

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:	5
Artikel:	Lungenfunktionsprüfungen bei Grosstieren
Autor:	Spörri, H. / Denac, M.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-588957

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: 09.02.2026

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

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

Lungenfunktionsprüfungen bei Großtieren*¹

Von H. Spörri und M. Denac

Während die Untersuchungsmethodik des Kreislaufapparates (Elektrokardiographie, Phonokardiographie, Angiokardiographie, Herzkatheterismus usw.) bei Klein- und Großtieren heute recht gut entwickelt ist, werden quantitative Funktionsanalysen des Atmungsapparates bei Tieren (insbesondere bei Großtieren) noch relativ selten durchgeführt. An Hand einer kleinen Kasuistik seien einige Untersuchungsmöglichkeiten und Ergebnisse von Lungenfunktionsprüfungen an Großtieren beschrieben.

Zu den Parametern, welche zur Beurteilung der Funktionstüchtigkeit des Atmungsapparates von Bedeutung sind, gehören u.a.: 1. die *Atemfrequenz*, 2. der *Atemzeitquotient* (AZQ), d.h. das Verhältnis der Exspirationsdauer zur Inspirationsdauer, 3. das *Atemvolumen* (AV), d.h. die Tiefe der Atemzüge, 4. die *Stromstärke der Luft* im Verlaufe eines Atemzuges, 5. der *Strömungswiderstand* der Luft im Atmungsapparat, 6. die *Elastizität* bzw. *Dehnbarkeit* des Lungengewebes, d.h. die sog. *Elastance* bzw. *Compliance*, 7. die *CO₂-Konzentration* in den Lungenalveolen.

Diese 7 Größen lassen sich heute auch bei Großtieren mit entsprechenden Apparaturen relativ leicht und exakt erfassen. Hierzu müssen folgende Kurven registriert werden: 1. ein *Spirogramm*, d.h. die fortlaufende Aufzeichnung der ein- und ausgeatmeten Luftmenge (diese Kurve gibt gleichzeitig die Änderungen des Lungenvolumens an), 2. ein *Pneumotachogramm*, d.h. die fortlaufende Aufzeichnung der Stromstärke der Luft während der Ein- und Ausatmung, 3. eine *Thorakaldruckkurve*, d.h. eine Kurve des Druckes im Interpleuralspalt, 4. ein *Kapnogramm*, d.h. eine CO₂-Konzentrationskurve der Atemluft.

Auf die Prinzipien und Technik dieser Untersuchungen kann hier nicht eingetreten werden².

Kasuistik

Fall 1. Spirogramm und Kapnogramm von einem gesunden Pferd (Abb. 1). Die gleichmäßig an- und absteigende Kurve stellt das Spirogramm (Spg) dar. Der absteigende Schenkel derselben entspricht der Inspiration,

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

¹ Untersuchungen mit Hilfe eines Beitrages des Schweizerischen Nationalfonds (Kredit Nr. 2413).

² Betr. Untersuchungsmethodik s. H. Spörri und W. Leemann, Zur Untersuchung der Lungenmechanik bei Großtieren. Schweiz. Arch. Tkd. 106, 699-714 (1964). Über die technische Durchführung der Untersuchungen wurde an der oben erwähnten Tagung ein kurzer Film demonstriert.

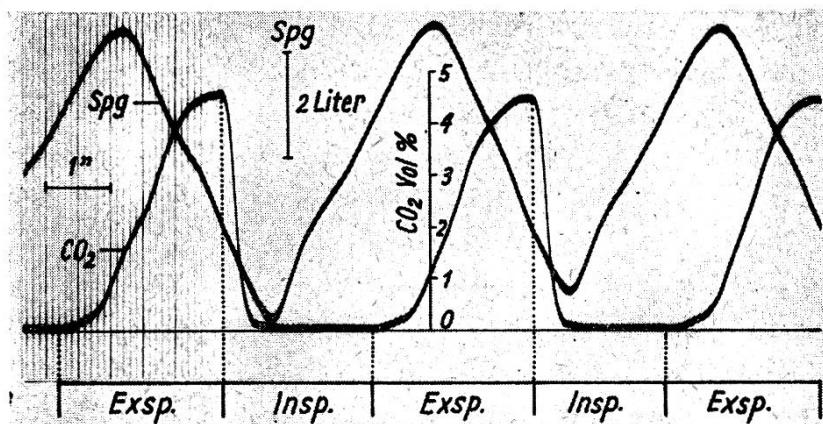


Abb. 1

der aufsteigende Schenkel der Exspiration. Die langsam zu einem Plateau ansteigende und dann jäh abfallende Kurve zeigt das Kapnogramm (CO₂-Konzentrationskurve). Das Kapnogramm hinkt etwa 1,5 Sek. hinter dem Spirogramm nach, weil etwas Zeit verstreicht, bis die Atemluft via Schlauchverbindung von der Atmungsmaske des Tieres zum CO₂-Analysator gelangt. Aus den Kurven können folgende Größen entnommen werden: Atemfrequenz 12,2/min., Atemvolumen 5,3 Liter, Atemminutenvolumen 64 Liter, Atemzeitquotient 0,94, alveolare CO₂-Konzentration (CO₂-Konzentration in der zuletzt exspirierten Luft) 4,5 Vol.-%.

Fall 2. Elektrokardiogramm (EKG A), Spirogramm (Spg), Pneumotachogramm (mäanderartige Kurve, Ptg) und Intrathorakal- bzw. Pleural-Druckkurve (Ppl) von einem klinisch lungengesunden Pferd, welchem ein Tranquillizer-«Cocktail» (5,0 ml Atropin 1%, 4,0 ml Palfium, 3,0 ml Combelan) i. v. appliziert wurde (Abb. 2). Der unterhalb der Horizontalen 1 verlaufende Kurvenzug des Ptg entspricht der Inspiration, der oberhalb der Horizontalen 1 verlaufende Kurventeil der Exspiration. Die Schnittpunkte des Ptg mit der Horizontalen 1 zeigen somit den Übergang der Inspiration in die Exspiration bzw. der Exspiration in die Inspiration an. Das EKG lässt

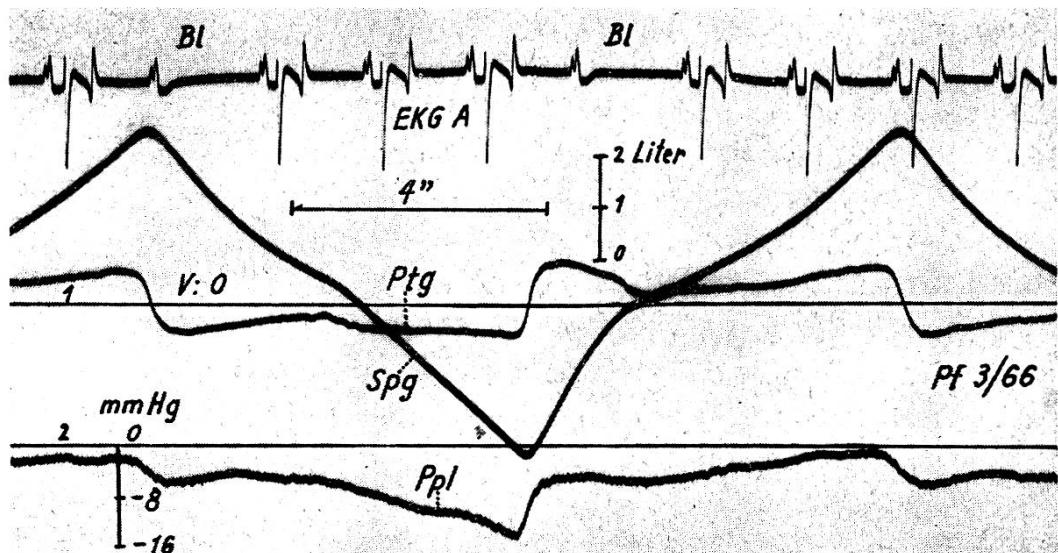


Abb. 2

einen partiellen Atrioventrikularblock (Bl), d. h. periodischen Ausfall von Kammerkontraktionen erkennen. Es besteht eine hochgradige Bradypnoe (Atemfrequenz 4,8/min.), das Atemvolumen beträgt 6,2 Liter und das Atemminutenvolumen nur 29,8 Liter. Der intrathorakale Unterdruck beträgt im Maximum (kurz vor dem Ende der Inspiration) nur 14 mm Hg. Kurz vor dem Ende der Exspiration mißt der intrathorakale Unterdruck nur noch etwa 2 mm Hg. Diese Daten sprechen für eine sehr leichte Dehnbarkeit (große Compliance bzw. kleine Retraktionskraft) des Lungengewebes. Trotz der sehr langsamem Atmung gehen Inspiration und Exspiration pausenlos ineinander über (normales Phänomen).

Fall 3. Pneumotachogramm (Ptg), Spirogramm (Spg) und Thorakaldruckkurve (Ppl) von einem Pferd mit ganz leichtem Lungenemphysem (Abb. 3). Der unterhalb der horizontalen Linie 1 verlaufende Teil des

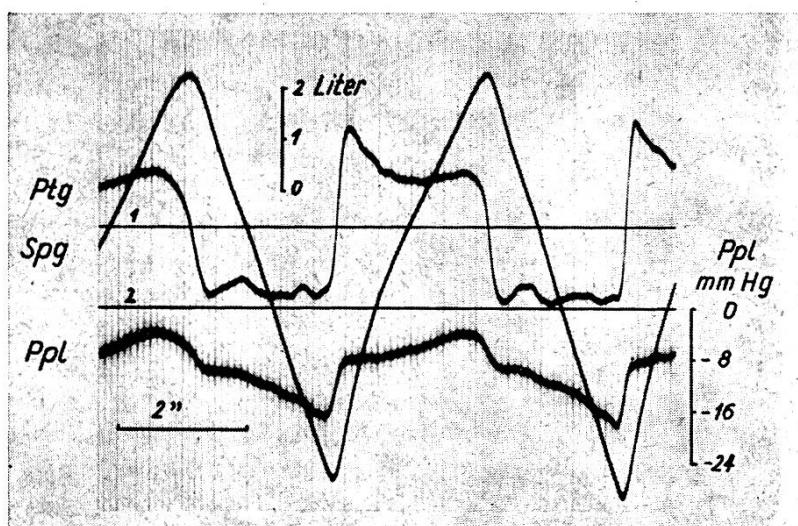


Abb. 3

Ptg entspricht der Strömungsgeschwindigkeit der Atemluft während der Inspiration, der oberhalb der horizontalen Linie 1 verlaufende Teil des Ptg entspricht der Strömungsgeschwindigkeit der Luft während der Exspiration. Ein- und Ausatmung gehen ohne Pause ineinander über (Kreuzungspunkte des Ptg mit der Horizontalen). Die Zu- und Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit während der Ein- bzw. Ausatmung erfolgt sehr rasch. Während der größten Zeit der Ein- und Ausatmung ist die Stromstärke ziemlich konstant. (Am größten ist sie zu Beginn der Ausatmung.) Das Ptg weist daher eine mäanderartige Konfiguration auf. Atemvolumen 7,7 Liter; Atemfrequenz 12,8/min., Atemminutenvolumen 98 Liter (erhöht), Atemzeitquotient 1,1 (normal). Der intrathorakale Unterdruck erreicht kurz vor dem Inspirationsende seinen größten (17,5 mm Hg) und kurz vor Exspirationsende seinen kleinsten (4,0 mm Hg) Wert (normal).

Fall 4. Elektrokardiogramm (Ekg A), Pneumotachogramm (Ptg), Spirogramm (Spg) und Intrathorakaldruckkurve (Ppl) von einem Pferd mit sehr starkem Lungenemphysem (Abb. 4 vor Atropin; Abb. 5 44 Min. nach Atropin). Der unterhalb der horizontalen Linie 1 verlaufende Teil des Ptg ent-

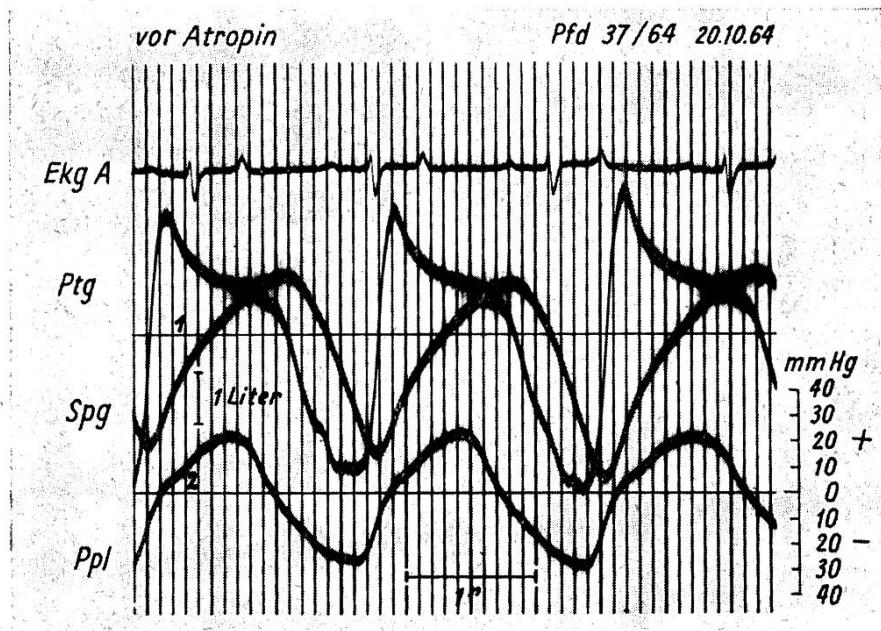


Abb. 4

spricht der Inspiration, der oberhalb derselben verlaufende Kurventeil der Exspiration. Aus den Kurven sind folgende Meßwerte zu entnehmen: *Vor Atropinapplikation* (Abb. 4): Atemfrequenz 34,1/min. (erhöht), Atemvolumen 3,5 Liter (reduziert), Atemminutenvolumen 119 Liter (stark erhöht), Atemzeitquotient 1,7 (erhöht), hochgradiger intrathorakaler Überdruck von maximal 22 mm Hg während der Exspiration. *Nach Atropinapplikation* (Abb. 5): Atemfrequenz 40,5/min. (erhöht), Atemvolumen 3,5 Liter (reduziert), Atemminutenvolumen 141 Liter (stark erhöht), Atemzeitquotient 1,2 (normal), der intrathorakale Überdruck während der Exspiration ist von 22 auf 6 mm Hg abgesunken. Offensichtlich lag im vorliegenden Fall ein ausgeprägter Bronchospasmus vor, welcher durch die Atropinisierung gelöst wurde.

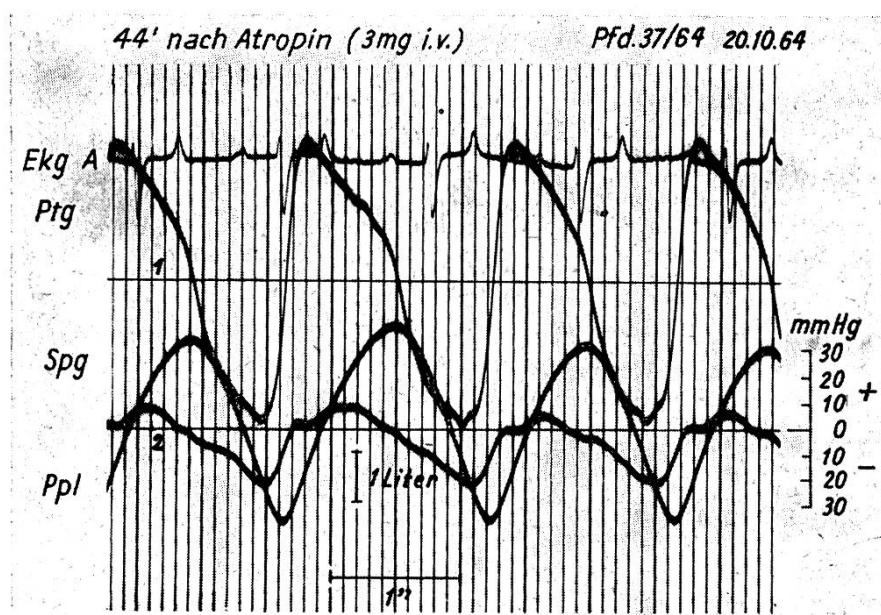


Abb. 5

Bei dieser Gelegenheit mag erwähnt werden, daß es beim Pferd Fälle von starkem Lungenemphysem gibt, die keinen erhöhten Atemzeitquotienten oder keinen intrathorakalen Überdruck während der Exspiration aufweisen. Es gibt offensichtlich verschiedene Lungenemphysemtypen, die sich vielleicht auch histologisch differenzieren lassen und wahrscheinlich auch verschieden behandelt werden sollten.

Fall 5. Von einem andern Pferd mit Lungenemphysem sind auf Grund des Spirogrammes (Änderungen des Lungenvolumens) und der Intrathorakaldruckkurven vor und nach Atropinapplikation die Atmungsschleifen berechnet worden (Abb. 6).

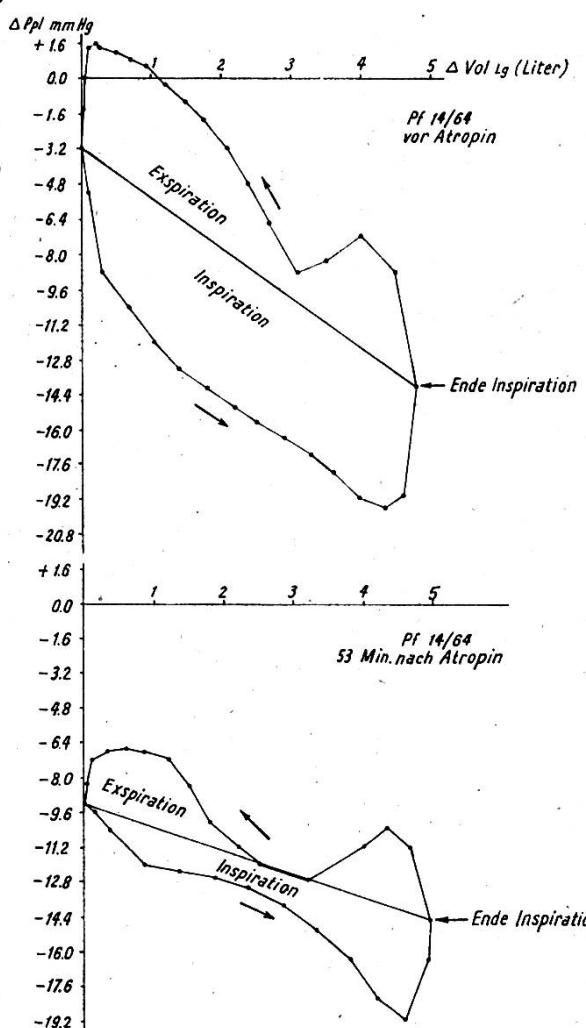


Abb. 6

Die Atmungsschleifen erhält man, wenn die Intrathorakaldruckwerte (in Abb. 6 auf der Ordinate mit der Bezeichnung Δ Ppl eingetragen) als Funktion der Lungenvolumänderungen (in der Abb. 6 auf der Abszisse mit der Bezeichnung Δ Vol Lg eingetragen) aufgezeichnet werden. Verbindet man die Intrathorakaldruckwerte vom Beginn und Ende der Inspiration miteinander, so erhält man die sog. *Schleifendiagonale*. Die Steilheit dieser Diagonale ist ein Maß für die *Dehnbarkeit des Lungengewebes*. Verläuft die Schleifendiagonale flach (Annäherung an eine Parallelle der Abszisse), so bedeutet dies eine leichte Dehnbarkeit (große Compliance), verläuft sie hingegen steil, so bedeutet dies eine geringe Dehnbarkeit (kleine Compliance) des Lungengewebes.

Die von der Atmungsschleife umschlossene Fläche ist in erster Annäherung ein Maß für den *Strömungswiderstand* der Luft in den Atemwegen (weite Schleife = großer Strömungswiderstand, enge Schleife = kleiner Strömungswiderstand).

Aus der Abb. 6 geht hervor, daß sich die Atmungsschleife nach der Atropinapplikation verengt, der Strömungswiderstand der Luft in den Atemwegen wird also geringer. Nach der Atropinisierung nimmt auch die Dehnbarkeit des Lungengewebes zu, denn die Schleifendiagonale verläuft nach der Atropinapplikation flacher.

Fall 6. Dieser Fall betrifft eine Kuh mit chronischer Pneumonie. Die Kurven (Pneumotachogramm [Ptg], Spirogramm [Spg] und Pleuraldruck [Ppl]) der Lungenfunktionsprüfungen sind in Abb. 7 wiedergegeben. Es

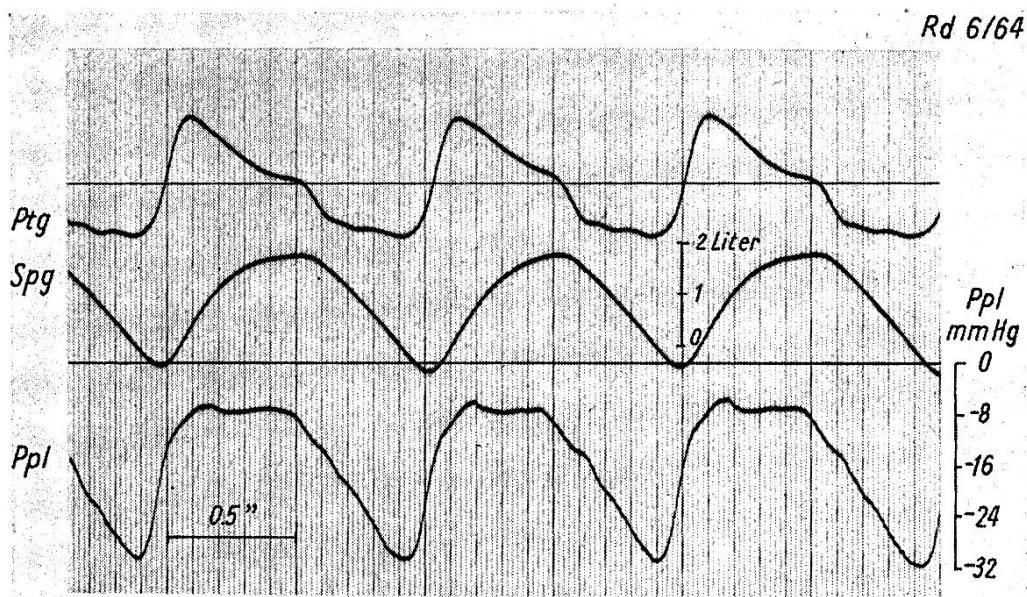


Abb. 7

besteht eine Tachypnoe (Atemfrequenz 59 min.). Das Atemvolumen mißt nur 2,3 Liter. Das Atemminutenvolumen ist stark erhöht (135 Liter). Die Vergrößerung des Unterdruckes pro Liter Lungenvolumenvergrößerung während der Einatmung ist sehr ausgeprägt, weshalb die Diagonale der Atmungsschleife (Abb. 8) sehr steil verläuft. Dies beweist eine große Steifigkeit des Lungengewebes (Erniedrigung der Compliance auf einen Wert von 0,54 infolge Vermehrung des interstitiellen Lungengewebes). Die Atmungsschleife ist außerordentlich weit, insbesondere das Feld unterhalb der Diagonalen. Dies bedeutet einen sehr hohen Strömungswiderstand der Luft während der Inspiration.

Intrakardiale Druckmessungen mittels Herzkatheter ergaben stark erhöhte systolische Druckwerte von 125 mm Hg (normaler Mittelwert: 50 mm Hg) im rechten Ventrikel und in der Arteria pulmonalis. In diesem Fall ist also nicht nur der Widerstand der Luftströmung in den Atemwegen, sondern auch der Widerstand der Blutströmung in den Pulmonalgefäßen erhöht.

Wir sind der Ansicht, daß die beschriebenen Lungenfunktionsprüfungen einen recht wertvollen Beitrag zur Diagnostik und Prognostik von Lungenaffektionen liefern und auch zur Abklärung des Einflusses verschiedenster Agentien (Medikamente, Narkotika, Luftverunreinigungen usw.) auf die Lunge nützlich sind. Eines Tages werden sie vielleicht eine analoge Rolle

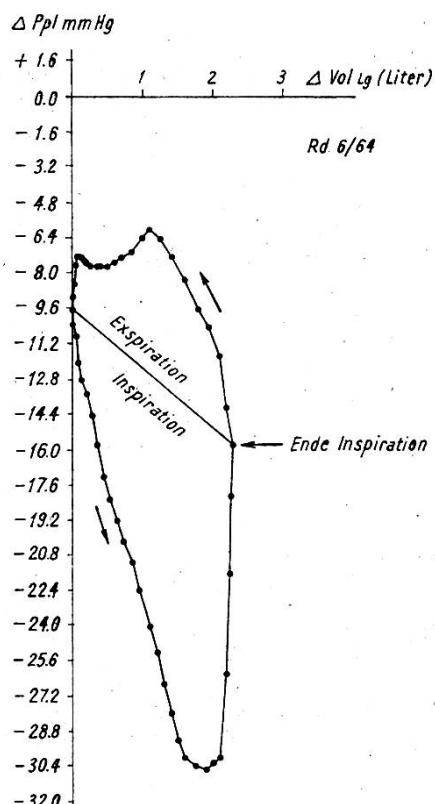


Abb. 8

spielen, wie sie heute die Elektrokardiographie, Phonokardiographie und Herzkatheteruntersuchungen bei der quantitativen Funktionsanalyse des kardiovaskulären Systems bereits erlangt haben.

Zusammenfassung

Quantitative Funktionsanalysen des Atmungsapparates bei Großtieren sind heute noch wenig bekannt. An Hand von Kurven (Spirogrammen, Pneumotachogrammen, Intrathorakaldruckkurven und Kapnogrammen), die für derartige Untersuchungen registriert werden müssen, werden einige Störungen (Veränderungen der Atemtiefe, des Atemminutenvolumens, des Atemzeitquotienten, des Strömungswiderstandes der Luft in den Atemwegen und der Lungenelastizität) erläutert. Derartige Untersuchungen liefern einen wertvollen Beitrag zur Diagnostik und Prognostik von Lungenaffektionen.

Résumé

Examens fonctionnels du poumon chez les grands animaux domestiques

Chez les grands animaux domestiques, les analyses quantitatives de l'appareil respiratoire représentent encore un domaine peu connu. À l'aide d'enregistrements graphiques (spirogrammes, pneumotachogrammes, courbes de pression intrathoracale et kapnogrammes) nécessaires à de tels examens, les auteurs font une démonstration de quelques troubles fonctionnels (modifications de la profondeur de la respiration, du volume respiratoire/minute, du quotient respiratoire, de la résistance au passage de l'air dans les voies respiratoires et de l'élasticité pulmonaire). De tels examens peuvent être précieux pour le diagnostic et le prognostic des affections pulmonaires.

Riassunto

Nei grandi animali domestici, le analisi quantitative dell'apparato respiratorio costituiscono ancora un settore poco conosciuto. Per mezzo di registrazioni grafiche

(spirogrammi, pneumotacogrammi, curve di pressione intratoracale e capnogrammi) necessarie a tali esami, gli autori presentano qualche turba funzionale (modifiche della profondità della respirazione, del volume di respirazione al minuto, del quoziente respiratorio, della resistenza al passaggio dell'aria nelle vie respiratorie, e dell'elasticità polmonare). Tali esami possono esser utili per la diagnosi e prognosi delle affezioni polmonari.

Summary

Functional lungtests in large animals

Quantitative analysis of the functions of the respiratory system are not well known till now. By means of curves (Spirogramm, Pneumotachogramm, intrathoracic pressure and Kapnogramm) which have to be registered for such investigations, some of the disturbances (changes in breath depth, breathvolume, respiratory time quotient, airflow resistance and lungelasticity) are described. These investigations provide a precious contribution to diagnosis and prognosis of lungaffections.

Adresse der Autoren: Prof. Dr. H. Spörri und Frau Dr. M. Denac, Veterinär-physiologisches Institut der Universität Zürich, Winterthurerstr. 260, 8057 Zürich, Schweiz.

Die Rinderbesamung in der Bundesrepublik Deutschland. Von R. Winnigstedt, Zuchthyg. 1, 187-192 (1966).

In der Zeit vom 1. Oktober 1964 bis zum 30. September 1965 wurden rund 2,9 Millionen Rinder = 45,3% des deckfähigen Rinderbestandes künstlich besamt. Das sind 7,6% mehr als im Vorjahr. Von der Gesamtzahl der besamten Tiere standen 41,5% unter Milchkontrolle (60% bei den Schwarzbunten und 22,4% beim Fleckvieh). Angesichts der Bedeutung, die heute der Fleischproduktion zukommt, werden die wichtigsten Besamungstiere außer auf Milchproduktion auch auf Mastleistung in Mastprüfanstalten untersucht.

Am 30. März 1965 waren insgesamt 1697 Stiere an den Stationen vorhanden. Der Anteil der Jungstiere im Alter von 1 bis 3 Jahren hat seit 1961 von 26,1 auf 46,4% zugenommen, das heißt, der Einsatz von jungen Bullen für die Nachzuchtprüfung über die KB nimmt immer mehr zu. Die Zahl der älteren guten Vatertiere, die aus der Herdebuchzucht kommend in der KB eingesetzt werden, geht mehr und mehr zurück.

Die Tendenz zur Bildung größerer Stationen hält an. Trotzdem führten noch 84 von 96 Stationen weniger als 70 000 Erstbesamungen pro Jahr aus (71 Stationen weniger als 30 000 Erstbesamungen). Entsprechend der Zunahme der Besamungen verändert sich auch die Zahl der Besamer:

Jahr	Tierärzte			Techniker	Tierärzte und Techniker
	haupt- amtlich	neben- amtlich	Total		
1962	128	3241	3369	225	3594
1965	127	3404	3531	302	3833

Je nach Bundesland schwanken die pro Besamer durchgeführten Besamungen stark. Im Durchschnitt entfallen 756 Erstbesamungen auf einen Besamer.

H. Kupferschmied, Neuchâtel