

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: 109 (1967)

Heft: 1

Artikel: Beitrag zur Biochemie der Pansenazidose des Rindes

Autor: Dirksen, G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-588126>

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: 10.01.2026

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

Aus der Klinik für Rinderkrankheiten
(im Richard-Götze-Haus) der Tierärztlichen Hochschule Hannover
(Direktor: Prof. Dr. G. Rosenberger)

Beitrag zur Biochemie der Pansenazidose des Rindes*

Von G. Dirksen

Eines der wichtigsten Ergebnisse der neueren Pansenforschung ist die Feststellung, daß es möglich ist, durch Veränderung der Anteile der Grundnährstoffe in der Ration die mikrobiellen Verdauungsprozesse in den Vormägen der Wiederkäuer in bestimmter Richtung zu lenken. Diese Erkenntnis lieferte unter anderem auch eine Erklärung dafür, weshalb Wiederkäuer nach übermäßiger Aufnahme leichtverdaulicher Kohlehydrate zuweilen lebensbedrohlich erkranken. Einer derartigen Verschiebung im Futterangebot folgt im Pansen eine starke Vermehrung der milchsäurebildenden Mikroorganismen, die verbunden ist mit unphysiologisch hoher Milchsäurekonzentration, Absinken des pH-Wertes bis auf 4,0, Verflüssigung des Vormageninhaltes sowie mit einer Reihe von Blutveränderungen, darunter in schweren Fällen Azidose und Anhydrämie. Vom Blutstatus hängt letztlich entscheidend der Ausgang der Erkrankung ab. Die in der vorliegenden Arbeit geschilderten Verlaufuntersuchungen an Panseninhalt, Blut und Harn verfolgten den Zweck, den Einblick in das Krankheitsgeschehen zu erweitern und damit Grundlagen für eine optimale Therapie zu schaffen. Zugleich wurde die Wirksamkeit verschiedener Behandlungsmaßnahmen, darunter die orale Antibiotikaapplikation, geprüft. Diese Therapie hatten bereits Turner und Hodgetts (1949–1952), Bullen und Scarrisbrick (1957) und Fraser (1959) versuchsweise angewandt; in jüngster Zeit haben Hyldgaard-Jensen und Simesen (1966) darüber berichtet.

Eigene Untersuchungen

Material und Versuchsanordnung: Für die Untersuchungen an *spontan erkrankten Tieren* (Tab. 1) wurden 7 Fälle ausgewählt, die sich in verschiedener Hinsicht unterscheiden: Die Rinder Nr. 961 und 962 (Schwarzb. Ndrgrsdr., etwa 18 Monate alt, Gewicht etwa 350 kg) hatten sich freien Zugang zur Futterkiste verschafft und im Laufe von mehreren Stunden – vom Morgen bis zum Abend – an einer unbestimmten Menge eines Gersten-Roggen-Schrotgemisches (1 : 1) überfressen. – Normalerweise erhielten sie Grassilage und 1½ bis 2 kg des gleichen Schrotes. – Bereits am Morgen des folgenden Tages stellte sich Durchfall ein, und bis zum Abend kamen beide Tiere in komatösem Zustand zum Festliegen. Blut und Pansensaft wurden kurz vor bzw. bei der Schlachtung der moribunden Patienten entnommen.

* Publikation der IV. Internationalen Tagung der Weltgesellschaft für Buiatrik. 4. bis 9. August 1966 in Zürich.

Sektionsbefund: siehe Tabelle 1. Histologisch: Nr. 961: herdförmige Vakuolisierung der mittleren Pansenepithelschichten, geringgradige Abomasitis. Nr. 962: wie 961, aber Labmagen o. B. Einmaliges Überfressen an Getreideschrot (Hafer, Weizen, Gerste, Roggen) war auch bei Nr. 2922 (Schwarzb. Kuh, etwa 500 kg KGW) die Ursache der Erkrankung gewesen. Hier nahm das Leiden ebenso wie bei den Kühen Nr. 2844 und 2673 einen mehr protrahierten Verlauf. Die letztgenannten beiden Tiere erkrankten jedoch, nachdem sie bereits mehrere Tage bzw. Wochen (2844) lang mit frischem Zuckerrübenblatt gefüttert worden waren. Nr. 3015 (Schwarzb. Ndragsrd., männl., etwa 6 Monate) und Nr. 3075 (Schwarzb. Kuh, 490 kg KGW) litten zur Zeit der Einstellung in die Klinik etwa 8 Tage an der Azidose. Beide Tiere besserten sich zunächst unter der Behandlung, mußten jedoch später wegen zunehmender Allgemeinstörung notgeschlachtet werden. Befund von Nr. 3015 am 15. Tag: Ruminitis ulcerosa diffusa. Bei Patient Nr. 3075, der etwa 3 Wochen nach Krankheitsbeginn wieder zum Festliegen kam, hat vermutlich das gleiche vorgelegen.

Ferner werden in der vorliegenden Arbeit Ergebnisse von drei *Fütterungsexperimenten* an zwei erwachsenen und mit Pansenfistel versehenen Kühen aufgeführt. Die normale Ration dieser Tiere bestand aus 6 kg eines Gemisches aus Trockenschnitzel/Trockenblatt/Roggenkleie/Weizenkleie (2:1:0,5:0,5), 5 kg Heu, 6-8 kg Futterrüben.

Kuh A (Tabelle 2) wurde vor Versuchsbeginn für 5 Tage auf Heu ad lib. umgestellt und erhielt danach am 14., 15., 16., 17. und 18. Oktober je Tag 6, 4, 4, 7, 8 kg Gerstenschrot, zum Teil per fistulam. Am 19. Oktober war der pH im Pansen auf 5,8 gesunken, und das Tier zeigte ein leicht gestörtes Allgemeinbefinden (Puls 96, Resp. 20, Pansentät. + --). Nach Verabreichung von 5 g Tetrazyklin oral und 1 kg Heu normalisierte sich der pH-Wert binnen weniger Stunden. An den geprüften Blutbestandteilen waren bis dahin noch keine deutlichen Verschiebungen festzustellen. Am 19. und 20. wurde Heu ad lib. mit einigen Futterrüben gereicht und am 21. Oktober zu Zuckerrübenblatt übergegangen, wovon die Kuh am 21., 22., 23. je 45, 35, 45 kg erhielt. Die Daten über den weiteren Versuchsverlauf enthält Tabelle 2. Die Kuh starb plötzlich nach 17tägiger Versuchsdauer über Nacht. Sektionsbefund: Petechiale Blutungen unter dem Endo- und Epikard, beidseitige Hypostase in der Lunge, im ventralen Pansensack an zwei Stellen markstückgroße hyperämische Bezirke. Nierenkongestion, hochgradige hämorrhagische Zystitis, Peritonitis circumscripta an der Blinddarmspitze.

*Histologisch*¹: u. a. Ruminitis acuta in den veränderten Bezirken, subepitheliales Ödem in Haube und Psalter, Nephritis acuta mit Bakterienrasen in den Tubulusanschnitten, Nekrose der Tubulusepithelien, Cystitis acuta.

Kuh B bekam vor dem Versuch 1 Normalfutter (s.o.) und während des

¹ Herrn Prof. Dr. L.-Cl. Schulz gilt unser Dank für die Durchführung der histologischen Untersuchungen in seinem Institut.

Experimentes neben den in Tabelle 3 aufgeführten Zuckermengen pro Tag 2 kg Heu. Zwischen Versuch 1 und 2 wurde wiederum das Normalfutter mit Zusatz von 1,5 kg Kraftfutter (206 g verd. Eiw., 630 St. E./kg) gereicht und am Tag vor Versuchsbeginn ab 12.00 Uhr das Futter entzogen. Dieses Tier erhielt während der Versuchsdauer zu den in Tabelle 4 genannten Zuckermengen pro Tag 2 kg Heu und 5 g Tetrazyklin, entsprechend 250 g Supramycin®-Mycel-Grünenthal¹. Alle Versuchstiere hatten freien Zugang zum Trinkwasser.

Bestimmungsmethoden: Blut: L-Laktat/enzymatischer Test der Fa. Boehringer; Alkali-Reserve als Standardbikarbonat/titrimetrisch nach Lastradet; Harnstoff/Urastrat®-Test; Glukose/enzymatischer Test der Fa. Boehringer; Ca/photometrisch nach Ferro und Ham; Mg, P/photometrisch nach Bell und Doisy; Chlorid/photometrisch, Test Fa. Haury; K, Na/flammenphotometrisch; Ser.-EW/Biuretmet. mod. nach Ferro und Ham; Ges. Bilirubin nach Jendrassik, Cleghorn und Graf; SGOT/Farbstest Fa. Boehringer. Glukose wurde im Vollblut bestimmt, alle übrigen Werte im Serum. Pansensaft: Neben der pH-Messung und mikroskopischen Schätzung der Infusorienzahl wurde am nach Gram gefärbten Ausstrich eine grobe (und natürlich subjektive) Schätzung der relativen Anteile der Gram-negativen und Gram-positiven Flora vorgenommen. Die Keimzahlbestimmung und Differenzierung der Milchsäurebildner war bei der Auffassung des Manuskriptes noch nicht abgeschlossen. Eine ausführliche Darstellung der Untersuchungen mit Angabe ergänzender Befunde wird in der Dissertation von Nienhoff-Möllmann erfolgen.

Ergebnisse und Besprechung

Von den *Spontanfällen* zeigen die Rinder Nr. 961 und 962 das typische Bild der perakut verlaufenden Pansenazidose nach einmaliger Überfütterung mit absolut zu großen Mengen leichtverdaulicher Kohlehydrate. Nr. 961 weist mit 109,0 mg% L-Laktat die höchste von uns bislang gemessene Milchsäurekonzentration auf und gleichzeitig die geringste Alkali-Reserve (Standard-Bikarbonat) (1,7 Vol.-%). Der Laktatwert ist deshalb besonders interessant, weil nach den Untersuchungen von Dunlop (1961) L-Milchsäure vom Körper relativ gut verwertet wird – wofür auch die verhältnismäßig niedrigen Werte bei den anderen Patienten sprechen –, im Gegensatz zur D-Milchsäure, deren Umsatz nur langsam erfolgt und die deshalb als eigentliche Ursache der Blutazidose gilt. Der nur mäßig erhöhte Serum-Eiweißgehalt spricht für die Vermutung von Hyldgaard-Jensen und Simesen (1966), daß zuerst die Azidose eintritt und erst danach die Bluteindickung. Die Ca-, Mg-, Chlorid- und Harnstoffwerte sind normal, der anorganische P-Gehalt jedoch deutlich erhöht, ebenso bei Nr. 961 die

¹ Der Firma Grünenthal-Chemie, Stolberg, sei für die freundliche Bereitstellung der Versuchsmuster gedankt.

SGOT. Im Pansen wird bei pH 4,0 eine rein Gram-positive Stäbchen- und Kokkenflora gefunden. Kuh Nr. 2922 war ebenfalls infolge einmaliger Schrotüberladung, jedoch nicht ganz so schwer wie die beiden vorgenannten Tiere, erkrankt, obgleich im mikroskopischen Bild kaum ein Unterschied bestand. Hämoglobin und Hämatokrit lassen bei der Einlieferung eine deutliche Bluteindickung erkennen, und neben dem P-Spiegel ist auch die Harnstoffmenge erhöht, während die Werte an Chlorid, K und Mg relativ niedrig liegen. Im weiteren Verlauf sinkt vorübergehend der Ca-Spiegel in den hypokalzämischen Bereich, während der Mg-Wert stetig fällt. Das mikroskopische Bild verschiebt sich unter der Behandlung schnell zugunsten der Gram-negativen Flora.

Im Gegensatz zu den vorherigen Fällen stellte sich die Azidose bei den Kühen Nr. 2844 und 2673 nicht nach zufälligem einmaligem Überfressen, sondern nach längerer Verfütterung von frischem Zuckerrübenblatt (mit Köpfen) ein. Neben dem erhöhten Harnstoff- und P-Gehalt fallen bei Nr. 2844 der hohe Blutzucker- und K-Wert auf sowie die Hypochlorämie; es besteht jedoch im Gegensatz zu Nr. 2673 keine Anhydrämie. Bei dem letztgenannten Tier liegen Kalium-, Chlorid- und Ca- und Mg-Gehalt niedrig bei sonst wenig veränderten Werten. Der pH-Wert des Panseninhaltes normalisiert sich nach Tetrazyklingabe sehr schnell, nach der Hefetherapie etwas langsamer.

Die beiden letzten Spontanfälle Nr. 3075 und 3015 stellen Folgezustände nach akuter Pansenazidose mit schwerer Ruminitis dar: normale Alkalireserve, hohe Harnstoff- und Blutzuckerwerte, schwankender Mg-Gehalt, erniedrigter K- und Chlorid-Spiegel, stark angestiegene Bilirubin- und SGOT-Werte (3075) als Zeichen der Leberschädigung. Im Pansen normaler pH-Wert mit überwiegend Gram-negativer Flora, aber hohem Gehalt an Gram-positiven Kokken.

In *Versuch A* ist die kritische Phase am 28./29. Oktober erreicht. Die Blut- und Pansensaftveränderungen entsprechen im großen und ganzen denen der protrahiert verlaufenden Spontanerkrankungen. Bemerkenswert ist der starke Abfall des Mg-Spiegels bis zum Abend, bevor das Tier starb. Leider wird der Wert des Versuches dadurch eingeschränkt, daß sich infolge des eingelegten Harn-Dauerkatheters eine Zystitis und Nephritis entwickelte. In den *Versuchen B 1* und *B 2*, welche die Wirksamkeit einer gleichzeitigen Tetrazyklinzugabe vergleichsweise prüfen sollten, sind an den Blutbefunden die schon bei den anderen Tieren beobachteten Tendenzen zu erkennen, wenn auch weniger ausgeprägt. Obgleich die Zahl der Gram-positiven Keime, nach dem mikroskopischen Bild zu urteilen, bei Tetrazyklinzugabe deutlich verringert erschien, sank der pH-Wert im Pansen bis auf 4,3, wobei das Krankheitsbild unvergleichbar leichter war, als es nach den Erfahrungen bei Spontanerkrankungen mit entsprechendem pH-Wert des Pansensaftes zu erwarten gewesen wäre. Sowohl im Versuch B 1 als auch – und zwar im besonderen Maße – im 2. Experiment traten gegen Ende im

Ausstrich vermehrt hefeähnliche Zellen auf, wie es auch in den analogen Versuchen von Krogh (1959–1963) zu beobachten war. Zugleich roch der Pansensaft nicht so sauer wie sonst, sondern beinahe angenehm, etwa wie alkoholisch vergorene Maische.

Schlußfolgerungen

Blutstatus: Die *perakut* verlaufende Pansenazidose nach einmaliger Überladung ist im wesentlichen durch den erhöhten Milchsäurespiegel, Verlust der Alkali-Reserve, Bluteindickung, Anstieg des anorganischen Phosphors und Hyperglykämie gekennzeichnet. Vermutlich wird die plötzliche Überschwemmung mit Milchsäure von einer Histaminintoxikation begleitet. Bei den *protrahiert* verlaufenden Azidosen oder nach Überstehen der akuten Anfangsphase treten jedoch neben oder nach den genannten Veränderungen merkliche Verschiebungen des Harnstoff-, Kalzium-, Magnesium- und Chloridspiegels ein. Auch die Kaliumwerte unterliegen deutlichen Schwankungen, während sich der Natriumspiegel als relativ konstant erweist.

Von besonderem Interesse ist das Absinken des Magnesiumgehaltes, zumal über eine Verminderung des Blutmagnesiumspiegels im Zusammenhang mit Änderungen oder Störungen in der Vormagenverdauung auch von anderer Seite berichtet worden ist (Annison u. Mitarb., 1959; Seidler, Frens und v. Adrichem, 1963; Seekles und Hendriks, 1963; Hallgren u. Mitarb., 1963). Ob es sich hierbei um spezifische oder mehr unspezifische Auswirkungen handelt, kann noch nicht beantwortet werden. Es erscheint jedoch nicht ausgeschlossen, daß derartige protrahierte Pansenazidosen ein tetanisches Geschehen zur Folge haben können. In der Zukunft sollte daher der Erforschung der protrahierten Azidose besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Pansenflora: In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Krogh (1959–1963) ist festzustellen, daß die Infusorien etwa bei pH 5 verschwinden. Während die negative Flora mit sinkendem pH abstirbt, tritt eine vorübergehende Zunahme der Gram-positiven Kokken ein, bevor die Gram-positiven Stäbchen dominieren. Mit der Vermehrung der Hefen scheint eine andere Form der Säuerung einzusetzen, die noch genauerer Untersuchung bedarf.

Therapie: Tetrazyklin in der benutzten Form vermag die Vermehrung der milchsäurebildenden Flora zu hemmen, jedoch sind je nach Größe des Tieres 5–10 g Wirkstoff erforderlich; in schwereren Fällen bedarf es einer Wiederholung der Medikation nach 6 bis 12 Stunden. Die Hauptindikation für die orale Antibiotikatherapie liegt in der ersten Phase der Überfütterung vor der entscheidenden Vermehrung der Milchsäurebildner. Es bedarf noch weiterer Klärung, welche Unterschiede im Endeffekt zur herkömmlichen oralen Behandlung mit Bäckerhefe bestehen, um das preisgünstigste Verfahren wählen zu können. Im übrigen ist das Augenmerk der Regulie-

rung des Blutstatus und der Anregung der Diurese zu widmen, wofür zurzeit die parenterale Applikation von Aneurin, Antihistaminica, physiologische Kochsalzlösung und geeigneten Ca-Mg-Präparaten empfohlen werden kann.

Zusammenfassung

Die Untersuchung von Blutbestandteilen im Endstadium der perakut verlaufenden Pansenazidose ergab: erhöhte Werte an L-Laktat, anorg. P, Glukose, erniedrigtes Standard-Bikarbonat, mäßige Anhydrämie, normale Harnstoff-, Ca-, Mg-, Chloridmengen. Bei protrahierten Azidosen traten zusätzlich zu den genannten Verschiebungen auf: erhöhter Harnstoffgehalt, deutliche Anhydrämie, vorübergehende Hypokalzämie, Neigung zur Hypomagnesämie und Hypochlorämie, schwankende K-Werte bei wenig beeinflußtem Na-Spiegel. Ruminitis necroticans bedingte schwere, letal endende Intoxikation mit Leberschaden.

Durch oral appliziertes Tetrazyklin in Dosen von 5–10 g (für erwachsene Rinder) wurden die Milchsäurebildner gehemmt.

Résumé

Contribution à la biochimie de l'acidose du rumen du bovin

L'analyse d'éléments sanguins dans la phase terminale de l'acidose hyperaiguë de la panse a donné les renseignements suivants: augmentation des valeurs du sel de l'acide lactique du phosphore anorganique, du glucose; diminution du bicarbonate, anhydrémie moyenne; quantités normales d'urée, de calcium, de magnésium et de chloride. Lors d'acidoses retardées, s'ajoutaient encore aux modifications mentionnées: augmentation du taux de l'urée, anhydrémie nette, hypocalcémie passagère, propension à l'hypomagnésémie et à l'hypochlorémie, fluctuation du taux de potassium pour une teneur peu modifiée de sodium. Une ruminitis nécrotisante provoquait une grave intoxication mortelle avec lésions hépatiques.

L'application de tétracycline p. o. à la dose de 5 à 10 g (pour un bovin adulte) inhibait les germes responsables de la formation d'acide lactique.

Riassunto

Contributo alla biochimica dell'acidosi del rumine del bovino

L'analisi dei componenti sanguigni nella fase terminale dell'acidosi peracuta del rumine ha dato i seguenti risultati: valori aumentati di L-lattato, fosforo inorganico, glucosio; diminuzione del bicarbonato; leggiera anidremia; normale urea, calcio, magnesio e cloridi.

Nell'acidosi prolungata si verificano le seguenti modifiche: aumento del tasso dell'urea, spiccata anidremia, ipocalcemia passeggiata, tendenza all'ipomagnesiemia ed all'ipocloremia, fluttuazione del tasso potassico con un tenore poco modificato del sodio. Una ruminitis necrotizzante causò una grave intossicazione mortale con lesione epatiche.

La somministrazione orale di tetraciclina in dosi da 5–10 g (per bovini adulti) inibì la crescita dei germi responsabili della formazione dell'acido lattico.

Summary

A contribution to the biochemistry of rumen acidosis in cattle

The examination of blood components in the final stage of peracute rumen acidosis showed: increased amounts of L-lactate, anorganic phosphorus, glucose; reduced

standard-bicarbonate; a fairly pronounced anhydrexia; and normal amounts of urea, calcium, magnesium and chloride. Besides or after these, in protracted cases of acidosis the following changes also occurred: an increased content of urea, a distinct anhydrexia, a temporary hypocalcaemia, a tendency to hypomagnesaemia and hypochloraemia and oscillating potassium values, but not much effect on the sodium. Ruminitis necroticans conditioned severe intoxication with liver damage, ending lethally.

Orally applied tetracyclin in the dosage of 5 to 10 g (for fullygrown cattle) inhibited the producers of lactic acid.

Literatur

Bond H. E.: A study on the pathogenesis of acute indigestion in sheep. Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, New York 1959. – Broberg G.: Acute overeating with cereals in ruminants. Monogr. Lovisa nya tryckeri-Lovisa (1960). – Dirksen G.: Rumen Acidosis in Cattle. Vet. Med. Rev. Bayer No. 2, 98–125 (1965). – Dunlop R. H.: A study of factors related to the functional impairment resulting from loading the rumen of cattle with high digestible carbohydrate feeds. Ph. D. Thesis, University of Minnesota, Minneapolis 1961. – Hyldgaard-Jensen G. und Simesen H.: Grutforgiftning hos Kvaeg. Nord. Vet. Med. 18, 71–94 (1966). – Krogh N.: Studies on alterations in the rumen fluid of sheep, especially concerning the microbial composition when readily available carbohydrates are added to the food. Acta vet. scand. 1, 74, 383, 2, 103, 357 (1959/60/61). Außerdem wurden berücksichtigt: Allison M. J., Dougherty R. W., Bucklin J. A. und Snyder E. E.: Ethanol accumulation in the rumen after overfeeding with readily fermentable carbohydrate. Science 144, 54 (1964). – Annison E. F., Lewis P. und Lindsay D. B.: The metabolic changes which occur in sheep transferred to lush spring grass. I. Changes in blood and rumen constituents. J. agric. Sc. 53, 34–45 (1959). – Hallgren W., Pehrson B., Carlström G. und Andersson G.: Mouldy Hay Poisoning in Cattle. Nord. Vet.-Med. 15, 755–777 (1963). – Seekles L. und Hendriks H.: Hypomagnesemie en Grastetanie. Tijdschr. Diergeneesk. 88, 1095–1142 (1963). – Seidler S., Frens A. M. und v. Adrichem P. W. M.: Einfluß einiger Faktoren auf NH_3 -, Roheiweiß-, Trockensubstanz-, Asche-, Zucker-, Fettsäurewerte im Pansensaft und Mg- und Harnstoffwerte im Blutserum. Z. Tierphys. Tierern. 18, 193–256 (1963).