Physiologische Bedeutung und Erklärung des Luftsackes (divertix tubae auditivae Eustachii) bei Equiden und verwandten Tierarten (Tapiren, Rhinoceren, Hyracoïden) und bei Babirussa

Autor(en): **Richter, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires**

Band (Jahr): **65 (1923)**

Heft 2

PDF erstellt am: **14.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-588790

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

SCHWEIZER ARCHIV
FÜR TIERHEILKUNDE
Herausgegeben von der Gesellschaft Schweizer. Tierärzte

LXV. Bd. Februar 1923 2. Heft

Physiologische Bedeutung und Erklärung des Luftsackes (divertix tubae auditivae Eustachii) bei Equiden und verwandten Tierarten (Tapiren, Rhinoceren, Hyracoïden) und bei Babirussa.*)

Von Prof. Dr. med. vet. Hans Richter, Bern.

Eine eigentümliche Bildung beim Pferde, welche seit ihrem Bekanntwerden — sie wurde zuerst von Bourgelat 1764 beschrieben — die Veterinäranatomen und -physiologen stark interessiert hat, und die auch für die tierärztliche Pathologie, besonders die Chirurgie von Bedeutung ist, ist der „Luftsack". Er ist in dem Raum gelegen, welcher sich ventral von der Schädelbasis und dem Atlas und dorsal und lateral vom Rachen befindet. Anatomisch stellt er eine gewaltige Aussackung der Schleimhautröhre der tuba auditiva Eustachii dar, und zwar durch Bildung eines Längsspaltes an der ventrolateralen Wand der sonst knorpelig umscheideten Tuba. Durch diesen Spalt quillt die Schleimhaut gewissermassen hervor und füllt als Blase den anstossenden Raum nach ventral, lateral und medial. In der Medianebene stösst der eine Luftsack mit dem der andern Seite und mit den Kopfbeugern (m. longus capitis und rectus ventralis) zusammen. Lateral grenzt er an die Knochenspange des Stylohyoids mit den daran inserierenden Muskeln und besonders an die mediale Fläche der Parotis. Von der Haut ist er also überall teils durch Muskeln, teils durch dicke Schichten der Ohrspeicheldrüse getrennt. Er ist also von aussen sehr schwer zugänglich, wobei noch hinzukommt, dass über seine laterale Wand wichtige Gefässe und Nerven verlaufen.

Ausser bei den Equiden findet man diese Luftsackbildung

*) Nach einem Vortrag, gehalten am 21. Sept. 1922 in der Abteilung 16, Anatomie, Physiologie etc. an der Hundertjahrfeier der Deutschen Naturforscher und Ärzte in Leipzig.

bei anderen ihnen verwandten Perissodactylen (Unpaarhufern), nämlich bei den Tapiren, auf deren nahe Verwandtschaft mit den Pferden schon Kitt hingewiesen hat, bei den Rhinoceren (Nashörnern), und bei den kleinsten Huftieren, den Hyracoiden (Klippschliefern). Eine in topographischer Hinsicht ganz ähnliche Luftsackbildung findet sich noch bei einer schweineartigen Tiergruppe, bei Babirussa (Hirscheber). In anatomischer Hinsicht stellt aber bei diesem letzteren Tiere die Luftsackbildung im kaudalen Bereich an der Basis des Schädels eine Aussackung des kaudalen Abschnittes der Nasenhöhle dar.

Über die physiologische Bedeutung des Luftsackes findet man in vielen Lehrbüchern (1.—5.) die Angabe, dass seine Aufgabe noch nicht sicher festgestellt ist. In der sonstigen Literatur begegnet man einer sehr mannigfaltigen Beurteilung und die Ansichten gehen sehr auseinander. Die jüngste grössere Abhandlung, welche sich mit diesem Gegenstande beschäftigt, ist die von Skoda (8): „Über die Bedeutung der Tubendivertikel (Luftsäcke) bei den Equiden.“ In dieser schönen, den Gegenstand eingehend behandelnden Arbeit, sind die Erklärungsversuche der verschiedenen Autoren in drei Gruppen gebracht worden:

„1. in eine, welche die Luftsäcke für akustische Funktionen in Anspruch nimmt;
2. in eine, welche sie als Hilfsvorrichtungen der Atmungs- event. auch Stimmorgane funktionieren lässt;
3. in eine, der zufolge sie mechanischen Zwecken dienen soll.“

Aus der ersten, die Akustik betreffenden Gruppe, hat sich ziemlich hartnäckig eine Ansicht in der Literatur erhalten, dass nämlich der Luftsack einen Resonanzraum zur Verstärkung für schwache Töne darstellen soll. Gegen diese Auffassung sind, wie Skoda zeigt, mannigfache und gewichtige Gründe vorgebracht worden, wie z. B. das Fehlen der starren Wände des Resonanzraumes, der Mangel der Eigenmuskulatur des Luftsackes, um seinen Rauminhalt verändern und so verschiedenen Tönen anpassen zu können, das Auftreten der Autophonie (Hören der eigenen Stimme), welches der Wahrnehmung feiner Geräusche gerade entgegenwirken würde. Experimentell wurde diese Auffassung schon von F. Günther (1831) widerlegt, der konstatieren konnte, dass bei Pferden, deren Luftsäcke er vom Rachen aus mit Luft Gips gefüllt hatte, die Gehörswahrnehmungen in keiner Weise gestört waren. Auch in einer Arbeit,

welche Skoda nicht berücksichtigt hat, nämlich Vermeulen (9): „Die Tuba auditiva beim Pferde und ihre physiologische Bedeutung," wird unter Verwendung von modernen biaurikulären Stethoskopen experimentell gezeigt, dass der Luftsack nicht als Resonator wirken kann.

Vermeulen glaubt aber noch eine besondere Erklärung des Luftsackes herausgefunden zu haben, die sich eng an die eigentliche Funktion der Tuba auditiva hält. Er schreibt (S. 476):

„Schädelmessungen haben erwiesen, dass die Tiere, welche einen Luftsack besitzen, eine lange Basis cranii und eine lange Tuba auditiva haben. Bei vorsichtigem Einblasen der Luft in den Luftsack verstreichen fünf bis sechs Sekunden, bevor man sie in das Cavum tympani hineinströmen hört. Ich bin der Ansicht, dass die Luft durch den langen, schädelwärts stark verengerten Teil der Tuba das Cavum tympani kaum erreichen würde, falls kein Druck auf sie ausgeübt wird. Dieser Druck kommt bei jeder Kau- oder Schluckbewegung zustande; bei jeder Schluckbewegung wird das Ostium tubae pharyngeum geöffnet und der Luftsack mit Luft gefüllt; zu gleicher Zeit aber üben die umgebenden Teile einen Druck auf die gefüllte, elastische Blase aus und treiben die Luft auf ihrem Wege nach dem Cavum an." Und (S. 474): „In diesem Sinne würde der Luftsack als Windkessel und Antreiber fungieren."

Auch diese Erklärungsweise befriedigt nicht. Wenn es sich darum handeln würde, eine Flüssigkeit in der engen Tubenröhre mit starkem kontinuierlichem Drucke fortzubewegen, käme das Windkesselprinzip in Frage. Hier, wo es gilt einen Ausgleich eines geringfügigen Unterschiedes des Atmosphärendruckes gegenüber dem Luftdruck im Cavum tympani auszugleichen, dürften auch ziemlich lange und enge Röhren genügen, um diesen Effekt des Ausgleiches rasch genug zu gewährleisten. Auch scheinen mir die Ergebnisse der vergleichenden Schädelbasismessungen, die Vermeulen angibt, nicht eindeutig genug dafür zu sprechen, dass die Tiere mit Luftsack sich durch eine besonders lange Basis cranii auszeichnen. Hiervon abgesehen, darf nicht ohne weiteres von einer langen Schädelbasis auf eine ebensolange Tuba auditiva geschlossen werden, und eine lange Tuba braucht nicht stets auch ein enges Lumen zu haben.

Also auch gegen diese Erklärung des Luftsackes scheinen mir gewichtige Einwände erhoben werden zu können.

Was die zweite Gruppe der Erklärungsversuche, welche die Atmung und Stimmbildung betreffen, anlangt, so sind sie noch weniger glücklich. Sie sind alle leicht zu widerlegen und auch widerlegt worden, wie dies Skoda (8) zeigt.

In der dritten und letzten Gruppe versucht man den Luftsäcken rein mechanische Funktionen beizumessen. Ausser der Ansicht Prangés, der die Luftsäcke für elastische Kissen zur Milderung der Stösse, welche den Kopf der Pferde bei Bewegungen erschüttern, und F. Müller's (6) auf die Gewichtserleichterung des Kopfes durch die Luftsäcke z. B. beim Schwimmen hinweist, nimmt ganz summarisch diese Erklärungsweise schon Prince im Jahre 1853 in Anspruch.

Ich zitiere nach Skoda (8, S. 520):

„Prince nahm an, dass die Luftsäcke gegenseitige Verschiebungen der um sie gelagerten beweglichen Gebilde erleichtern sollten. Infolge ihrer schlüpfrigen Innenfläche hätten sie eine ähnliche Aufgabe, wie die serösen Häute der Körperhöhlen. Es würden die Bewegungen des Pharynx und Larynx, des Gaumensegels, Zungengrundes, Zungenbeins, ja sogar des ganzen Kopfes begünstigt. Diese Funktion der Luftsäcke könne sich umso ausgiebiger äussern, als sie noch durch die Möglichkeit bedeutender Volumsveränderungen der Luftsäcke unterstützt werde. Warum aber das Pferd es notwendig habe, durch die Erleichterung dieser Bewegungen eine Ausnahmestellung gegenüber den anderen Tieren zu geniessen, versäumte auch dieser Autor anzugeben."

Durch seine Arbeit hat Skoda diese alte Ansicht von Prince gewissermassen wieder zu Ehren gebracht und sie mit genügenden Beweismitteln versehen, wobei er sich aber auf eines der angeführten Organe beschränkt, nämlich auf den Pharynx.

Ich muss auf die Skoda'sche Arbeit hier näher eintreten, weil seine Beweisgründe meine eigene Erklärung zu stützen geeignet sind, und auch sonst in ähnlicher Richtung gelegen sind.

Skoda (8) sagt in seiner Zusammenfassung:

„Die Luftsäcke der Equiden sind mechanische für den ungestörten Ablauf des Schlingaktes unbedingt notwendige Hilfsapparate; ihr Vorhandensein erklärt sich als eine Kompensationserscheinung bedingt durch biologische physiologische und anatomische Besonderheiten der Equiden."

Worin bestehen nun nach Skoda diese biologischen, physiologischen und anatomischen Besonderheiten der Equiden? Wie auf vielen anderen Gebieten scheint auch hier die Magenfrage den Anstoss gegeben zu haben. Bekanntlich hat das Pferd einen relativ sehr kleinen Magen, im Gegensatz zum Rinde. Deswegen muss die Nahrung besser vorbereitet werden, was durch einen ausgiebigen und intensiven Kauprozess geschieht. Hierzu gehört als funktionelle Masse Muskeln. Die stark entwickelte

Kaumuskulatur hat eine starke Entwicklung der Kiefer, namentlich auch des Unterkiefers in dorso-ventraler Richtung zur Folge, damit sich in sie die stark beanspruchten Mahlsteine, in Gestalt der dentes molares, einsenken und befestigen können. Denn die Art der ausgeübten Bewegung ist eine Mahlbewegung. Aus diesem Grunde sind auch die Zahnreihen in den Unterkieferästen und diese selbst im Vergleich zum Oberkiefer enger zusammengerückt, damit der Zug der sagittal angeordneten Kaumuskulatur sich auch in eine transversal gerichtete Bewegungskomponente auswirken kann. Die starke Entwicklung der inneren Masseteren, die auch in die Breite (Dicke) erfolgen muss, engt den Kehlgangsraum zwischen den eng gestellten Unterkieferästen noch mehr ein. Dies muss zu gleicher Zeit einen Einfluss auf die Lage des Kehlkopfes mit der Luftröhre haben. Diese müssen sich stark in ventraler Richtung von der Schädelbasis entfernen, was auch schon dadurch angedeutet ist, dass das Pferde sehr lange Stylohyoide (grosse Zungenbeinäste) hat. Also verläuft die ventrale Profillinie des Halses sehr weit von der Schädelbasis und des kranialen Abschnittes der Halswirbelsäule entfernt. Mit dem Larynx eng verbunden ist der Pharynx, so dass auch dieser weiter als bei anderen Tieren von der Schädelbasis entfernt bleibt.

Nun kommt noch hinzu, dass wegen der relativen Unbeweglichkeit des langen Gaumensegels beim Pferde der notwendige Abschluss des Nasenrachens vom Schlundrachen beim Schluckakt dadurch erreicht werden muss, dass die dorsale Rachenwand sich stark nach ventral und oral einbuchtet. Alle diese Umstände tragen dazu bei, dass zwischen Schädelbasis und dorsaler Rachenwand ein besonders ausgedehnter Raum erübrigt wird, welchen eben der Luftsack einnimmt.

Der von diesem eingeschlossene Raum erstreckt sich auch noch auf ein gut Teil der lateralen Seite des Rachens. So wird der grösste Teil von dessen muskulöser Wandung frei von jeder behindernden Befestigung mit der Umgebung, was für den ungestörten Ablauf des Schlingaktes notwendig ist.

Dies ist in grossen Zügen und dem Sinne nach die Erklärung Skoda's für den Luftsack, die sehr viel für sich hat.

Nur scheint mir hierbei die Frage nicht hinreichend beantwortet zu sein, warum zu dieser Höhlenbildung um den Pharynx herum eine Aussackung gerade der Tuba auditiva (bei Babirussa eine solche der Nasenhöhle) herangezogen worden ist. Die Bildung einer serösen Höhle oder die Ausfüllung dieses Rau-

mes um den Pharynx herum durch lockeres Bindegewebe, wie wir dies an anderen Körperstellen zu dem gleichen Zwecke, zur Garantierung der Beweglichkeit und der Volumsvergrösserung und -verkleinerung eines Organes (Eingeweide), vorfinden, hätte m. E. diesen Zweck für den Pharynx auch erfüllt. Darum glaube ich, dass zu diesem nur den Schlingakt allein betreffenden Faktor noch ein zweiter hinzutreten muss, welcher eine notwendige Ergänzung für eine vollkommenere, restlosere Erklärung des Auftretens eines Luftsackes bei den Equiden und verwandten Tierarten einschliesslich Babirussa darstellt.

Hierbei handelt es sich auch um eine biologisch-physiologische Besonderheit dieser Tierarten, welche durch eine solche Luftsackbildung ihren morphologischen, anatomischen Ausdruck erhält.

Wenn man einen Pferdekopf mit anhängendem Halsstück (meist kraniales Drittel des Halses) durch einen medianen (sagittalen) Sägeschnitt in eine rechte und linke Hälfte geteilt hat — wie dies häufig auf dem Praepariersaal geschieht — und sich nun die inneren Schnittflächen betrachtet, so kann man leicht konstatieren, dass der Luftsack einen Raum einnimmt, der an der Beugeseite des Gelenkes zwischen Kopf und Hals gelegen ist. Man könnte die Stelle in bezug auf das Gelenk ganz gut mit der Achselhöhle am Schultergelenk des Menschen homologisieren. Bei allen Gelenken, welche eine ausgiebige Beugung und Streckung zulassen, findet sich eine solche Höhlenbildung auf der Beugeseite, in der Tiefe des Gelenkwinkels.

Die Notwendigkeit einer solchen Bildung geht aus folgender einfacher Überlegung hervor: Hat man zwei Bretter, die an einer Schmalkante durch ein Scharnier gegeneinander beweglich verbunden sind, an den freien Schenkelenden mit einem Tuchstreifen verbunden, so wird bei der Schliessung der Schenkel (= Beugung des Gelenkes) die Einfaltung des Tuchstreifens zwischen die Bretterschenkel gegen den Gelenkwinkel hin um so ausgiebiger sein müssen, je weiter der ursprüngliche Spreizwinkel war, d. h. je grösser der Gelenkspielraum ist. Ausser vom Spreiz- oder Streckwinkel hängt die Grösse des abgeschlossenen Raumes und demnach auch der Betrag der Veränderung des Rauminhaltes bei Beugung und Streckung von der Länge der Schenkel (=Abstand vom Scheitel des Winkels) ab. Der gelehrte Mathematiker würde hier von „sinus“ sprechen. Vulgärer, und für den gewöhnlichen gesunden Menschenverstand fasslicher ausgedrückt tritt uns hier das Prinzip des „Blasebalges“ entgegen. Dieser Blasebalg- oder Gelenkspielraum ist nun bei

körperlichen Gelenken durch die äussere Decke, die Haut, von der Aussenwelt mit ihrem konstanten Atmosphärendruck hermetisch abgeschlossen. Deswegen entsteht an der Beugeseite der Gelenke immer ein Raum (der meist mit lockerem Bindegewebe ausgefüllt ist), in welchem namentlich bei ausgiebiger Bewegung ein starker Über- und Unterdruck miteinander abwechseln müssten (was wieder zu Bewegungshemmungen und anderen Schädigungen des umgebenden Gewebes durch Ansaugung des Blutes bezw. Pressung führen müsste), wenn da nicht eine Druckregulierung durch Ausgleich mit dem äusseren Atmosphärendruck stattfinden könnte. Dies kann durch Einfaltung oder sackartige Einstülpung der äusseren Haut geschehen, wie wir dies bei der Ackselhöhlenbildung des Menschen sehen. Voraussetzung dazu ist aber, dass ein solcher Über-Unterdruckraum eines Gelenkes in der Nähe der äusseren Decke gelegen oder wenigstens von dieser nicht durch starre Zwischenlagen von Muskeln oder anderen Organen getrennt ist.

In dieser Überlegung scheint mir zugleich eine plausible Erklärung zu winken für jene auch noch nicht befriedigend gedeuteten Hauteinstülpungen, welche man beim Schafe in der Inguinalgegend als „Inguinal- oder Mammartaschen" vorfindet (auch als „Schmiergruben" wegen des dort erzeugten Hautsekretes bezeichnet). Auch die Klauensäckchen, die man in der Haut des Klauenspaltes bei Schafen findet, könnten hierbei mit angeführt werden. Vielleicht ist die ausgiebige Beweglichkeit in dem benachbarten Gelenke ein Grund für das Vorhandensein und die Entstehung solcher Einstülpungen der Haut? Nähere Untersuchungen unter diesem Gesichtswinkel wären wünschenswert.

Wie steht es nun bei dem Kopfgelenk der Tiere, welche einen Luftsack besitzen? Kurz vorwegnehmen möchte ich die physiologisch-biologische Feststellung, dass bei allen diesen Tieren eine besonders ausgiebige Beweglichkeit, Beugung und Streckung im Kopfgelenk vorhanden ist.

Wegen der topographischen Lage ist hier zur Regulierung des Über- und Niederdruckraumes des Gelenkes eine Einstülpung von der äusseren Decke her nicht möglich. Denn der Raum ist von der Haut durch dicke Wände getrennt, die durch Muskeln, Faszien und Organe (Parotis) hergestellt werden. Deswegen ist ein anderer Zugang zum äusseren Atmosphärendruck geschaffen worden und zwar durch Vermittlung der Tuba auditiva Eustachii auf dem Wege über den Rachen und die Nase. So hat eine Ausstülpung der Tuba auditiva zur Bildung der Luftsäcke geführt.

Dass diese bei den Equiden so mächtig entwickelte Divertikel darstellen, bedingt sich auch noch daraus, dass — wie dies oben an der Hand der Skoda'schen Arbeit gezeigt worden ist — die ventrale Profillinie des Überganges zwischen Kopf und Hals wegen der starken Entwicklung der Unterkieferäste und des langen Zungenbeines sehr weit von dem Drehpunkt des Halskopfgelenkes entfernt liegt. Infolgedessen ist eine genügend tiefe Einbuchtung von ventral her in diesem Bereiche, wie dies bei anderen Tieren und dem Menschen statthat, nicht möglich, so dass der bei einer ausgiebigen Bewegung notwendige Atmosphärendruckausgleich von einer anderen Seite, nämlich von innen her auf dem Wege durch den Respirationstraktus erfolgen muss.

Es erübrigt sich nun noch der biologische Nachweis, dass bei diesen Tierarten mit einem solchen Luftsack die Beweglichkeit (Beugung und Streckung) im Halskopfgelenk eine besonders starke ist.

Equiden: Bei Pferden kann man diese ausgiebige Strekkungs- und Beugungsmöglichkeit des Kopfhalsgelenkes ohne weiteres beobachten. Man vergleiche nur den Winkel, den die Längsachse des Kopfes mit der des Halses bildet, einmal bei einem stark „beigezäumten" Pferde, wobei der Kopf an den Hals herangezogen, das Kopfgelenk stark gebeugt ist, und dann bei einem solchen, welches im Renntempo mit „verhängtem Zügel" mit lang vorgestrecktem Kopfe, wobei Hals und Kopf einen Winkel miteinander bilden, welcher einem Gestreckten sehr nahe kommt. Eine ähnlich ausgiebige Streckung des Halskopfgelenkes geschieht auch schon beim gewöhnlichen Grasen der Pferde auf dem Boden, da das Pferd verhältnismässig hochgestellt ist. Ähnliches geschieht beim Schwimmen. Bei Rindern wird man diese ausgiebige Beweglichkeit im Kopfgelenk vergeblich suchen, und hier fehlt auch der Luftsack. In den Aufsätzen des ausgezeichneten Tierbeobachters und Schilderers des Tierlebens Th. Zell (11), fand ich eine hier gut als Bestätigung zu verwertende Notiz über eine Beobachtung aus der afrikanischen Steppe. Hier weiden die Zebras und Quaggas häufig mit den Gnus zusammen, welche in der Körperfärbung und -zeichnung nicht sehr verschieden und schwer auf grössere Entfernungen voneinander zu unterscheiden sind. Die Jäger erkennen aber die Equiden von weitem schon daran, dass diese von Zeit zu Zeit den Kopf stark in die Höhe werfen, eine Bewegung, die bei den rinderartigen Gnus

fehlt. Dieses häufige Aufwerfen des Kopfes kann man auch bei unseren Pferden beim Reiten selbst, oder wenn eine Schwadron Reiter bei einem vorüberzieht, sehr gut wahrnehmen.

Es ist möglich, dass diese Bewegung ursprünglich auf der Steppe dazu gedient hat, die Insekten abzuwehren. Vielleicht liesse sich hieraus auch eine Miterklärung für das Auftreten eines Haarschopfes auf der Stirn und einer Mähne am Halse herauskonstruieren, Haarbildungen, die das Abwehren der Insekten am Kopfe (Schutz der Augen) und am Halse unterstützen können?

Tapire: Die nächste Tierart mit Luftsäcken, wie beim Pferd, die auch sonst die allernächsten Verwandten der Equiden sind, (vergl. Kitt) sind die Tapire. Über sie konnte ich aus Brehms Tierleben (10) entnehmen, dass sie im Walde leben, und behende und in rascher Flucht durch das verschlungenste Dickicht brechen können. Es sind vortreffliche Schwimmer und noch vortrefflichere Taucher. Ihre Nahrung ist namentlich Baumblätter, die sie mit ihrer rüsselartigen Oberlippe abstreifen. Hierbei dürfte eine hocherhobene Kopfhaltung unbedingt notwendig sein. Auch beim Durchbrechen durch das Dickicht dürfte eine ausgiebige Streckbewegung des Kopfes stark mitwirken, wenn es gilt, einen Weg durch das Unterholz des Waldes zu bahnen.

Rhinoceren: Ganz ohne Zweifel ist zu diesem letzteren Zwecke eine ausgiebige Beug- und Streckbewegung des Kopfes bei der nächsten verwandten Tierart mit Luftsack zu konstatieren bei den Nashörnern. Nach Brehm (10, Bd. 4. S. 611) wühlt das Nashorn mit kolossaler Kraft Sträucher mit dem Horn aus, da es auch sehr gern Wurzeln frisst, neben Baumzweigen. Zu dieser Aktion ist aber eine sehr ausgiebige Beugung und Streckung des Kopfes unbedingt notwendig, wenn die auf der Dorsalfläche der Nase sitzenden Hörner den Boden aufwühlen und die Wurzeln herausziehen und zerreissen sollen. Daneben ist das Rhinocerus ein sehr guter Schwimmer, einzelne Beobachter behaupten auch Taucher. Es hebt aus den Sümpfen und Flüssen auch Wurzeln und Ranken der Wasserpflanzen aus, um sie zu verzehren. In Brehm (10, Bd. 4. S. 613) lese ich: „Es steht hoch auf den Beinen und ist deswegen nicht plump.“ Bei den Beobachtungen aus den zoologischen Gärten (5. 616) heisst es: „Das junge Sumatranashorn (im Gärten geboren) erinnerte wegen seines mageren Leibes, der langen Glieder und der Art und Weise, wie es den grossen gestreckten Kopf bewegte, an einen jungen Esel. Beim Schlafen werden der Kopf und der lang ausgestreckte Hals auf den Boden gelegt.“ (S. 621).

In dieser Reihe den Equiden verwandter Tierarten folgt in etwas weiterer Entfernung:

Hyrax, der Klippschliefer, der auch ein Diverticulum tubae auditivae, wie das Pferd besitzt. Heck sagt von diesen Tieren in Brehms Tierleben (Bd. 3. S. 591):

„Am Schädel ist der starke Kieferteil gegenüber der kurzen, seitlich zusammengedrückten Vorderschnauze bemerkenswert. Der hintere Teil des Unterkiefers zeichnet sich durch Breite und Höhe aus und gewinnt dadurch grosse Ähnlichkeit mit dem der Unpaarhufer. Die Gehörknöchelchen erinnern an die des Pferdes und noch auffälliger gemahnt an die Unpaarhufer ein ausgestülpter Luftsack an der Eustachischen Röhre. Sie beissen die Gräser mit ihren Zähnen ab und bewegen die Kinnladen so, wie die Zweihufer tun, wenn sie wiederkäuen.“ Ausserdem wird die ausserordentliche Flinkheit und Beweglichkeit dieser kleinsten (kaninchengrossen) Huftiere betont.

Also dürfte auch bei den Hyracoiden die starke Beweglichkeit des Kopfes neben der ausgesprochenen Kieferentwicklung in dorso-ventraler Richtung nicht fehlen. Demnach können auch bei Hyrax diese beiden Momente zur Erklärung der Luftsackbildung herangezogen werden.

Diesen Unpaarhufern und Verwandten ferner stehend und sich mehr der Klasse der Suiden anschliessend, ist Babirussa, der Hirscheber, der auch grosse Luftsäcke besitzt. Nur sind diese hier keine Ausstülpung der EustachischenRöhre, sondern hängen direkt mit dem kaudalen Teile der Nasenhöhle zusammen. Skoda (8, S. 572) hat die Verhältnisse, die er am Kopfskelett dieses Tieres gefunden hat, näher beschrieben:

„Während beim Wildschweine die Kieferäste ventral stark auseinanderweichen und der Raum zwischen ihnen sich verbreitert, sind sie beim Hirscheber fast senkrecht gestellt, und der Raum zwischen ihnen ist deshalb relativ viel enger. Infolgedessen tritt bei letzterem gegenüber dem Wildschwein eine Distanzvergrösserung zwischen den ventralen Rändern der Unterkieferäste und dem Keilbeinkörper ein, also ein Verhalten, das sich jenem bei den Equiden nähert.“

Die von Skoda näher angegebenen Unterschiede bezüglich der grösseren Höhenentwicklung des Unterkiefers und der relativen Enge in der Stellung von dessen Ästen bei Babirussa gegenüber dem Wildschweine können aber m. E. für sich allein die Luftsackbildung nicht erklären: sie können aber als Mitfaktor bewertet werden.

Wenn man sich eine Abbildung dieses merkwürdigen

Tieres etwa in Brehms Tierleben (Bd. 4, S. 30) betrachtet, so sieht man, dass bei diesem „Hirscheber" die Hauerzähne des Oberkiefers direkt nach dorsal gewachsen sind, die Weichteile der Nase durchbohrt und sich sichelartig nach hinten umgebogen haben, indem sie die dorsale Profillinie des Kopfes weit überragen. Mit den auch stark nach oben gewachsenen und rückwärts gebogenen Hauerzähnen des Unterkiefers zusammen besitzt also der Kopf des Hirschebers eine ganz ähnliche Bewehrung wie der des Nashornes, nur dass bei Babirussa die Nasenhörner durch sichelförmig stark rückwärts gebogene Hauerzähne dargestellt werden. Auf der Suche nach der biologischen Begründung dieser eigenartigen Zahnbildung, fand ich bei Brehm (Bd. 4, S. 31) folgendes:

„Abweichend von anderen Schweinen soll er nicht im Boden nach Wurzeln wühlen, vielmehr nur Baumfrüchte und Käferlarven fressen, die er im faulenden Holze findet."

Darnach ist anzunehmen, dass das Tier seine nach oben gebogenen Hauer dazu benutzen dürfte, das lockere oder faulende Holz, in welchem die wohlschmeckenden Käferlarven bohren, auseinanderzureissen und zu zerfetzen. Hierbei muss es aber eine starke und ausgiebige Aktion durch Beugung und Streckung im Kopfgelenk entwickeln, zumal die Hauer stark nach hinten umgebogen sind. Im Übrigen ist Babirussa hochbeinig und ein vortrefflicher Schwimmer, der auch dreist über Meeresarme setzt, um von einer Insel zur andern zu gelangen.

So erklärt sich auch bei Babirussa die Luftsackbildung durch eine ausgiebige Streck- und Beugaktion im Halskopfgelenk.

Hier möchte ich noch einige allgemeine Bemerkungen über die Schwimmfähigkeit hinzufügen. Es ist auffallend, dass alle Tiere, welche einen Luftsack in der Kopfgelenkbeuge besitzen, vortreffliche (Babirussa, Tapir, Rhinocerus) oder wenigstens gute (Equiden) Schwimmer sind.

Eine Ausnahme könnten die Klippschliefer (Hyracoiden) machen, die aber als ausgesprochene Wüsten- oder Steppenbewohner diese Kunst nicht ausüben und entwickeln können. Dies schliesst noch nicht aus, dass sie doch schwimmen können. Angaben darüber konnte ich in der mir zugänglichen Literatur nicht finden.

Folgende Überlegung vermag dieses Zusammentreffen, worauf schon F. Müllller (6) aufmerksam macht, unschwer zu erklären. Beim Schwimmen kommt es vor allen Dingen darauf an, „den Kopf über Wasser zu halten". Wenn man beobachtet,

wie ein Pferd oder ein anderes Tier ins Wasser geht und zum Schwimmen ansetzt, so sieht man, wie es sucht, Kopf und Hals in eine möglichst gestreckte horizontale Linie zu bringen. Bei dieser Körperhaltung besitzt aber der Luftsack seine grösste Kapazität (vgl. Skoda S. 522 und S. 589). Es ist nun ohne weiteres klar, dass ein solcher Luftsack an der Basis des Schädels wie eine Schwimmblase für den Kopf wirkt, und die Fähigkeit des Schwimmens sehr erleichtern muss. Infolge dieser Einrichtung werden diese Tierarten den Aufenthalt im Wasser nicht nur nicht scheuen, sondern ihm eher sympathisch gegenüberstehen und ihn öfters suchen. Daraus kann sich dann zur Schwimmfertigkeit noch die Tauchfertigkeit, wie sie sich beim Tapir (und Nashorn) zeigt, entwickeln. Denn „Entwickeln" heisst in diesem Sinne Erlernen durch Generationen hindurch mit folgender anatomischer Anpassung. Das Primäre ist immer die Funktion, „die Tat"!

Bezüglich der embryologischen und fetalen Untersuchung des Luftsackes bei Pferden möge als vorläufig Mitteilung dienen, dass die bisherigen Befunde dafür sprechen, dass der Luftsack zu einer beim erwachsenen Pferde entsprechenden Ausbildung erst gelangt nach der Geburt unter dem Einflusse einer genügend starken Kopfbewegung.

Zusammenfassung: Die Luftsackbildung an der Basis des Schädels, in der Kopfgelenkbeuge ist den Tierarten (Equiden, Tapiren, Rhinoceren, Hyracoiden und Babirussa) eigen, welche bei ihrer Lebensweise eine starke Beugung und Streckung im Kopfgelenk auszuüben haben.

Der dadurch nach dem Prinzip des Blasebalges in dem Beugebereich des Gelenkes entstehende Über- und Niederdruckraum kann hier wegen seiner topographischen Lage nicht wie sonst in der Regel durch Einbuchtung der äusseren Decke mit dem äusseren Atmosphärendruck reguliert werden (vergl. Achselhöhlenbildung beim Menschen). Deswegen ist dazu ein inneres mit der Aussenwelt in Verbindung stehendes Hohlorgan, die Tuba auditiva Eustachii, bei Babirussa der hintere Teil der Nasenhöhle, herangezogen worden, wodurch diese Ausstülpung in Form der Luftsäcke zustande gekommen ist.

Der zweite Faktor, welcher diese Bildung mitbestimmt hat, liegt in dem Umstande, dass bei den betreffenden Tierarten wegen der notwendigen starken Mahltätigkeit des Gebisses namentlich die Unterkiefer in dorso-ventraler Richtung bedeutend entwickelt sind, und der Raum zwischen ihren Ästen stark

eingeengt ist. Dies hat wiederum dazu geführt, dass die Organe, welche die ventrale Profillinie des Halskopfüberganges bestimmen, nämlich Kehlkopf mit Luftröhre und dorsal anschliessendem Rachen, weit von der Schädelbasis und dem Kopfgelenk entfernt gehalten werden. Infolgedessen muss sich dieser Über- und Niederdruckraum in der Kopfgelenkbeuge dorsal und lateral vom Rachen noch in seinem Volumen vergrössern. Eine Ausfüllung dieses Raumes mit einem mit der äusseren Atmosphäre in Verbindung stehenden Luftsackes erfüllt noch zu gleicher Zeit die Aufgabe, die Wandungen des Pharynx von der Umgebung frei und unabhängig zu machen, sodass durch die Kopfbewegungen der Schlingakt nicht gestört wird. (vergl. Skoda).

Das Vorhandensein der Luftsäcke an der Basis des Kopfes hat noch einen günstigen Einfluss auf die Schwimmfertigkeit der betreffenden Tierarten, denn dadurch wird das Überwasserhalten des Kopfes erleichtert.

Ich stelle die erste Erklärungsweise, die auf der starken Streck- und Beugemöglichkeit des Kopfes beruht, deswegen den anderen als primär voran, weil ich dem Zoologen L. Heck beipflichten muss, wenn er sagt (Brehms Tierleben, Bd. 3. S. 705):

„Es ist eine logische Grundlehre, dass man zu wissenschaftlichen Erklärungen solange keine höheren und verwickelteren Gründe heranziehen darf, als nicht alle niederen und einfacheren erschöpft sind."

Zugleich zeigt sich hierbei, wie gut es ist, wenn zoologische, biologische, funktionelle und anatomische Betrachtungsweise sich gegenseitig befruchten. Wir modernen Naturwissenschafter schöpfen noch zu wenig die allgemeinen Wahrheiten aus, die ein so tiefgründiger Naturforscher und Naturphilosoph, wie Goethe, in seinen Werken niedergelegt hat. Auch wir in der Anatomie sollten uns noch mehr das Goethe'sche Wort zu eigen machen: „Am Anfang war die Tat!" — also die Funktion, das Leben, die Bewegung.

[Vgl. meine diesbezüglichen näheren Ausführungen in „Die Entwicklung der Begriffe: Kraft, Stoff, Raum, Zeit durch die Philosophie usw." (12) und „Zwei Grundgesetze der lebenden Masse und der Natur überhaupt" (13).]

Literatur.

1. Ellenberger u. Baum. Vergl. Anatomie der Haustiere. 15. Aufl. 1920.
2. Martin, Lehrb. der Anatomie der Haustiere. 2. Aufl.
3. Schmaltz, Anatomie des Pferdes. 1919.
4. Chauveau, Arloing, Lesbre, Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques. 5. Aufl. 1905.

5. Montané et Bourdelle, Anatomie régionale des animaux domestiques. I. Cheval. 1913.
6. F. Müller, Lehrbuch der Anatomie der Haussaugetiere. III. Aufl. 1885.
7. Ellenberger, Scheunert, Lehrb. der vergl. Physiologie der Haussäugetiere. 1920.
8. Skoda, K., Über die Bedeutung der Tubendivertikel (Luftsäcke) bei den Equiden. Anatomische Hefte, I. Abteilung. 128. Heft (42. Bd., H. 3). 1911.
9. Vermeulen, H. A. Die Tuba auditiva beim Pferde und ihre physiologische Bedeutung. Morpholog. Jahrbuch, XL. 1909, und Inaug. Diss. Vet. med. Fak. Bern. 1909.
10. Brehms Tierleben, Vierte Auflage. Säugetiere. 3. und 4. Band. 1915 und 1916.
11. Zell, Th., Unsere Haustiere vom Standpunkt ihrer wilden Verwandten. Verlag O. Reissner, Dresden. 1921.
12. Richter, H., Die Entwicklung der Begriffe: Kraft, Stoff, Raum, Zeit durch die Philosophie mit Lösung des Einsteinschen Problems. Verlag Otto Hillmann, Leipzig. 1921.
13. Richter, H., Zwei Grundgesetze der lebenden Masse und der Natur überhaupt. Tierärztl. Rundschau 1922, Heft 14 u. 15 und Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, 1922.

Die übrige Literatur vergl. bei Skoda (8) und Vermeulen (9).

Einige Mitteilungen aus der Rinderpraxis.

Von G. Giovanoli, Soglio.

1. Darminvagination.

Zu den selteneren Erkrankungen des Rindes zählen die unter der Bezeichnung Darmeinschiebungen zusammengefassten Lageveränderungen des Darmes, wobei sich ein Darmabschnitt teleskopartig in den nächstfolgenden einschiebt, von diesem erfasst und mit dem zugehörigen Gekröse darmabwärts gezerrt und fest umschnürt wird. Der eingestülpte Teil wird festgehalten und macht die Selbstlösung der Einschiebung unmöglich. Man kann nicht fehlgehen, wenn man die Invagination zu den Krankheiten rechnet, die durch Behandlung schwer, wenn nicht unmöglich in Heilung übergeführt werden können. Das Leiden führt immer zum Tode. Aus wirtschaftlichen Gründen ist die frühzeitige Schlachtung der Tiere angezeigt. Die Erfahrung lehrt, dass eine frühzeitige Erkennung der Invagination schwer, wenn nicht ganz unmöglich ist. Im Anfange sind die Erscheinungen diejenigen einer sehr heftigen Kolik, die von den aus anderen Ursachen ausgelösten Schmerzäusserungen nicht abweichen.

Nach der Literatur liefert die Abtastung der Eingeweide per rectum gute Anhaltspunkte für die Feststellung der Diagnose.