigen Entnahmeort dirigiert werden, an dem zuvor per Stabsonde über Fistel die Probenahme erfolgte. In 80 % der Fälle konnten jedoch die Probenpaare der Probegruppe 2 aus ein und dem selben Bereich des Rauben-Pansenraums (ventraler Pansensack) gewonnen werden.

Die auf verschiedene Art gewonnenen Proben der Probegruppe 1 unterschieden sich hinsichtlich pH-Wert, Gesamtazidität, Na- und K-Gehalt nur geringfügig:

Im Durchschnitt wiesen die per Maul-Pansen-Sonde gewonnenen Proben einen um 0,03 Einheiten höheren pH-Wert, eine um 1,4 klinische Einheiten niedrigere Gesamtazidität, einen um 1,97 mmol/l höheren Na-Gehalt und einen um 0,69 mmol/l niedrigeren K-Gehalt auf, als die per Stabsonde über Fistel gewonnenen Proben.

In der Probegruppe 2 unterschieden sich die auf verschiedene Art gewonnenen Proben hinsichtlich pH-Wert, Gesamtazidität, Na- und K-Gehalt ebenfalls nur geringfügig:

Hierbei wiesen die per Maul-Pansen-Sonde gewonnenen Proben im Durchschnitt einen um 0,01 Einheiten niedrigeren pH-Wert, einen um 0,5 klinische Einheiten höhere Gesamtazidität, einen um 1,84 mmol/l niedrigeren Na-Gehalt und einen um 1,18 mmol/l niedrigeren K-Gehalt als die per Stabsonde über Fistel entnommenen Proben auf.

Auf Grund der sehr geringen Unterschiede im pH-Wert, der Gesamtazidität, dem Na- und K-Gehalt zwischen Pansensaftproben die per Maul-Pansen-Sonde und Pansensaftproben die per Stabsonde über Fistel in beiden Probegruppen gewonnen wurden, konnte nachgewiesen werden, daß hinsichtlich dieser Parameter über die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Maul-Pansen-Sonde für den Ort der Entnahme repräsentative Panseninhaltsproben gewinnbar sind.

VAN ADRICHEM (1962), STEGER et al. (1968), DIRKSEN u. SEIDEL (1975) und WAGNER (1984) stellten unter anderem hinsichtlich pH-Wert, Na- und K-Gehalt Unterschiede zwischen per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel entnommenen Panseninhaltsproben fest. BRUNS u. KAUFMANN (1968) ermittelten hinsichtlich selbiger Parameter Unterschiede in per Hand und per Maul-Pansensonde entnommenen Pansensaftproben. Hinsichtlich der gleichen Parameter fand HOLLBERG (1983)

Unterschiede zwischen per Maul-Pansen-Sonde und per Punktion des kaudoventralen Pansensacks entnommenen Panseninhaltsproben (Tab. 6).

Mit Ausnahme von STEGER et al. (1968) führten diese Autoren die ermittelten Unterschiede zwischen beiden Arten der Entnahme auf während der Sondierung mittels Maul-Pansen-Sonde zufließenden Speichel zurück.

In den hier vorliegenden Untersuchungen konnten bei Entnahme der Proben jeweils vom selben Ort des Hauben-Pansenraums hinsichtlich pH-Wert, Na- und K-Gehalt nur sehr geringe Unterschiede zwischen per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel entnommenen Panseninhaltsproben festgestellt werden.

Die durchschnittlichen Unterschiede im pH-Wert, Gesamtazidität, Na- und K-Gehalt zwischen per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel entnommenen Proben der Probengruppe 1 wurden mit denjenigen der Probengruppe 2 mittels t-test verglichen. Es konnte für keinen dieser Parameter ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen bei den Probegruppen ermittelt werden.

Somit beeinflusste die Reihenfolge der Entnahme (erst Maul-Pansen-Sonde dann Stabsonde über Fistel, bzw. umgekehrt) die Höhe der Differenz zwischen per Maul-Pansen-Sonde und per Stabsonde über Fistel gewonnenen Panseninhaltsproben hinsichtlich obiger Parameter in vorliegenden Untersuchungen nicht.

Im Zuge von Speichelbeimengungen kommt es zu meßbaren Veränderungen des pH-Werts, Na- und K-Gehalts im Pansensaft. Mit steigendem Speichelanteil steigt der pH-Wert und der Na-Gehalt im Pansensaft. Der K-Gehalt im Pansensaft fällt mit steigendem Speichelanteil. Nach WAGNER (1984) sind diese Parameter geeignet den Speichelzufluß zu per Maul-Pansen-Sonde abgesaugtem Pansensaft zu ermitteln, vergleicht man deren Ergebnisse aus per Maul-Pansen-Sonde und per Fistel entnommenen Pansensaftproben.

Demnach konnten in den vorliegenden Untersuchungen keine Speichelbeimengungen in per Maul-Pansen-Sonde aus dem ventralen Pansensack entnommenen Proben nachgewiesen werden.

Konzeption und Ausführung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Gerätes haben sich in vorliegenden Untersuchungen sowohl zur Gewinnung repräsentativer Pansensaftproben zu diagnostischen Zwecken als auch zur Entnahme und Eingabe therapeutischer Mengen Panseninhalts sowie zur Eingabe wasserlöslicher Substanzen als zweckdienlich erwiesen.

Das Gerät ist einfach zu handhaben, schnell zu reinigen und unter vergleichsweise geringem Raumaufwand transportabel.

Um störungsfrei funktionstüchtig zu sein bedarf der Ansatz der Zugfederspirale am Sondenkopf allerdings einer Verbesserung und die Saug-Druck-Pumpe zur Behebung der phasenweisen Schwergängigkeit einer technischen Überarbeitung.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde ein Gerät zur Pansensaftentnahme, Pansensaftübertragung und Eingabe von flüssigen Arzneimitteln entwickelt und geprüft:

1. Das Gerät setzt sich zusammen aus einer Maul-Pansen-Sonde, einer Saug-Druck-Pumpe und einem Fülltrichter.

Die Maul-Pansensonde (L = 2845) besteht aus einer Zugfederspirale (V2A, $D_d = 3$, $D = 18$), einem mit Perforationen ($q = 2$, $n = 264$) versehenen Sondenkopf (Messing, L = 185, $D = 40$, $g = 1200$) und einem Innenschlauch ($d = 8$, $w = 1,5$) mit Schnellverschluß. Als Hubkolbenpumpe dient eine 200 ml fassende Kunststoffspritze mit aufgeschraubtem Ventilsystem. Anstatt der Pumpe kann ein Fülltrichter über Schnellverschluß an die Sonde angeschlossen werden. Details werden beschrieben.

2. Das Gerät wurde an fistulierten Versuchstieren (30 Einsätze) und Klinikpatienten (20 Einsätze), jeweils vor der morgendlichen Fütterung, geprüft:

Nach Einführen der Sonde auf eine Länge von 2,0 m flossen innerhalb von 2 min. durchschnittlich 1,16 l Panseninhalt spontan ab. Zur anschließenden Entnahme von 2 l Panseninhalt wurden durchschnittlich 5,0 min. benötigt. Wie an fistulierten Versuchstieren festzustellen war, befand sich der Sondenkopf dabei zu 93,3 % im ventralen Pansensack. Verstopfungen des Sondeninnenschlauchs traten nicht, Verstopfungen der Sondenkopfoöffnungen nur in zu vernachlässigendem Umfang auf. Die Eingabe von 2 l Flüssigkeit dauerte knapp eine Minute, die Reinigung des Gerätes durchschnittlich 1,5 min.

3. Bei Untersuchungen (30 Einsätze) 3-4 Stunden nach der morgendlichen Fütterung kam der Sondenkopf nach Einführen der Sonde auf 2,0 m in 83,3 % der Fälle im ventralen Pansensack zu liegen.

Werden Panseninhaltsproben von annähernd der gleichen Stelle des ventralen Pansensacks entnommen, so ist die Differenz hinsichtlich pH-Wert, Gesamtazidität, Na- und K-Gehalt in den per Maul-Pansen-Sonde bzw. den per Stabsonde über Fistel gewonnenen Proben äußerst gering. Die Reihenfolge der Entnahme (erst Maul-Pansen-Sonde, dann Stabsonde bzw. umgekehrt) beeinflusst die Höhe dieser Differenz nicht.

GEISHAUSER, T. D. (1987):

Development and testing of a device for sampling or transferring rumen fluid, and for administration of liquid medicaments

SUMMARY

Within the scope of the present study a device for sampling rumen fluid, transferring rumen fluid and for administration of liquid medicaments into the rumen was developed and tested.

1. The device consists of an oro-ruminal sampler, a pump and a funnel.

The oro-ruminal sampler (2845 mm long) consists of a spiral spring (V2A-steel, diameter of wire 3 mm, OD 18 mm), a suction head (brass, 185 mm long, OD 40 mm, weight 1200 g) with perforations (number 264, diameter 2 mm) and an inner tube (ID 8 mm, OD 11 mm). A plastic syringe (volume 200 ml) with a screwed in ventil-system was used as a pump. Instead of the pump, a funnel can be connected at the sampler. Details are described.

2. Trials of the device were carried out in fistulated cows (30 examinations) and clinic patients (20 examinations), before these animals were fed in the morning.

Inserting the sampler for 2,0 m, an average amount of 1.16 l of rumen fluid flowed out spontaneously via sampler within 2 minutes. To obtain a sample of 2 l via pump subsequently, it took an average time of 5.0 minutes. In fistulated cows, the suction head was located in 93.3 % of the cases in the ventral sack of the rumen. There were no obstructions found in the samplers tube, and only irrelevant obstructions in the perforations of the suction head. Applying an amount of 2 l of liquid via funnel and sampler took approximately 1 minute, cleaning the whole device took 1.5 minutes.

3. Inserting the sampler for 2.0 m 3-4 hours after the cows were fed in the morning (30 examinations), the suction head was located in 83.3 % of the cases in the ventral sack of the rumen.

Taking samples of rumen content from nearly the same point of the ventral sack, the samples taken via oesophagus and via fistula showed nearly no difference in pH, total acidity, Na- or K-contents. The sequence of taking the samples did not influence the amount of this difference.

Гайсхаузер, Т.Д. (1987 г.):

Разработка и проверка аппарата для взятия и переноса рубцового сока, так и для вливания жидких лекарственных веществ у крупного рогатого скота.

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является разработка и проверка аппарата для взятия и переноса рубцового сока, так и для вливания жидких лекарственных веществ.

1. Аппарат состоит из рото-рубцового зонда, пневматического вакуумного насоса и загрузочной воронки.

Рото-рубцовый зонд (длина 2845 мм) состоит из натяжной спиральной пружины (сталь типа V2A, калибр проволоки 3 мм, наружный диаметр 18 мм), перфорированной (разрез перфораций 2 мм, количество 264) головки (латунь, длина 185 мм, наружный диаметр 40 мм, вес 1200 г) и из внутренней трубки (внутренний диаметр 8 мм, толщина стенки 1,5 мм) с быстродействующим затвором. Насосом служит пластмассовый шприц, вмещающий 200 мл, с навинченной системой вентиля. Вместо насоса к зонду можно присоединить загрузочную воронку посредством быстродействующего затвора. Подробное описание приводится в работе.

2. Проверка проводилась у фистулированных подопытных животных (30 раз) и у пациентов в клинике (20 раз), в каждом случае до утреннего кормления:

после введения зонда на длину 2,0 м в среднем спонтанно вытекали 1,16 л рубцового содержимого за 2 мин.

Последующее взятие двух литров рубцового сока в среднем продолжалось 5 мин. Как было установлено у фистулированных подопытных животных, головка зонда при этом находилась в 93,3 % в каудо-вентральной части рубца.

Закупорки внутреннего шланга зонда совсем не появились, а на возникшие закупорки отверстий головки не требуется обращать внимание. Для вливания двух литров жидкости потребовалось неполная минута, а на чистку аппарата потребовалось в среднем 1,5 мин.

3. При исследованиях, проведённых за 3–4 часа после утреннего кормления (30 раз), головка введённого на 2,0 м зонда в 83,3 % случаев расположилась в каудо-вентральной части рубца.

Если взятия рубцового содержимого проводятся на приблизительно подобных каудо-вентральной части рубца, то pH, общая кислотность Na- и K-содержимое в пробах, взятых посредством рото-рубцового зонда или неподвижного энда с помощью фистулы, отличаются незначительно. Порядок взятия (сначала рото-рубцовой зонд, потом неподвижный зонд или наоборот) эти отличия не увеличивает.

SCHRIFTTUMSVERZEICHNIS

- ANON. (1987):
Veterinärinstrumente.
Fa. Aesculap-Werke AG, Tuttlingen
- ANON. (1987):
Veterinärmedizinische Erzeugnisse.
Fa. Albrecht GmbH & Co. KG, Aulendorf
- ANON. (1987):
Einkaufshandbuch.
Fa. Bertram GmbH, Hannover
- ANON. (1987):
Veterinärinstrumente.
Fa. J. Schmidt KG, Tuttlingen
- ANON. (1987):
Veterinärmedizinische Geräte.
Fa. Eisenhut AG, Allschwill, Schweiz
- ANON. (1987):
Gartenmagazin.
Fa. Gardena, Ulm
- ANON. (1987):
Katalog A-1/3.
Fa. Hauptner, Solingen
- ANON. (1987):
Katalog.
Fa. Labomed, Bad Oldesloe
- ANON. (1987):
Preisliste Februar 1987.
Fa. Lehnecke, Schortens
- ANON. (1987):
Preisliste.
Fa. Vogel KG, Stuttgart
- ADRICHEM, P. W. M. van (1962):
De invloed van het voeder op einige fermentatieprodukten in de pens van normale runderen en van acetonaemiepatienten.
Hoorn, Proefschrift
- ANDRES, J. (1960):
Ein neuer Saug-Druck-Apparat für die tierärztliche Praxis.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 102, 600-606
- BAILEY, C. B. (1961):
Saliva secretion and its relation to feeding in cattle.
4. The relationship between the concentrations of sodium, potassium, chloride and inorganic phosphate in mixed saliva and rumen fluid.
Brit. J. Nutr. 15, 489-498

- BELOUSSOV, N. M., A. M. ŠČITOV u. A. K. VACHROV (1966):
(Gewinnung von flüssigem Panseninhalt bei Zuchtbullen.) (russisch)
Veterinarija 43, Nr. 6, 83-84
- BENNINK, M. R., T. R. TYLER, G. M. WARD u. D. E. JOHNSON (1978):
Ionic milieu of bovine and ovine rumen as affected by diet.
J. Dairy Sci 61, 315-323
- BOGDANOV, M. (1968):
Über die Anwendung von Lotagen in der Veterinärgynäkologie.
Tierärztl. Umsch. 23, 338-341
- BRUNS, H., u. W. KAUFMANN (1968):
Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Schlundsonde zur Messung der
bakteriellen Verdauungsvorgänge in den Vormägen von Milchkühen.
Z. Tierphysiol. 24, 1-9
- BRYANT, A. M. (1964):
Variations in the pH and volatile fatty acid concentration within the
bovine reticulo-rumen.
N. Z. J. agr. Res. 7, 694-706
- DAVEY, A. W. F. (1964):
Sampling the contents of the rumen of the dairy cow.
N. Z. agr. Res. 8, 409-411
- DAVEY, A. W. F. (1965):
Variations in ruminal pH, volatile fatty acid concentration and
proportions of the individual acids.
Proc. N. Z. Soc. Anim. Prod. 25, 106-118
- DIERNHOFER, K. (1953):
Verabreichung von Panseninhalt bei Verdauungsstörungen der Wiederkäuer.
Wien. tierärztl. Monatsschr. 40, 398-402
- DIRKSEN, G. (1975):
Eine lenkbare Sonde zur gezielten Entnahme von Pansensaft beim Rind.
Tierärztl. Umsch. 30, 367-370
- DIRKSEN, G. (1981):
Indigestionen beim Rind.
Schnetztor Verlag, Konstanz
- DIRKSEN, G. (1977):
Verdauungsapparat.
in: G. Rosenberger (Hrsg.) (1977) Die klinische Untersuchung des Rindes
2. Aufl.
Verlag Parey, Berlin u. Hamburg, S. 228-241
- DIRKSEN, G. u. W. SEIDEL (1975):
Erfahrungen mit der Pansensaftentnahme beim Rind, insbesondere bei
Anwendung der lenkbaren Sonde.
Tierärztl. Umsch. 30, 370-373
- DOBSON, A. (1963):
Changes in composition of saliva of cows on grazing heavily fertilized
grass.
Res. Vet. Sci. 4, 238-246

- DOLEŽEL, F., S. BARTOŠ u. A. JUKL (1969):
(Apparat zur Entnahme und Filtration der Pansenflüssigkeit unter anaeroben Bedingungen.) (tschechisch)
Vet. Med. (Praha) 14, 545-548
- ENGELHARDT, W. von, H. HÖLLER u. H. HOERNICKE (1963):
Pump for rapid mixing of rumen contents during experiments with small ruminants.
J. Dairy Sci. 46, 65-66
- EVGRAFOV, A. R. (1940):
(Vakuumapparat zum Auspumpen des Mageninhalts und zum Magenspülen.)
(russisch)
Sovet. Vet. 4, 78
- FENNER, H., F. N. DICKINSON u. H. D. BARNES (1969):
Effect of level of feed intake and time of sampling after feeding on concentrations of dissolved sodium, potassium, calcium, magnesium and phosphorus in bovine rumen fluid.
J. Dairy Sei. 52, 205-210
- FORENBACHER, S. (1973):
Pansensaftuntersuchung.
Tierärztl. Prax. 1, 481-487
- FRANZ, W. (1968):
Zur Technik der Pansensaftentnahme beim Schaf.
Monatsh. Veterinärmed. 23, 583-584
- GAUSSERS, B. (1965):
Méthode de prélèvement automatique de la phase liquide des contenus de rumen.
Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys. 5, 407-411
- GERLE, R. (1954):
Angående behandling av visst slags indigestion hos nötkreatur.
(Über die Behandlung gewisser Indigestionen beim Rindvieh.)
Medl. Sver. Vet. 6, 113-114
- GRÄNZER, W. (1972):
Ein neues Pansensaftentnahmegerät für Kälber.
Tierärztl. Umsch. 27, 484-486
- HILL, C. G., u. R. BRISTOW (1923):
The use of the stomach pump in horse and cattle practice.
Vet. J. 79, 348-350
- HANUŠ, K. (1962):
(Eine Kanüle für permanente Fisteln des Gastrointestinaltraktes bei Wiederkäuern.) (tschechisch)
Ziv. vyr. 7, 85-96
- HÖLZER, K. (1966):
Über die Bedeutung der Pansensaftuntersuchungen für die klinische Diagnostik von Erkrankungen des Vormagen-Labmagen-Komplexes.
Leipzig, Karl-Marx-Universität, Veterinärmedizinische Fakultät, Diss.

- HOFIREK, B. (1970):
 (Eine einfache Methode zur Gewinnung von Pansensaft zu diagnostischen Zwecken beim Rind.) (tschechisch)
 Vet. Med. (Praha) 15, Nr. 2, 89-95
- HOFLUND, S., u. L. F. KARLSSON (1963):
 Veränderungen in Pansenproben während der Zeit zwischen der Probeentnahme und der chemischen Untersuchung.
 Ber. 17. Welt-Tierärzte-Kongr., Hannover 2. 1379-1380
- HOFMANN, W. (1986):
 Pansensaftuntersuchung.
 VET 8, 20-23
- HOLLBERG, W. (1983):
 Vergleichende Untersuchungen mittels SCHAMBYE-SØRENSEN-Sonde und durch Punktion des kaudoventralen Pansensacks gewonnenen Pansensaftproben.
 Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- HOLTENIUS, P., G. BJÖRCK u. S. HOFLUND (1959):
 Die Untersuchung von Pansensaftproben.
 Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 66, 554-558
- HORSTMANN, G. (1956):
 Untersuchung des Pansensafts gesunder Rinder bei Weidegang und Stallfütterung sowie nach Behandlung mit antibiotischen Mitteln.
 Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- HULL, M. W. (1978):
 Rumen-fluid sampling device.
 Am. J. Vet. Res. 39, 509
- ISMAILOV, F. K. (1978):
 (Methode zur Entnahme von Pansensaft bei Kühen.) (russisch)
 Veterinarija 55. Nr. 2, 80
- IVANOV, I. (1964):
 (Untersuchungen des Panseninhalts bei einigen Erkrankungen der Vormägen des Rindes.) (bulgarisch)
 Naucni tr. Vet. med. inst. (Sofia) 12, 231-235
- JACHENS, C. (1957):
 Pansensaftuntersuchungen bei Rindern mit Erkrankungen des Verdauungskanals.
 Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- JENTSCH, W., u. H. WITTENBURG (1969):
 Zur Methodik der Entnahme und Analytik des Pansensaftes von Rind und Schaf.
 Arch. Tierernähr. 19, 249-258
- JOSZT, B. (1970):
 (Eine modifizierte Sonde nach SØRENSEN u. SCHAMBYE zur Entnahme von flüssigem Panseninhalt bei Kühen.) (polnisch)
 Med. weter. 26, 92-94

- KAFKA, H. (1951):
Die Übertragung von Panseninhalt vom gesunden zum kranken Rind.
Wien. tierärztl. Monatsschr. 38, 576-577
- KALTENBÖCK, K. (1964):
über die Behandlung der Schaumgärung im Pansen mit Hilfe einer
kreisförmigen Sonde.
Wien. tierärztl. Monatsschr. 51, 767-774
- KAUFMANN, W. (1972):
über die Regulierung des pH-Werts im Hauben-Pansenraum der Wiederkäuer.
Tierärztl. Umsch. 27, 324-328
- KAUFMANN, W., u. H. HAGEMEISTER (1969):
Das Puffersystem in den Vormägen von Rindern.
Z. Tierphysiol. 25, 157-168
- KAY, R. N. B. (1958):
Continuous and reflex secretion by the parotid gland in ruminants.
J. Physiol. 144, 463-475
- KAY, R. N. B., u. A. T. PHILIPSON (1959):
Responses of the salivary glands to distension of the oesophagus and
rumen.
J. Physiol. 148, 507-522
- KEINDORF, H.-J., u. R. LINK (1971):
Zur Praxis der Pansensaftentnahme beim Rind.
Monatsh. Veterinärmed. 26, 137-139
- KLEBER, W. (1976):
Pansensaftentnahme beim Rind für therapeutische Zwecke.
Tierärztl. Umsch. 31, 58
- KLEIN, M. (1970):
Einführung in die DIN-Normen.
Verlag Teubner, Stuttgart
- KLEIN, W., u. R. MÜLLER (1941):
Das Eiweißminimum, die zymogene Symbiose und die Erzeugung von
Mikrobeneiweiß im Pansen aus Stickstoffverbindungen nicht eiweißartiger
Natur (ein Beitrag zur Biologie des Wiederkäuers). 8. Mitteilung.
Z. Tierz. Züchtungsbiol. 48, 255-276
- KLINIK FÜR RINDERKRANKHEITEN DER TIERÄRZTLICHEN HOCHSCHULE, Hannover
(1987):
Merkblatt zur Pansensaftuntersuchung für den Gebrauch in den klinikeigenen
Labors.
Klinik für Rinderkrankheiten der Tierärztlichen Hochschule, Hannover
- KNAPPEN, R. (1966):
Kontinuierliche Analysen in der Pansenflüssigkeit in vivo.
1. Mitteilung. Zur Methode der langfristigen kontinuierlichen
Pansensaftentnahme.
Z. Tierphysiol. 21, 318-326

- KOLB, E. (1980):
Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. 4. Aufl. Bd. 1
Verlag Fischer, Jena
- KUMSIEV, S. A. (1951):
(Die Entwicklung der Therapie der Magen-Darmkrankheiten.) (russisch)
Veterinarija 28, Nr. 8, 48-54
- KUMSIEV, S. A. (1954):
(Beschleunigte Pansenentleerung bei Rindern.) (russisch)
Veterinarija 31, 55-57
- LAMPILA, M., u. E. POUTIAINEN (1966):
The passage of fluid, certain mineral elements and volatile fatty acids
from the reticulorumen of the cow.
Ann. Agr. Fenn. 4, 134-144
- LAMPILA, M., E. POUTIAINEN (1966):
Systematic differences in the composition of the bovine rumen fluid
between different parts of the rumen.
Ann. Agr. Fenn. 5, 279-299
- LANE, G. T., K. R. CUMMINGS, C. H. NOLLER u. V. F. COLENBRANDER (1966):
A continuous flow device for obtaining ruminoreticular pH-values and fluid
samples.
J. Anim. Sci. 25, 1256
- LANE, G. T., C. H. NOLLER, V. F. COLENBRANDER, K. R. CUMMINGS u. R. B.
HARRINGTON (1968):
Apparatus for obtaining ruminoreticular samples and the effect of sampling
location on pH and volatile fatty acids.
J. Dairy. Sci. 51, 114-116
- MADSEN, K. F. (1956):
(Ein Universal tympan.) (dänisch)
Nord. Vet. Med. 8, 446-453
- McKENZIE, J. D., u. R. N. B. KAY (1968):
Rumen canulas made from vulcathene.
J. Sci. Technol. 14, Nr. 1, 15-16
- MIETH, K. (1958):
Zur Behandlung der Vormagenstörungen der Rinder durch
Pansensaftübertragungen.
Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 71, 1-3
- MOELLER, D. (1980):
Rumen sampling techniques.
Bovine Practice 12, 179
- MORRIS, J. G., u. R. J. W. GARTNER (1975):
The effect of potassium on the sodium requirements of growing steers with
and without α -tocopherol supplementation.
Br. J. Nutr. 34, 1-14

- NICHOLS, R. E. (1955):
A sampling tube for rumen fluid.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 60, 410
- NICHOLS, R. E. (1957):
Practical measurement of the pH of rumen fluid.
J. Am. Vet. Med. Assoc. 131, 107-108
- NICKEL, R., A. SCHUMMER u. E. SEIFERLE (1977):
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 5. Aufl. Bd 2. Eingeweide.
Verlag Parey, Berlin u. Hamburg
- NICKEL, R., A. SCHUMMER u. E. SEIFERLE (1982):
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 5. Aufl. Bd 1. Bewegungsapparat.
Verlag Parey, Berlin u. Hamburg
- NÜESCH, A. (1915):
Entblähungsrohr für den Pansen von Wiederkäuern.
Österreichische Patentschrift Nr. 70815 des K. u. K. Patentamtes,
Klasse 45 e
- ONYSKIN, D. M. (1974):
(Therapieerfahrungen bei der Pansentympanie der Kühe.) (russisch)
Veterinarija 51, Nr. 6, 87-88
- PERK, K. (1958):
Eine praktische Methode für die Pansensaftentnahme bei Schaf und Rind.
Schweiz. Arch. Tierheilk. 100, 167-170
- PIETSCHMANN, L. (1970):
Pansensaftentnahme mittels Melkmaschinenvakuum.
Monatsh. Veterinärmed. 25, 446-447
- POULSEN, J. S. D., K. ÖZKAN u. P. HEKMATI (1986):
The COMET naso-ruminal sampler, an examination of a new instrument for
continuous collection of ruminal fluid during long experimental periods.
Paper presented on 5th. Int. Conf. Production Disease in Farm Animals,
Belfast 1986
- POUNDEN, W. D. (1954):
Rumen sampling, a diagnostic aid.
Vet. Med. 49, 221-225
- POUTIAINEN, E. (1970):
Major mineral elements in the bovine rumen fluid.
1. Concentrations and their changes between feedings.
Ann. Agr. Fenn. 9, 347-356
- RADEV, T., u. I. STOJANOV (1954):
(Vorrichtung zur Entnahme von Pansen-/Mageninhalt.) (bulgarisch)
Izv. Inst. eksp. Vet. med. 3, 227-229
- RADONJIĆ, S. (1965):
(Gebrauch der Vakuum-Sonde zur Gewinnung von größeren Flüssigkeitsmengen
aus den Vormägen des Rindes.) (kroatisch)
Vet. Glas. 19, 147-150

- REID, C. S. W., R. W. BAILEY u. A. C. GLENDAY (1967):
Quantitative studies of ruminant digestion.
1. Grab sampling and „bailing“ as methods of obtaining representative samples of digesta from the reticulorumen of cattle.
N. Z. J. agric. Res. 10, 1-14
- RGW-Arbeitsgruppe (1969):
Methodische Hinweise zur Gewinnung von Pansensaft.
Arch. Tierernähr. 19, 583-586
- ROSENBERGER, G. (1978):
Krankheiten des Rindes. 2. Aufl.
Verlag Parey, Berlin u. Hamburg
- SALMELA, E. (1956):
(Ein Pansensaftentnahme- und übertragungsgerät.) (finnisch)
Finsk. Vet. Tidskr. 62, 173-175
- SCHEUNERT, A., u. A. TRAUTMANN (1976):
Lehrbuch der Veterinärphysiologie.
Verlag Parey, Berlin u. Hamburg
- SCHULZ, J. A., u. T. HIEPE (1958):
Beitrag zur Technik der Pansensaftentnahme.
Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 71, 330-332
- SCOTT, D. (1967):
The effects of potassium supplements upon the absorption of potassium and sodium from the sheep rumen.
Quart. J. exp. Physiol. 52, 382-391
- SLANINA, L. (1967):
(Eine Sonde zur Entnahme von Pansenflüssigkeit beim Rind und deren Verwendung in Diagnostik und Therapie.) (slowakisch)
Veterinarstvi 17, 171-172
- SLANINA, L., u. N. ROSSOW (1964):
Zur speziellen Diagnostik einiger Erkrankungen des Vormagen-Labmagen-Komplexes.
Monatsh. Veterinärmed. 19, 282-291
- SOBOLEV, A. S. (1939):
(Methode des Aushebern und der Untersuchung des Inhalts der Vormägen des Rindes.) (russisch)
Veterinarija 16, Nr. 6, 54-55
zit. B. TIEFENBACH (1959)
- SØRENSEN, V., u. P. SCHAMBYE (1955):
(Eine Apparatur zur Entnahme von Panseninhalt.) (dänisch)
Medlemsbl. Dan. Dyslaegeforen. 38, 60-63
- STEGER, H., J. VOIGT u. B. PIATKOWSKI (1968):
Vergleichende Untersuchungen über die Entnahme von Pansensaft durch Fistel und Oesophagus.
Arch. Tierernähr. 18, 190-203

- STÖBER, M., u. B. TIEFENBACH (1958):
Pansensaftgewinnung und Vormagenentleerung zu therapeutischen Zwecken -
Prüfung der Brauchbarkeit von 3 Instrumenten.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr. 65, 11-16
- TALJAARD, T. L. (1972):
Representative rumen sampling.
J. S. Afr. Vet. Med. Assoc. 43, 65-69
- THYGESEN, J. P. N. (1939):
Schlundsonde mit Extraktor.
Tierärztl. Rdsch. 45, 565
- TIEFENBACH, B. (1959):
Prüfung des Instrumentes nach SØRENSEN u. SCHAMBYE, des Universaltympans
nach MADSEN und der Nasenschlundsonde (weiches Modell für Rinder) auf ihre
Brauchbarkeit zur Pansensaftentnahme zu therapeutischen Zwecken beim Rind.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- TILLMANN, H. (1955):
Über die Voraussetzungen für eine günstige Operationsprognose beim Rind
unter Berücksichtigung der traumatischen Retikulitis.
Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 68, 436-439
- TÖLGYESI, G., U. L. GOÓTS (1969):
Die Verwendung der Kaltenböck'schen Kreissonde in der tierärztlichen
Praxis.
Ung. Agr. Rdsch. Nr. 1, 21
- WAGNER, D. (1984):
Vergleichende Prüfung von vier Sonden zur Pansensaftentnahme beim
erwachsenen Rind unter Berücksichtigung des Speichelzuflusses in der
abgesaugten Probe.
München, Ludwig-Maximilians-Universität, Tierärztl. Fakultät, Diss.
- WIESNER, E., u. R. RIBBECK (1983):
Wörterbuch der Veterinärmedizin.
Verlag Fischer, Stuttgart
- WILSON, J. H., G. M. WARD, D. W. WILSON, T. R. TYLER u. M. BENNICK (1967):
Relationships between ion concentration in rumen fluid.
J. Dairy Sei. 50, 980
- WOLF, L. (1964):
Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Pansensaftes für diagnostische
und therapeutische Zwecke bei Aufbewahrung unter verschiedenen
Temperaturen.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- ŽUST, J., N. KLEMENK u. P. VOSPERNIK (1972):
(Eine neue Methode zur Entnahme von Panseninhalt per os beim Rind.)
(slowenisch)
Zb. biotehniške fak. Vet. 9, 169-175

Ich bedanke mich bei allen, die zum Zustandekommen dieser Arbeit beigetragen haben.

Allen voran bedanke ich mich bei Alfred Halbfeld, Klaus Pepperl und Michael Neher für deren technische Unterstützung während der Konzeption und Fertigung von Sonde und Pumpe.

Johanna Simböck sei für die Übersetzung osteuropäischer Literatur, Thomas Tillmann für seine aufopfernde Assistenz während der praktischen Versuche aufs herzlichste bedankt.

Bei Prof. Dr. Matthaeus Stöber bedanke ich mich für die Ermöglichung dieser Arbeit.