

Zeitschrift:	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
Herausgeber:	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
Band:	99 (1957)
Heft:	8
Artikel:	Zur Frage der Bekämpfung des Schaumzustandes im Panseninhalt des Rindes durch Silikon
Autor:	Schumacher, E.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-592318

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 05.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Hilty H.: Schweiz. Archiv f. Thk. 411 und 481, 1950. – [6] Krüger: Dtsch. tierärztl. Wschr. 166, 1932. – [7] Lafenêtre H. et Dedieu P.: Technique systématique de l'inspection des viandes 1946. Vigot, Paris. – [8] Oltramare M. et Després P.: Les Brucelloses dans les métiers de la boucherie. Schweiz. Rundschau für Medizin 33, 678–684, 1953. – [9] von Ostertag R.: Handbuch für Fleischbeschau 2, 379, 1923, Enke, Stuttgart. – [10] Renoux: Bulletin de l'OMS 1952, Vienne. Quelques aspects de la brucellose humaine. – [11] Schupbach J. P.: Le développement de *Brucella abortus* Bang dans le lait. Rev. de Path. gén. et Phys. clin. 682, 1477–1494, nov. 1956. – [12] Stabforth: La Brucellose. Bulletin de l'OMS, Vienne, p. 80. – [13] Schaal E.: Die Brucellose-Verseuchung der Schlachtrinder am Schlachthof Duisburg und ihre Bedeutung vom Standpunkt der Fleischhygiene. Dtsch. tierärztl. Wschr. 1956, Nr. 47/48, p. 500–502.

Aus dem Veterinär-Pharmakologischen Institut der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. H. Graf)

Zur Frage der Bekämpfung des Schaumzustandes im Panseninhalt des Rindes durch Silikon¹

I. Mitteilung:

Schaumhemmungsversuche mit Modellösungen und Pansensaft

Von E. Schumacher

1. Literaturübersicht, Problemstellung

Der Kliniker unterscheidet nach der Art der Gasverteilung zwei Tympanieformen:

- Freier Gasraum über dem Spiegel der Futtermassen. Die im Vormageninhalt entwickelten Gase können nach oben entweichen und sammeln sich im dorsalen Pansenraum.
- Blasige Verteilung der gebildeten Gase in den Futtermassen. Die Gase werden in Form von Blasen verschiedener Größe am Ort ihrer Entstehung zurückgehalten, wir sprechen von einer «schaumigen Tympanie».

Die Fälle schaumiger Tympanie treten auffallend gehäuft nach ausschließlicher oder mindestens überwiegender Kleefütterung ein.

Es konnte nachgewiesen werden, daß weder eine besonders stürmische Gasentwicklung [3, 20] im Panseninhalt noch eine Pansenüberfüllung [8, 22] oder Pansenatonie beliebiger Provenienz [1, 4] als Ursachen für die Entstehung dieser Tympanieform in Frage kommen. Zudem ist die prozentuale Zusammensetzung der Gärgase nicht verschoben [14]. Dagegen fällt der Rülpssakt aus, sobald die schaumige Auflockerung eintritt [6, 20, 23].

Der Begriff «schaumige Tympanie» ist also nicht vom Tier her organisch begründet.

¹ Die Jubiläumsspende der Universität Zürich ermöglichte uns in verdankenswerter Weise diese Arbeit durch Bewilligung eines Kredites für die Anschaffung einer Zentrifuge.

Es handelt sich um eine physikalisch-chemische Erscheinung. Aus den vielen Schaum-entstehungstheorien [9] scheinen sich einige Fixpunkte abzuzeichnen:

Rauhes Futter regt durch einen Reiz in der Kardiagegend den Speichelreflex an [7]. Tympanie tritt deshalb besonders bei zartem Futter auf. Dieses Futter regt aber den Speichelreflex kaum an [22], so daß die vor der Fütterung ohnehin immer schon hohe Viskosität des Panseninhaltes weiter ansteigt. Der Viskositätsgrad ist aber wichtig für die Zurückhaltung der Gase im Panseninhalt. Ferner wird auch der Saponingehalt im Klee [15] für das Aufschäumen verantwortlich gemacht [20]. Wo keine Tympanie auftritt, wird ein rascher Abbau bei langsamem Aufschluß des Saponins vermutet [14]. Pflanzenscheime [14] und Schaumstabilisatoren [16, 18] scheinen auch eine gewisse Rolle zu spielen.

Jedenfalls müssen wir uns einen Endzustand vorstellen, den H. Graf [12] treffend als *Auflockerungssystem* bezeichnet hat. Es handelt sich also nicht um ein zusammenhängendes Schaumgebilde, das den Futtermassen aufsitzt. Die Gasblasen sind einzeln in den Futtermassen verteilt. Dieses Locker-System füllt den ganzen Pansen-Netzmagenraum [19] aus.

Sicher ist die Auflockerung des Panseninhaltes primär und die Tympanie sekundär. Denn dieser typische Einschluß der Gase in den Futtermassen ist ja dafür verantwortlich, daß auch bei allfällig noch intaktem Rülpssakt kein Gas mehr entweichen kann.

Frühere Versuche mit Terpentinöl, Kupfersulfat und Phenol zeigten in therapeutischen Dosen hinsichtlich Schaumzerstörung gute Resultate ohne Beeinflussung der Gärvorgänge [5]. Unter den Antibiotika gibt nur Penicillin eine massive Gärungshemmung ohne unangenehme Nebenerscheinungen [3]. In neuerer Zeit erwies sich sowohl für Prophylaxe wie für Therapie das Methylsilikon als sehr vorteilhaft [2, 10, 11, 14, 17, 19]. Alle bisherigen Kenntnisse über die Wirkungsrichtung der Silikone als «Antitympanica» oder, exakter ausgedrückt, als «Antispumosa» basieren auf Untersuchungen an Detergentien. Diese Industrieprodukte sind aber dem Verdauungstrakt fremde Kunststoffe. Wir haben deshalb ein Detergens nur als Vergleich mituntersucht, die maßgeblichen Versuche aber an Pansensaften frisch geschlachteter Rinder durchgeführt.

Wenn wir möglicherweise die Beziehungen zwischen Silikon und Pansensaft des tympanischen Rindes auch nur teilweise erfaßt haben, so stehen die Resultate zu den von den Herstellerfirmen und den Autoren in der veterinär-medizinischen Literatur vertretenen Auffassungen über die Silikonwirkung [11, 19, 17] doch bereits im Gegensatz.

Als Prüfsubstanz haben wir eine neutrale Silikonemulsion herangezogen. Die Untersuchungen umfassen:

- a) Schaumhemmungsversuche. Sie sollen uns die Eignung des Silikons als Prophylaktikum aufzeigen. Die Versuchsresultate sind in dieser ersten Mitteilung dargelegt.
- b) Schaumzerstörungs- und Gärversuche. Sie sollen uns Aufschluß geben über den Wert des Silikons als Antispumosum im akuten Fall und darüber, ob Silikon nicht ungünstig auf die Abbau- und Spaltungsprozesse mit Gasbildung im Vormageninhalt wirke. Diese Resultate werden als II. Mitteilung erscheinen.

2. Grundlagen der Schaumbildung und Schaumzerstörung

Eine Flüssigkeit schäumt nur, wenn sie *kolloid* gelöste «Schäumer» (Saponine, Proteine usw.) enthält. Schäumer sind oberflächenaktive, das heißt oberflächenspannungerniedrigende Kolloide. Sie sind nicht homogen in der Flüssigkeit verteilt, sondern bis zur Grenze des osmotischen Druckausgleiches an der Oberfläche angereichert. Umgekehrt ist es nur in äußerst bescheidenem Maße möglich, durch Zusatz einer oberflächeninaktiven Substanz zu einer Schäumerlösung deren Schaumkraft zu reduzieren, weil sich die inaktiven Teile im Flüssigkeitskern konzentrieren.

Bei der Entstehung einer Blase sind die oberflächenaktiven Kolloide in der Lamelle entsprechend ihrer Anreicherung an der Flüssigkeitsoberfläche vertreten. Sie bestimmen bei gegebenem Gasvolumen in Mol das Volumen der entstehenden Blase.

Die Haltbarkeit des Schaumes muß nicht mit der Schaumkraft parallel gehen. Sie ist, abgesehen von der Temperatur, zum Teil auch abhängig vom Gehalt an Schaumstabilisatoren, wie zum Beispiel FeCl_3 , Ca- und Mg-Salzen. Ob für die Entstehung der schaumigen Tympanie solche Stabilisatoren nötig sind, ist noch nicht abgeklärt. Möglicherweise sind sie ohne maßgebende Bedeutung; jedenfalls entwickelt Saponin nicht nur viel, sondern auch sehr haltbaren Schaum.

Neben der Oberflächenspannung ist für die Schaumkraft gerade beim Panseninhalt auch dessen *Viskosität* von Bedeutung. Grundsätzlich gilt die Regel, daß ein Stoff nur als Schaumbildner wirken kann, wenn er die Oberflächenspannung des Lösungsmittels herabsetzt und gleichzeitig dessen Viskosität heraufsetzt oder mindestens nicht beeinflußt. Setzt er aber Oberflächenspannung und Viskosität gleichzeitig herab, so verhindert er mindestens eine vermehrte Schaumbildung oder wirkt als Schaumzerstörer.

Bei gegebener Viskosität und Temperatur ist bei konstanter Blasengröße das Produkt aus Druck \times Volumen der in der Blase enthaltenen Gase konstant und gleich groß wie die Gegenkraft der Blasenlamelle, das heißt ihre Oberflächenspannung. Wenn wir nun die Oberflächenspannung der Lamelle erhöhen, können wir dadurch die Schaumblase nicht zerstören, wir reduzieren nur ihr Volumen so weit, bis Gasinnendruck und Oberflächenspannung der Lamelle wieder im Gleichgewicht sind. Reduzieren wir aber die Oberflächenspannung der Lamelle, wird schließlich der Innendruck die abnehmende Gegenkraft der Lamelle überwinden; die Blase explodiert und die Lamelle fällt als Tropfen in sich zusammen.

Die Verhältnisse im Pansensaft

Unter normalen Bedingungen herrscht ein Gleichgewicht, das die Schaumbildung verhindert. Das ungünstige Grenzverhältnis Oberflächenspannung: Viskosität wird nicht erreicht, die beiden Werte liegen zu nahe beieinander. Nur eine Divergenz dieser beiden Werte kann zur schaumigen Tympanie

führen. Wenn nun bei der Verabreichung von frischem Klee durch weitgehende Ausschaltung des Speichelreflexes und die Freilegung von Schleimstoffen einerseits eine Viskositätssteigerung eintritt und anderseits die freiwerdenden Saponine die Oberflächenspannung senken, sind die Voraussetzungen für die schaumige Auflockerung eines solchen Panseninhaltes gegeben.

Von den theoretischen Möglichkeiten der Schaumbekämpfung kommt praktisch nur die *Erniedrigung* der Oberflächenspannung in Betracht, niemals aber ein Mittel, das die Oberflächenspannung erhöhen müßte. Eine wenigstens teilweise Schaumzerstörung durch Herabsetzung der Viskosität des Panseninhaltes, das heißt eine Verdünnung, wäre rein physikalisch zwar möglich, ist praktisch aber eine Volumenfrage.

Die Schwierigkeit, diesen lockeren Futtermassen beizukommen, liegt nicht in der Methode. Entscheidend für den Erfolg ist, daß die gesamte Futtermasse und alle Blasenlamellen rechtzeitig mit der nötigen Konzentration des angewandten Mittels aufgeladen werden. Nur so kann ein freier Gasraum geschaffen werden. Der bei Tympanie im Pansen herrschende Überdruck von 20 bis 80 mm Hg [2] ist damit zwar nicht beseitigt [11], aber doch eine rasche und störungsfreie Gasableitung ermöglicht.

3. Toxizität, Chemismus und Wirkungsmechanismus der Silikone

Ein Antispumosum soll nicht nur ungiftig, sondern auch geruchlos sein. Die Silikone scheinen diese beiden Forderungen zu erfüllen. Toxizitätsversuche wurden von Rowe und Mitarbeitern [21] durchgeführt. Sie fütterten Ratten zwei Jahre lang mit 0,3% Silikon haltendem Futter. Es traten keinerlei Schädigungen auf. Feuerstein [11] applizierte als Unglücksfall einem Rind eine unbestimmte größere Menge eines Silikonpräparates ohne Folgen in die Bauchhöhle. Aus diesen beiden zwar einzigen mir bekannten Angaben und dem allgemein inerten chemischen Verhalten der Silikone darf wohl doch geschlossen werden, daß toxische Erscheinungen kaum zu erwarten sind.

Der Ausgangspunkt der Silikone (Holleman [13]) ist die Orthokieselsäure $\text{Si}(\text{OH})_4$. Aus ihren Alkylderivaten mit der allgemeinen Formel $\text{R}_{(3-1)}\text{Si}(\text{OH})_{(1-3)}$ entstehen durch Kondensation die Silikone. Im einfachsten Fall ist der Alkylrest eine Methylgruppe, kann aber auch eine Äthyl-usw.-rest sein. Wichtig ist nur die chemische Inaktivität dieses Restes. Polymerisationsgrad und Struktur des Silikons sind abhängig vom stöchiometrischen Verhältnis der verschiedenen Derivate.

Bei der Kondensation von Silanolen $\text{R}_3\text{Si}(\text{OH})$ entstehen die nur zweigliedrigen leichtflüssigen Disiloxane $\text{R}_3\text{Si-O-SiR}_3$. Die Silandiole $\text{R}_2\text{Si}(\text{OH})_2$ ergeben Ringstrukturen bei kleiner Gliederzahl und Ketten unbeschränkter Länge bei großer Gliederzahl: die Polysiloxane $(\text{R}_2\text{SiO})_\infty$. Die Kettenlänge der Polysiloxane kann gesteuert werden durch die Zugabe von Silanol, das die Kettenbildung unterbricht: $\text{R}_3\text{Si-O-(R}_2\text{SiO)}_x\text{-SiR}_3$. Je nach Kettenlänge sind diese Polysiloxane ölig bis harzartig. Die Kondensation von Silantriolen $\text{RSi}(\text{OH})_3$ endlich führt zu Blattstrukturen mit der Bruttozusammensetzung $\text{R}_2\text{Si}_2\text{O}_3$ mit kautschukähnlicher Beschaffenheit. Diese

Strukturierung kann durch Silandiole gestört und durch Silanole aufgehalten werden. Es bilden sich aber jedenfalls stark verzweigte flächige Moleküle, die für unsere Zwecke nicht mehr in Frage kommen.

Das Silikonmolekül ist also allseitig mit Alkylresten abgesättigt und als solches chemisch inaktiv. Allerdings ist es denkbar, daß im biologischen Geschehen im Panseninhalt eine unbestimmte Zahl dieser Alkylreste abgesprengt werden könnte, wodurch sekundär toxische Erscheinungen möglich würden.

Wenn wir in der Folge von Silikon reden, so müssen wir uns bewußt bleiben, daß es sich um einen Sammelbegriff handelt, da bezüglich Struktur und Alkylreste sehr viele Varianten möglich sind. Jedenfalls sagt der Begriff «Methylsilikon» gar nichts aus über die Kettenlänge und die Zahl der Alkylreste. Die Grundsubstanz der von uns untersuchten Emulsion ist eine weiße, zähe, klebrige Masse. Diese Beschaffenheit läßt auf hochpolymere Polysiloxane schließen. Genauere Angaben betreffend Kettenlänge und Alkylreste sind uns aber nicht möglich.

Die Wirksamkeit der Silikone als Antispumosa ist bedingt durch die Alkylreste. Der Alkylrest ist oberflächenaktiv; er wird an die Oberfläche verdrängt und reduziert die Oberflächenspannung.

Die Fähigkeit der Silikone, Schaum zu zerstören, ist also an den Alkylrest gebunden, und folglich ist die Schaumzerstörung bedingt durch eine Erniedrigung der Oberflächenspannung. Das Siliziumatom hat nur Vehikel-funktionen. Anderseits steigert die Siliziumkette mit zunehmendem Polymerisationsgrad die Viskosität [18] des Silikons und hemmt so in zunehmendem Maße den Alkylrest in seiner Wirkung.

Die optimale Wirkung wäre somit von dem Disiloxanen zu erwarten, es ist die kürzeste Kette mit den relativ meisten Alkylresten. Diese Verbindungen standen mir nicht zur Verfügung zur Überprüfung.

4. Eigene Versuche

Wir haben uns vorerst die Aufgabe gestellt, die Eignung des Silikons als Schaumhemmer zu prüfen, das heißt seine Fähigkeit, bei prophylaktischer Verabreichung die Schaumbildung zu unterdrücken.

Ausgangssituation ist also nicht die Tympanie, der aufgelockerte Panseninhalt mit den durch Futterbestandteile aller Dimensionen räumlich weit getrennten Gasblasen.

Versuchsmethodik

Die Versuche wurden durchgeführt an etwa 70 Pansensaften frisch geschlachteter Rinder. Sie verteilen sich auf Pansensaft bei ausschließlicher Heufütterung (November bis März), Frühjahrs- (Mai) und Herbstfütterung (September). Von jedem Pansensaft (kolliert) wurden festgehalten: Farbe, Gärleistung in 6 Stunden bei 38° C, pH-Wert, Trockensubstanz und spezifisches Gewicht. Für den Versuch selber mußten die Pansensaft zentrifugiert werden (in 50-ccm-Gläsern 5 Minuten bei 3500 U/m). Mit dem zentrifugierten und auf Zimmertemperatur abgekühlten Pansensaft wurde zuerst ein Gemisch aus 1 Volumenteil Silikon + 9 Volumenteilen Pansensaft hergestellt

(Methode siehe später). Aus dem Kurvenverlauf für Oberflächenspannung, Viskosität und Schaumhemmung der Verdünnungsreihe 1:10, 1:20, 1:40 usw. bis 1:1280 dieses Gemisches wurden für die Hauptversuche die fünf markantesten Punkte herausgegriffen. Der Arbeitsgang im Hauptversuch:

1. Herstellung der Verdünnungsreihe Pansensaft-Silikon.
2. Messung der Schaumhemmung.
3. Messung der Oberflächenspannung mit dem Stalagmometer nach Traube. Als Basiswert = 1 gilt die Tropfenzahl für destilliertes Wasser.
4. Messung der Viskosität mit dem Ostwaldschen Viskosimeter. Basiswert = 1 ist die Durchlaufzeit in Sekunden von destilliertem Wasser.

Oberflächenspannung und Viskosität von Versuchsflüssigkeiten werden nach folgenden Formeln berechnet:

$$O = \frac{TZ_B}{TZ_V} \cdot D \quad V = \frac{S_V}{S_B} \cdot D$$

wobei bedeuten:

$$\left. \begin{array}{l} O = \text{Oberflächenspannung} \\ V = \text{Viskosität} \\ D = \text{spezifisches Gewicht} \end{array} \right\} \text{der Versuchsflüssigkeit}$$

$$\left. \begin{array}{l} TZ_B = \text{Tropfenzahl} \\ S_B = \text{Durchflußgeschwindigkeit in Sek.} \end{array} \right\} \text{der Bezugsflüssigkeit (dest. Wasser)}$$

$$\left. \begin{array}{l} TZ_V = \text{Tropfenzahl} \\ S_V = \text{Durchflußgeschwindigkeit in Sek.} \end{array} \right\} \text{der Versuchsflüssigkeit (zentrifugierter Pansensaft, PS-Silikongemische)}$$

Die Schaumhemmung wurde folgendermaßen gemessen: In ein graduiertes Reagensrohr mit 1,7 cm lichter Weite wurden 20 ccm der Versuchsflüssigkeit eingefüllt, was eine Säule von 9,1 cm Höhe ergab. Ein maschinell angetriebener Metallrührer mit einer Platte von 1,6 cm Durchmesser und 6 Löchern von je 0,4 cm Durchmesser taucht im untern Drehpunkt bis 2,2 cm über dem Glasboden ein, so daß der Flüssigkeitsspiegel um 1 ccm auf 9,6 cm steigt. Der Hub des Rührers beträgt 9,7 cm, so daß er im obern Drehpunkt 2,8 cm über dem Flüssigkeitsspiegel steht. Die Flüssigkeit wird 2 Minuten lang gerührt, der Rührer macht je 370 Hin- und Herbewegungen pro Minute. In gleicher Weise wird die Ausgangsemulsion 1:10 hergestellt. Nach Ablauf der Rührzeit wird der Rührer im untern Drehpunkt angehalten (Ausgangsvolumen für Messungen = 21 ccm!) und das Schaumvolumen abgelesen, das heißt die untere Schaumgrenze gegen die allfällig noch vorhandene Flüssigkeitssäule und der obere Rand der Schaumkrone. Die erste Ablesung beim Anhalten des Rührers gilt als O-wert (T_0), weitere Ablesungen erfolgen nach 30", 1', 2', 3', 5', 10' und 15', bzw. solange, bis die Schaumkrone an einer Stelle bis auf den Flüssigkeitsspiegel zusammengebrochen ist.

Aus der angewandten Methodik ergibt sich also, daß wir mit unseren Versuchen prüfen können:

1. ob sich überhaupt noch Schaum bilden kann, wenn der Pansensaft vor dem Rühren bereits Silikon enthält (Prophylaxe),
2. wie sich dieser Schaum im Vergleich zum Schaum des unbehandelten Pansensaftes verhält.

Zur Darstellung der Versuchsresultate sei folgendes bemerkt: Es hat sich gezeigt, daß der unter dem ursprünglichen Flüssigkeitsspiegel gebildete Schaum nicht so haltbar ist wie der überstehende und oft sogar fehlt. Die Resultate sind deshalb fraktioniert dargestellt. Die Horizontalebene durch die Zeit- und Konzentrationsachse entspricht

dem Flüssigkeitsspiegel bei Versuchsbeginn (T_0) und trennt die darüber und darunter gemessene Schaumanteile.

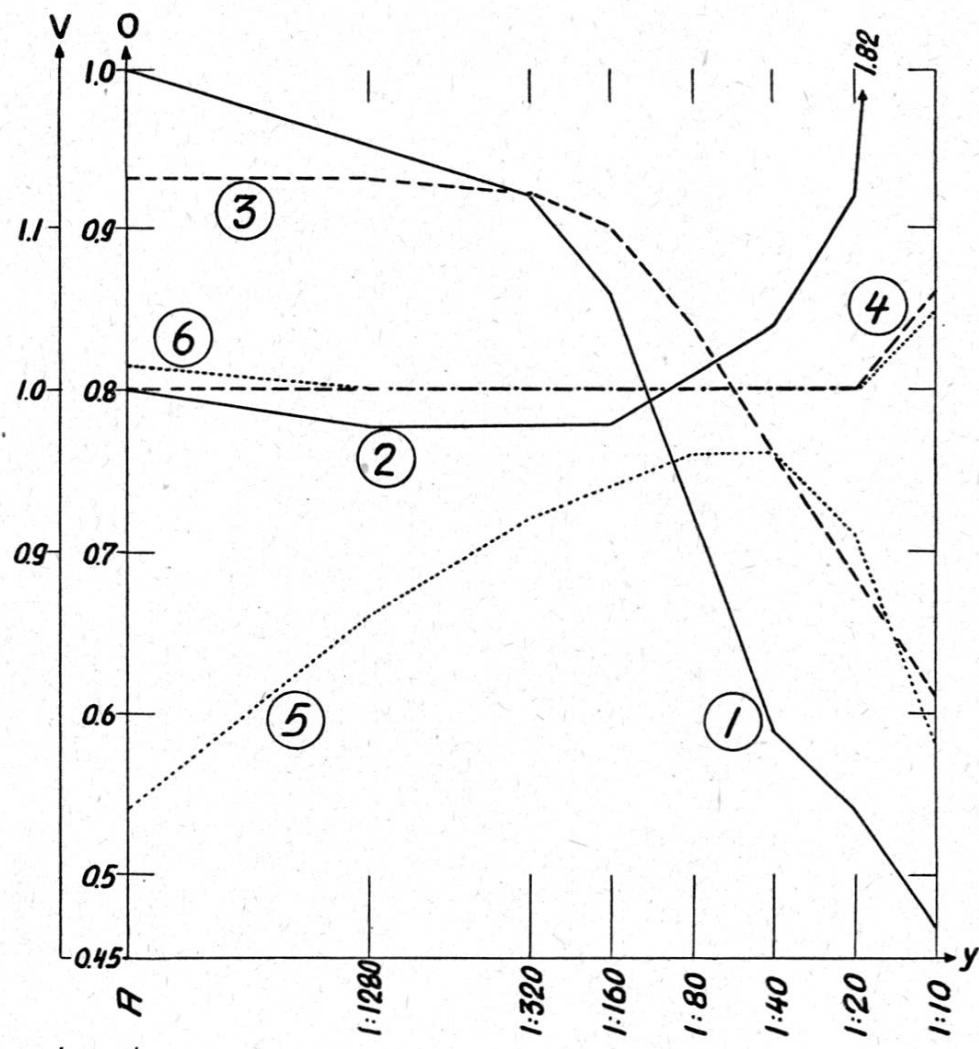
Auf der y -achse ist zum besseren Verständnis statt der Silikon-Konzentration die entsprechende Verdünnung bezeichnet.

Versuchsresultate

Die Annahme, daß sich Pansensaftes verschiedener Jahreszeiten im Versuch verschieden verhalten würden, mindestens bei Gras- und Heufütterung, traf nicht zu. Es schien deshalb zulässig, alle Versuche zusammenzufassen.

1. Versuche mit wässrigen Silikonverdünnungen

Als Basisversuch wurde das Verhalten des Silikons dem Wasser (Aq. dest.) gegenüber angenommen. Die geprüfte Verdünnungsreihe ist aus Fig. 1 ersichtlich. Oberflächenspannung und Viskosität sind für Wasser definitions-



Legende:

V = Viskosität O = Oberflächenspannung

y = log der Silikonkonzentration

A = Ausgangslösung = Wasser bzw. Saponin- oder Vellösung 1:1000

Fig. 1: 1 = Oberflächenspannung 2 = Viskosität von Silikon-Wasser

Fig. 3: 3 = Oberflächenspannung 4 = Viskosität von Silikon-Saponin

Fig. 5: 5 = Oberflächenspannung 6 = Viskosität von Silikon-Vel

Fig. 1, 3 und 5.

gemäß = 1, es schäumt nicht. Silikon in hoher Verdünnung wirkt als Schaumzerstörer (Senkung von Oberflächenspannung und Viskosität), mit zunehmender Konzentration aber wirkt es schaumbildend und schaumerhaltend (Senkung der Oberflächenspannung und Erhöhung der Viskosität). Das Schaumbild (Fig. 2) entspricht den Oberflächenspannungs- und Viskositätsmessungen sehr gut. Bei den hohen Verdünnungen kann die Entwick-

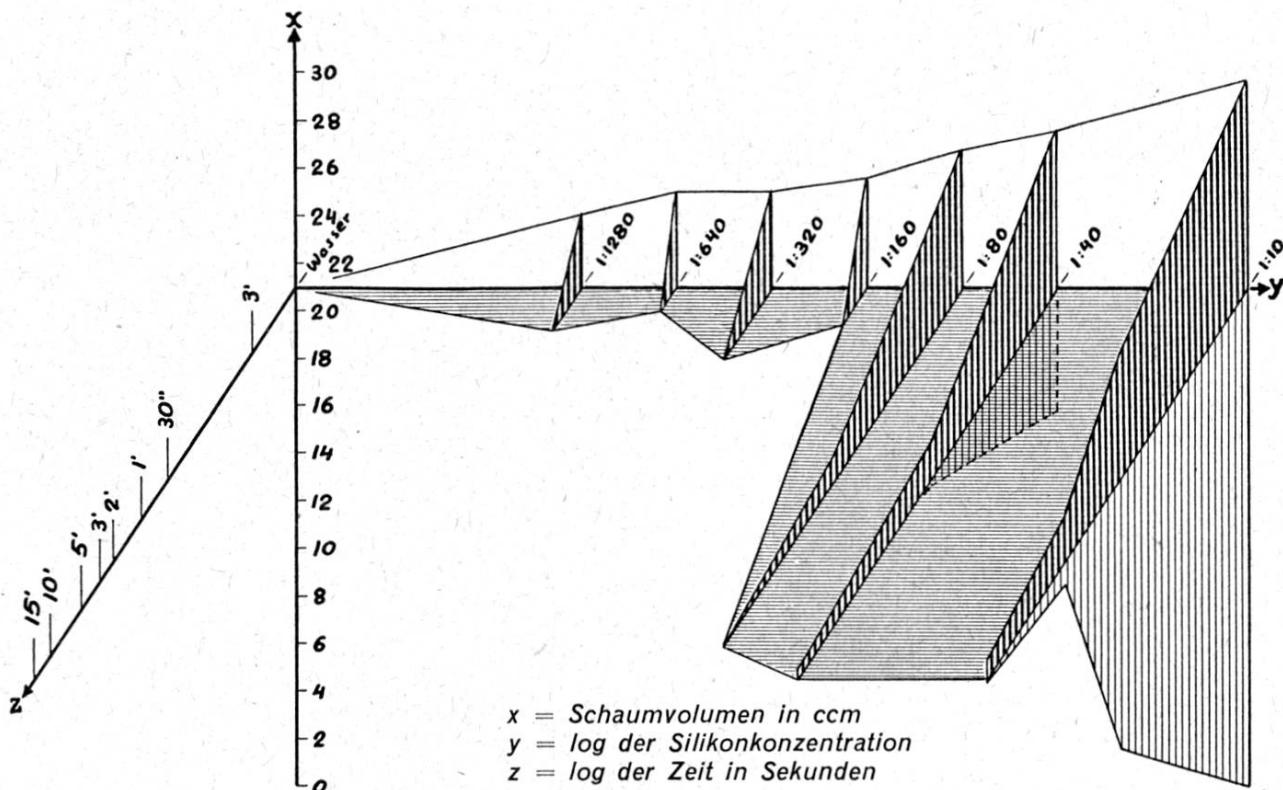


Fig. 2. Wasser; Schaumbildung bei Silikonzusatz

lung und Haltbarkeit des Schaumes praktisch vernachlässigt werden. Anderseits steigt das Volumen und die Haltbarkeit des Schaumes an bei höheren Silikonkonzentrationen, wo die Viskosität über 1 liegt und die Oberflächenspannung weiter absinkt. Daß hier überhaupt Schaum gebildet wird, steht scheinbar im Gegensatz zur Theorie, läßt sich aber leicht erklären durch den langkettigen, hochpolymeren Bau des Silikonmoleküls.

Wir müssen also deutlich auseinander halten: einerseits die physikalisch-chemische Eigenschaft des Silikons, oberflächenspannungerniedrigend zu wirken, und anderseits Erscheinungen, die rein stereometrisch durch den Molekülbau bedingt sind, wie das bei der Viskosität der Fall ist.

2. Versuche mit Saponin- und Vellösungen

Saponin ist ein starker natürlicher Schaumbildner, Vel ein industriell hergestelltes Detergens unbekannter Zusammensetzung, das aber vollkommen inert und mit Silikon keinerlei chemische Reaktion eingehen soll. Oberflächenspannungerniedrigend wirkt im Vel das darin enthaltene Alkylarylsulfonat. Die Kriterien des Schaumbildners sind in beiden Fällen deutlich erfüllt:

Herabsetzung der Oberflächenspannung, keine Beeinflussung (Saponin) oder Erhöhung (Vel) der Viskosität.

In beiden Versuchsreihen wurden als Basis wässrige Lösungen von 1:1000 verwendet.

a) *Der Saponinversuch*

Die Oberflächenaktivitäten von Saponin und Silikon addieren sich nicht (vgl. 2.). Die Oberflächenspannungswerte liegen im Gegenteil mit zunehmender Silikonkonzentration sogar immer höher über den entsprechenden Silikon-Wasser-Werten.

Die Viskosität des Wassers wird durch Saponin nicht verändert und der Einfluß des Silikons bis zur Verdünnung 1:20 ausgeglichen. Erst bei der Verdünnung 1:10 tritt ein schwacher Anstieg ein (Fig. 3).

Diese Erscheinungen sind so zu erklären:

Das oberflächenaktivere Silikon sucht das Saponin zu verdrängen. Dabei neutralisieren sich offenbar die elektrostatischen Kräfte der oberflächenaktiven Gruppen gegenseitig, so daß effektiv nur eine kleinere Silikonkonzentration wirksam wird. Die lange konstant bleibende Viskosität dürfte dadurch bedingt sein, daß das in der Oberfläche lange vertretene Saponin auf die langen Silikonketten trennend wirkt und eine Vernetzung hintanhalten kann.

Vergleichen wir nun diesen Befund mit den Schaumhemmungsversuchen (Fig. 4). Wenn auch schon hohe Silikonverdünnungen eine leichte Tendenz

The figure is a 3D surface plot representing the relationship between foam volume (x), log of silicone concentration (y), and log of time (z). The vertical axis (x) has values 15, 10, 5, 3, 2, 1, and 0. The horizontal axis (y) has values 42, 36, 30, 24, 1:1280, 1:320, 1:160, 1:80, and 1:10. The depth axis (z) has values 10', 30'', and 1'. The surface shows a plateau at lower concentrations (1:1280, 1:320, 1:160, 1:80) and a slight increase at higher concentrations (1:10). The surface is shaded with diagonal lines.

x = Schaumvolumen in ccm
 y = log der Silikonkonzentration
 z = log der Zeit in Sekunden

Fig. 4. Saponinlösung 1:1000; Schaumhemmung durch Silikon.

zum Aufschäumen zeigen, ist doch zu erwarten, daß hier, wo die Viskosität stabil bleibt und die Oberflächenspannung ständig sinkt, eine Schaumhemmung feststellbar sei. Während im Saponin-Basisversuch die ganze Flüssigkeitssäule in Schaum übergeht und die überstehende Schaumkrone sehr haltbar ist, wird die Schaumhemmung mit zunehmender Silikonkonzentration solange immer deutlicher, bis die gelartige Vernetzung der Silikonketten und damit eine Viskositätssteigerung eintritt.

Wir könnten also nur dann ein Maximum der Schaumhemmung, das heißt ein vollständiges Ausbleiben des Schaumes erwarten, wenn der Schaumbildner einerseits die Viskositätssteigerung durch Silikon ausgleicht, anderseits aber die Oberflächenaktivität nicht hemmt.

b) Der Velversuch

In der Vellösung ist die Oberflächenspannung unvergleichlich niedriger als die Saponinlösung, dazu die Viskosität leicht erhöht. Setzen wir nun in steigenden Konzentrationen Silikon zu, steigt die Oberflächenspannung, und die Viskosität geht auf 1 zurück. Erst bei relativ sehr hoher Silikonkonzentration erreicht die Oberflächenspannung ein Maximum und fällt dann wieder ab (Fig. 5). Dieses Maximum entspricht offenbar einer maximalen gegenseitigen Blockierung der elektrostatischen Kräfte; nachher ist das Silikon im Überschuß und kann wieder oberflächenspannungsniedrigend wirken. Diese wirksame Anreicherung kommt auch im Anstieg der Viskosität zum Ausdruck.

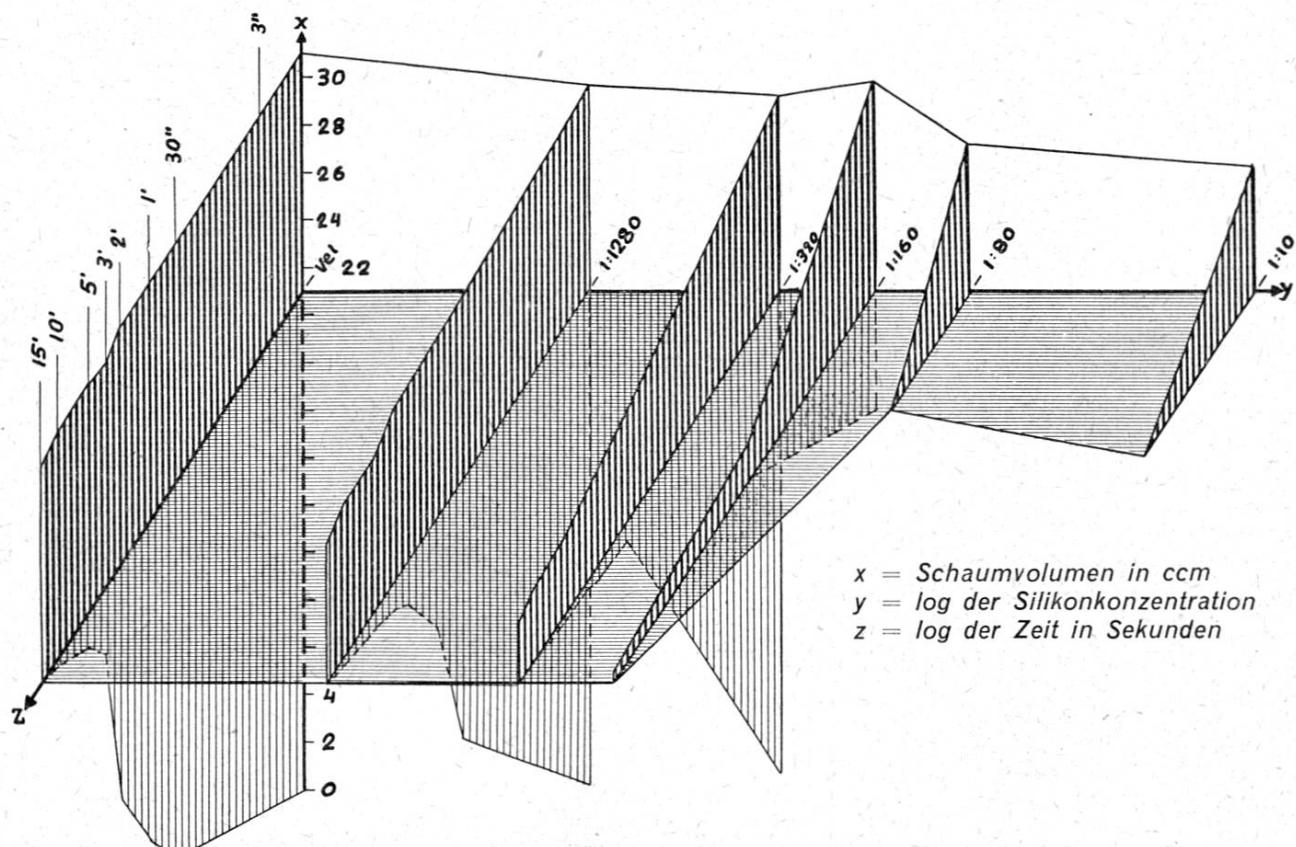


Fig. 6. Vellösung 1:1000; Schaumhemmung durch Silikon.

Es ist also nicht richtig, diesen Versuch als Beweis dafür heranzuziehen, daß Silikon oberflächenspannungserhöhend wirke. Richtig ist zwar, daß der Versuch in einem gewissen Bereich in dieser Richtung verläuft, aber die daraus abgeleiteten Schlußfolgerungen treffen nicht zu.

Der Schaumhemmungsversuch (Fig. 6) weist entsprechend der Blockierung des Silikons im Versuchsbereich keine deutlichen Maximalwerte auf.

3. Der Pansensaft-Versuch

a) Eigenschaften der verwendeten Pansensafte

Bei Heufütterung war die Farbe der frischen Pansensaft braun-grün bis gelb-grün, bei Grasfütterung hell- bis dunkelgrün. Die übrigen Daten sind in Fig. 7 so dargestellt, daß jede Säule den ganzen erfaßten Schwankungsbereich der betreffenden Eigenschaft umfaßt. Das horizontal schraffierte Feld mit der Prozentangabe umfaßt die maximale Verdichtung der Werteschar. Im horizontal und vertikal schraffierten Feld zusammen liegen 50 % der gemessenen Werte.

Die Bezeichnungen «Frühjahr, Herbst, Winter» geben an, in welcher Jahreszeit (bzw. Heu- oder Grasfütterung) die betreffenden Extremwerte gemessen wurden.

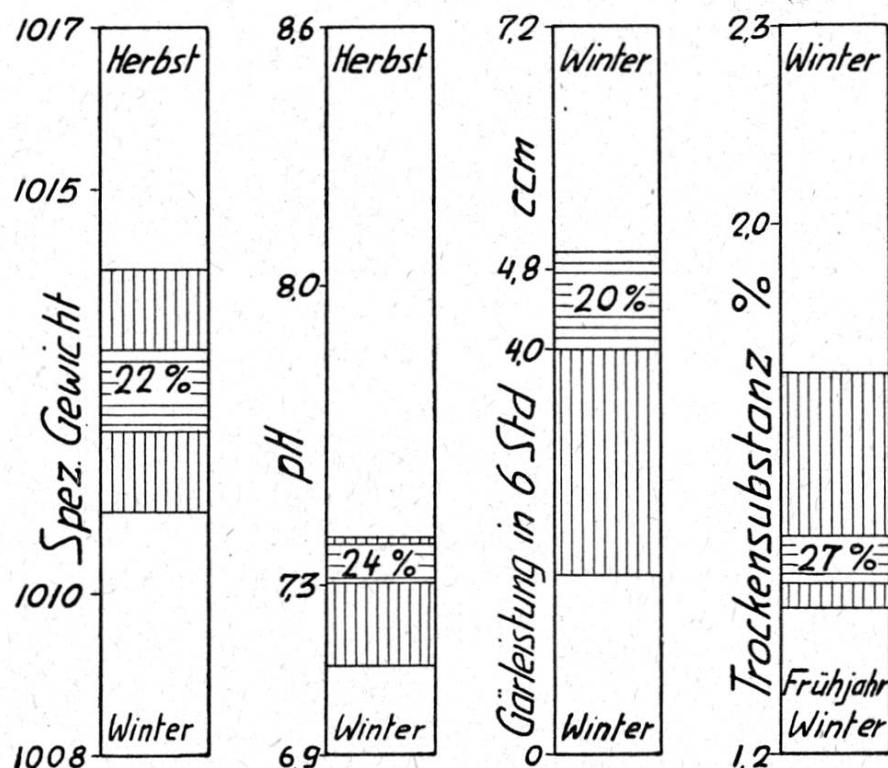


Fig. 7. Charakteristik der Pansensaft. Erklärung siehe Text.

b) Die Versuchsresultate

Es sei hier nochmals ausdrücklich betont, daß die untersuchten Pansensaft nicht von an schaumiger Tympanie erkrankten Tieren stammten. Das dürfte aber die Ergebnisse prinzipiell nicht berühren. Jedenfalls kennt man bis jetzt in der flüssigen Phase des Pansensaftes bei Tympanie keine Schaumkörper, die sich anders verhalten als Saponine und Schaumbildner in nor-

malem Pansensaft. Es handelt sich wohl nur um quantitative, nicht aber qualitative Unterschiede im Gehalt solcher Körper.

Pansensaft schäumt annähernd so gut wie Vellösung. Die Schaumstabilität ist ziemlich groß. Die Oberflächenspannung von Pansensaft liegt im Mittel ganz wenig tiefer als bei der Saponinlösung, die Viskosität dagegen bedeutend über 1. Bei zunehmender Silikonkonzentration im Pansensaft haben wir festgestellt:

Gleichmäßig sinkende Oberflächenspannung, erst gleichmäßig, dann sprunghaft zunehmende Viskosität (Fig. 8). Es ist also auch hier wieder nur

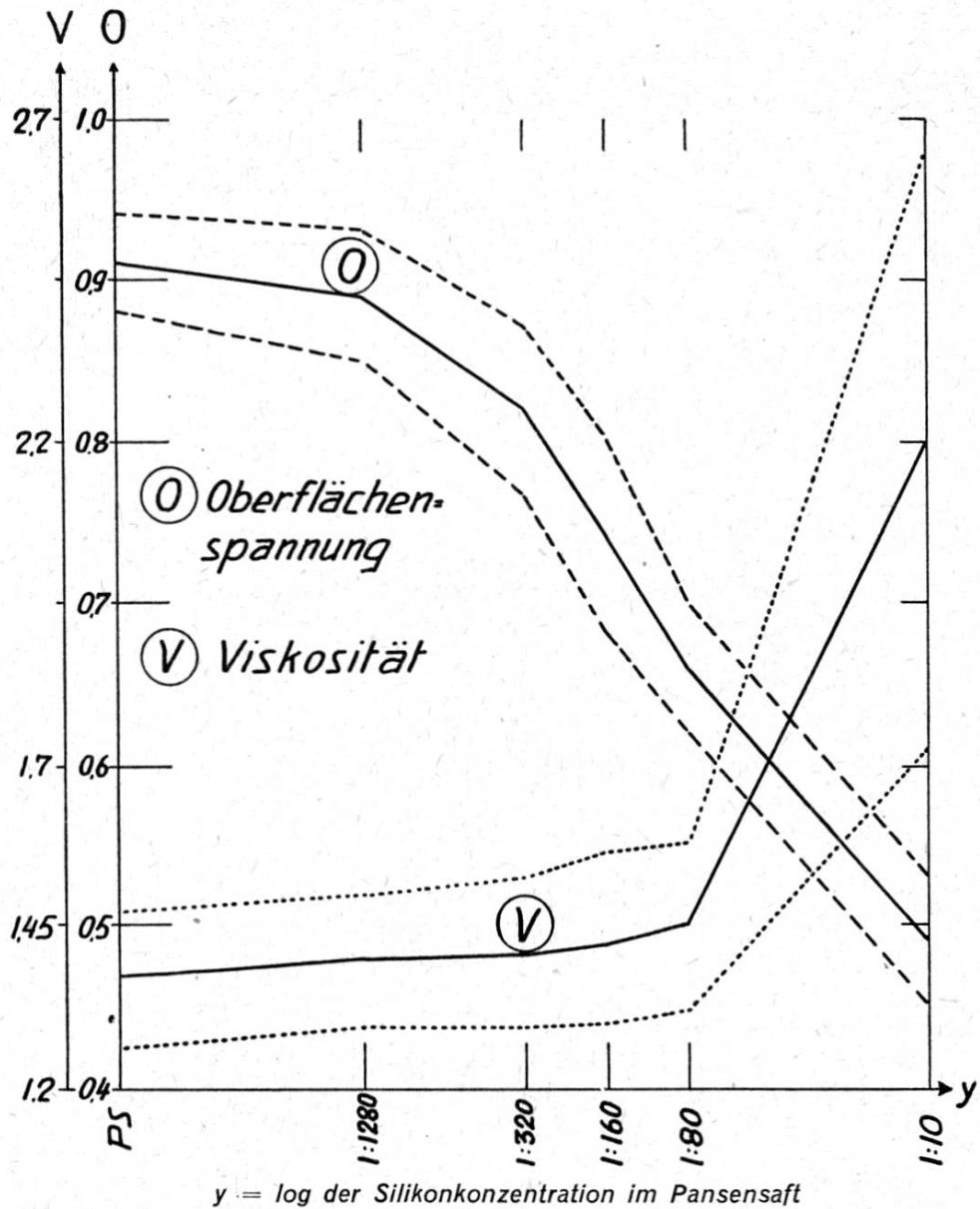


Fig. 8. Oberflächenspannung und Viskosität von Silikon-Pansensaft.

ein Optimum, aber kein Maximum der Schaumhemmung zu erwarten, was tatsächlich auch eintritt (Fig. 9).

Interessehalber durchgeführte Parallelversuche mit verschiedenen Silikon-Spezialitäten ergaben prinzipiell dieselben Resultate. Der Unterschied liegt nur in Verschiebungen des Optimums gegenüber der Standardemulsion.

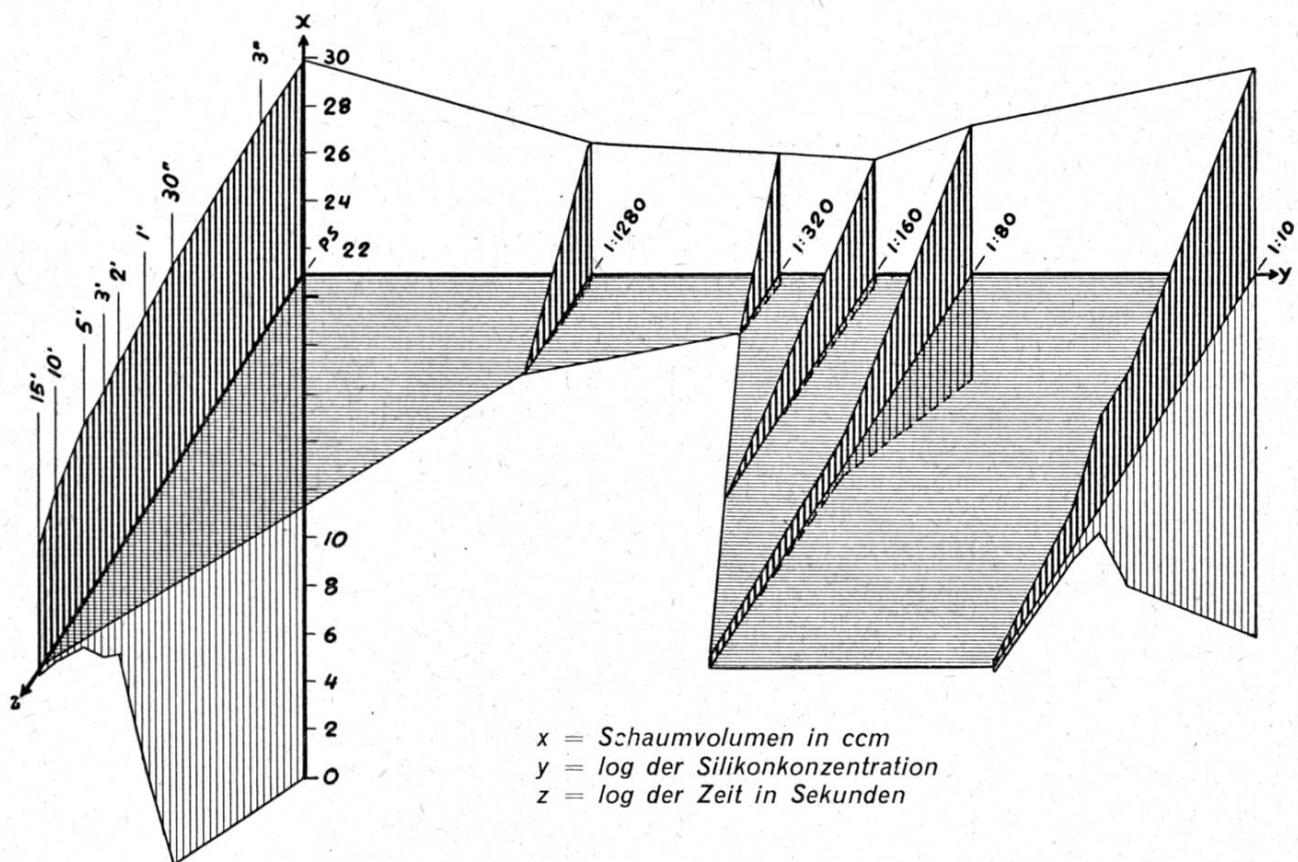


Fig. 9. Pansensaft; Schaumhemmung durch Silikon.

Diskussion der Versuchsresultate

Der Wasserversuch zeigt eindeutig, daß Silikon die Oberflächenspannung herabsetzt. Dieselbe Wirkung hatte es ohne Ausnahme auch auf zentrifugierten Pansensaft nicht tympanischer Rinder. Die in Prospekten der Industrie und in der veterinär-medizinischen Literatur immer wieder vertretene Behauptung, Silikon erhöhe die Oberflächenspannung, ist ein Trugschluß. Er beruht auf den auch nur in einem gewissen Bereich richtigen, aber falsch ausgelegten Beobachtungen an Detergentien, Verbindungen, die im Pansensaft nicht vorkommen.

Eine absolute Schaumhemmung durch Silikon ist unter den physikalisch-chemischen Gegebenheiten nicht zu erwarten. Wir können aber mit einem Optimum rechnen, bei dem auch die Stabilität des Schaumes minimal ist. Silikon verunmöglicht die Schaumbildung nicht, aber infolge seiner hohen Oberflächenaktivität fallen die gebildeten Blasen rasch wieder zusammen. Die lange Haltbarkeit einer kleinen Schaumkrone bei hoher Silikonkonzentration beruht darauf, daß beim Zusammenfallen des Schaumes die Silikonkonzentration schließlich so hoch wird, daß der Restschaum einen hochviskösen, gelartigen Charakter annimmt. Praktisch kann dieser Rest seines kleinen Volumens wegen allerdings vernachlässigt werden.

Auf die praktischen Verhältnisse der Prophylaxe der schaumigen Tympanie angewandt, ergibt sich also aus unseren Versuchen:

Bezogen auf die flüssige Phase des Panseninhaltes gibt eine Silikonkonzentration von etwa 0,3% den optimalen Wirkungsgrad. Im Panseninhalt bleibt sicher ein Teil des Silikons an den festen Futterteilen hängen und wird inaktiviert. Die Praxis beweist aber, daß bei prophylaktischer Anwendung trotzdem keine so hohen Dosen nötig sind. Diese Tatsache läßt sich leicht daraus erklären, daß im Panseninhalt die Blasenbildung nicht so intensiv vor sich geht wie in unseren Versuchen. Das Silikon hat also auch in geringeren Konzentrationen genügend Zeit, jede entstehende Blase so gleich zu zerstören. Wir dürfen also mit einer totalen Schaumhemmung rechnen. Wir haben auch Anhaltspunkte dafür, daß bei weniger intensivem Rühren der Wirkungsgrad erhöht wird, das heißt die gleiche Wirkung mit geringeren Konzentrationen erzielt werden kann.

Es wäre aber verfehlt, mit Rücksicht auf die Unschädlichkeit des Silikons aus Sicherheitsgründen zu hoch dosieren zu wollen. Der Erfolg ist nicht nur von der richtigen Dosierung des Mittels abhängig. Von mindestens eben solcher Bedeutung ist die rechtzeitige Verabreichung, denn das Mittel erreicht den erwünschten Wirkungsgrad nur, wenn es gleichmäßig im Panseninhalt verteilt ist.

Nach unseren Versuchen zu schließen, gilt für die prophylaktische Silikondosierung der Begriff der optimalen Wirkungsbreite. Beim gegebenen Indikationsgebiet mit seinen vielen unbestimmbaren Wirkungskomponenten ist diese Erscheinung sehr unerwünscht. Die heute verwendeten Silikonverbindungen können also nicht als ideal bezeichnet werden. Es müßte möglich sein, ein Mittel zu finden, mit dem nicht nur ein Optimum, sondern ein wenn auch nur relatives, aber auch bei Überdosierung *irreversibles* Maximum der Schaumhemmung erreicht werden könnte.

Zusammenfassung

In neuerer Zeit werden als Prophylaktikum gegen schaumige Tympanie hochpolymere Silikonpräparate eingesetzt. Silikon ist chemisch inaktiv, geruchlos und ohne Geschmack und für den Organismus offenbar absolut unschädlich. Es wirkt oberflächenspannungerniedrigend. Darauf beruht seine Fähigkeit, Schäume zu zerstören. Dem wirkt bei hohen Silikonkonzentrationen seine Viskosität entgegen.

Die Versuche ergaben deshalb bei keiner Silikonkonzentration eine absolute Schaumhemmung, sondern nur ein Optimum. Für zentrifugierten Pansensaft nicht tympanischer Rinder lag die optimale Silikonkonzentration bei etwa 0,3%.

In der Praxis dürften kleinere Konzentrationen genügen. Das Silikon muß aber einige Zeit vor der Fütterung verabreicht werden, damit es beim Eintritt der physikalisch-chemischen Voraussetzungen für die schaumige Auflockerung des Panseninhaltes bereits in der flüssigen Phase gleichmäßig verteilt ist.

Résumé

On a recours depuis peu à des préparations hautement polymères de silicium à titre de prophylactiques contre la tympanite spumeuse. Le silicium est chimiquement inactif, inodore et insipide, et semble-t-il absolument inoffensif pour l'organisme. Il abaisse la tension superficielle, ce qui lui permet d'éliminer les spumosités. La viscosité de cette préparation constitue toutefois une entrave lors de hautes concentrations de silicium.

C'est ainsi que les essais entrepris ont démontré qu'aucune concentration de silicium ne constitue un obstacle absolu à la formation des spumosités, mais seulement un optimum. La concentration optimale de silicium à l'égard du suc du rumen de bovins non atteints de tympanite était d'environ 0,3%.

Dans la pratique, de plus petites concentrations conviendront peut-être. Le silicium doit en revanche être administré un certain temps avant l'affouragement. Ainsi, les phénomènes physico-chimiques nécessaires au ramollissement du contenu de la panse interviendront-ils lorsque cette préparation sera déjà répartie uniformément pendant la phase liquide.

Riassunto

Negli ultimi tempi, contro la timpanite schiumosa si sono introdotti, in via profilattica, dei preparati di silicium altamente polimerici. Il silicium è chimicamente inattivo, inodore, insipido ed è considerato assolutamente innocuo. Esso riduce la tensione superficiale. Da ciò deriva il suo potere di distruggere le schiume. Nelle concentrazioni elevate la sua viscosità intralicia l'azione.

In nessuna concentrazione del silicium, negli esperimenti si è potuto evitare il formarsi della schiuma, pur ottenendo dei risultati molto eccellenti. Per il succo centrifugato del rumine di bovini non timpanitici la migliore concentrazione di silicium si rivelò a circa il 3%.

Nella pratica potrebbero bastare delle concentrazioni più piccole. Tuttavia il silicium va somministrato qualche tempo prima del foraggiamento, affinché si ripartisca bene già nella fase liquida quando si verificano le premesse fisico-chimiche per il rilassamento schiumoso del contenuto del rumine.

Summary

Recently highly polymerized silicone preparations are used to prevent foamy tympania in cattle. Silicone is chemically inactive, without taste or odor and absolutely harmless to the organism. It decreases the surface tension and therefore destroys foams. In opposition to this is the high viscosity of concentrated solutions.

The experiments gave in no silicone concentration a complete inhibition of foam formation, but only an optimum concentration, which was at about 0,3% for centrifugalized ruminal liquid from tympanic cattle. In practice lower concentrations might be sufficient. The silicone must be given some time before feeding in order to be dispersed completely in the ruminal liquid before the physico-chemical conditions of the foam formation set in.

Benützte Literatur

- [1] Autor unbekannt: J. Am. Vet. Med. Ass. 115, 30 (1949). – [2] Barrentine B. F. und Mitarbeiter: J. Anim. Sc. 13, 1006 (1954). – [3] Barrentine B. F. und Mitarbeiter: J. Anim. Sc. 15, 440 (1955). – [4] Clark R. and Quin J. I.: Onderstepoort J. Vet. Sc. and Anim. Ind. 20, 209 (1945). – [5] Clark R.: id. 23, 389 (1948). – [6] derselbe: J. South. Afric. Vet. Med. Ass., Vol. XXI, 173 (1950). – [7] Clark R. und K. E. Weiss: id. Vol. XXIII, 163 (1952). – [8] Clark, R.: id., Vol. XXVII, 79 (1956). – [9] Cole H. H. und Mitarbeiter: J. Anim. Sc. 4, 183 (1945). – [10] Dougherty R. W. und C. D. Meredith: J. Am. Vet. Med. Ass. 124, 474 (1954). – [11] Feuerstein G.: Tierärztl. Umschau, 334 (1955). – [12] Graf H.:

Mh. f. Vet.-Med., 11. Jg., 268 (1956). – [13] Holleman A. F.: Lehrbuch der Chemie, 1. Teil, Anorganische Chemie, von E. Wiberg, 30. und 31. Aufl., Walter de Gruyter & Co., Berlin (1952). – [14] Hungate R. E. und Mitarbeiter: Applied Microbiology 3, 161 (1955). – [15] Jacobson C. A.: zit. nach Quin, J. I. [20]. – [16] Lienert E. und G. Kienel: Dtsch. Tierärztl. Wschr. 64, 30 (1957). – [17] Mamoli E. und G. Mucci: Ref. in Arch. Vet. Ital. 6, 429 (1955). – [18] Manegold Erich: Schaum. Straßenbau, Chemie und Technik, Verlagsgesellschaft m.b.H., Heidelberg (1953). – [19] Quin A. H. und Mitarbeiter: J. Am. Vet. Med. Ass. 114, 313 (1949). – [20] Quin J. I.: Onderste poort J. Vet. Sc. and Anim. Ind. 18, 113 (1943). – [21] Rowe V. K. und Mitarbeiter: Arch. Industr. Hygiene and Occupational Med. 1, 539 (1950). – [22] Weiss K. E.: Onderste poort J. Vet. Res. 26, 241 (1953). – [23] derselbe: id. 26, 251 (1953).

Service vétérinaire cantonal et institut Galli-Valerio, Lausanne
(Centrale suisse pour l'étude des maladies du gibier)

Observations sur les maladies du gibier, des oiseaux et des poissons faites en 1955 et 1956

Par G. Bouvier, H. Burgisser et P. A. Schneider

Pendant ces deux dernières années, nous avons reçu 725 envois se répartissant ainsi :

11 bouquetins; 8 cerfs; 1 cerf Sika provenant d'un parc; 157 chevreuils; 64 chamois; 2 daims provenant d'un parc; la musculature d'un sanglier pour trichinoscopie; 225 lièvres; 5 lapins de garenne pour recherche de la myxomatose; 1 marmotte; 5 écureuils; 42 campagnols; 1 loir; 2 hérissons; 1 musaraigne; 4 blaireaux; 10 renards; 5 fouines; 1 putois; 1 martre; 133 oiseaux divers; 3 reptiles et 42 envois de poissons. Il s'agit ici surtout de truites trouvées mortes ensuite de pollution accidentelle des eaux.

Bouquetins

Les cadavres proviennent surtout de la colonie de l'Albris d'où nous avons reçu 2 jeunes animaux atteints de catarrhe intestinal, dont un avec une infection à *Welchia perfringens*. Chez deux autres animaux, nous trouvons de la coccidiose intestinale grave et chez trois adultes, nous constatons une strongylose de la caillette. On sait que cette maladie peut être mortelle chez le bouquetin. Signalons encore un avortement accidentel avec infection puerpérale secondaire.

Cerfs

En 1955, nous avons reçu quelques cerfs des environs du Parc National présentant des signes de carence ou d'inanition (16 au 25 mars 1955). Ces