



Die Tuba auditiva beim Pferde und ihre physiologische Bedeutung

<https://hdl.handle.net/1874/190403>

SVN Dis. 1909 von

DIE TUBA AUDITIVA BEIM PFERDE UND IHRE PHYSIOLOGISCHE BEDEUTUNG

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE DER
HOHEN VETERINÄRMEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT IN BERN

VORGELEGT VON

HENDRIK ADRIAAN VERMEULEN
TIERÄZT UND PROSEKTOR AM ANATOMISCHEN INSTITUT
DER STAATSTIERARZENEISCHULE IN Utrecht

LEIPZIG
WILHELM ENGELMANN
1909

VORWORT

Herrn Lektor QUIX, Ohrspezialist zu Utrecht welchem ich die Untersuchungsmethoden der Tuba auditiva beim Pferde verdanke, bringe ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Auch Herrn Dr. J. D. van der PLAATS, der mir mit großer Liebenswürdigkeit bei der Bearbeitung des physiologischen Teiles dieser Studie hilfreiche Hand geleistet hat, bin ich dafür sehr verbunden.

Utrecht, 22. Juli 1909.

H. A. VERMEULEN.



Einleitung und Literaturübersicht.

Bei vielen niedrigen Vertebraten liegt das Gehörorgan dicht unter dem knorpeligen Scheiteldach. Die Schallwellen erreichen die Endungen des Gehörnerves der Schädelwand entlang durch die Kiemenspalten und, wenn es vorkommt, durch das Spiraculum, eine reduzierte Kiemenspalte.

Nachdem der Gehörrapparat bei höheren Formen komplizierter geworden ist, sinkt er tiefer und wird von knorpeligen oder knöchernen Hüllen besser geschützt.

Bei nicht kiementragenden Vertebraten müssen die Schallwellen denn auch auf andre Weise übertragen werden. Schon bei schwanzlosen Amphibien zeigt sich neben dem inneren Ohr, ein mittleres Ohr, das durch ein Trommelfell von der Außenwelt abgetrennt wird. Ein knorpeliges oder knöchernes Stäbchen, die Columella auris, verbindet das Trommelfell mit dem ovalen Fenster zur Übertragung der Schallwellen. Bei den höchsten Vertebraten tritt an Stelle dieses Stäbchens die bekannte, gegenseitig durch Gelenke verbundene Kette von Gehörknöchelchen. Jedoch zu gleicher Zeit wird dadurch eine Einrichtung erforderlich, welche im Mittelohre, in der Paukenhöhle, einen Druck, übereinstimmend mit dem atmosphärischen Drucke, herzustellen bezwecken soll. Dementsprechend ist bei allen Tieren, welche mit einer Paukenhöhle versehen sind, eine Verbindung des Mittelohres mit der Rachenhöhle zustande gekommen. Diese Ver-

bindung ist die Tuba auditiva, noch immer nach EUSTACHIUS, dem berühmten italienischen Anatomen des 16. Jahrhunderts, der sie 1562 zuerst beschrieben hat, die Eustachische Röhre genannt. Dieses Rohr wird von einer rinnenförmigen Knorpelplatte, mit einer nach der Schädelbasis gerichteten Konvexität und einem Fortsazte der pharyngealen Schleimhaut, welche die Rinne an der ventro-lateralen Seite abschließt, gebildet. Sie umfaßt eine Öffnung im Felsenbein, das Ostium tubae tympanicum, die bei den meisten unsrer Haustiere medial von dem Processus muscularis ossis petrosi liegt. Diese Öffnung führt in das Cavum tympani und durch dieselbe breitet die Tuba-Mucosa, zwecks innerer Auskleidung des Cavum, sich aus.

Die Tuba verläuft in schräger Richtung crano-ventro-lateral und durchbohrt, stark erweitert, die obere Seitenwand des Pharynx. Das Ostium pharyngeum tubae ist viel weiter als das Ostium tympanicum, weshalb diese Verbindung von altersher den Namen »Gehörtrumpe« trägt.

Bei den Equiden zeigt sich der merkwürdige Umstand, daß die Tuba-Mucosa unter einem Muskelpaar, dem Musculus levator veli palatini und dem Musculus tensor veli palatini, welche die Tuba größtenteils an der ventro-lateralen Seite umgeben, stark hervorquillt. Sie bildet hierdurch einen geräumigen Sack mit dünner Wand, Luftsack, Divertix tubae Eustachii genannt¹.

Man darf sich wundern, daß diese faustdicke Ausbuchtung so lange der Aufmerksamkeit der Zoologen und Anatomen entgehen konnte, besonders wenn man in Erwägung zieht, daß andre Teile des Pferdekörpers von sehr komplizierter Struktur schon seit Jahrhunderten bekannt sind.

Die Geschichte der Anatomie enthält einen reichen Schatz Belege, welche den außergewöhnlichen Scharfsinn und die Gewandtheit der alten Anatomen bezeugen. Was die Zergliederungskunst des Pferdes betrifft, so finden wir in den großen Werken der sogenannten Hippiater am Ende des 17. und im Anfange des 18. Jahrhunderts, nächst ausgedehnten Abschnitten über die Reitkunst, die Einschulung, den Hufbeschlag, die Gesundheitslehre und Heilkunde des Pferdes mehr oder weniger ausführliche Abhandlungen über den Körperbau dieses vortrefflichen Haustieres.

¹ Ich bin der Ansicht, daß die übliche Benennung dieser Ausbuchtung »Diverticulum« aufgegeben werden muß. Die Verkleinerungsendung kann man hier billig fortlassen.

Die wichtigsten dieser Werke sind:

Le véritable et parfait maréchal etc. par le Sieur DE SOLLEYSEL (1672).

Le nouveau parfait maréchal etc. par M. DE GARSAUT (1746).

L'école de Cavalerie etc. par M. DE LA GUÉRINIÈRE (1751).

Cours d'Hippiatrique ou Traité complet de la médecine des chevaux par M. LAFOSSE (1672).

In keiner dieser Arbeiten wird der Luftsack erwähnt. Ungefähr die Hälfte des großen Werkes von LAFOSSE beschäftigt sich mit der Anatomie des Pferdes; besonders dieser Teil enthält eine große Zahl schöner und deutlicher Abbildungen. Wenn man hierin nun eine Beschreibung der Nasenhöhle mit der Mündung des Tränenkanals, der Gehörknöchelchen mit ihren Muskeln liest, so wird man sich fragen, wie es möglich ist, daß ein Forscher, dessen Genauigkeit und technische Fertigkeit aus seinen Arbeiten hervorgeht, derartige mächtige Ausbuchtungen, welche unmittelbar mit den von ihm untersuchten Teilen des Körpers zusammenhängen, übersehen konnte. Dies gilt noch in höherem Maße für die Arbeit von CLAUDE BOURGELAT, abgesehen in seinen »Eléments d'Hippiatrique ou nouveaux principes sur la connoissance et sur la médecine des Chevaux« (1753), worin er die Gehörtrumpe des EUSTACHIUS beim Pferde beschreibt und einige Betrachtungen über die physiologische Bedeutung folgen läßt, ohne den damit zusammenhängenden Sack zu erwähnen. Elf Jahre später jedoch hat dieser berühmte Bahnbrecher der wissenschaftlichen Tierheilkunde seine Ungenauigkeit vollkommen hergestellt. Im Jahre 1764 erschien seine »Eléments de l'art vétérinaire«, »Précis anatomique du corps du cheval, à l'usage des élèves des écoles royales vétérinaires«. Es war dies das erste Lehrbuch, das auf diesem Gebiete erschien; es erlebte verschiedene Auflagen, sogar eine deutsche Übersetzung, und hat mehr als ein halbes Jahrhundert seinen Dienst geleistet. In diesem Werke nun finden wir die erste Beschreibung des Luftsackes. In vorliegender Abhandlung sei ihr ein Platz eingeräumt. Nachdem er das äußere Ohr und die Paukenhöhle besprochen hat, sagt BOURGELAT von der Tuba auditiva:

»Un conduit long et appelé dans l'homme «la trompe d'Eustache», ce conduit étant en partie osseux, en partie cartilagineux et en partie membraneux: la portion osseuse qui en est le principe étant creusée dans l'os pétreux: la portion cartilagineuse se portant obli-

quement dans la partie supérieure de l'arrière-bouche près des arrière-narines et s'y terminant après s'être sensiblement élargie par une ouverture ovalaire et évasée très visible dans l'animal et que l'on nomme «le pavillon de la trompe»; la portion membraneuse enfin différente totalement ici de celle que présente la trompe humaine et formant de chaque côté une poche, située entre les deux branches de l'os hyoïde, l'angle de la mâchoire postérieure, la première vertèbre cervicale et le pharynx; ces poches ovalaires, closes de toutes parts, adhérantes au corps de la première vertèbre, à toutes les parties voisines et dont le volume peut être comparée à celui de la vessie urinaire du mouton, étant adossées l'une à l'autre, laissant ensuite de leur adossement un intervalle qui loge les muscles fléchisseurs de la tête; occupant d'ailleurs chacune celui qui est entre les trompes et répondant aussi chacune en particulier au pavillon, de manière qu'elles se gonflent et se remplissent. Si, après avoir percé le tympan, on introduit de l'air dans la caisse à l'aide du chalumeau, comme si l'on en insinue dans la trompe même par son extrémité évasée; ce même air s'échappant ensuite et la poche revenant à son état naturel: l'injection qui y est lancée la distend pareillement dans toute son étendue et n'enfile aucune autre partie. Du reste, ces poches se trouvent assez souvent dans les chevaux mordus pleins de la même humeur que celle qui flue par les naseaux.

Il paroît au surplus que par le moyen de la trompe, l'air principalement attiré par les naseaux, parvient dans la caisse après avoir reçu, surtout dans les fosses nasales, les modifications ou le degré de chaleur que demandent les parties internes qu'il doit frapper: il y contre-balance les efforts de l'air externe qui agite et pousse dans la cavité du tambour la membrane qui s'épare cette cavité du méat auditif; il y remplit le vuide qu'y laisse cette membrane, lorsqu'au contraire elle est poussée au dehors et vers ce même méat et à mesure que les ondulations de l'air extérieur impriment au tympan un mouvement de vibration celui-ci participe de ce mouvement continual et redoublé. S'il eût été enfermé de manière à ne pouvoir sortir, ce mouvement auroit opéré sur lui une compression trop forte et il ne céderoit point aux trémoussements externes: il a donc fallu qu'il put y entrer, y demeurer, s'en échapper et se renouveler et ce conduit favorise conséquemment un flux et un réflux d'air alternatif et non interrompu qui est une sorte d'expiration et d'inspiration tel que celui qui dans les poumons constitue la respiration.

Quant aux poches ou à la portion membraneuse, elle est vraisemblablement une sorte de réservoir dans lequel au moment de l'effort violent et supérieur de l'air externe sur la membrane du tambour, celui qui est contenu dans la caisse, ne pouvant d'une part trouver dans son propre ressort de quoi balancer ou vaincre la tension du tympan et de l'autre sortir et s'échapper en entier et sur le champ par le tube qui l'avoit reçu, est en partie chassé et poussé, il ne paroît pas douteux aussi que l'air qui des fosses nasales enfile la trompe, ne puisse s'y loger encore quand il arrive dans ce conduit en une trop grande quantité, les différents mouvements de la tête du cheval pouvant d'ailleurs l'expulser de ces mêmes poches par le lieu où elles répondent au tube».

Es versteht sich, daß in den nächstfolgenden Lehrbüchern der Anatomie des Pferdes allgemein das Interesse diesem Gegenstande zugewandt wurde.

J. GIRARD, Professeur d'Anatomie à l'école vétérinaire d'Alfort, beschreibt in seinem Werke »Anatomie des animaux domestiques« (1807) zwei große, hältige Ausbuchtungen, die »conduits gutturaux du tympan«, nur bei Monodactylen vorkommend. Er ist der Ansicht, daß diese mit Luft gefüllten Säcke bei der Stimmbildung von großer Wichtigkeit sind.

In seinem Lehrbuche der »Anatomie der Haustiere« (1821) gibt Dr. K. SCHWAB eine kurze, richtige Beschreibung des Rohres und Divertix. Nach der Meinung dieses Autors würde die Ausbuchtung einen Ersatz für den kleinen Raum der Paukenhöhle beim Pferde bilden.

Auch Dr. C. F. GURLT behandelt in seinem »Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugetiere« (1843) diesen Gegenstand mit großer Klarheit und ziemlicher Ausführlichkeit. Nachdrücklich sagt er, daß die physiologische Bedeutung der Luftsäcke nicht bekannt sei.

Eine sehr ausführliche Abhandlung finden wir in dem »Traité complet de l'anatomie des animaux domestiques par RIGOT et L'AVOCAT (1847). Diese Anatomen berichten u. a.: »Die pharyngeale Schleimhaut verläuft der Tuba entlang in das Cavum tympani und schwilkt nach unten als »poche gutturale« auf. Sie unterscheiden hierbei: »Une région intermaxillaire« an der medialen Seite des Unterkiefers sich befindend; »une région parotidienne« unter der Glandula parotis und »une portion postérieure«, die sich bis in die Flügelgrube des Atlas hinzieht. Die angrenzenden Teile

werden zutreffend beschrieben. Nach ihrer Angabe hat jeder Sack einen Inhalt von ungefähr vier Deciliter, sie fügen aber hinzu, daß dieser Inhalt infolge der Dehnbarkeit der Wand stark schwanken kann. Der Sack kann durch den Musculus pterygo-pharyngeus, dessen Fasern sich vielfach an der Mucosa festsetzen, erweitert und durch den Griffelfortsatz der Ohrmuschel, bei manchen Bewegungen des äußeren Ohres, gespannt werden. Einige Betrachtungen über die Funktionen dieses Organes bilden den Schluß dieser ausführlichen Besprechung. In dem »Traité d' Anatomie comparée des animaux domestiques« von A. CHAUVEAU und S. ARLOING (1871) finden wir eine Wiedergabe der Beschreibung von RIGOT und L' AVOCAT in ihren Hauptsachen. Auch in dem neuesten Werke von CHAUVEAU, ARLOING und LESBRE »Anatomie comparée des animaux domestiques« (5^{ème} édition, 1905) findet sich vieles von der ursprünglichen Beschreibung von RIGOT und L' AVOCAT wieder. In dem ersten Teile, S. 305, steht eine Abbildung des Luftsackes.

Im Jahre 1870 erschienen in München die »Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrumpete« von Prof. Dr. RÜDINGER. In diesem Werke, erläutert durch 65 Lithographien nach mikroskopischen Präparaten, wird die Tuba des Menschen eingehend erörtert. Von Specimina bei weitem der meisten Ordnungen der Säugetiere, sogar vielfach von Unterordnungen, hat er die Tuba untersucht und mit der menschlichen verglichen. Ebenso wird dem Pferde eine ausführliche Beschreibung gewidmet. Einzelne Teile hieraus werde ich später noch erwähnen. Die Beschreibung des Luftsackes ist nichts weniger als vollständig. Unrichtig ist die Behauptung, daß dieser sich bis zu den Querfortsätzen der beiden ersten Halswirbeln ausdehne. Der Verlauf der Ausbuchtung der Tuba-Mucosa unter der medialen Knorpelplatte hindurch nach der Schädelbasis ist korrekt beschrieben. In keinem veterinären Lehrbuche wird dies erwähnt. Zum Schluß hebt RÜDINGER zahlreiche Hypothesen bezüglich der Funktion hervor und fügt als eigne Meinung hinzu, daß das Pferd die Nasenhöhle von Schleim und fremden Körpern befreien kann, indem es mit gestrecktem Kopfe die Luftsäcke stark mit Luft füllt und darauf nach plötzlicher starker Biegung des Kopfes kräftig prustet. Hierdurch wird die Luft mit Gewalt aus den Divertikeln gepreßt und kann einen anormalen Inhalt der Nasengänge vor sich hertreiben.

In der »Veterinary anatomy von STRANGEWAY, revised and edited by J. VAUGHAN (1879) ist die Darstellung kurz und unvollständig.

Eine sehr ausführliche Studie über »Die Ohrtrumpe der Säugetiere und ihre Anhänge« veröffentlichte Dr. PETER in dem Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 43, Heft 2, 1894. Tubae und Luftsäcke von *Equus*, *Tapir*, *Hyrax* und einzelnen *Chiroptera* wurden von ihm makroskopisch und mikroskopisch untersucht; die Darstellung wird durch eine Anzahl schöner Abbildungen begleitet.

Diese Abhandlung wird bei der Beschreibung der eigenen Untersuchungen öfters noch herangezogen werden.

Die Form der Tuba und ihr Verhältnis zur nächsten Umgebung hat PETER eingehend erörtert. Er nennt die Pars ossea tubae einen Teil des Cavum tympani, der lateral in den Processus muscularis des Felsenbeines übergeht. Er unterscheidet eine laterale und eine mediale Lippe oder Lamelle der Tuba und legt dem lateralwärts umgebogenen Teile der lateralen Lamelle den Namen »Haken« bei, welche Benennung RÜDINGER schon eingeführt hat und welche noch in der deskriptiven Anatomie des Menschen im Schwunge ist.

In seiner Literaturübersicht über den Luftsack erwähnt er die unrichtige Mitteilung PEUCHS in dem »Dictionnaire pratique de médecine, de chirurgie etc. vétérinaires par BOULEY et RENAULT (vol. IX p. 650), daß dieses Divertikel erst 1779 von CHABERT und FENGRÉ beschrieben worden sei. Schon 15 Jahre vorher hatte BOURGELAT, wie ich bereits angegeben habe, bezügliche Mitteilung gemacht.

Die Divertix tubae hat PETER weitläufig beschrieben mit einer sorgfältigen Wiedergabe der anstoßenden Teile, und durch Gips- und Wachsabgüsse die ebenso fremdartige wie charakteristische Gestaltungen gezeigt. Er unterscheidet einen kleinen lateralen und einen großen medialen Teil des Luftsackes. Der erste, von gedrungener Pyramidenform reicht mit seiner Spitze bis zum äußeren Gehörgang; die Basis liegt auf dem Musculus pterygoideus und wird ganz von der Mandibula bedeckt. Der mediale Teil reicht bis zum Pharynx und zur Fossa atlantis. Den Gesamtinhalt beider Abteilungen bestimmt er auf $281,5 \text{ cm}^3$, die Dicke der Wand auf $113,6 \mu$. PETER behauptet, daß bei einem Fötus von 15 Wochen die Tuba von einem einfachen Schleimhautrohre gebildet wird, ohne knorpelige Elemente und Erweiterung.

In der »Deutschen tierärztlichen Wochenschrift«, Jahrgang 1901, S. 447 findet man einen Bericht über einen Vortrag, in dem er »die Tuba Eustachiana des Pferdes im normalen und patho-

logischen Zustande« behandelt hat. Mittels Wachsabgüssen bewies er, daß der Divertikel viele Ausbuchtungen aufweisen kann und bei kränklicher Ausfüllung der laterale Teil für chirurgisches Eingreifen unzugänglich ist.

In den aufeinander folgenden Lehrbüchern von LEYH, FRANCK, MARTIN, ELLENBERGER-BAUM sehen wir die Beschreibung der Tuba und des Divertikels sich allmählich bis zur Höhe der heutigen Wissenschaft entwickeln.

FRANCK hält den Luftsack für einen Resonator; bei der Beschreibung der angrenzenden Teile bemerkt er, daß das Stylohyoid eine tiefe Rinne in der lateralen Luftsackwand bildet.

In ihrer »Topographische Anatomie des Pferdes« geben ELLENBERGER und BAUM eine sehr ausführliche Darstellung von Tuba und Divertikeln; nach ihrer Angabe ist die Wand des Luftsackes höchstens 0,5 mm dick. Der Tendenz des Werkes gemäß zeigen sie, je nach den beschriebenen anatomischen Verhältnissen, den Weg für ein eventuelles chirurgisches Eingreifen.

Die letzte Auflage ihres »Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere« (12. Auflage, 1908) enthält viele schöne Abbildungen. Fig. 823, S. 963, stellt eine schematische Zeichnung von Luftsack und Tuba im Zusammenhang mit dem Gehörapparat dar; Fig. 842, S. 972, einen Durchschnitt der Paukenhöhle mit der Mündung der Tuba. In ihrer Beschreibung stellen sie die nennenswerte Tatsache fest, daß die laterale Luftsackwand über das Stylohyoid hinaushängt.

Wenn auch der Luftsack, ein ebenso besonderes als wichtiges Merkmal der Einhusigen, seit BOURGELAT in der deskriptiven und topographischen Anatomie genügende Klarheit und Anerkennung erlangt hat, so war dies in den bekannten Werken über vergleichende Anatomie bisher nicht der Fall.

C. GEGENBAUR erwähnt in seinem mustergültigen Werke »Die vergleichende Anatomie der Wirbeltiere« von dieser Sache gar nichts.

In seinem Buche »Die Säugetiere« behauptet MAX WEBER bei einer allgemeinen Besprechung der Tuba auditiva »Seine Ausdehnung ist eine verschiedene; was ihm (nämlich dem Tubenknorpel), dem Schädel angelagert, fehlt zur Umwandlung der Tuba, wird durch bindegewebige Membranen ergänzt. Dieser häutige Teil kann sich bei *Perissodactyla*, *Hyracoidea* und nach GROSSER auch bei *Chiroptera* aussacken zu einer Tubenblase, die an ihrer Ein-

mündung im Pharynx aufgebläht werden kann. Bei der speziellen Behandlung der Equiden wird aber nichts davon erwähnt.

Ebenso erörtert R. WIEDERSHEIM in seiner »Vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere« eine vorkommende Ausbuchtung der Tuba-Mucosa nicht.

Auf den nächsten Seiten sind die Ergebnisse makroskopischer und mikroskopischer Untersuchungen der Tuba und des Divertikels zusammengestellt, ferner Einzelheiten bezüglich ihrer Entwicklung, die Formwechsel, denen der Luftsack durch Erweiterung unterliegen kann, wie dies bei pathologischen Fällen sich ereignet, nebst einer Betrachtung über die physiologische Bedeutung beigefügt.

Anatomischer Teil.

Die Tuba auditiva erreicht, im Verhältnis zu dem weiteren Schädelbau, bei keinem unsrer Haustiere solche Dimensionen wie beim Pferde. Vergleichen wir die Länge der Röhre eines kleinen Pferdes und eines großen Rindes miteinander, so tritt dieser Unterschied scharf hervor:

Tierart	Höhe des Widerristes	Länge der der Profillinie	Länge der Tuba bis zum freien Rande in dem Ostium pharyngeum
Pferd	1,36 m	0,52 m	8,7 cm
Rind	1,39 -	0,47 -	3,8 -

Diese Unterschiede beruhen auf Unterschieden im Bau der Schädelbasis. Basisocciput und Basisphenoid sind beim Pferde dem Verhältnisse nach weit länger als bei andern Tieren, desgleichen die Ossa pterygoidea und die Partes perpendicularis der Ossa palatina, wodurch das Ganze beim Pferde am meisten gestreckt wird, die Basis cranii bei andern Tieren einen mehr gedrungenen Bau aufweist. Daselbe gilt natürlich auch für die übereinstimmenden weichen Teile, welche sich an dieser knochigen Unterschicht anheften oder damit mehr unmittelbar zusammenhängen.

Die Tuba ist bei Pferden von mittlerer Größe 10 bis 11 cm lang. Sie verbindet das Cavum tympani mit dem Cavum pharyngis; die jeweiligen Mündungen werden von dem Ostium tubae tympanicum und dem Ostium tubae pharyngeum gebildet. Man kann bei ihr unterscheiden: eine Pars fibro cartilaginea und eine Pars mucosa. Alle mir bekannten Lehrbücher der Veterinär-Anatomie beschreiben

eine Pars ossea, einen knöchernen, nur einige Millimeter langen Teil, der den Anfang der Tuba am Ostium tympanicum bildet.

Ich teile ganz die Auffassung RÜDINGERS und PETERS, die diesen Teil als einen Fortsatz des Cavum tympani betrachten. Bei mäcerierten Präparaten sieht man den sehr kräftigen Ansatz der Tuba an einem unregelmäßigen Vorsprunge des Cavum. Der fibro-cartilaginöse Teil bildet eine Rinne, deren offene Seite ventro-lateral gekehrt ist und von einer dorsalen und einer ventralen Wand begrenzt wird. Beide Wände kommen in dem aboralen Teil fast zusammen; in cranio-ventraler Richtung trennen sie sich immer mehr. Auch die Tiefe der Rinne wird nach dem Ostium pharyngeum hin stets größer, bis schließlich das Ganze einer langgezogenen Trompete ähnelt. Die ventrale Wand weist einen freien Rand auf, welcher besonders am caudo-dorsalen Teile stark verdickt und abgerundet ist. Dieser Teil zieht unter dem Processus muscularis des Os petrosum hindurch, ohne sich an ihn festzusetzen; lateralwärts ragt er über diesen Beinfortsatz hervor. Medial davon befindet sich die Verbindung mit dem Cavum tympani. Oral wird die ventrale Wand breiter. Diese Erweiterung ist beträchtlich an der Stelle, wo dieser Teil der Tuba die obere Seitenwand des Pharynx erreicht. In dieser Wand schlägt die ventrale Tubenwand sich um und bildet eine, nach der Basis cranii gerichtete, aufwärts stehende Knorpelplatte, welche die mediale Seite des Ostium pharyngeum begrenzt. Bevor sie in diese Knorpelplatte übergeht, ist der erweiterte Teil löffelförmig vertieft worden, so daß die konvexe Seite nach der Schädelbasis gerichtet wird. Die Platte steht ungefähr in der Sagittalebene und stützt das spaltenförmige Ostium pharyngeum in seiner ganzen Länge. Sie hat, präpariert, einen freien scharfen Rand, durchschnittlich 4 cm lang. Dorsal heftet sie sich an die mediale Seite des Os palatinum und der Ala vomeris an und geht in caudo-ventraler Richtung in die pharyngeale Schleimhaut über.

Schon GÜNTHER hat darauf hingewiesen, daß die Platte und damit das Ostium tubae pharyngeum dicht hinter den Choanen liegen, in der Linie, welche die unmittelbare Fortsetzung bildet des untersten Nasenganges; er hat auf Grund dieses anatomischen Verhältnisses seine bekannte Methode zum Katheterisieren des Luftsackes angegeben. Nach PETERS Ansicht ist bei großen Pferden der freie Rand 7 cm entfernt von dem Palatum durum.

Beiderseits divergieren die zwei Platten einigermaßen in caudo-ventraler Richtung. Sie sind durchschnittlich 3 bis 4 cm vonein-

ander entfernt und bilden die Seitenwände eines Blindsackes, die Bursa pharyngea, welche innerlich von einer Fortsetzung der Nasenhöhlenschleimhaut überzogen wird. Diese Bursa pharyngea setzt sich dorsal an die Schädelbasis fest (Fornix pharyngis); der caudale Teil, der sich ventral umschlägt und den eigentlichen Blindsack bildet (Recessus pharyngis), stößt gleich an die cranialen Endungen der Luftsäcke, welche hier mit den medialen Ebenen in ihrer ganzen Ausdehnung zusammentreffen. Die Bursa pharyngea ist, von den freien Rändern der Knorpelplatten an, durchschnittlich 6 cm tief. Der Fortsatz der Nasenhöhlenschleimhaut stößt hier also gleich an die beiden Luftsäcke.

Die Dicke der ventralen Wand verringert sich nach dem Pharynx hin, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

Nr.	Dicke der ventralen Tubawand	
	aboral, am Ende des Processus muscularis	oral, gleich vor dem Foramen alare magnum
1	4,5 mm	3 mm
2	3,5 -	3 -
3	4 -	2,8 -
4	3,8 -	2,5 -
5	3,8 -	2,6 -
6	3 -	2,5 -
7	3,5 -	2 -
8	3,5 -	2 -
9	3 -	2,5 -
10	4,5 -	3 -

Die knorpelige ventrale Wand biegt nach der Basis cranii hin um, verringert hierbei, ihrer ganzen Länge nach, gleichmäßig ihre Dicke und geht in die dorsale Wand über. Diese ist in der ganzen Länge nur 1 bis 1,5 mm dick und überspannt die ventrale Wand. Hier nimmt auch sie an Stärke gleichmäßig ab. Das knorpelige Element verschwindet hierbei immer mehr; an seine Stelle tritt schließlich starkes fibröses Gewebe. Der überwölbende Teil ähnelt einer kräftigen, langgedehnten, dreieckigen Bindegewebsplatte; er heftet sich mit scharfer Spalte an dem aboralen Teil der Ala temporale ossis sphenoidei an, in der Nähe der Incisura ovale des Foramen lacerum und geht gleichsam in die fibröse Masse, welche ebenfalls das Foramen lacerum abschließt, über. Über diesen Ansatz verläuft der Ramus mandibularis nervi trigemini mit seinen zahlreichen Verzweigungen. Weiter setzt sich die Platte fest an den

Processus muscularis ossis petrosi, an die untere Fläche der erwähnten Ala temporalis, an den oralen Teil des Basisphenoid und an das Präsphenoid bis zur Ala vomeris.

Diesen Ansatz der Tuba an der Schädelbasis nennt RÜDINGER »*Fibro-cartilago basilaris*«.

Unter dem Foramen alare magnum strahlt die Pars fibro-cartilaginea tubae breit aus und liegt hierbei gegen den starken Ansatz des Musculus pterygoideus, am Processus pterygoideus.

Der Fortsatz der pharyngealen Schleimhaut, welcher längs der medialen Seite des Os palatinum verläuft, erreicht hier die Tuba. An dieser Stelle ist die obere Wand der Tuba 1,8 bis 2 cm breit.

Die folgende Tabelle gibt einige Dimensionen der Tuba auditiva des Pferdes:

Dimensionen der Tuba auditiva beim Pferde.

Nr.	Höhe des Wider-ristes	Länge der Profillinie	Länge der Tuba	Größte Weite in der Nähe des Pharynx	Tiefe:			Länge des Ostium pharyngeum
					unter dem Petrosum	unter dem Foramen alare magnum	in der Nähe des Ostium pharyng.	
1	1,58 m	0,60 m	9,5 cm	11 mm	3,5 mm	6 mm	16 mm	3,7 cm
2	1,48 -	0,55 -	8,3 -	8,5 -	3 -	5 -	11,5 -	4,1 -
3	1,55 -	0,58 -	9,9 -	13,5 -	2,5 -	5 -	9 -	3,6 -
4	1,58 -	0,60 -	9,7 -	12 -	4,5 -	7,5 -	10 -	4,4 -
5	1,53 -	0,59 -	10 -	11 -	4,5 -	8,5 -	12,5 -	3,7 -
6	1,50 -	0,57 -	10,8 -	13 -	5,5 -	9,5 -	13 -	4 -
7	1,56 -	0,59 -	10,5 -	14 -	3 -	7 -	10 -	4,3 -
8	1,55 -	0,61 -	11 -	12,5 -	5 -	11 -	12,5 -	4,5 -
9	1,60 -	0,61 -	11 -	14 -	3,5 -	5 -	7 -	3,9 -
10	1,49 -	0,61 -	10,2 -	14 -	5 -	8 -	10 -	4,3 -
11	1,40 -	0,57 -	10,2 -	13 -	3 -	7,5 -	9 -	4,2 -
12	1,59 -	0,62 -	11,8 -	9 -	3,5 -	8,5 -	12 -	3,7 -

Das Ostium tubae tympanicum ist sehr eng und nur für eine sehr feine Sonde durchgängig; das spaltenförmige Ostium pharyngeum ist dagegen sehr weit, durchschnittlich 4 cm, wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, ganz übereinstimmend mit der Länge der beschriebenen knorpeligen Platte, welche die mediale Seite dieses Ostiums begrenzt. Lateral ist die knorpelige Platte von einem Fortsatz der pharyngealen Schleimhaut überzogen. Diese breitet sich über den Boden der Tuba aus, um durch das Ostium tympanicum hineinzuziehen und die innere Fläche des Cavum tympani auszukleiden. Von der Seitenwand des Pharynx zieht die Mucosa auf

die inneren Flächen der Tubawände. Beide Fortsätze treffen am caudo-ventralen Ende der Knorpelplatte und in der Nähe des Tuba-bodens zusammen.

Die Falten in der pharyngealen Schleimhaut ziehen in die Tuba hinein, am deutlichsten sind sie in dem dorsalen und ventralen Teil der Knorpelplatte sichtbar; in aboraler Richtung werden sie undeutlicher und verlieren sich schließlich ganz.

Die offene ventro-laterale Seite der Tuba wird fast vollständig von zwei Muskeln bedeckt. Gleich auf der Tuba liegt der Musculus levator veli palatini. Dieser entspringt mit einigen feinen, länglichen Sehnenfasern am Processus muscularis ossis petrosi und ebenso fleischig wie sehnig auf der dorsalen Tubenwand; er bildet eine dünne Muskelplatte, welche in der Höhe des Processus pterygoideus ossis sphenoidei die dorsale Pharynxwand erreicht und unter den Musculus pterygo-pharyngeus hindurch in das Palatum molle in den der andern Seite übergeht. Dieser Muskel wird seinerseits von dem stärkeren Musculus tensor veli palatini bedeckt, welcher an dem erwähnten Processus muscularis entspringt, darauf einen gedehnten, spindelförmigen Muskelkörper bildet, von einer eignen glänzenden Faszie überzogen, um in der Nähe des Hamulus pterygoideus in eine flache Sehne überzugehen. Unterlegt von einer Bursa mucosa zieht er über den Hamulus hin, verbreitet sich aponeurotisch in dem Palatum molle und geht hierbei gleichfalls, in der Medianlinie, in jene der andern Seite über. Beide Muskeln nennt RÜDINGER ganz falsch »dilatatores tubae, medialis et lateralis«. Nach ihm setzt der sogenannte Dilatator medialis sich nur an die Tuba fest, was den Ansichten der Lehrbücher und meinen wiederholten Beobach-tungen widerspricht.

In schroffem Gegensatz zu RÜDINGER behauptet K. GÜNTHER in seiner Topographischen Myologie des Pferdes, daß der Musculus levator veli palatini, außer seiner Wirkung auf das Palatum molle, zugleich imstande ist, den Eingang der Tuba zu schließen und so eine Anhäufung der Luft in dem Luftsack zu verhindern.

Analog der Nomenklatur der menschlichen Anatomie nennen die französischen Veterinäranatomen diese beiden Muskeln »muscles peri-staphylins«.

Unter den beiden Muskeln hindurch breitet sich die Tuba-Mucosa aus und bildet die für die Equiden und einige andre Säugetiere so charakteristische Ausbuchtung, bekannt unter dem Namen »Luftsack, Divertix tubae auditivae«.

Diese Erweiterung findet fast in der ganzen Länge der Tuba statt. In der Nähe des Ostium pharyngeum tritt die Schleimhaut zuerst unter der dorsalen Wand hervor. Bei einem Pferde, dessen Tuba 10,9 cm lang war, entwickelte sich dieselbe 12 mm hinter dem Vorderrande der Platte, ventral erst in einer Entfernung von 24 mm vom Vorderrande. Aboral quillt die Mucosa bis zu dem Ostium tympanicum hervor.

Jeder Luftsack bildet einen geräumigen, dünnwandigen Sack, welcher beim Kadaver stets in vollkommen kollabierteem Zustande vorgefunden wird. Sobald man ihn aber aufbläst, zeigt er ein fremdartiges, aber sich gleichbleibendes Aussehen, das ganz mit der Form der Abgüsse übereinstimmt, welche man erhält, wenn man alle anstoßenden Teile intakt läßt. Die Benennung »birnförmig«, welche öfters in den Handbüchern erscheint, ist unrichtig.

Die Vorderwand reicht bis zur Perpendiculären, welche man sich vom cranialen Ende der Crista pterygoidea gezogen denken kann; die Hinterwand ragt ein wenig über dem Hinterrand des Musculus jugulo-mandibularis hervor. In vielen Fällen liegt der am meisten caudale Teil gerade in der Verzweigung der Arteria carotis communis in ihre drei Endäste.

Dorsal stoßen beide Luftsäcke an die Basis cranii, an die Musculi longus capitis et longus colli und zugleich an das Kopfatlasmelenk; ventral liegen sie auf der Pharynx-Muskulatur auf. Die medialen Wände stoßen aneinander, da, wo sie nicht durch die Kopfbeuger getrennt werden.

Die laterale Wand ist ganz von dem Musculus pterygoideus, der Glandula parotis und vielen andern Organen, deren eingehendere Beschreibung weiter unten folgen wird, bedeckt; anliegend befindet sich ein großer Teil des Stylohyoid. Das Divertikel ist so geräumig, daß es in kollabierteem Zustande starke Falten aufweist. Entfernen wir die bedeckenden Teile, so finden wir eine sehr starke Falte an der lateralen Wand, welche über den hinteren Rand des Stylohyoid hinausgeht. Der unter der dorsalen Tubawand hervortretende Teil des Luftsackes schlägt sich über den Processus muscularis ossis petrosi um, setzt sich hierbei kräftig an diesen Knochenvorsprung an und heftet sich alsdann auf der Schädelbasis, teilweise noch an die Pars quamosa ossis temporis, medial von dem Processus post-glenoidalis und weiter an die Basis des Meatus auditorius externus an. Der Processus lingualis bleibt ganz frei. Hierdurch wird dorsal von dem Ansatze des Zungenbeines wiederum ein Blindsack gebildet.

Ferner heftet sich dieser Teil der Luftsackwand an der Basis des Os petrosum bis zum Occiput an. Ziemlich lose ist der Ansatz an dem Vorderrand des Processus jugularis. Der am meisten caudal gelegene Teil bildet eine in die Fossa atlantis hineinspringende, geräumige Ausbuchtung, worüber inmitten vielen Bindegewebes wichtige Gefäße und Nerven verlaufen. Die laterale Wand biegt medialwärts um und steigt wieder an die Schädelbasis empor. Diese mediale Wand geht nicht gleich in die Mucosa der ventralen Tubawand über, sondern setzt sich an die fibrösen Massen, welche gleichfalls das Foramen lacerum abschließen, und ferner an die Basis cranii an, und zwar vom Basisphenoid hinweg bis zum Processus pterygoideus. Darauf schlägt sich die Mucosa um, überzieht die untere Fläche der ventralen Tubawand und verläuft über deren Rand in die eigentliche Tuben-Mucosa. Die ventrale Tubawand ist also auf beiden Seiten von der Mucosa überzogen. In der mir zur Verfügung stehenden Literatur erwähnen nur RÜDINGER und PETER diesen Tatbestand.

Schon mit unbewaffnetem Auge kann man deutlich beobachten, daß die Mucosa an verschiedenen Stellen einen bedeutenden Dickenunterschied aufweist. An den freien Rändern der Tuba und in der Tuba selbst ist sie weit dünner als die Divertikelwand. Die Fortsetzung in das Cavum tympani ist ihrerseits wieder von feinerem Bau als die Auskleidung der Tuba selbst.

Das auf diese Art gebildete Ganze hat unter normalen Verhältnissen ein großes Volumen. Bei drei getrockneten Präparaten, welche sich im anatomischen Museum der Reichstierarzneischule zu Utrecht befinden, ergaben sich folgende Dimensionen:

A) Präparat, mäßig mit Watte ausgefüllt.

Länge des Schädelns, von dem höchsten Punkten der Linea nuchae superior bis zur Vorderfläche der Schneidezähne	0,58 m
Größte Länge des Luftsackes	13,0 cm
» Höhe » » 	12,5 »
» Breite » » 	8,0 »

B) Präparat, aufgeblasen und nachher getrocknet.

Länge des Schädelns, wie oben gemessen	0,60 m
Größte Länge des Luftsackes	13,8 cm
» Höhe » » 	15,5 »
» Breite » » 	5,7 »

C) Präparat wie B.

Länge des Schädels, wie oben gemessen	0,58 m
Größte Länge des Luftsackes	13,00 cm
» Höhe » » » » » »	12,5 »
» Breite » » » » »	8,00 »

Entfernt man die den Luftsack bedeckenden Teile und bläst man Luft durch das Ostium pharyngeum, dann wird man des großen Ausdehnungsvermögens der elastischen Wand gewahr und werden die normalen Grenzen weit überschritten. Wenn man mit dem Aufblasen einhält und das Blasrohr entfernt, sinkt die Ausbuchtung teilweise zusammen, sie behält dabei aber so viel Luft, daß man die erreichbare natürliche Erweiterung, bei der die schon beschriebenen Blindsäcke auffallend hervortreten, beobachten kann.

Beschreibung der auf dem Luftsacke liegenden Organe.

Die Glandula parotis berührt nur mit ihrem dorsal liegenden Teile die laterale Luftsackwand unmittelbar und zwar hauptsächlich in der Gegend, welche sich zwischen dem Kiefergelenke und der Vorderrand des Atlas befindet. Jedoch auch in dieser Gegend ruht die Drüse nicht gleichmäßig auf dem Divertikel, sondern wird von ihm an verschiedenen Stellen durch Gefäße, Nerven, Lymphdrüsen und Fett getrennt. Fettgewebe trifft man immer auf jedem Luftsacke an, sogar bei stark kachektischen Tieren. Übrigens wird die Ohrspeicheldrüse von der Luftsackwand getrennt durch die Fascia subparotidea, die Glandula submaxillaris, den Musculus jugulo-mandibularis und den Musculus jugulo-hyoideus. Stets findet man aber auch an andern Stellen der lateralen Wand scheinbar verirrte Läppchen dieser Speicheldrüse, nur ganz locker mit der Hauptdrüse verbunden, z. B. in der Nähe und selbst unter dem Hinterrande des Musculus jugulo-mandibularis und an dem Hinterrande der Mandibula, da, wo die großen venösen Stämme ihr Blut in die Vena maxillaris interna ergießen. Wo das Ohrdrüsengewebe die Luftsackwand unmittelbar berührt, ist es mit ihr durch lockeres Bindegewebe verbunden.

Auf der Hinterwand und dem caudalen Teile der lateralen Wand liegt die dorsale Hälfte der Glandula submaxillaris. Von der Fossa atlantis hinweg, in der sie durch lockeres Bindegewebe an die umgebenden Teile angeheftet wird, beschreibt sie, den konkaven Rand dorsal gerichtet, einen in crano-ventraler Richtung verlaufenden

den Bogen. An dieser Stelle liegen unter ihr die Arteria carotis communis mit ihren Verzweigungen, der Ramus dorsalis nervi accessorii und der Ramus laryngeus superior nervi Vagi. Wo sie die obere Seitenwand des Pharynx erreicht, bedeckt sie ein großes Konglomerat der retropharyngealen Lymphdrüsen.

Von Muskeln trifft man an:

Die Muskelgruppe, welche ihren Ursprung am Processus jugularis nimmt, bestehend aus dem Musculus jugulo-hyoideus, dem Musculus jugulo-mandibularis und dem Musculus digastricus. Erstere bildet eine etwa 0,5 cm dicke Muskelplatte, ungefähr zweimal breiter als lang, welche den Vorderrand des Processus jugularis mit dem caudo-dorsalen Rande des Stylohyoid verbindet und nicht selten auf die Außenfläche des breiteren Teiles des Zungenbeinastes ausstrahlt. Die Unterfläche dieses Muskels wird von einer dünnen Sehnenplatte, welche innig mit dem Luftsacke verbunden ist, verstärkt.

Der Musculus jugulo-mandibularis, dieser kräftige Kaumuskel, welcher sich bei unsren Haustieren bekanntlich nur beim Pferde vorfindet, entspringt sehnig und fleischig am ganzen Vorderrande des Processus jugularis, manchmal auch auf einem Teile der äußeren Fläche dieses Fortsatzes. Der Ansatz an dem freien Ende des Processus jugularis ist stark sehnig. Der kurze, aber kräftige Muskelbauch wird von einer glänzenden Sehnenhaut überzogen und setzt sich an den Angulus mandibulae und dessen nächste Umgebung, cranio-ventralwärts sich verbreiternd, fest.

Von dem gemeinsamen Ansatze der beiden Muskeln trennt sich bald an der Unterfläche des letzteren eine 1,5 bis 2 cm breite Muskelmasse. Diese, ebenfalls von einer eigenen Faszie bedeckt, bildet den ersten Bauch des Musculus digastricus. Der Muskelkörper verjüngt sich alsbald und geht in eine Sehne, welche in cranio-ventraler Richtung einen Bogen beschreibt, über. Diese Sehne wird in ihrer Lage an dem Cornu hyoidei von dem dortigen doppelten sehnigen Ansatze des Musculus stylohyoideus festgehalten, um schließlich einen zweiten Muskelbauch, welcher sich an dem unteren Innenrand der Mandibula ansetzt, zu bilden. Nur der mit dem Musculus jugulo-mandibularis verwachsene Teil dieses Muskels liegt auf dem Luftsacke; die Sehne wird durch die Glandula submaxillaris von ihm getrennt.

Entfernen wir die betreffende Hälfte der Mandibula, dann unterbrechen wir zugleich den Ansatz des Musculus pterygoideus. Dieser starke Kaumuskel entspringt mit kräftigen, schichtweise ge-

gliederten Sehnenplatten an der Basis cranii, von dem Hamulus pterygoidei bis zum Foramen alare magnum. Der von starken Sehnenplatten durchzogene Muskel bedeckt den größten Teil der lateralen Luftsackwand. Auch der laterale, fleischigere Teil dieses Muskels berührt die laterale Luftsackwand, und zwar an der medialen Seite des Kiefergelenkes.

An und unter den Angulus hyoidei setzt sich der *Musculus stylo-hyoideus* an, ebenfalls ein Muskel, welcher bei den Haustieren ausschließlich dem Pferde eigen ist. Die langgedehnte spindelförmige Muskelmasse folgt dem Hinterrande des Stylohyoid und liegt unter diesem Teile des Zungenbeines unmittelbar auf dem Luftsacke. Seine schmale Sehne spaltet sich nahe dem Ansätze am Cornu hyoidei in zwei Teile, welche die Mittelsehne des *Musculus digastricus* durchlassen.

Wenn der *Musculus pterygoideus* entfernt wird, zeigen sich die *Musculi tensor et levator veli palatini*, welche schon beschrieben worden sind. Präpariert man diese Muskeln samt dem *Musculus pterygopharyngeus* weg, so sieht man den Ansatz des *Musculus palato-pharyngeus* an den untersten Teil der ventralen Tubawand, welcher von KOSTANECKY als *Pars palato-salpingo-pharyngeus* beschrieben wurde. Hierbei kann man noch einen lateralen und einen medialen Teil unterscheiden: letzterer ist am größten und scharf von der Umgebung getrennt (PETER).

Die ventralen Wände der Luftsäcke ruhen auf der dorsalen **Pharynxmuskulatur**. Diese bestehen aus zwei Muskelreihen, welche in der Medianlinie, der Raphe pharyngis, zusammenstoßen.

Auch der *Musculus stylo-pharyngeus*, der ganz fleischige Muskel, welcher an der Unterseite des dorsalen Teiles des Stylohyoid entspringt und in die dorsale Pharynxwand ausstrahlt, berührt von seiner Seite die Luftsackwand. Dorsal schieben die Kopfbeuger (*Musculi longi capitis et recti capitis ventrales*) sich zwischen die aboralen Teile der Luftsäcke, um sich gemeinsam an dem *Tuberculum pharyngeum* und angrenzenden Teile anzusetzen.

Alle Muskeln, mit Ausnahme des *Musculus jugulo-hyoideus*, sind an der Stelle, wo sie auf dem Luftsacke liegen, durch lockeres Bindegewebe mit ihm verbunden.

Ein großer Teil des Stylohyoids verläuft auf der lateralen Fläche in crano-ventraler Richtung, meist ziemlich locker, in einzelnen Fällen durch mehr oder weniger kurzes Bindegewebe mit dem unterliegenden Divertikel verbunden.

Bezüglich der fibrösen, elastischen und knorpeligen Elemente, welche unmittelbar mit dem Luftsacke in Berührung kommen, sehen wir, daß nur ein geringer Teil der *Fascia subparotidea* diese Ausbuchtung bedeckt. Die Verschmelzung der vereinigten Sehnenplatten der *Musculi brachio-cephalicus et splenius* mit der Sehnenausbreitung des *Musculus sterno-mandibularis* unter der *Glandula parotis* hindurch ist in den meisten Fällen nur in dem ventralen Teile der Parotisgegend gut entwickelt und bedeckt dort den *Musculus jugulo-mandibularis* und die *Glandula submaxillaris*. Dorsal, also auf dem Luftsacke, geht sie jedoch bald in Bindegewebe über und verliert den Charakter einer *Fascie*.

Der Unterrand vom elastischen *Ligamentum posterius* des Kiefergelenkes ist durch lockeres Bindegewebe mit dem Divertikel verbunden. Dagegen ist der meist ventrale Teil der Ohrmuschel, der sogenannte Griffelfortsatz, durch kurzes, straffes Bindegewebe an dasselbe festgeheftet. Durch die große Beweglichkeit der Ohrmuschel kann, nach FRANCKS Ansicht, infolge dieser innigen Verbindung eine erweiternde und verengernde Wirkung auf dem Luftsacke hervorgerufen werden.

Viele sehr wichtige Gefäße und Nerven verlaufen auf dem Luftsack. Wie überall im Körper finden wir auch hier mannigfaltige Abwechslung in ihrem Verlaufe. Nur einige Fälle, welche von der Regel abweichen und vom praktischen Standpunkte als wichtig angesehen werden können, sowie einige Kuriosa, welche von mir bei der Bearbeitung der Präparate für diese Untersuchung konstatiert wurden, mögen hier Erwähnung finden.

In sehr vielen Fällen liegt die Endteilung der *Arteria carotis communis* unter der *Glandula submaxillaris*, gleich hinter dem Luftsacke. Sie kann aber auch auf ihr liegen. MARTIN gibt als Länge des Stammes der *Arteria carotis externa* 4 bis 10 cm an. Von mir wurden bei 12 Pferden die folgenden Längen beobachtet: 6, 4, 3, 5, 7, 5,2, 3,9, 4,6, 4,1, 5,5, 6,6, 4 cm. Der meist caudale Teil des Luftsackes liegt durchschnittlich 5 cm hinter der Teilung der *Arteria carotis externa*, in die beiden Kieferäste. Da, wo die *Arteria carotis externa* kürzer ist als 4,5 cm, kommt nur die Endteilung der *Arteria carotis communis* gewöhnlich auf den Luftsack zu liegen. Ist der Stamm aber länger, so findet man, daß das caudale Ende des Divertikels durch Fett und Bindegewebe schon mit dem Hauptstamme, wo er sich in seine drei Endäste spaltet, verbunden wird. Öfters sieht man, abweichend von der Regel, daß die

Arteria occipitalis und die Arteria carotis interna aus einem Stamme, der mehr oder weniger lang ist, entspringen. Ich beobachtete die Teilung in Arteria carotis interna und den Stamm der Arteriae carotis externa et occipitalis, gerade vor der Glandula thyreoidea. Letzterer Stamm war 7 cm lang und gab, 5 cm von seinem Ursprung entfernt, also nahe seiner Endteilung, die Arteria occipitalis ab.

In den meisten Fällen gibt die Arteria carotis communis zuerst die Arteria carotis interna ab. Sie entspringt mit einer ampullenförmigen Erweiterung aus dem Hauptstamme, verläuft auf der caudo-dorsalen Luftsackwand und beschreibt auf ihrem Wege nach dem Foramen lacerum hin eine S-förmige Biegung. Bevor sie in die Schädelhöhle dringt, gibt sie eine Anzahl feiner Ästchen ab, welche, wechselseitig anastomosierend, ein Gefäßnetz auf der dorsalen Luftsackwand bilden.

Gleich nach ihr folgt die Arteria occipitalis, welche in ihrem Verlaufe zur Fossa atlantis lateral von der Carotis interna bleibt. Der Stamm gibt Ästchen an die caudale Luftsackwand ab; der Ast zu der Glandula submaxillaris versorgt auch den caudalen Teil der Unterwand, bevor er die Drüse erreicht. Hauptsächlich die Arteria meningea posterior gibt zahlreiche kleine Gefäße an die Hinterwand ab.

Die starke Arteria carotis externa verläuft in crano-dorsaler Richtung auf der ventro-lateralen Fläche des caudalen Teiles des Luftsackes. Nahe dem Hinterrande des Stylohyoid spaltet sie sich unter einem Winkel von 120 Grad in die Arteriae maxillares externa et interna. Der Stamm gibt Zweige an die Glandula submaxillaris, ferner kräftige Äste an die retropharyngealen Lymphdrüsen und schwächere ventrale Äste an den Luftsack ab.

Die Arteria maxillaris externa verläuft in crano-ventraler Richtung zum Cornu hyoidei. Auf ihrem Wege gibt sie die Arteria palatina ascendens ab, welche mit aufsteigenden Ästen die Pharynxmuskulatur und das Palatum molle versorgt. Von ihnen aus sieht man mehrere Ästchen in aboraler Richtung abzweigen und sich in dem vordersten Teile der Luftsackwand verbreiten.

Die kräftige Arteria maxillaris interna richtet ihren Lauf ziemlich steil crano-dorsal und erreicht bald, unter dem Musculus stylohyoideus hindurch, das Stylohyoid, geht mit lateraler Biegung um diesen Knochen herum, geht nahezu rechtwinklig abgebogen in die Tiefe und tritt dann in den Canalis alaris ein. Die Stelle, wo diese Arterie den Hinterrand des Stylohyoid erreicht, ist vom chirur-

gischen Gesichtspunkte aus sehr wichtig. Bei 12 Pferden wurde sie 4,5, 3,5, 3,1, 4,5, 4,6, 3,4, 3,6, 3,9, 3,2, 3,6, 2,5, 2,9 cm vom Angulus hyoidei entfernt erreicht. Von ihrem Ursprunge an bis zum Stylohyoid liegt die Arterie unmittelbar auf dem Luftsacke, gibt an ihn feine und an die Ohrdrüse stärkere Äste ab. Mehrere dieser Ohrdrüsennäste treten in die Tiefe, an dem Drüsengewebe vorbei, um dann die Luftsackwand zu erreichen. Dies ist auch der Fall bei den Ohrdrüsenzweigen, die vom Stämme der Ohrarterien (*Arteria auricularis posterior*) abgegeben werden und von den Ästen, welche in den *Musculus Masseter* und den *Musculus pterygoideus* gehen.

Die *Arteria pterygoidea*, welche entweder gemeinschaftlich mit der *Arteria masseterica* oder allein den Hauptstamm verläßt, entsendet Zweige durch den inneren Kaumuskel nach jenem Teile der lateralen Luftsackwand, welcher von der *Mandibula* bedeckt wird.

Der am tiefsten liegende Ohrast, die *Arteria auricularis interna* speist ebenfalls die Divertikelwand, tritt aber bald durch das Parotisgewebe hindurch in das Loch, welches in das Innere der Ohrmuschel führt.

Der ansehnliche *Truncus temporalis* wird durchweg auf dem Stylohyoid abgegeben, zieht fast senkrecht hinter dem Kiefergelenke um und gibt außer dem wichtigen Stämme für den *Musculus masseter*, die *Arteria transversa faciei*, für einzelne Ohrmuskeln und den *Musculus temporalis* die *Arteria temporalis superficialis* ab, während zugleich zahlreiche, an die Ohrdrüse und den Luftsack gehende Ästchen abgegeben werden.

Bevor die *Arteria maxillaris interna* über den Ansatz des *Musculus tensor veli palatini* weg in das Foramen alare magnum tritt, gibt sie ein oder zwei kleine Arterien ab, welche über der ganzen Länge des *Musculus tensor veli palatini* verlaufen, feine Ästchen an ihn abgeben und sich in den *Musculi palato et pterygo-pharyngeus* und der pharyngealen Schleimhaut verzweigen, ferner zwei Stämme, welche in entgegengesetzter Richtung verlaufen: die *Arteria meningea media* in dorsaler Richtung, die *Arteria alveolaris posterior* cranio-ventralwärts. Beide Stämme versorgen ebenfalls den Luftsack.

Von diesem Arterienkomplex kommen sehr zahlreiche Variationen vor. Bei einem Pferde fand ich die Teilung der *Arteria carotis externa* in ihre beiden Kieferäste 6,7 cm unter dem Angulus hyoidei und 3,6 cm von dem Hinterrande des Stylohyoid entfernt. Bei

einem andern entsprangen die hintersten und tiefen Ohrarterien gemeinschaftlich aus dem *Truncus temporalis*.

Alle auf dem Luftsacke verlaufenden Arterien sind mit ihm durch ein kurzes Bindegewebe verbunden. An der Stelle, wo die Divertikelwand sehr geräumig ist, liegen sie durch diese mehr oder weniger innige Verbindung wie in einer Falte jener Wand.

Das Blut wird von Venen, die größtenteils auch ohne Injektion deutlich sichtbar sind, abgeführt, welche in die *Vena cerebralis inferior* und die Venen, welche den *Ramus communicans inferior* bilden, münden. Von dem vordersten Teile der lateralen Luftsackwand gehen ziemlich große Venen ab und verbinden sich mit Stämmen, welche das Blut von der Seitenwand des Pharynx und der Basis linguae abführen. Hieraus entsteht eine kräftige Ader, die *Vena dorsalis linguae*, welche am Vorderrande des *Musculus pterygoideus* unter dem *Stylohyoid* hindurch sich in den *Ramus communicans inferior* ergießt. In diesen *Truncus* mündet ebenfalls die *Vena meningea media*, welche wie die gleichnamige Arterie auf dem Luftsacke verläuft.

Der *Truncus temporalis superficialis* nimmt die Venen des caudalen Teiles der lateralen Luftsackwand auf. Dieser Stamm, welcher dem caudalen Kieferrand entlang verläuft und die gleichnamige Arterie größtenteils bedeckt, nimmt zugleich die abführenden Gefäße aus der *Glandula parotis* auf. Die andern Venen, welche bei der Bildung der *Vena maxillaris interna* mithelfen, wie die *Vena auricularis magna* und die *Vena masseterica*, verlaufen oberflächlich und erreichen die Luftsackwand nicht, wenigstens in bezug auf ihre Stämme. Indessen ist es sehr wahrscheinlich, daß kleine, abführende Gefäße aus dem Ohrdrüsengewebe entspringen und ihre Entstehung feinen Venen auf der Divertikelwand verdanken. Ich konnte dies aber nicht sicher feststellen. Die Verbindung des *Ramus communicans inferior* mit der *Vena maxillaris interna* geht ungefähr auf der Grenze des oberen und mittleren Drittels des Hinterrandes der *Mandibula* über die Arterie weg. Bevor sie jedoch diese erreicht, liegt sie noch teilweise dem Divertikel auf. Von der dorso-lateralen Fläche sieht man zahlreiche venöse Stämmchen sich mit der *Vena cerebralis inferior* verbinden. Diese liegt, nachdem sie aus dem *Foramen lacerum* getreten ist, inmitten lockeren Bindegewebes, hinter den dortigen Nervenstämmen. Sie verläuft über dem *Basi occiput* und zieht in ventro-lateraler Richtung über die *Arteria occipitalis* und die dorso-caudale Luftsackwand weg zu der *Vena maxillaris*.

interna. Auf ihrem Wege nimmt sie außer den Luftsackvenen die Vena occipitalis und Äste aus der Glandula submaxillaris auf.

Die Vena maxillaris interna liegt in der Mehrzahl der Fälle in der Ohrdrüse eingegraben. Sie kann aber, wenn auch nur zum Teil, auf oder unter dieser Drüsenmasse liegen. Im letzteren Falle berührt sie die Luftsackwand.

Die folgenden Nerven findet man unmittelbar auf dem Diver-
tikel vor:

Von dem VII. Paare, dem Nervus *facialis*: der Hauptstamm und mehrere Zweige. Der Hauptstamm verläuft, aus dem Foramen stylamastoideum ausgetreten, in crano-venraler Richtung auf dem Luftsacke, geht von ihm ab unter dem Kiefergelenke und schlägt sich dort auf dem Kiefer um. Von seinen Zweigen sieht man den dorsal abgegebenen Nervus *auricularis posterior* nach kurzem Verlaufe die Luftsackwand verlassen, um durch die Ohrdrüse hindurch unter den Nackenmuschelmuskeln des Ohres in einem Bogen die Hinterfläche der Muschel zu erreichen und sich in seine Endäste aufzulösen.

Der Nervus *auricularis interna* zieht wie die Arterie gerade in die Höhe auf der Luftsackwand hinter dem Griffelfortsatz der Muschel hinauf, durchbohrt darauf die Glandula parotis, um in die Ohrmuschel zu treten.

Der Nervus *auriculo-palpebralis*, welcher in crano-dorsaler Richtung über den Anfang des Arcus jugalis in einem Bogen an die Augengliedgegend läuft, zieht fast gleich nach seinem Aus-
treten in die Drüsenmasse.

Die sämtlichen Nerven, welche die Ohrmuschel und ihre Mus-
kulatur innervieren, bilden ein Geflecht von feinen Fäden, haupt-
sächlich in dem Ohrdrüsengewebe an der Basis der Muschel, welches unter dem Namen »Plexus *auricularis anterior*« bekannt ist.

Von seinen ventralen Ästen sehen wir die hoch abgegebenen Nervi *digastrici* sofort die Muskulatur erreichen, welche von dem Processus jugularis abgeht. Auch der Ramus *subcutaneus colli* kommt nicht in nennenswerte Berührung mit der Luftsackwand. Er tritt gleich in das Parotisgewebe.

Die Chorda tympani verläuft nach ihrem Austrreten aus der Fissura petrotympanica (Glaseri) eine Strecke weit auf der Luftsack-
wand, tritt darauf in den Musculus pterygoideus, um sich mit dem Ramus *lingualis nervi trigemini* zu verbinden.

Von dem V. Paare, dem Nervus *trigeminus*: der Nervus

temporalis superficialis. Dieser wird gleich, nachdem der Ramus mandibularis nervi trigemini aus der mittleren Abteilung des Foramen lacerum (Pars anterius) austritt, von ihm abgegeben. Der Nerv entsendet zahlreiche Fäden an den Luftsack, zieht über den Ansatz des Stylohyoid, an dem Processus lingualis des Felsenbeines in ventro-lateraler Richtung nach der medialen Seite des Kiefergelenkes, tritt aus der Tiefe hinter dem Kiefergelenke hervor über das Ligamentum posterior hinweg, um sich dann mit dem Nervus *facialis* zu verbinden.

Der gemeinsame Stamm der *Nervi alveolaris posterioris* et *lingualis* verläuft von dem Foramen lacerum aus nur zum geringeren Teile über das Divertikel. Er zieht dann über die *Arteria maxillaris interna* an den Hinterrand des *Musculus tensor veli palatini*, um seinen Weg durch den *Musculus pterygoideus* weiter zu nehmen.

Die andern Zweige des Ramus mandibularis, der *Nervus massetericus*, die *Nervi pterygoidei*, der *Nervus buccinatorius*, treten hoch an der Basis cranii aus, um ebenfalls über die *Arteria maxillaris interna* in crano-ventraler Richtung ihr Ziel zu erreichen.

Auf der dorsalen und dorso-lateralen Fläche des Luftsackes verlaufen das XII., XI., X. und IX. Paar Gehirnnerven mit dem *Nervus sympatheticus*. Bald nachdem diese Nerven die Schädelhöhle verlassen haben, bilden sie durch wechselseitig verbindende Äste ein inmitten vielen Bindegewebes auf dem Luftsacke liegendes ausgedehntes Geflecht.

Das XII. Paar, der *Nervus hypoglossus*, tritt mit drei sich bald vereinigenden Bündeln aus dem Foramen hypoglossi. Er zieht zwischen dem IX. und X. Paare hindurch, kreuzt die *Vena cerebralis inferior* und beschreibt darauf einen schönen Bogen in crano-ventraler Richtung. Von der Muskelmasse, welche ihren Ursprung am *Processus jugularis* nimmt, bedeckt, zieht er, zusammen mit dem IX. Paare, auf die laterale Luftsackwand, gibt zahlreiche Fäden für sie ab und erreicht, über die *Arteria carotis externa* hinweg, die obere Seitenwand des Pharynx, worauf er in die Zungenmuskulatur tritt. Öfters verläuft dieser Nerv gerade über die Teilung der *Arteria carotis externa* hinweg, häufig aber auch über die *Arteria maxillaris interna*. Bevor der Nerv die Arterie erreicht, ist er durchschnittlich 2 cm von dem Hinterrande des Stylohyoid entfernt. Diese Entfernung betrug in den von mir untersuchten Fällen: 1,8, 2,3, 2,1, 2, 2,3, 1,9, 2,3, 2,2, 2,6, 2,6, 2, 2,1 cm.

Das XII. Paar gibt viele feine Fäden an die ventro-laterale Luftsackwand nebst Fäden an den Plexus intercaroticus, ein feines Nervengeflecht, mitten in Fett und Bindegewebe liegend, zwischen die Endverästungen der Arteria carotis communis, also in vielen Fällen auch auf den am meisten caudalwärts gelegenen Teil des Divertikels ab.

Das XI. Paar, dsr Nervus accessorius, tritt aus dem Foramen lacerum (pars posterior). Er liegt anfangs auf dem Basi occiput, dem Nervus vagus an, geht über die Vena cerebralis inferior weg und unter der Arteria occipitalis hindurch, verläuft in der Richtung des Halses über dem Luftsacke, um sich nahe dessen caudalem Ende in seine beiden Endäste zu spalten.

Das X. Paar, der Nervus vagus, tritt gleichfalls aus dem Foramen lacerum. Dieser Nerv verläuft, anfangs mit dem IX. Paar verbunden, caudal von dem XI., cranial von dem IX. Paare und vom Nervus sympatheticus begleitet, unter dem XII. Paare hindurch und liegt dann am Hinterrande der Arteria carotis interna dem Nervus sympatheticus auf. Er begleitet jetzt diese Arterie eine kurze Strecke auf der Hinterwand des Divertikels und verläßt sie schließlich in der Richtung des Halses. Gleich unter dem Ganglion cervicale superius nervi sympathici wird der Ramus pharyngeus abgegeben. Dieser erreicht, über die Arteria carotis interna wegziehend, die laterale Luftsackwand und spaltet sich hier in zwei Äste, welche beide unter dem Ramus laryngeus superior nervi vagi hindurch gegen die Pharynxmuskulatur ziehen. Auf ihrem Wege gehen beide Äste des Ramus pharyngeus unter dem Luftsacke hindurch; besonders der ventrale Ast läuft weit nach vorn in das retropharyngeale Bindegewebe. Sie bilden dort, verstärkt durch Fäden von dem IX., XI. und XII. Paare, sowie von dem Nervus sympatheticus den sogenannten Plexus pharyngeus. Vor der Trennung entsendet der Ramus pharyngeus einen Ast rückwärts für den Ösophagus. Dieser verläuft anfangs auf dem Luftsacke.

Durchschnittlich 3 cm weiter unten wird der Ramus laryngeus superior abgegeben. Dieser tritt mit verschiedenen Fäden aus dem Hauptstamme heraus. Dieselben vereinigen sich bald zu einem kräftigen Nerven, welcher unter der Arteria carotis externa oder unter der Arteria carotis communis hindurch zum Larynx hinzieht. Wo dieser Nerv die obere Seitenwand des Pharynx erreicht, wird er von einem großen Pakete retropharyngealer Lymphdrüsen bedeckt. Er liegt dabei mitten in vielem lockeren Bindegewebe.

Der *Nervus depressor*, ein Nerv von großer physiologischer Bedeutung, wird von dem *Ramus laryngeus superior* hoch oben abgegeben; er wird durch mehrere nacheinander aus dem *Vagusstamme* austretende Äste verstärkt, um sich nach kürzerem oder längerem Verlaufe wiederum mit ihm oder mit dem *Nervus sympathicus* zu vereinigen.

Das IX. Paar, der *Nervus glossopharyngeus*, verläßt die Schädelhöhle mit den beiden vorigen Nerven und verläuft, wie das XII. Paar, in sehr schräger Richtung *cranio-ventral* über die laterale Luftsackwand. Der Nerv geht unter der *Arteria carotis externa*, unter deren Endteilung oder unter der *Arteria maxillaris interna* hindurch und spaltet sich noch auf dem Luftsacke in zwei Äste: einen *Ramus ventralis*, der unter dem *Musculus stylopharyngeus* hindurch gegen den cranialen Teil der Pharynxmuskulatur und das *Palatum molle* hinzieht, und einen *Ramus dorsalis*, der mit der *Arteria maxillaris externa* verläuft und sich in der Basis *linguae* verästelt. In vielen Fällen ist der Nerv auf der lateralen Luftsackwand vollkommen von dem weit stärkeren *Nervus hypoglossus* bedeckt; in andern Fällen liegt er am Hinterrande des XII. Paars an; in einem Falle habe ich ihn in einer Entfernung von 2,5 cm hinter dem *Nervus hypoglossus* angetroffen. Ein ziemlich starker Ast wird hoch oben vom XI. Paare abgegeben, der über den Luftsack hinweg an den *Plexus intercaroticus* geht. Weiter werden eine Anzahl feiner Fäden für die Luftsackwand selbst abgegeben. Der *Nervus tympanicus*, ein feiner Faden des *Nervus glossopharyngeus*, welcher in der Paukenhöhle an der Bildung des *Plexus Jacobsonii* beteiligt ist, entsendet einen dünnen Nervenfaden an die *Tuba-Mucosa*.

Vom *Nervus sympathicus* findet man in dieser Gegend Fäden, welche, nachdem sie das *Foramen lacerum* verlassen haben, die *Arteria carotis interna* umspinnen und besonders am frischen Kadaver durch ihre rotgräue Farbe auffallen. Diese Fäden vereinigen sich in dem langgestreckten spindelförmigen *Ganglion cervicale craniale*, das unter dem *Nervus vagus* liegt, das Fäden zu allen benachbarten Nerven abgibt und umgekehrt von dem IX., X., XI. und XII. Paare solche empfängt. Von diesem Ganglion aus ziehen eine Anzahl feiner Fäden an den Luftsack und ferner ein stärkerer, breiter, flacher Strang an den *Plexus intercaroticus*. Von diesem Ganglion aus setzt sich der *Nervus sympathicus* auf der Hinterwand des Luftsackes fort und verbindet sich dann nach kürzerem oder längerem Verlaufe mit dem *Nervus vagus*.

Der erste Halsnerv entsendet seinen stärksten ventralen Ast, nachdem dieser aus dem Foramen intervertebrale ausgetreten ist, durch das Foramen alare atlantis wiederum in die Tiefe. Dieser versieht in der Fossa atlantis den Musculus rectus capitis lateralis, geht darauf zwischen dem dorsalen Aste des XI. Paars und den vereinigten Nervi vagus et sympathicus über den Luftsack, gibt Fäden an ihn und die oberen Halsdrüsen und verästelt sich schließlich in caudo-ventraler Richtung in den tiefsten Schichten des oberen Teiles der Vorderhalsmuskulatur. Auf seinem Wege gibt er einen Ast an die Glandula thyreoidea ab, einen, dem Unterrand der Arteria carotis externa entlang verlaufend, an das XII. Paar und feine Fäden an das Ganglion cervicale craniale nervi sympathici.

Auf der dorsalen Luftsackwand liegen die Nerven inmitten lockeren Bindegewebes; besonders in der Nähe der Basis cranii ist dasselbe reichlich vertreten; auf der lateralen Wand dagegen sind sie nur durch kurzes, straffes Bindegewebe damit verbunden.

Lymphdrüsen und Lymphgefäße.

Inmitten vielen lockeren Bindegewebes liegt, hauptsächlich auf dem caudalen Teile der Seitenmuskulatur des Pharynx, das große, länglich-ovale Konglomerat *Lymphoglandulae retropharyngeales*, meistenteils zusammengesetzt aus großen Lappen. Einige abgesprengte Läppchen schieben sich regelmäßig zwischen den Pharynx und die ventrale Luftsackwand. Caudalwärts geht diese Gruppe in die *Lymphoglandulae cervicales craniales* über. Unter, nahe der Endteilung der Arteria carotis communis, findet man noch einige mehr oder weniger isolierte kleine Läppchen. Über die ganze laterale Luftsackwand, hauptsächlich auf dem von dem *Musculus jugulo-mandibularis* bedeckten Teile zerstreut, findet man kleine Pakete Lymphdrüsen, welche zur Gruppe *Lymphoglandulae subparotideales* gehören, zu denen auch das bekannte Läppchen gehört, welches in dem Ohrdrüsengewebe, unter dem Kiefergelenke eingeschlossen und innig mit dem *Musculus masseter* verbunden liegt. Eine bohnengroße Drüse befindet sich auf der dorsalen Luftsackwand, in der Fossa atlantis.

Von den retropharyngealen und subparotidealen Lymphknoten aus machte ich Injektionen mit Quecksilber und gefärbtem Wasser. Verschiedene Gefäße füllten sich auf dem caudo-ventralen Teile des Divertikels; es befanden sich darunter solche mit einem Durchmesser von 5 mm; besonders schön hoben sich die zahlreichen Stellen ab,

wo sich Klappen befanden. Die Gefäße beschrieben dorsale Biegungen, schlügen sich darauf zwecks Ergießung in die Lympho glandulae cervicales craniales um. Einzelne bildeten dabei eine Schlinge um einen aufsteigenden Schenkel, bevor sie ventralwärts gingen.

Von dem kleinen Drüsenspaket in der Fossa atlantis habe ich äußerst feine Gefäße, welche die Arteria carotis interna umspannen, injizieren können.

Inhaltsbestimmung des Luftsackes.

BOURGELAT setzte den Inhalt des Luftsackes demjenigen der Vesica urinaria eines Schafes gleich; LECOCQ schätzte ihn auf 350 bis 400 cm³.

L'AVOCAT spricht in seinem Lehrbuch von durchschnittlich 4 d L. In dem neuesten französischen Lehrbuche von CHAUVEAU c. s. findet sich gleichfalls diese Mitteilung.

PETER, der bei dem Luftsacke eine laterale und eine mediale Abteilung unterscheidet, gibt als Inhalt für den lateralen Teil 95 ccm, für den medialen Teil 186,5 ccm, zusammen 281,5 ccm an.

Ich habe verschiedene Versuche gemacht, das Fassungsvermögen des Luftsackes in normalen und pathologischen Fällen festzustellen. Zu diesen Untersuchungen wurde der Kopf und die Hälfte des Halses vom Rumpfe getrennt.

Bei einem Pferde mit einer Widerristhöhe von 1,48 m und Kopflänge von 0,55 m wurde in jedes Ostium pharyngeum, längs des Meatus nasalis distalis ein Katheter von GÜNTHER eingeführt. Durch Einblasen von Luft wurde konstatiert, ob der Katheter in den Luftsack eingedrungen war. Dies zeigt sich durch deutliche Anschwellung in den respektiven Parotisgegenden während des Einblasens. Am Katheteransatz wurde nun mittels eines Kautschukschlauches ein gläserner Trichter angesetzt. Der Kopf wurde auf das Occiput gestellt, worauf zwei Gehilfen gleiche Mengen Wasser hineingossen. Dies geschah sehr vorsichtig, um der anwesenden Luft das Entweichen zu ermöglichen. Zuerst wurden in jeden Luftsack 250 Gramm, nachher noch weitere 100 Gramm eingegossen. Beide Luftsäcke vermochten diese Quantitäten aufzunehmen. Jetzt wurde bei weiterem Zugießen von Wasser genau beobachtet, ob aus der abgeschnittenen Trachea Flüssigkeit herauströpfte, was vorkommen mußte, falls der Luftsack durch das Ostium pharyngeum überlief. Das Wasser floß nun wirklich aus, als dem einen noch 68, dem

andern noch 37 Gramm zugesetzt waren. Der eine Luftsack enthielt also $350 + 68 = 418$ Gramm, der andre $350 + 37 = 387$ Gramm. Die Unterschiede finden ihre Erklärung in der Möglichkeit, daß der Kopf beim Eingießen des Wassers nicht ganz vertikal gehalten wurde, und in der Wahrscheinlichkeit, daß beide Luftsäcke nicht ganz gleichzeitig gefüllt wurden. Dieser Messung nach würde der

Inhalt von einem Luftsack durchschnittlich $\frac{418 + 387}{2} = 402,5$ Gr.

betrugen. Das Experiment wurde auf andre Weise wiederholt. Wenn man den Kopf auf den Zwischenkiefer stellte, so floß der wässerige Inhalt der Divertikel wieder aus. In beide Luftsäcke wurden 350 Gramm Wasser eingegossen und darauf in den einen noch 100 Gramm. Als dann in den andern vorsichtig ein kleines Quantum Wasser zugesetzt wurde, tropfte die Flüssigkeit sofort aus der Trachea heraus. Der erstere Luftsack hatte seine normalen Ausdehnungsgrenzen überschritten und den Raum für seinen Nachbar dermaßen eingeschränkt, daß zu den bereits eingeführten 350 Gramm nichts mehr hinzugefügt werden konnte. Bei dieser Messung betrug der Gesamtinhalt $450 + 350 = 800$ Gramm, so daß der Inhalt jedes Luftsackes auf 400 Gramm bestimmt werden konnte. Bei einem Pferde mit einer Widerristhöhe von 1,58 m und einer Kopflänge von 0,60 m wurde die Mandibula an den Vorderrändern der Musculi massetri abgesägt, das Palatum molle zerspalten und größtenteils entfernt. Beide Ostia pharyngea waren beim Herabdrücken der Basis linguae sichtbar. In jedes Ostium wurde ein Stück eines Kautschuckschluches gleich tief eingeführt und hierdurch mittels Trichter gleiche Mengen Wasser eingegossen, nachdem der Kopf auf das Occiput gestellt war. Nun wurden die Schläuche gleichmäßig und langsam herausgezogen und es konnte jetzt mittels eines Glühlämpchens konstatiert werden, wann das Wasserniveau die Ostia pharyngea erreicht hatte. Der Inhalt dieser Luftsäcke betrug durchschnittlich 455 Gramm.

Bei einem Pferde mit einer Widerristhöhe von 1,50 m und einer Kopflänge von 0,57 m wurden beide Vorderkiefer weggesägt, der caudale Teil des Septum narium, sowie die Reste der Conchae und des Os Vomeris entfernt. Der Kopf wurde in horizontaler Stellung auf die Mandibula gestellt; die Schläuche wurden nur so weit eingeführt, als absolut notwendig war, und die Ostia pharyngea von einem Gehilfen mit den Fingerspitzen verschlossen. Die Füllung geschah so vorsichtig wie möglich, um der anwesenden Luft das

Entweichen zu ermöglichen. Der Gehilfe konnte deutlich spüren, wenn beide Divertikel gefüllt waren. Als nun noch ein wenig Wasser dazu eingeführt wurde, stieg es in den Kautschukschläuchen empor. Nachdem das Volumen des letzteren von dem Gesamtinhalt abgezogen war, ergab sich ein Inhalt von durchschnittlich 400 ccm für jeden Luftsack. Als das Wasser darauf herausgelassen worden war, wurden beide Divertikel mit geschmolzenem Paraffin gefüllt. Zu diesem Zwecke wurden die beiden Glandulae parotis an der Basis der Ohrmuscheln lospräpariert und in den dorsalen Teil der Divertikel kleine Kautschukschlüche eingeführt. Der Kopf wurde abermals auf die Mandibula gestellt und die Ostia pharyngea mit den Fingerspitzen verschlossen. Beide Luftsäcke wurden gleichzeitig gefüllt; hin und wieder wurde eingehalten, um die aufwallenden Luftblasen entweichen zu lassen. Die Injektion mit geschmolzenem Paraffin konnte ohne vorherige Erwärmung des Präparates, was bei Wachsinjektionen immer förderlich ist, vor sich gehen. Das Paraffin bleibt länger flüssig; nur mußte man hin und wieder die Kautschukschlüche mit einer Sonde durchgängig machen.

Nachdem beide Luftsäcke gefüllt worden und der Inhalt abgekühlt war, wurde die Mandibula entfernt und die umgebenden Teile wegpräpariert. Es zeigte sich, daß die Luftsackwände größtenteils locker auf dem Paraffininhalt lagen. Ein Abguß wurde stückweise gesammelt, der andre als Ganzes auspräpariert. Beide Quanta wurden hydrostatisch gewogen. Das Paraffin wurde in einem gläsernen Cylinder, beschwert durch ein Gewicht von 100 Gramm, durch ein Stück Kupfergaze, unter Wasser gehalten, der nun ganz mit Wasser gefüllte Cylinder wurde mittels einer gläsernen Deckplatte geschlossen. Bevor er gewogen wurde, wurden die an dem Paraffin klebenden Luftblasen so sorgfältig wie möglich entfernt.

A) Rechter Abguß, stückweise gesammelt.

Gläserner Cylinder, worin das Stück Kupfergaze und das Gewicht von 100 g, bis zum Rande mit Wasser gefüllt, mittels einer gläsernen Deckplatte verschlossen	1783,5 g
Gewicht des trockenen Paraffins.	370 -
	zusammen 2153,5 g

Paraffin, Gaze und Gewicht in demselben Cylinder, bis zum Rande mit Wasser gefüllt und mittels einer gläsernen Deckplatte verschlossen	1730,5 g
Verdrängtes Quantum Wasser	423 g

B) Linker Abguß, unzerteilt gewogen.

Gläserner Cylinder, wie oben gefüllt	4602,2 g
Gewicht des trockenen Paraffins	426,5 -
	zusammen 5028,7 g
Paraffin, Gaze und Gewicht usw.	4512 -
Verdrängtes Quantum Wasser	516,7 g

Diese Kontrollprobe ist also vollständig mißlungen. Durch das Lospräparieren der Glandulae parotis an den Basen der Ohrmuscheln wurde eine starke Einschränkung der Divertikel aufgehoben, so daß sie sich über das normale Volumen ausdehnen konnten.

Das Experiment wurde nun wiederholt.

Bei einem Pferde mit einer Widerristhöhe von 1,55 m und einer Kopflänge von 0,61 m wurden von oben her die beiden Ostia pharyngea freigelegt. In beide Öffnungen wurden zwei dünne, gegenseitig durch Bindfaden verbundene Kautschukschläuche eingeführt. Ein Schlauch war bestimmt für die Injektion, der andre für die entweichende Luft. Der Kopf wurde auf die Mandibula gestellt und wie früher mit Wasser gefüllt. Beide nahmen durchschnittlich 450 g Wasser auf. Der Unterschied der beiderseitigen Inhalte betrug nur wenige Gramm. Nachdem das Wasser ganz abgelaufen war, wurde das Doppelpaar Schläuche wieder eingeführt und durch einen, in beide Luftsäcke zu gleicher Zeit, geschmolzenes Paraffin eingespritzt, wobei abermals die Knorpelplatten, welche die Ostia medial begrenzen, neben den Schläuchen kräftig gegen die laterale Pharynxwand angedrückt wurden. Am nächsten Tage wurde der Paraffinhalt beider gesammelt, in kleine Stücke zerschnitten und hydrostatisch gewogen.

A) Rechter Abguß.

Gläserner Cylinder, Stück Kupfergaze und Gewicht von 100 g, bis zum Rande mit Wasser gefüllt, mittels einer gläsernen Deckplatte verschlossen	1783,5 g
Gewicht des trockenen Paraffins	399,7 -
	zusammen 2183,2 g
Paraffin, Gaze, Gewicht in demselben Cylinder usw.	1727,2 -
Verdrängtes Quantum Wasser	456 g

B) Linker Abguß.

Gläserner Cylinder, wie oben gefüllt	1783,5 g
Gewicht des trockenen Paraffins	409,5 -
	zusammen 2193 g
Paraffin, Gaze, Gewicht usw.	1729,2 -
Verdrängtes Quantum Wasser	463,8 g
Die verdrängten Quanta betrugten also durchschnittlich	$\frac{456 + 463,8}{2}$

$= 459,9$ g. Der Unterschied beträgt also noch nicht ganz 10 g. Wahrscheinlich ist dieser Unterschied der Schwierigkeit, den Luftsack beim Einführen des Wassers ganz luftfrei zu machen, zuzuschreiben.

Weiter bediente ich mich zum Füllen der Luftsäcke der von PETER angegebenen Methode.

Nachdem die Ostia pharyngea freigelegt waren, wurden beide Knorpelplatten, welche diese Öffnungen medial begrenzen, durch eine Naht derartig verbunden, daß die Ostia weit klafften. Die Bursa pharyngea und die Umgebung der Ostien wurden darauf mit einem sich erhärtenden Stoffe ausgefüllt; zwischen beiden Ostien wurde jedoch eine breite Grube freigelassen. Gießt man mitten in diese Grube Flüssigkeit ein, so werden die Luftsäcke gleichmäßig gefüllt. Während der Bearbeitung soll man hin und wieder mittels einer Sonde die Tuba in der Tiefe vorsichtig erweitern, um der Luft das Entweichen zu ermöglichen.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Resultate:

Nr.	Höhe des Wideristes	Kopflänge	Durchschnittlicher Inhalt des Luftsackes
1	1,48 m	0,55 m	402,5 g
2	1,58 -	0,60 -	455 -
3	1,50 -	0,57 -	400 -
4	1,55 -	0,61 -	450—460 g
5	1,53 -	0,63 -	439 g
6	1,53 -	0,59 -	437,5 -

Hieraus erhellt, daß bei Pferden von mittlerer Größe (1,55 und 1,58 m Höhe des Wideristes, 0,60 und 0,61 m Kopflänge) die durchschnittliche Kapazität größer ist, als in den französischen Lehrbüchern angegeben wird, und so möchte ich sie auf 450 g bestimmen.

Füllt man nur einen Luftsack mit Wasser, so wird dieser ein beträchtlich größeres Quantum aufnehmen. Durch die Dehnbarkeit

der Wand bauscht sich das Divertikel nach der andern Seite weit über die normale Grenze aus. Bei einem Pferde von mittlerer Größe konnte ich 760 g Wasser in einen Luftsack bringen. Das Divertikel wurde nachher durch das Ostium pharyngeum mit dickem Gipsbrei gefüllt. Dies geschah allmählich, öfters wurde mit dem Injizieren eingehalten und ein wenig gewartet, worauf das trübe Wasser von dem Gipsbodensatze abgelassen und neuer Gipsbrei eingeführt wurde. Nachdem die Masse sich erhärtet hatte, wurde sie getrocknet, mit einer dünnen Gelatineschicht bedeckt und hydrostatisch gewogen. Das verdrängte Quantum Wasser betrug 950 g. Daß in pathologischen Fällen der normale Zustand riesig überschritten werden kann, zeigen die in der Literatur aufgezählten Fälle. In dem Lehrbuch der speziellen Chirurgie für Tierärzte beschreiben MÖLLER und FRICK Fälle, in denen beziehungsweise 2,5 und 2 Liter flüssiges Secret aus kranken Luftsäcken entfernt wurden. Eine derartige kolossale Expansion kommt durch allmähliche Ausdehnung der Wände infolge der langsamen Vermehrung krankhafter Absonderungen bei langwierigen Krankheiten zustande.

Um die größtmögliche Expansion der Divertikelwand festzustellen, füllte ich einen Luftsack mit Gipsbrei, nachdem die Hälfte der Mandibula entfernt worden war. An der Ohrbasis wurde ein kleiner Teil des Luftsackes freigelegt und in eine daselbst angebrachte Öffnung ein Tubus zur Injektion eingeführt. Die Einspritzung wurde auch jetzt, wie früher, jedesmal unterbrochen, um das trübe Gipswasser herausfließen zu lassen. Das Ostium pharyngeum wurde durch Fingerdruck geschlossen. Nachdem die Masse hart geworden war, wurde die andre Hälfte der Mandibula entfernt und der Luftsack herauspräpariert. Jetzt zeigte sich, daß er außer dem Gips an verschiedenen Stellen noch Luft enthielt. An mehreren Stellen wurde nun das Präparat mit Gips nachgefüllt, zu welchem Zwecke zwei Öffnungen gemacht wurden, eine zum Einführen einer kleinen Kanüle und eine ganz feine, um die Luft entweichen zu lassen. Ganz auspräpariert zeigte er eine sehr fremdartige Bildung, weniger scharf als die Paraffinabgüsse doch in der Hauptsache ihnen vollkommen ähnlich. Das craniale Ende hatte sich unter dem Os pterygoideum vorgeschoben und war nur 1 cm von dem Hamulus pterygoideus entfernt; das caudale Ende war $1\frac{1}{2}$ cm von dem Hinterrande des Atlas entfernt. Dieses Präparat wies die folgenden Dimensionen auf: Größte Länge 15 cm, größte Höhe $17\frac{1}{2}$ cm, größte Dicke $12\frac{1}{2}$ cm. Die unförmliche Ausdehnung ragt 6 cm über die Median-

linie empor, berührt die mediale Seite des *Musculus stylohyoideus* von der andern Seite und hat das *Stylohyoid* von dieser Seite in den *Musculus pterygoideus* gedrückt.

Ohne Zweifel ist diese Ausdehnung stärker als die bei Vergrößerung in pathologischen Fällen, wenn die mediale Wand innerhalb bestimmter Grenzen beschränkt ist, sich zeigt. Zur Bestimmung der Stellen, wo eingedickte, krankhafte Secreta sich anhäufen und äußerst schwierig entfernt werden können, erwies sich dieses Präparat jedoch sehr instruktiv. Diese Stellen befinden sich hauptsächlich lateral und waren also auch bei Überfüllung des Luftsackes in ihrer natürlichen Lage verharrt. Diese laterale Seite weist verschiedene Recessus auf. Der größte Blindsack hat eine dreieckige Gestalt, deren breite Basis dorsal gerichtet ist, und hängt über das *Stylohyoid* hin. Er ist 7,3 cm hoch und 5,8 cm breit. Eine tiefe Rinne, nahe dem caudalen Ende des Blindsackes 1,3 cm breit, trennt den überhängenden Teil von dem Reste des Luftsackes. Hierin liegt das Mittelstück des *Stylohyoid* verborgen, sowie ein Teil des *Musculus stylohyoideus*, die *Arteria maxillaris interna*, das *IX.* und das *XII.* Hirnnervenpaar. Der Unterrand des *Stylohyoid* ist 2,5 cm von der Spitze des Blindsackes entfernt.

Der caudo-ventrale Teil ist ebenfalls sackförmig, mit stark abgerundetem Hinterrande und ragt 7,5 cm hinter dem Hinterrande der *Mandibula* in die *Fossa atlantis* hinein. Eine sehr deutliche ventrale und weniger deutliche laterale Grube trennen diesen Teil von dem übrigen. Außerdem, durch eine tiefe Einschnürung von der Umgebung getrennt, liegt ein dritter, länglich-ovaler Blindsack, welcher bis zum Kopflatlasgelenk und Ansatz des *Musculus longus colli* zieht.

Ebenfalls deutlich von der Umgebung abgegrenzt, findet man eine Ausbuchtung in der *Fossa supracondyloidea* und zwei kleinere rechts und links von der Basis des *Os petrosum*.

Schließlich sieht man auf der lateralen Fläche einige schwache Gruben, welche sich weniger deutlich von der Umgebung abheben.

Die ventrale Wand, welche beim gesunden Tiere sich ganz der dorsalen Pharynxwand anfügt und bei Abgüssen von normalen Luftsäcken eine ansehnliche Aushöhlung aufweist, ist bei diesem Präparat nur wenig vertieft. Die mediale Wand zeigt eine Nische, worin ein Teil des *Musculus longus capitis* gelegen hatte.

Die Ausbuchtungen eines überfüllten Luftsackes haben eine beständige Form. Sie kommen einsteils zustande, weil die unter

normalen Verhältnissen mit starken Falten versehenen Wände durch feste, knöcherne Unterlagen in bestimmten Richtungen gehalten werden (Stylohyoid, Fossa supracondyloidea, Basis ossis petrosi), andernfalls weil große Gefäße und Nerven durch kurzes Bindegewebe ziemlich innig an die Divertikelwand festgeheftet sind, auf welche Tatsachen PETER auch schon hingewiesen hat.

Auf gefüllten Luftsäcken beschreiben die Arteria occipitalis et carotis interna starke Biegungen in caudo-dorsaler Richtung, um die Fossa atlantis bzw. die dorsale Luftsackwand zu erreichen. Bald nachdem sie den Hauptstamm verlassen haben, liegen sie ganz in Falten der Wand verborgen. Unter diesen Umständen kann man von dem IX. und XII. Hirnnervenpaar im dorsalen Teile nichts bemerken; sie treten dann in dem crano-lateralen Teil hervor, aber nicht gebogen, sondern mehr gestreckt. Auch die Arteria carotis externa und besonders ihre Verzweigung, nahe dem Stylohyoid, liegen an dieser Stelle eingebettet.

Die beschriebenen anatomischen Einzelheiten des Luftsackes und sein Verhältnis zu den anstoßenden Teilen erklären den Tatbestand, daß die chronische Entzündung manchmal enorme Anhäufungen von öfters eingedickten Secreten bedingt und dann zu einem hartnäckigen Krankheitsprozeß wird, welcher wochenlang trotz ärztlicher Behandlung nicht abheilt. Aus den zahlreichen Recessus lassen sich die angesammelten Secrete schwierig entfernen und die kranken Wände mit antiseptischen oder adstringierenden Flüssigkeiten nicht erreichen. Die schwierigste Stelle in dieser Hinsicht, der große Blindsack, welcher über dem Stylohyoid überhängt, war bis heute für den veterinären Chirurgen unerreichbar. Schon die alten Meister der veterinären Chirurgie geben an, daß das kranke Divertikel von der ventralen und von der dorso-caudalen Seite geöffnet werden soll.

Den Luftsack so weit wie möglich öffnen, ist für eine rationelle Behandlung unbedingtes Erfordernis. An der ventralen Seite steht der Eröffnung nichts entgegen. Nicht aber an der dorso-caudalen Seite. Der Weg hierzu, unter der Glandula parotis hindurch, wird verschieden angegeben. CHABERT, der die »Hypovertebrotomie« zuerst beschrieben hat (1799), ging durch den Musculus jugulo-mandibularis. MÖLLER rät von dieser Methode ab, weil man nach seiner Ansicht nicht ohne Gefahr genügend Platz machen kann. LECOCQ durchbohrte den Musculus jugulo-hyoideus, eine Methode, welche jetzt noch auf Grund der topographisch-anatomischen Beschreibung von ELLENBERGER und BAUM in ihrem Lehrbuche »Topographische Ana-

tomie des Pferdes empfohlen wird. Die Stelle ist ohne Zweifel die am wenigsten gefährliche in dieser Gegend, läßt aber, was den Spielraum zum Operieren angeht, viel zu wünschen übrig.

MÖLLER gibt den Rat, hinten unter dem *Musculus jugulo-mandibularis* den Luftsack zu eröffnen, nachdem man die Stelle festgestellt hat, wo die *Arteria occipitalis* von dem Hauptstamme abgeht. Mit dem Zeigefinger der linken Hand wird die Gefäßteilung zurückgehalten, während die Rechte das Bistouri in die Tiefe führt. Meiner Ansicht nach verdient die ältere Methode von CHABERT den Vorzug. Die großen Nervenstämme können leicht geschont werden, wenn man so dicht wie möglich dem Hinterrande des *Stylohyoid* folgt. Eine eventuelle Verletzung des *Nervus digastricus* hat für das Tier keine schlimmen Folgen. Mehrere Fäden aus dem *Nervus facialis* innervieren diesen Muskel. Das einzige Gefäß, das hier in Betracht kommt, ist die *Arteria maxillaris interna*. Aus meinen Messungen geht hervor, daß diese Arterie, wo sie unter dem *Musculus jugulo-mandibularis* das *Stylohyoid* erreicht, mindestens 2,5 cm von dem *Angulus hyoidei* entfernt ist. Rechnet man die Entfernung vom Vorderrande des *Processus jugularis* bis zum dorso-caudalen Rande des *Stylohyoid* hinzu, welche stets mindestens 2 cm beträgt, so kann man hieraus den Schluß ziehen, daß der *Musculus jugulo-mandibularis* von seinem Ansatz an in der Längsrichtung in einer Länge von 4 cm gespalten werden kann, ohne das Tier durch einen verhängnisvollen Anschnitt des Gefäßes zu gefährden. Eine derartige Öffnung wird, mit einer geräumigen Gegenöffnung vom VIBORGschen Dreieck aus verbunden, in den meisten Fällen genügen, um den kranken Luftsack zu drainieren. Schließlich kann diese Methode noch mit einem andern Verfahren kombiniert werden. Der Luftsack kann nämlich, dem unteren Nasengang entlang, durch die *Bursa pharyngea* erreicht werden. Mit einem langen Troikart kann an dem *Ostium pharyngeum* vorbei die *Bursa* passiert werden. Durchbohrt man die Hinterwand der *Bursa*, welche an dieser Stelle nur aus einer dünnen Schleimhaut besteht, so gelangt man gleich auf den Luftsack, wie bei der anatomischen Beschreibung schon angegeben wurde. Wenn der Troikart noch ein wenig tiefer eingeführt wird, befindet er sich unter der *Tuba* in dem cranial am meisten ausgedehnten Teile der lateralen Wand. Die Operation wurde von mir wiederholt beim Kadaver und bei lebenden Pferden vorgenommen und erfordert viel weniger Übung als das Einführen des GÜNTHER-schen Katheters. Wenn man das Instrument gerade, den unteren

Nasengang entlang, einführt, kann dem Tiere unmöglich nennenswerten Schaden zugefügt werden; wichtige Gefäße oder Nerven verlaufen hier nicht.

Für diese Operation benutzte ich einen geraden Troikart von 55 cm Länge und von gleichem Durchmesser wie der GÜNTHERSCHE Katheter. Nahe dem Griff befindet sich an der Spitze eine verstellbare Schraube. Wenn diese so tief wie möglich eingeschraubt wird, reicht die Spitze des Troikars gerade bis hinter den Vorderrand der Hülse. Beide Teile können also ohne Gefahr einer Verletzung der Organe, welche man passieren muß, zu gleicher Zeit eingeführt werden. Führt man den in der Hülse verborgenen Troikart ein, bis man an der Hinterwand der Bursa anstößt, so wird dann die leicht laufende Schraube zurückgedreht. Der Troikart kann jetzt so weit eingeführt werden, daß die Hülse bequem durchgedrückt werden kann, ohne eine unerwünschte Verletzung zu riskieren. Nahe dem Griff sind an der Hülse zwei Ringe angebracht, womit das Instrument, nachdem es eingeführt worden ist, an diesem oder jenem Teile des Halter festgebunden werden kann. Durch Einblasen von Luft kann man sich bequem überzeugen, ob das Instrument sich an der erwünschten Stelle befindet, was durch eine kräftige Ansäschwelling der Parotisgegend kenntlich ist.

Dickenbestimmung der Wand.

In verschiedenen Lehrbüchern wird angegeben, daß die Dicke der Luftsackwand höchstens 0,5 mm beträgt. FELISCH hat sie auf 0,3 mm bestimmt. Die Angabe PETERS weicht hiervon beträchtlich ab: er gibt in seiner ausführlichen Abhandlung als Wanddicke $113,6 \mu$ an. Ich untersuchte die Dicke der Divertikelwand bei zehn Pferden an vier übereinstimmenden Stellen, nämlich lateral unter dem *Musculus pterygoideus*, ferner unter dem *Processus jugularis*, dann lateral ganz in der Tiefe des caudalen Teiles und schließlich medial.

Die Messungen wurden mittels eines Schraubenmikrometers, mit Hilfe zweier Deckgläschchen von 18×18 mm vorgenommen. Präpariert man vorsichtig Fett und Bindegewebe weg, so tritt die Luftsackwand als deutlich begrenzte Haut hervor. Ein Stückchen dieser Wand, etwas größer als die Oberfläche der Deckgläschchen, wurde zwischen diesen beiden ausgebreitet, nachdem die Gläschchen mit Alkohol gereinigt worden waren. Hierbei darf die Wand natürlich nicht gedehnt werden

was leicht geschehen kann, weil sie sehr elastisch ist. Vorher wurde die Gesamtdicke der Gläschchen bestimmt und der Betrag von dem Ganzen abgezogen. Am Nonius wurde abgelesen, sobald man den geringsten Widerstand spürte. Weil die Deckgläschchen öfters verschiedener Dicke sind, wurden ihre Dimensionen jedesmal aufs neue bestimmt, wenn eines oder beide zersprangen. Auch zeigte sich, daß die Dicke bei demselben Gläschchen nicht überall gleich war; wiederholt wurde ein Unterschied in der Dicke, zwischen der Mitte und dem Randteile von 10μ konstatiert. Aus diesem Grunde geschahen die Dimensionsbestimmungen der Gläschchen und der Gläschchen mit dem sich dazwischen befindenden Gewebe nur in der Mitte. In der folgenden Tabelle wird die Gesamtdimension der Gläschchen und der Membran angegeben unter A, jene der beiden Gläschchen besonders unter B und der Unterschied zwischen beiden, die Wanddicke des Divertikels, unter C.

Bestimmung der Wanddicke des Luftsackes.
In Millimetern.

Nr.	Wand unter dem Musc. pterygoidei.	Wand unter d. Proc. jugularis	Lat. Wand im caudo- ventralen Teil	Mediale Wand
1	A. 0,400	A. 0,295	A. 0,330	A. 0,310
	B. 0,335	B. 0,235	B. 0,235	B. 0,235
	C. 0,065	C. 0,060	C. 0,095	C. 0,075
2	A. 0,310	A. 0,395	A. 0,500	A. 0,435
	B. 0,240	B. 0,335	B. 0,335	B. 0,335
	C. 0,070	C. 0,060	C. 0,165	C. 0,100
3	A. 0,365	A. 0,350	A. 0,410	A. 0,405
	B. 0,305	B. 0,305	B. 0,305	B. 0,305
	C. 0,060	C. 0,045	C. 0,105	C. 0,100
4	A. 0,375	A. 0,380	A. 0,505	A. 0,395
	B. 0,310	B. 0,310	B. 0,310	B. 0,310
	C. 0,065	C. 0,070	C. 0,195	C. 0,085
5	A. 0,370	A. 0,405	A. 0,455	A. 0,460
	B. 0,315	B. 0,350	B. 0,350	B. 0,350
	C. 0,055	C. 0,055	C. 0,105	C. 0,110
6	A. 0,420	A. 0,435	A. 0,480	A. 0,430
	B. 0,360	B. 0,360	B. 0,360	B. 0,325
	C. 0,060	C. 0,075	C. 0,120	C. 0,105

Nr.	Wand unter dem Mus. pterygoïd.	Wand unter dem Proc. jugularis	Lat. Wand im caudo- ventralen Teil	Mediale Wand
7	A. 0,375	A. 0,370	A. 0,551	A. 0,360
	B. 0,330	B. 0,290	B. 0,290	B. 0,290
	C. 0,045	C. 0,080	C. 0,261	C. 0,070
8	A. 0,395	A. 0,360	A. 0,445	A. 0,440
	B. 0,300	B. 0,300	B. 0,300	B. 0,300
	C. 0,095	C. 0,060	C. 0,145	C. 0,140
9	A. 0,380	A. 0,365	A. 0,435	A. 0,385
	B. 0,315	B. 0,315	B. 0,315	B. 0,315
	C. 0,065	C. 0,050	C. 0,120	C. 0,070
10	A. 0,430	A. 0,400	A. 0,475	A. 0,465
	B. 0,350	B. 0,350	B. 0,350	B. 0,350
	C. 0,080	C. 0,050	C. 0,125	C. 0,115

Hieraus ergibt sich, daß der durchschnittliche Diameter der Luftsackwand bedeutend weniger beträgt, als in den Lehrbüchern angegeben wird, und daß PETERS Angabe im großen ganzen als richtig angesehen werden kann in bezug auf die dickste Stelle, welche man in dem latero-caudalen Teile antrifft. Ebenfalls zeigt sich deutlich, daß die Wanddicke bei den übereinstimmenden Stellen verschieden ist und diese Unterschiede bedeutend sind. Die Luftsackwand ist in den meisten Fällen am dünnsten unter dem Processus jugularis; den Ersatz hierfür bildet die Sehnenplatte, welche die Unterfläche des Musculus jugulo-hyoideus überzieht. In dem cranialen Teile der lateralen Wand ist sie ein wenig dicker; am dicksten jedoch in dem latero-caudalen Teile, während die mediale Wand von dieser letzteren, was die Dicke betrifft, wenig unterschieden ist. Nur die unter 5 angegebene Messung weicht hiervon ein wenig ab. Es stellte sich heraus, daß dieser Luftsack in dem cranialen Teile der lateralen Wand denselben Durchmesser hatte wie unter dem Processus jugularis und zugleich, abweichend von allen andern Fällen, die mediale Wand eine Stärke hatte, welche die der latero-caudalen Wand übertraf.

Untersuchung der Feten.

PETER hat verschiedene Feten von $7\frac{1}{2}$ bis 15 Wochen untersucht. Er konstatiert, daß in dieser Zeit die Tuba Eustachii beim

Pferde aus einem Schleimhautrohre ohne Erweiterung besteht. Auch beobachtete er dabei keine Spur von Knorpelbildung.

Ich untersuchte vier Feten, einen von etwa 2 Monaten, einen von reichlich 14 Wochen und zwei von ungefähr 5 Monaten.

Fetus I. Distanz vom Occiput bis zur Schwanzwurzel 10 cm, Kopflänge 4 cm. Der ganze Fetus ist gut ausgebildet, die Ohrmuscheln sind schon deutlich sichtbar; ihre Form jedoch ist noch nicht scharf umgrenzt. Das Alter wird auf 2 Monate geschätzt.

Nach vorsichtiger Entfernung der bedeckenden Teile zeigte sich daß nicht die geringste Andeutung einer Ausbuchtung der Tuba-Mucosa vorhanden war. Als diese an der ventro-lateralen Seite gespalten war, zeigte sich die Tuba schon deutlich in der entgültigen Form; der Unterschied in der Dicke der dorsalen und ventralen Wand war gut sichtbar. Das Ostium pharyngeum gab sich als eine sehr feine Öffnung, etwas länger als breit, zu erkennen.

Fetus II. Distanz vom Occiput bis zur Schwanzwurzel 19 cm, Länge des Kopfes 8 cm. Die Stute wurde am 22. Juni 1908 zum letzten Male gedeckt und wegen einer Fraktur eines Strahlbeines am 2. Oktober getötet. Demnach beträgt das Alter des Fetus 14 Wochen und 3 Tage.

Als die Basis cranii bloßgelegt war, zeigte sich in dem Verlaufe der Tuba eine von einer feinen Membran umgebene, geleeähnliche Masse in der Größe einer kleinen Erbse. Weil die Vermutung vorlag, daß diese Schleimanhäufung in einer Versenkung der Tuba-Mucosa liegen könnte, wurden der Arcus palatoglossus und ein Teil der Seitenwand des Pharynx vorsichtig durchgeschnitten, so daß das Ostium pharyngeum von der andern Seite sichtbar war. Dieses Ostium war 1 mm lang. In dasselbe wurde Quecksilber mittels eines Apparates, welcher zum Injizieren der Lymphgefäße benutzt wird, eingeführt und das Ostium darauf mit einer Ligatur von Pferdehaar abgeschlossen. Auspräpariert zeigte sich eine sehr deutliche Ausbuchtung, welche außer einzelnen Quecksilberkugelchen und feinen Luftbläschen einen hellbraunen Inhalt hatte. Das ausgedehnte birnförmige Säckchen war 8 mm lang und in seiner größten Breite 6 mm breit. Gerade hinter dem Ostium pharyngeum betrug die Breite 2 mm. Dieser engere Teil ging mit einer Einschnürung über in den dahinter liegenden, weiteren Teil. Es stellte sich heraus, daß die Ausbuchtung, nachdem sie geöffnet worden war, teilweise mit einer gelbbraunen, schleimigen Masse gefüllt war. Als

diese entfernt wurde, zeigte sich die Tuba schon in ihrer charakteristischen Trompetenform. Sie war $9\frac{4}{5}$ mm lang.

Fetus III. Körperlänge 42 cm, Kopflänge 18 cm. Nur einzelne feine Haare auf Nase und Unterlippe; übrigens ganz nackt. Das Alter wurde auf etwa 5 Monate geschätzt. Nachdem eine Kieferhälfte entfernt und der Musculus pterygoideus vorsichtig abpräpariert war, sah ich den Luftsack schon deutlich entwickelt und mit einer kleinen Menge geleeähnlicher Masse gefüllt. Nach der Spaltung trat eine gut ausgebildete Tuba von 2 cm Länge hervor; das Ostium pharyngeum hatte eine Länge von 3,5 mm. An der andern Seite wurde das Bläschen durch das Ostium pharyngeum mit Wasser gefüllt, worin 5 g Flüssigkeit Platz hatten. Als der Inhalt vorsichtig herausgedrückt worden war, wurde daraufhin flüssiges Paraffin eingespritzt, wobei der Luftsack schon einer ansehnlichen Ausdehnung fähig war. Nachdem die Injektionsmasse sich erhärtet hatte, wies der haselnußgroße Körper eine unregelmäßige Gestalt auf. Der caudale Teil erreichte den Vorderrand des Processus jugularis nicht und umfaßte die stark entwickelte Pars tympanica des Felsenbeins ganz; cranial stieß er fast an den Hamulus pterygoideus. Verschiedene Gruben wiesen schon auf die Stellen hin, welche später von den Blindsäcken eingenommen werden sollten. Das Stylohyoid lag fast ganz in einer solchen Grube. Zufälligerweise erhielt ich ein zweites Exemplar von ungefähr gleichem Alter. Bei diesem machte ich eine Gefäßinjektion durch eine Arteria carotis communis mit einer Kampferlösung in starkem Spiritus und Äther in gleichen Teilen, gefärbt mit Tropäolin. Ich konnte nun deutlich beobachten, daß die Luftsackwände sehr gefäßreich waren, zahlreiche haarfeine Gefäßchen verliefen mit ihren Verästelungen hauptsächlich auf der lateralen Luftsackwand.

Von einem neugeborenen Füllen wurde der Oberkiefer in der Linie, welche die beiden medialen Augenwinkel verbindet, weggesägt. Zunge und Palatum molle wurden entfernt und beide Luftsäcke mit Wasser gefüllt. Jeder Luftsack konnte 85 g Flüssigkeit aufnehmen. Ein daraufhin gemachter Paraffinausguß zeigte eine mehr gedehnte Gestalt, die Länge betrug 7,9 cm, die Breite 4,2 cm. Cranial erreichte der mehr spitze Vorderteil dieselben Grenzen wie beim erwachsenen Pferde, caudal zog die Ausbuchtung sich bis zum Processus jugularis hin. Die verschiedenen Recessus wurden durch tiefe Einschnitte von der Umgebung getrennt.

Füllt man beide Luftsäcke eines neugeborenen Füllens, während

die Umgebung ganz intakt bleibt, so daß keine abnorme Ausdehnung möglich ist, so stoßen sie in der Medianlinie nicht zusammen.

Mikroskopische Anatomie.

Nach RÜDINGER ist die Tuba auditiva aus hyalinem Knorpel aufgebaut; an einzelnen Stellen treten Bindegewebestreifen aus dem Perichondrium in die Tiefe. Mit Ausnahme des pharyngealen Teiles ist die Tuba-Mucosa gefältelt; überall trägt die Schleimhaut Flimmerepithel; unter diesem liegt eine Schicht kernhaltigen Bindegewebes, in dem ziemlich gleichmäßig verbreitete Drüsen liegen. In einzelnen Drüsenschläuchen sah er keilförmige Zellen, mit der scharfen Spitze nach dem Lumen gerichtet. Er beschreibt die Schleimhaut des Luftsackes als gleich gebaut, wie die der Tuba, nur daß hierin weniger Drüsen angetroffen werden.

Auch in dieser Hinsicht sind PETERS Untersuchungen viel weitläufiger. PETER bemerkt, daß das Flimmerepithel nach der dorsalen Wand hin an Höhe abnimmt; die Submucosa wird straffer, auch die Zahl der Drüsen wird geringer; in der dorsalen Wand selbst ist das Epithel nur einzeilig, und wir treffen dort gar keine Drüsen an. Das mehrzeilige Flimmerepithel der Luftsackwand, das er eingehend beschreibt, befindet sich auf einer homogenen Membran. Die Zellkerne sind groß und nehmen die ganze Breite im unteren Teile der Zellen ein. In einer gleichmäßigen Submucosa sah er zwischen Bindegewebefasern lange, spindelförmige Kerne, die er für Kerne von glatten Muskelfasern ansah. Weiter beschreibt er sehr zahlreiche Einzeldrüsen, berechnet, daß 180 bis 200 dieser Drüsen pro Quadratzentimeter vorkommen und daß dazwischen und in dem umgebenden Bindegewebe weitmaschige Capillarnetze vorkommen. In der Tuba eines Fetus von 15 Wochen war kein Knorpel vorhanden.

ELLENBERGER und GÜNTHER geben in ihrem »Grundriß der vergleichenden Histologie der Haussäugetiere« an, daß der Knorpel in dem oralen Teile und im Boden der Tuba elastischer Art ist, in dessen aboralem Teile hyalin. Die Mucosa trägt mehrzeiliges Flimmerepithel, enthält cytoblastisches Gewebe und Drüsen, diese nehmen der Zahl nach aboral hin ab. Sie unterscheiden ein subepithiales Capillarsystem und ein tiefer liegendes, das die Drüsen umspinnt.

In der Zeitschrift für wissenschaftliche und praktische Veterinärmedizin, 1. Lieferung des II. Bandes (JURJEW 1908) wurde eine

Abhandlung von S. TSCHETWERIKOFF veröffentlicht: »Der histologische Bau der Luftsäcke des Pferdes«. Der Verfasser hat eine cytologische Studie des Luftsackepithels gemacht und obendrein den feinen histologischen Bau der Luftsackwand einer genauen Untersuchung unterworfen. Dazu verwendete er Material, herrührend von einem halbjährigen Füllen und von 21 Pferden von 9 bis 20 Jahren und zog den Schluß, daß das Luftsackepithel nur aus einer Zellenschicht bestehe. Die Zellen sind jedoch nicht regelmäßig nebeneinander angeordnet, sondern liegen in verschiedenen Flächen, vielfach in schräger Richtung. Von jeder Zellbasis, welche meistenteils scharf zugespitzt ist, geht ein feiner Faden ab. Diese Fäden bilden ein äußerst feines Netzwerk in der sonst strukturlosen »Basalmembran«. Infolge der eigentümlichen Lageverhältnisse der Epithelzellen zu einander machen die Zellenkerne den Eindruck, sehr unregelmäßig verbreitet herumzuliegen. TSCHETWERIKOFF gibt an, daß dies der Grund zu der bis heute herrschenden Meinung sei, als bestehe diese epitheliale Auskleidung aus mehreren Zellenschichten.

In dem pharyngealen Teile sind die Epithelzellen am größten; an manchen Stellen befinden sich zwischen den Epithelzellen Becherzellen.

Der Rest der Luftsackwand, von T. »Balsamembran« benannt, besteht aus leimgebenden Fasern, zwischen denen viele Zellen und elastische Fasern liegen. In der ganzen Luftsackwand kommen Gefäße, Nerven und glatte Muskelfasern vor; weiter, besonders in dem pharyngealen Teile, adenoides Gewebe, öfters auch Lymphfollikeln. Er unterscheidet mehrere Schichten elastischer Fasern, sehr dünne subepithelial, auf die zwei aus dickeren Fäden bestehende Schichten folgen solche, welche wechselseitig durch feinere Fäden verbunden werden, während in dem pharyngealen Teile und in dem Centrum der medialen Wand sogar noch eine vierte und fünfte Schicht dieser Fasern angetroffen wird.

Überall kommen tubulo-acinöse Drüsen vor, subepithelial am einfachsten gebaut; die am stärksten verästelten, welche mit langen Abführrohren versehen sind, liegen durchweg zwischen der zweiten und dritten Schicht elastischer Fasern. Wie RÜDINGER und PETER sah er Zellen mit körnigem Inhalte, welche keilförmig mit dem spitzen Ende in das Lumen hineinragten; wahrscheinlich sind diese im Stadium ihrer Tätigkeit fixiert worden. Die Drüsenzellen befinden sich auf einer Tunica propria, in der stabförmige Kerne vorkommen. Er traf in der Schleimhaut der Tuba und in dem Luft-

sacke lange, von Epithel bedeckte Krypten an, worin hier und da Schleimdrüsen mündeten. Sehr lange Krypten fand er in dem pharyngealen Teile der Schleimhaut.

Unmittelbar unter dem Epithel liegen Capillarnetze. Der Verfasser hat nach verschiedenen Methoden den Nervenverlauf in der Luftsackwand untersucht. Gleich unter dem Epithel verlaufen Nervenfäden, deren Fasern ohne Endanschwellung zwischen den Epithelzellen enden, tiefer liegen ein oder zwei Schichten Nervenfäden, welche die Drüsenzellen umspannen. Eine Anzahl Zeichnungen und einzelne Mikrophotogramme sind dieser Arbeit beigegben.

Ich untersuchte mikroskopisch die Tuba und den Luftsack eines Fetus von 14 Wochen, ferner die Tuba und den Luftsack eines Fetus von etwa 5 Monaten, dann die Tuba eines neugeborenen Füllens und schließlich die Tuben und Luftsäcke mehrerer ausgewachsener Pferde.

Die Präparate sind größtenteils mit Formalin und Nachhärtung in Alkohol fixiert und wurden nach drei Methoden gefärbt: mit Hämatoxylin-Eosin, nach von GIESON und zwecks Untersuchung der elastischen Fasern mit Fuchsin-Vesuvin.

Stark knorpelhaltiges Gewebe wurde nach der Härtung, bevor es in Paraffin eingeschlossen wurde, nach PRANTER mit Cedernöl und Tetrachlorkohlenstoff behandelt oder in Nelkenöl aufgeweicht, bis es geschnitten werden konnte.

Das Luftsackgewebe eines Pferdes wurde fixiert mit isotonischem Flemming; die Schnitte dieser Präparate sind dementsprechend mit Fuchsin-Anilinblau gefärbt worden.

Eine fetale Tuba wurde in Längsschnitten untersucht, von einer andern Tuba, ungefähr in demselben Alter, wurden Querschnitte des oralen und aboralen Teiles hergestellt. Bei erwachsenen Pferden sind von der Tuba untersucht worden: die dorsale Wand, die ventrale Wand, aboral, in der Mitte und in dem pharyngealen Teile der Tuba; von den Luftsäcken wurden jedesmal vier übereinstimmende Stellen untersucht: der Teil, welcher dem Musculus pterygoideus lateral anliegt, der laterale Teil unter dem Processus jugularis, weiter lateral der caudo-ventrale Teil und Stücke der medialen Wand.

Die Untersuchungen wurden mit einem Zeiß-Mikroskope vorgenommen. Ocular 2, Objektiv A A (Vergrößerung 54 mal) und mit

Objektiv E (Vergrößerung 340 mal); die Dicke der Schnitte beträgt 6 oder 10 μ .

Die Köpfe von neugeborenen Füllen gelangten ziemlich spät in meinen Besitz; die Luftsäcke hatten zu stark gelitten, um sie für mikroskopische Zwecke benutzen zu können.

Tuba und Luftsack eines Fetus von etwa 14 Wochen.

Mit schwacher Vergrößerung sieht man, daß die stark gefaltete Tuba-Mucosa mehrzeiliges Flimmerepithel trägt und daß die Tuba weiter ganz aus fibrillärem Bindegewebe besteht; knorpelige Elemente sind nicht vorhanden.

Bei der starken Vergrößerung stellt sich heraus, daß unter dem Epithel sich feinmaschiges Bindegewebe befindet, das hauptsächlich in den Falten der Schleimhaut sehr viele freie Zellen in den Maschen verbirgt. Diese Wanderzellen sind von verschiedener Größe; bei manchen ist der körnige Inhalt deutlich sichtbar. Das lockere, oberflächliche Gewebe besteht aus wenigen Bindegewebefibrillen mit großen Kernen und zahlreichen sehr feinen elastischen Fasern. Außer den Wanderzellen werden hierin zahlreiche Einzeldrüsen und Capillaren angetroffen. In den tieferen Schichten wird das Bindegewebe fester; die Gefäße werden größer, aber weniger zahlreich, auch die Drüsenschläuche und die Wanderzellen nehmen an Zahl ab. Glatte Muskelfasern fand ich nicht.

Die Luftsackwand ist äußerst dünn. Die Schleimhaut ist hier und da gefaltet und besteht aus mehrzeiligem Flimmerepithel und sehr feinem maschigem Gewebe; nur in den tieferen Schichten ist der Bau deutlich fibrillär. Auch hier findet sich eine Unmasse Wanderzellen, sehr viele feine und einzelne größere Gefäße, Lymphbahnen und wenige Drüsen. Glatte Muskelfasern und Nervenfäden wurden nicht angetroffen. Ferner sah ich, daß die ganze Wand außergewöhnlich reich an elastischen Fasern ist, feineren, direkt unter dem Epithel, zwischen den Bindegewebefasern, und beträchtlich größeren, mehr in der Tiefe, welche untereinander weite Maschen bilden. Hier ist das elastische Element stark vorherrschend.

Tuba eines Fetus von etwa 5 Monaten.

Von der in ihrer ganzen Länge durchgeschnittenen Tuba können ihrer ausgehöhlten Form wegen keine vollständigen Präparate erzielt werden. Bei schwacher Vergrößerung sieht man unter der stark gefalteten Mucosa erst fibrilläres, nachher eine dünne Schicht locker-

maschiges Gewebe; in beiden Schichten liegen Gefäße und Drüsen; auf dieses folgt ein gefäßreiches Perichondrium, welches eine dicke Knorpelplatte umgibt.

Bei starker Vergrößerung beobachtet man auch hier mehrzeiliges Flimmerepithel; das subepitheliale Bindegewebe ist fibrillär, weniger zellenreich, aber reich an Drüsen und Gefäßen. Von ungleichmäßiger Dicke ist das jetzt folgende lockermaschige Gewebe, welches noch reicher an Gefäßen und Drüsen ist, als das vorherige. Auch hierin liegen in den Maschen Wanderzellen. Der Bau des aus straffem Bindegewebe gebildeten Perichondriums wird in den tieferen Schichten immer lockerer. Viele junge Knorpelzellen liegen hier zwischen den Fibrillen verbreitet. Diese Zellen werden gegen das Centrum zu stets größer; öfters findet man mehrere in einer Kapsel. Das Bindegewebe verschwindet und macht einem Retziulum von elastischen Fäden, welche die Knorpelzellen umspannen, Platz.

Sehr feine, elastische Fäserchen findet man in allen Schichten unter dem Epithel, am stärksten trifft man sie subperichondral in dem Gewebe an, das den Übergang zwischen Bindegewebe und Knorpel bildet. Der Knorpel ist nicht überall elastisch, es gibt Stellen, wo der elastische Zwischenstoff durch einen homogenen ersetzt wird; Inselchen von hyalinem Knorpel liegen inmitten des elastischen. Dieser Unterschied tritt auch sehr deutlich in den Präparaten, mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt, hervor, weil der hyaline Zwischenstoff durch das Eosin gleichmäßig rot gefärbt wird. In den mit Fuchsin-Vesuvin behandelten Präparaten werden die hyalinen Grundbestandteile wie das elastische Gewebe dunkel gefärbt, indessen kann man das elastische Netzwerk deutlich unterscheiden.

An dem pharyngealen Teile der Tuba findet man natürlich an der äußeren und inneren Fläche eine Mucosa. Beim Querschnitt ergibt sich, daß die Knorpelplatte sehr dick ist; sie beträgt ungefähr $\frac{4}{5}$ des ganzen Gewebes; auch hier trifft man hyaline Inselchen inmitten des elastischen Knorpels an, das umgebende Gewebe ist gleichfalls reich an elastischen Fasern, während in den beiden Submucosae eine außerordentlich große Zahl Drüsen und Gefäße sich befinden.

Ein Querschnitt des aboralen Teiles läßt erkennen, daß die gefaltete Schleimhaut Flimmerepithel trägt, welches aus einer geringeren Anzahl Zellreihen zusammengesetzt ist; die langen cylinderförmigen Zellen tragen in ihren Basen große Kerne. Drüsen und

Gefäße sind hier wenige vorhanden; auch das Knorpelement hat sich stark verringert. Die verschiedenen Schichten weisen keine scharfen Grenzen auf.

Die Tuba eines neugeborenen Füllens.

Der Knorpel in dem pharyngealen Teile ist mehr konsolidiert und durch straffes Bindegewebe (Perichondrium) von den umgebenden Schichten getrennt. Er enthält keine elastischen Fasern, ist also rein hyalin. Aboral besteht die Tuba aus straffem Bindegewebe, in dem sich Knorpelinselchen befinden. Die Knorpelplättchen gehen ohne deutliche Grenzen in das umgebende Bindegewebe über; ein reines Perichondrium fehlt hier. Überall kommen subepithelial zahlreiche Drüsen und Gefäße nebst mehreren Schichten elastischer Fasern vor; die dicksten liegen zwischen den tieferliegenden Bindegewebestreifen. Am zahlreichsten sind sie im pharyngealen Teil.

Die Tuba des erwachsenen Pferdes.

Bei dem Querschnitte ergibt sich, daß die innere Fläche der dorsalen Wand mit einer schwach gewellten Schleimhaut überzogen ist, welche mehrzeiliges Flimmerepithel trägt. Unter dem Epithel liegt feinmaschiges Bindegewebe, in dem viele kleinere Gefäße vorkommen. In dem folgenden straffen Bindegewebe liegen zahlreiche Drüsen und größere Gefäße, besonders auf der Grenze des lockermaschigen und strafferen Bindegewebes. Auf eine dicke, aus peripheren kleinen und centralen großen Zellen bestehende Knorpelplatte folgt eine dicke Schicht von straffem Bindegewebe, in dem gleichfalls größere Gefäße verlaufen. Diese, die Knorpelplatte äußerlich bedeckende Schicht wird stärker und setzt sich an der Stelle, wo der Knorpel endet, in eine kräftige Bindegewebeplatte fort. Wo die dorsale Wand aus reinem Bindegewebe besteht, ist die Submucosa kräftiger entwickelt. Auch hier trifft man viele Drüsen an. Der Knorpel ist rein hyalin.

Die ventrale Wand ist sowohl innen als außen mit Schleimhaut überzogen. Bei einem Querschnitt des aboralen Teiles findet man, daß die Mucosa an der äußeren Fläche schwach gefaltet ist, die bei der Umbiegung an dem freien Rande stärker werden; ihre Höhe nimmt jedoch nahe dem Boden der Tuba ab und geht in die leichtgewellte Schleimhaut der dorsalen Wand über.

Unter dem Epithel wird lockeres Bindegewebe angetroffen, in dem Gefäße und einzelne Drüsen liegen; am häufigsten findet man

dies Gewebe in der Mucosa, welche die äußere Fläche überzieht. Eine ansehnlichere Schicht fibrillären Bindegewebes folgt, sowohl innen als außen auf dem maschigen Gewebe. Besonders an der Grenze beider Bindegewebsbildung liegen viele Drüsen, einzelne größere Gefäße und Nerven. Die Mitte der Wand wird von einer dicken Knorpelplatte eingenommen. Diese Knorpelplatte ist nahezu gleichmäßig dick, nur im ventralen Teil etwas stärker. Dieser Teil beschreibt eine lateralwärts gerichtete, winklige Umbiegung. Aus der Umgebung dringen hier ansehnliche Bindegewebestreifen in die Tiefe, welche die Gefäße in den Knorpel begleiten.

Bei starker Vergrößerung kann festgestellt werden, daß auch hier mehrzeiliges Flimmerepithel vorhanden ist und daß das subepitheliale lockermaschige Bindegewebe Wanderzellen enthält.

An manchen Stellen findet man Anhäufungen dieser mobilen Elemente, die inmitten eines feinen Reticulums zu einem »Lymphfollikel« angehäuft sind. In den Falten der Schleimhaut befindet sich reichliches feinmaschiges Gewebe. In dem straffen Bindegewebe kommen zahlreiche kleine Gefäße vor; glatte Muskelfasern wurden nicht angetroffen. Im Längsschnitt sieht man viele Bindegewebestreifen mit Gefäßen und Nerven den Knorpel durchziehen; hier und da trifft man sogar Stellen an, wo der Knorpel ganz fehlt und statt dessen ziemlich lockeres Bindegewebe vorhanden ist. Sehr deutlich treten hier Lymphfollikel zutage, welche sich bis unter das Epithel hinziehen können.

Es ergibt sich ferner, daß der mittlere Teil der ventralen Tuba-wand denselben mikroskopischen Bau besitzt.

Auch der pharyngeale Teil weist auf Querschnitten im allgemeinen denselben Bau auf. Auch hier ist central eine Knorpelplatte, welche von gefäßführendem Bindegewebe durchbohrt wird, vorhanden, weiterhin straffe und lockermaschige Bindegewebe-schichten, einwärts und auswärts die Schleimhautauskleidung. Medial, also an der Seite der Bursa pharyngea ist das subepitheliale, lockermaschige Bindegewebe in größerer Menge vorhanden als an der tubaren, lateralen Seite. Auch werden medial mehr Drüsen und Gefäße angetroffen als lateral. Lateral befindet sich das Epithel auf einer strukturlosen Membran; diese macht am freien Rande der Knorpelplatte kernhaltigem Bindegewebe Platz. Das Flimmerepithel setzt sich in der medialen Wand aus mehr Zellreihen zusammen als an der lateralen. Elastische Fasern findet man wie in der ventralen Wand. Auf dem Längsschnitte treten die den Knorpel durch-

setzenden Bindegewebestreifen sehr deutlich hervor; auch können hier zahlreiche glatte Muskelfasern nachgewiesen werden.

Luftsack eines Fetus von 5 Monaten.

Die Flimmerepithelzellen sind lang, schmal und cylinderförmig; sie haben große Kerne, deren Lage verschieden ist; bald liegen sie basal, bald im oberen Teil der Zellen. Ich habe nicht sicher feststellen können ob alle Zellen Flimmerhaare tragen oder ob es hier eine Zellenschicht gibt, wie TSCHETWERIKOFF sie beschrieben hat. Ich bekam den Eindruck, daß hier mehrschichtiges Epithel vorhanden sei, wenn auch die Zahl der Schichten in diesem fetalnen Gewebe eine geringere ist.

Überhaupt konnte ich weder in der Tuba noch im Luftsacke rein einzeliges Flimmerepithel konstatieren; stets wurden zwischen und unter den cilientragenden Zellen kleine Zellen mit großen Kernen angetroffen; wahrscheinlich sind dies junge Epithelzellen, welche zu echten Flimmerzellen auswachsen, sobald die oberflächlichen verlorengegangen sind. Indessen wechselt die Zahl der nicht cilientragenden Zellen an verschiedenen Stellen der Tuba und des Luftsackes beträchtlich. Öfters ist diese Zahl gering und die ganze epitheliale Schicht dünn, an andern Stellen jedoch ist sie größer und dementsprechend die ganze epitheliale Schicht dicker.

Unter dem Epithel des fetalnen Luftsackes kommt mehrschichtiges Bindegewebe in Schichten vor, die wechselseitig durch sehr lockermaschiges Bindegewebe verbunden sind. In ihrer Mitte liegt eine große Anzahl Wanderzellen, sehr große, mit deutlich gekörntem Inhalte liegen gleich unter der Schleimhaut.

Die Zahl der oberflächlichen Drüsen ist ziemlich gering, in tieferen Schichten sind sie noch seltener. Dagegen findet man in den tieferen Schichten zahlreiche Capillare. Auch kommen reichlich elastische Fasern vor, welche wechselseitig durch feine elastische Fäden verbundene Netzwerke bilden. Die dicksten findet man in tieferen Bindegewebeschichten.

Luftsack des Pferdes.

Im allgemeinen weist der Luftsack an verschiedenen bereits genannten Stellen im mikroskopischen Bau große Übereinstimmung auf. Überall trifft man Flimmerepithel an. An der einen Stelle ist die epitheliale Schicht sehr dünn, an der andern Stelle beträchtlich dicker. Die Epithelzellen befinden sich auf einer Schicht

von platten Zellen; zwischen den Flimmerzellen kommen Becherzellen vor. Subepithelial liegt eine mehr oder weniger dicke Schicht von zellenreichem, lockermaschigem Gewebe. An verschiedenen Stellen ist das Epithel und das unter ihnen liegende reticuläre Gewebe gefaltet. Auch die epithelialen Ausbuchtungen, von TSCHETWERIKOFF als »Krypten« beschrieben, werden in sehr verschiedener Größe angetroffen. Hier und da sieht man Lymphfollikel.

Auf das lockermaschige folgt mehr konsolidiertes Bindegewebe. Viele Gefäße und Drüsen liegen größtenteils an der Grenze des lockeren und mehr festeren Bindegewebes, einzelne Nerven findet man in den tieferen Schichten. Die sehr zahlreichen Drüsen sind tubulo-acinös. Ihre Form und die große Anzahl sind deutlich sichtbar zu machen, wenn man ein Stückchen der Wand durch Ranzier-Alkohol von dem Epithel befreit, ganz durchfärbt, z. B. mit Lithium-karmin, und das Präparat dann mit schwacher Vergrößerung betrachtet. Die von RÜDINGER, PETER und TSCHETWERIKOFF beschriebenen Drüsenzellen, welche keilförmig in das Lumen hervorragen, konnte ich ebenfalls sehen.

Die ganze Wand ist reich an elastischem Gewebe; sehr feine Fasern findet man subepithelial, gröbere, öfters zu Bündeln vereinigt, in den tieferen Schichten. Frei in dem Bindegewebe liegende glatte Muskelfasern traf ich nur selten an.

In dem lateralen von der Mandibula bedeckten Teile der Wand sieht man mehrschichtiges, hier und da gefaltetes Flimmerepithel. In dem unter ihm liegenden lockermaschigen Bindegewebe befinden sich viele freie Zellen, einzelne Drüsen und Gefäße; zahlreich kommen diese an der Grenze des festeren Bindegewebes, welches darauf folgt, vor. Sehr feine elastische Fasern liegen subepithelial und um die Gefäße und Drüsen herum, gröbere, öfters zu Bündeln vereinigt, liegen tiefer.

Caudo-dorsal, unter dem Processus jugularis, wo die Wand durchweg am dünnsten ist, findet sich eine sehr dünne Epithelschicht. Hier trifft man größere Falten, einzelne sog. Krypten und wenig adenoides Gewebe an. Im ganzen ist die Wand mehr gleichmäßig fibro-elastisch, nur daß auch hier die elastischen Fäden dicker werden, je tiefer sie liegen. Gefäße und Drüsen liegen inmitten des Gewebes.

Caudo-lateral sieht man das mehrzeilige Epithel, welches auf einer deutlichen Basalmembran aufsitzt; hier trifft man regelmäßige Falten und einzelne tiefe Einbuchtungen an. Die stärksten Falten

des nicht elastischen Teiles der Wand findet man also da, wo die Ausdehnung des Luftsackes am wenigsten gehemmt wird. Eine dicke Schicht adenoiden Gewebes füllt die Falten aus und verbreitet sich unter ihnen. Hierin werden einzelne ziemlich große und sehr viele kleine Gefäße angetroffen. Auf sie folgt lockermaschiges Gewebe in dem fibrösen Streifen; an der Grenze beider Bindegewebsformen liegen sehr viele Drüsen.

Außerordentlich reich an elastischem Gewebe ist dieser Teil der Wand; die schon mehrmals angegebene Reihenfolge der elastischen Fasern nach Dicke und Bündelgruppierung kann man auch hier beobachten.

Medial trifft man nur schwachgewellte Gewebsschichten und einzelne Falten und kleine Krypten an. Das Epithel besteht aus wenigen Zeilen und befindet sich auf einer Basalmembran. Auf viel subepitheliales adenoides Gewebe folgt eine ansehnliche Schicht von fibrösem Gewebe. Viele Drüsen und Gefäße liegen zum Teil subepithelial, hauptsächlich jedoch auf den Grenzen des lockermaschigen und fibrösen Bindegewebes. In diesem Teile der Wand beobachtete ich auf Querschnitten glatte Muskelfasern.

Von allen Stellen sind Schnitte, gleichlaufend mit dem Epithel, hergestellt worden. Der Reichtum an Capillaren, kleinen Gefäßen und Drüsen trat auch hier deutlich hervor. Ich fand darin nur vereinzelte glatte Muskelfasern.

Für meine Untersuchungen ist hauptsächlich Material von alten Anatomiepferden verwendet worden. Nur einmal war ich in der Lage, den Luftsack eines kaum erwachsenen kräftigen Tieres, eines 5jährigen Hengstes, der an Tetanus zugrunde gegangen war, zu untersuchen. Hier beobachtete ich die Anwesenheit von langen Krypten, die vielmals größer waren, als die in der Luftsackwand älterer Tiere. Sie zogen sich parallel der Oberfläche weit in die Tiefe des Gewebes hinein, so daß ein Schnitt öfters drei Epithelschichten enthielt. Wenig reticuläres Gewebe, wohl aber verbreiterte, große Lymphfollikel waren in diesem Gewebe vorhanden. Auch wurden viele Fettzellen inmitten der tieferen, fibrösen Schichten angetroffen.

Physiologischer Teil.

Um die Wirkung der Tubamuskulatur studieren zu können, wurden die Muskeln sobald wie möglich nach dem Tode des Tieres elektrisch gereizt. Ungefähr $1\frac{1}{2}$ Stunde, nachdem das Pferd an

einer Verblutung gestorben war, wurde eine Kieferhälfte umgeschlagen und der Musculus pterygoideus schnell wegpräpariert. Es ergab sich dabei, daß die Muskeln ihre Reizbarkeit vortrefflich erhalten hatten. Ein kräftiger Induktionsstrom löste starke Kontraktionen aus. Infolge der kalten Umgebung nahm die Reizbarkeit ziemlich schnell ab, konnte aber durch Befeuchtung mit physiologischer Kochsalzlösung (9 pro Mille), welche auf Körperwärme gebracht worden war, ziemlich lange erhalten werden. Auf Reize zogen sich sowohl der Musculus levator als auch der Tensor veli palatini kräftig zusammen. Hierbei wurde aber die dorsale Tubawand nicht gehoben, wie es älteren Angaben nach, geschehen sollte (RÜDINGER). Übrigens sollte man eher das Gegenteil erwarten; infolge des Verlaufs der beiden Muskeln in der Längsrichtung der Tuba dürfte man voraussetzen, daß bei ihrem Zusammenziehen die dorsale Tubawand eingedrückt werden sollte. Letzteres konnte ich jedoch nicht feststellen. Beide Muskeln üben auf das Palatum molle einen Einfluß aus.

Es ergab sich aus meinen Versuchen, daß der Musculus pterygo-pharyngeus die dorsale Pharynxmuskulatur kräftig unterstützte. Von einer erweiternden Wirkung auf die Luftsackwand, wie u. a. von den französischen Anatomen angegeben wird, konnte ich nichts wahrnehmen.

Der Musculus palato-pharyngeus zog die Teile, welche an die Knorpelplatte des Ostium pharyngeum angeheftet sind, stark nach vorn und medialwärts. Dies zeigte sich erst recht deutlich, als ein Teil der Pharynxmuskulatur, nahe dem Larynx, gespalten und eine Fingerspitze in das Ostium pharyngeum eingeführt wurde. Man fühlte dann, wie die Knorpelplatte sich kräftig über die Fingerspitze in cranialer Richtung bewegte und dabei im ventralen Teile medialwärts hochgehoben wurde.

Öffnet man den Pharynx von der einen und präpariert man den Musculus palato-pharyngeus von der andern Seite, so kann man deutlich beobachten, wie der ventrale Teil der Platte medialwärts ausbiegt, wenn man dessen Kontraktion nachahmt, indem man mit zwei Pinzetten hinten am Ansatze des Muskels, am Os palatinum, rhythmisch zieht. Bei jedem Schluckakte wird also durch diesen Teil des Musculus palato-pharyngeus der pharyngeale Teil der Tuba erweitert, wobei die Luft hineindringen kann.

Das Cavum tympani soll nicht nur Luft enthalten, sondern die darin enthaltene Luft soll auch frei von niedrigen Organismen sein;

das normale Cavum tympani ist steril. Beim Menschen ist dies schon lange bekannt. Bei Enthaupteten legte man unmittelbar nach der Exekution Kulturen aus der Tuba und dem Cavum tympani an. Bei Impfung aus dem pharyngealen Teile entwickelte sich ein üppiges Wachstum. Dieser Bakterienreichtum verringerte sich in beträchtlichem Maße, wenn die Kulturen mehr schädelwärts genommen worden waren. Ferner zeigte sich, daß das Cavum tympani steril war; höchstens entwickelten sich ein oder zwei Kolonien. Dieser günstige Umstand beruht auf drei Faktoren: erstens auf der Wirksamkeit des Flimmerepithels, welches in fortwährender, nach außen gerichteter Bewegung die abgesonderten Secrete und somit eine Masse Unrat abführt; zweitens auf der bactericiden Wirkung des sauren Schleimes und drittens, gewiß nicht zum mindesten, auf der phagocitären Funktion der Wanderzellen, dieser beweglichen Vertilger niedriger Organismen, welche in großen Mengen vorhanden sind und in Follikeln angehäuft überall in dem subepithelialen, lockermaschigen Bindegewebe der Tuba vorkommen. Die Kulturexperimente habe ich an zwei Pferden wiederholt. In einem Falle wurde $1\frac{1}{2}$ Stunde, in einem zweiten $\frac{1}{2}$ Stunde nach dem Tode durch Verblutung der Luftsack so schnell wie möglich herauspräpariert und Gelatine-Plattenkulturen aus der Tuba und in der nächsten Umgebung des Ostium pharyngeum, ferner nahe dem Foramen alare magnum, dann nahe dem Ostium tympanicum und endlich aus dem Cavum tympani angelegt.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht der Resultate.

Wachstum der Kulturen aus der Tuba zweier Pferde,
 3×24 Stunden nach der Impfung.

Nahe dem Ostium pharyngeum	Nahe dem Foramen alare magnum	Nahe dem Ostium tympanicum	Cavum tympani
A. Diffuser Wuchs, Gelatine verflüssigt, Gestank	8 Kolonien, Gestank	1 Kolonie	2 Kolonien
B. 18 Kolonien	7 Kolonien	2 Kolonien	3 Kolonien

Die Tatsache, daß sich in den Kulturen aus dem Cavum tympani noch 2 bis 3 Kolonien entwickelten, verringert den Wert des Schlusses, daß das Cavum steril sei, nicht. Es ist leicht möglich,

daß die Keime während der Bearbeitung hereinkamen. Die Tuba-Mucosa des Pferdes verfügt wie die des Menschen über kräftige Schutzmittel gegen niedrige Organismen. Da der Luftsack in dieser Hinsicht einen gleichen histologischen Bau aufweist, wird auch dieser ohne Zweifel eine derartige Funktion besitzen. Hierdurch wird jedoch die Bedeutung des Luftsackes nicht erklärt.

In der Literaturübersicht habe ich verschiedene Meinungen über die physiologische Bedeutung des Luftsackes kurz referiert. Verschiedene andre Ansichten will ich hier hinzufügen.

Man hat den Luftsack als ein elastisches Kissen für die zahlreichen wichtigen Gefäße und Nerven, welche auf ihm verlaufen und während der ausgiebigen Bewegungen des Kopfes beschädigt werden könnten, betrachtet. Man hat sogar behauptet, daß die Ausbuchtung rein als Polster fungiere, um den verschiedenen Organen, besonders der Glandula parotis, eine festere Lage zu sichern. Andre sahen diese lufthaltenden Räume als ein Mittel an, um, ebenso wie die Sinus bei den meisten Schädel- und Angesichtsknochen, das Gewicht des Kopfes zu vermindern.

Wieder andre machten die Luftsäcke für die Respiration dienstbar. Die eingeatmete Luft würde, bevor sie in die tieferen Luftwege gelangte, die Luftsäcke passieren und daselbst eine bestimmte Wärme und Feuchtigkeit erhalten. PEROSINO war der Vorkämpfer dieser Ansicht und hat auf experimentalem Wege versucht, sie zu begründen. Im Jahre 1850 veröffentlichte er seine diesbezüglichen Untersuchungen. Mit Hilfe eines Manometers, dessen einen Arm er durch den Musculus jugulo-hyoideus in den Luftsack einführte, beobachtete er, wie der Luftsack während des Ausatmens Luft aufnahm und dieselbe während der Inspiration wieder ausstieß, bei welcher Tätigkeit die eingeatmete Luft wärmer und feuchter werden sollte.

Im Jahre 1873 hat GÜNTHER diese Experimente wiederholt, wobei er gerade die umgekehrte Beobachtung machte, daß nämlich bei der Inspiration der Luftsack an Volumen zunahm, bei der Exspiration aber abnahm. Er erklärte nun diesen Befund durch den Hinweis auf den Tatbestand, daß bei der Inspiration der hintere Teil der Rachenhöhle sich ein wenig senkt, wodurch zu gleicher Zeit der Luftsack etwas heruntergezogen und sein Inhalt vergrößert werde. Bei der Exspiration jedoch wird die alte Lage wieder eingenommen und der aufgebauschte Luftsack durch die zurückstoßende Luftsäule wieder leergedrückt.

Im Jahre 1875 bewies HARMS, daß der entblößte Luftsack bei jeder Inspiration größer, bei jeder Exspiration kleiner werde.

FRANCKS Ansicht, daß der Luftsack ein verstellbarer Resonator wäre, hat viele Anhänger gefunden.

PETER hat darauf hingewiesen, daß die Verstärkung des Gehörs bei Tieren, welche mit einem Luftsack versehen sind, sehr nützlich sein könne. Die wild lebenden Tiere des Pferdegeschlechtes werden öfters gezwungen, ihr Leben durch eine übereilige Flucht zu retten und sind durch ihr überaus entwickeltes Gehörorgan in der Lage, die geringste Gefahr zu wittern. Auch der Tapir und der Klippenschliefer sind sehr scheu und ergreifen beim geringsten verdächtigen Laut die Flucht.

Ich machte nun Experimente, welche beweisen, daß dem Luftsack ein resonierendes Vermögen abgesprochen werden muß. Die Physik lehrt, daß ein Resonator nur auf eine bestimmte Anzahl Schwingungen in der Sekunde abgestimmt ist. Je mehr der Ton von dieser Anzahl abweicht, um so weniger wird er von dem Resonator verstärkt. Die Luft in dem Sacke würde also nur ein beschränktes Gebiet Töne, z. B. in der Nachbarschaft von $e' = 326$ Schwingungen verstärken können. Überdies müssen bei einem guten Resonator die Wandungen fest und glatt sein. (HELMHOLTZ Tonempfindungen, 4. Aufl. 1877, Beilage II, S. 601). Demnach würde der Luftsack schon recht wenig Erfolg als Resonator erzielen können. Man würde gegen meinen Einwand anführen können, daß es sich hier um eine lebendige, tierische Membran handelt, welche je nach dem Bedarf durch geringere oder größere Spannung reflektorisch zur Verstärkung vieler Töne eingestellt werden könnte. Die anatomischen Verhältnisse widerlegen dies. Der einzige Punkt, welcher hierfür in Betracht kommen könnte, wäre der griffelförmige Fortsatz der Ohrmuschel, welcher innig an den caudo-dorsalen Teil der lateralen Wand angeheftet ist. Man muß annehmen, daß bei der riesigen Beweglichkeit des äußeren Ohres beim Pferde auf diesem Wege tatsächlich Einfluß auf die Spannung der Luftsackwand ausgeübt werden kann. Daß jedoch von dieser minimal kleinen Stelle durch Muskelkontraktion so viel physiologische Arbeit ausgehen würde, darf man nicht voraussetzen. Wenn man dabei in Erwägung zieht, daß auf dem Luftsacke verschiedene große Arterien verlaufen, welche ziemlich innig mit der Wand verbunden sind, dann müßten, falls der Luftsack als willkürlich verstellbarer Resonator funktionierte, ihre Pulsationen fortwährend wie Donnerschläge im

Pferdekopfe wiederschallen. Es ist kaum anzunehmen, daß das Tier sich von jung auf an jenen Zustand ganz gewöhnen könnte. Menschen, die viele Jahre an Herzklappen leiden, empfinden, abgesehen von dem Krankheitszustand, welcher durch den organischen Fehler als solchen hervorgerufen wird, das fortwährende Stoßen im Kopfe als ein großes Unbehagen. Zuerst wurde also konstatiert, daß die Schallwellen sicher in die Tuba und den Luftsack eines Pferdes weitergeföhrt werden. Es wäre möglich, daß katarrhalische oder andre Affektionen diese Wege angegriffen hätten, und auf diese Weise anatomische und physiologische Verhältnisse abgeändert würden. Ich führte einem Pferde einen Güntherschen Katheter ein, an dem der Kautschukschlauß eines biaurikulären Stethoskops angebracht wurde, nachdem das ebonite Glöckchen, welches in gewöhnlichen Fällen auf die Körperteile, die untersucht werden sollen, gestellt wurde, entfernt worden war. Die beiden mit Ohrknöpfchen versehenen andern Röhren wurden in die Ohren des Beobachters gesteckt. Eine in Schwingung versetzte Stimmgabel wurde abwechselnd vor dem Eingang der Gehörmuschel, an jener Seite, wo sich der Katheter befand, und neben ihn gebracht. Stellte man die schwingende Stimmgabel vor das Pferdeohr, so hörte man deutlich einen stärkeren Schall, als wenn die Mehrzahl der Schallwellen nicht via Trommelfell, Paukenhöhle, Cavum tympani, Tuba und Luftsack sich fortpflanzen konnte. Jetzt wurde das Stethoskop umgedreht, die Ohröhre mußte als Schallleiter fungieren, während der mittlere Schlauch zur Beobachtung mit dem Ohr bestimmt wurde. Da aber diese Untersuchung nur mit einem Ohr vorgenommen werden konnte, wurde während der Beobachtung das andre Ohr zugedrückt. Der eine Ohrschlauch wurde mit dem eingeführten Luftsackkatheter verbunden, der andre mit einem Fortsatzstücke, welches mit einem gläsernen Trichter versehen ward, derartig verlängert, daß es ohne Mühe zur Höhe des Pferdeohres gehalten werden konnte. Um vollständige Sicherheit zu erlangen, daß auf beiden Wegen dieselben Schallmengen sich fortpflanzen würden, wurde an den Kautschukschlauß, welcher mit dem Katheter verbunden war, ein Schraubenquetschhahn angebracht, mittels dessen das Lumen des Schlauches auf die erforderliche Dimension komprimiert werden konnte. Der Trichter wurde auf dieselbe Höhe wie das äußere Ohr des Pferdes gestellt. Nachdem mehrmals eine Stimmgabel zwischen dem Ohr und dem Trichter in Schwingung versetzt und die Röhre wechselseitig mit den Fingerspitzen verschlossen worden war, ließ sich die

Einrichtung bald so treffen, daß auf beiden besonderen Wegen der Schall in gleicher Stärke beobachtet werden konnte. Jetzt wurde der Schallerzeuger jedesmal zwischen die beiden Empfänger gestellt. Indem abwechselnd der Außen- oder Innenweg zgedrückt wurde, auf welchen der Schall sich fortpflanzen mußte, konnte man konstatieren, auf welchem Wege der Schall am stärksten hörbar war. Hintereinander wurden als Schallerzeuger drei Stimmgabeln und eine Zungenpfeife verwendet; die Tonhöhe der Stimmgabeln war: c' , a' und c'' , die Tonhöhe der Pfeife c''' . In keinem einzigen Falle konnte ein Unterschied der Tonstärke festgestellt werden. Zur Kontrolle wurde die Seitenöffnung des Luftsackkatheters, nahe dem geschlossenen Ende, mit der Fingerspitze verstopft und vor die andre Öffnung eine schwingende Stimmgabel gebracht, deren Tonhöhe c' war. Wenn zwischen Katheter und Stimmgabel ein HELMHOLTZscher Resonator (messingene Hohlkugel) angebracht wurde, welche den Ton verstärkte, so hörte man den Schall viel stärker. HELMHOLTZ hat in seinen »Tonempfindungen« 4. Aufl. 1877, S. 29, 30, 602 u. 608 die Maße von kugelförmigen und cylindrischen Resonatoren für bestimmte Töne angegeben.

Hier folgen einige seiner Angaben.

Kugelförmige Resonatoren.

Tonhöhe	Durchmesser der Kugel	Durchmesser der Öffnung	Volumen
$c' = 264$ Schw.	130 mm	30,2 mm	1053 ccm
$c' = 330$ -	115 -	30 -	546 -
$g' = 396$ -	79 -	18,5 -	235 -
$c'' = 528$ -	70 -	20,5 -	162 -

Cylindrische Resonatoren.

Tonhöhe	Länge des Cylinders	Durchmesser	Durchmesser der Öffnung	Volumen
$b = 235$ Schw.	210 mm	82 mm	23,5 mm	1110 ccm
$f' = 352$ -	117 -	65 -	16 -	390 -
$b' = 470$ -	88 -	55 -	14,3 -	209 -
$d'' = 594$ -	58 -	55 -	14 -	138 -

Die Schwingungszahlen sind hier die von HELMHOLTZ S. 29 u. 30 angegebenen, berechnet aus $a' = 440$ (SCHEIBLER).

Zwei meiner Stimmgabeln ($c' = 256$ und $c'' = 512$) hatten die Stimmung von KÖNIG, der Normalgabel $a' = 435$ und die Pfeife $c''' = 1035$ hatte die jetzige gleichschwebende Temperatur.

Aus vorhergehenden Untersuchungen ergab sich, daß der durchschnittliche Inhalt eines Luftsackes auf 450 cmm bestimmt werden kann. Wenn er nun tatsächlich resonanzfähig wäre, würde dies sich bei den verwendeten Schallerzeugern gezeigt haben, da der Inhalt zwischen dem äußersten Inhalte der Resonatoren, welche mit den Tönen der verwendeten Stimmgabeln und Pfeife mitschwingen, liegt. Der Luftsack gab jedoch bei allen vieren einen gleich starken Laut von sich, resonierte also nicht; wäre er resonanzfähig, so würde der Schall wenigstens bei einem verstärkt worden sein.

Hinsichtlich neuerer Ansichten in bezug auf die mögliche physiologische Funktion habe ich den Versuch gemacht, den Beweis zu erbringen, daß es zwischen der Anwesenheit eines Luftsackes und der großen Dimension der Basis cranii, der immer eine lange Tuba auditiva entspricht, einen unmittelbaren Zusammenhang gibt. Zahlreiche Schädel von allen Ordnungen der Säugetiere außer den Cetaceen wurden von mir gemessen. Da es unmöglich ist, an einem Schädel die richtige Stelle zu bestimmen, wo das Ostium pharyngeum tubae sich befunden hat, wurde bei den Messungen stets die Dimension des Schädelteiles von dem Ostium tubae tympanicum bis zum Hamulus pterygoideus und die Dimension des Angesichtsteiles vom Hamulus pterygoideus bis zur Mitte des Vorderrandes des Oberkiefers gemessen. Ich lasse anschließend die Ergebnisse der veranstalteten Messungen folgen.

Verhältnis der Basis cranii zum übrigen Teile des Schädels.
 $o.t.t.$ = Ostium tubae tympanicum; $h.o.p.t.$ = Hamulus ossis pterygoidei; $o.i.$ = Ossa incisivi. Das Verhältnis ist bis auf zwei Dezimalstellen ausgerechnet; 0,05 oder mehr ist für 0,1 berechnet; geringere Beträge sind nicht berechnet worden.

Primates.

A. Menschen.

Alter	Entfernung $o.t.t.$ zum $h.o.p.t.$	Entfernung $h.o.p.t.$ zum $o.i.$	Verhältnis
2 Jahre	2,2 cm	4,6 cm	1:2,1
7 Jahre	2,3 -	4,6 -	1:2
erwachsen	2,7 -	5,7 -	1:2
alt	3 -	5,3 -	1:1,77

B. Anthropomorphae.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Pithecius satyrus</i>	4,6 cm	11,3 cm	1:2,45
<i>Simia Gorilla</i>	4,4 -	13,3 -	1:3

C. Ostaffen.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Cynocephalus maimon</i> . .	1,7 cm	10 cm	1:5,9
<i>sfinx</i> . . .	1,6 -	9,3 -	1:5,8

Westaffen.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Cebus capucinus</i>	1 cm	4,7 cm	1:4,7
<i>Ateles paniscus</i>	1,1 -	4,1 -	1:3,7

Prosimiae.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Lemur mongos</i>	1 cm	5,8 cm	1:5,8

Chiroptera.

Von den kleinen Chiropteren, bei denen RÜDINGER die Existenz tubärer Luftsäcke bewiesen hat, habe ich keine Schädeluntersuchungen veranstalten können.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Pteropus edulis</i>	1 cm	6,2 cm	1:6,2

Insectivora.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Erinaceus europaeus</i> . . .	1 cm	4,1 cm	1:4,1
<i>Talpa europaea</i>	0,6 -	2,2 -	1:3,7
<i>Galeopithecus volans</i> . . .	0,3 -	4,1 -	1:13,7

Hyrax.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Hyrax capensis</i>	1,5 cm	5 cm	1:3,3
- - - - -	1,5 -	5,2 -	1:3,47

Ungulata.

A. Perissodactyla.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Tapirus</i>	8,6 cm	25,3 cm	1:2,94
- - - - -	9,1 -	25,7 -	1:2,8
- - - - -	9,1 -	27,9 -	1:3
<i>Rhinoceros</i>	10,5 -	42 -	1:4
<i>Equus D.</i> 6 Monate . . .	11,2 -	26,6 -	1:2,38
- 1 Jahr	12,1 -	31,7 -	1:2,62
- 2 -	12,6 -	31,6 -	1:2,50
- 3 -	13,9 -	34,2 -	1:2,46
- 4 -	14,3 -	35,4 -	1:2,47
- 5 -	13,7 -	33,4 -	1:2,44
- 10 -	15,3 -	37,8 -	1:2,47
- 15 -	13,7 -	35 -	1:2,57

B. Artiodactyla.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Sus</i> (3 Monat)	3,7 cm	14,4 cm	1:3,89
- (erwachsen)	5,5 -	23,5 -	1:4,3
- (erwachs., Berkshire) . . .	5,1 -	20,1 -	1:4
<i>Bos taurus</i> (8 Tage) . . .	2,5 -	14,5 -	1:5,8

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Bos taurus</i> (30 Tage) . . .	2,8 cm	16 cm	1:5,7
- - - (1 Jahr) . . .	4 -	17,8 -	1:4,45
- - - (3 -) . . .	7,7 -	30,3 -	1:4
- - - alt	9,2 -	33 -	1:3,59
<i>Ovis aries</i> (6 Monate) . .	3 -	12,1 -	1:4
- - - (9 -) . .	3,2 -	12,2 -	1:3,8
- - - (4 Jahre) . .	4,2 -	16,5 -	1:3,9
<i>Capra hircus</i> (2½ Monate)	1,6 -	7,6 -	1:4,8
- - - (6 -)	2,4 -	10,3 -	1:4,3
- - - (4 Jahre) . .	3,1 -	12,7 -	1:4

Carnivora.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Ursus labiatus</i>	3 cm	17,8 cm	1:5,9
<i>Felis leo</i>	3,4 -	17,4 -	1:5
- <i>tigris</i>	4 -	17,7 -	1:4,4
<i>Meles taxus</i>	1 -	8 -	1:8
<i>Canis vulpes</i>	1,1 -	8 -	1:7,27
<i>Lutra vulgaris</i>	1 -	6,5 -	1:6,5
<i>Mustela martis</i>	0,8 -	5,4 -	1:6,75
<i>Canis domesticus</i>	1,3 -	12 -	1:9,23
- - -	1,3 -	12,2 -	1:9,38
- - -	0,75 -	6,35 -	1:8,47
<i>Felis domestica</i>	0,85 -	5,2 -	1:6
- - -	0,65 -	4 -	1:6,15

Rodentia.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Cavia cobaya</i>	0,5 cm	4,1 cm	1:8
<i>Sciurus vulgaris</i>	0,5 -	3,9 -	1:8
<i>Lepus timidus</i>	1,6 -	6,4 -	1:4
<i>Aretemys marmota</i> . . .	0,6 -	6,5 -	1:10,8
<i>Hydrochoerus capybara</i> .	2,1 -	13,2 -	1:6,3
<i>Hystrix javanica</i>	1 -	8 -	1:8
- <i>cristata</i>	1,7 -	10,8 -	1:6

Edentata.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Myrmecophaga jubata</i> . . .	1,4 cm	15,5 cm	1 : 11
<i>Orycteropus capensis</i> . . .	2 -	18,2 -	1 : 9,1
<i>Bradypus tridactylus</i> . . .	1,1 -	4,6 -	1 : 4,2
<i>Choloepus didactylus</i> . . .	1 -	4 -	1 : 4
<i>Dasypus sexcinctus</i> . . .	1 -	6,6 -	1 : 6,6
<i>Manis javanica</i> . . .	0,9 -	7,4 -	1 : 8

Marsupialia.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Macropus giganteus</i> . . .	4,9 cm	15,5 cm	1 : 3,16
<i>Didelphys marsupialis</i> . . .	2,8 -	8,4 -	1 : 3
<i>erassicaudata</i> . . .	2 -	5,7 -	1 : 2,8
<i>Dendrolagus inustus</i> . . .	1,6 -	7,4 -	1 : 4,6
<i>Phascolomys ursinus</i> . . .	1,7 -	12,5 -	1 : 7,35
<i>Potorous tridactylus</i> . . .	1,3 -	5,8 -	1 : 4,46
<i>Dasyurus riverrinus</i> . . .	1,2 -	4,8 -	1 : 4
<i>Sarcophilus ursinus</i> . . .	1,9 -	8,4 -	1 : 4,42
<i>Phylacinus cynocephalus</i> . . .	3,8 -	13,8 -	1 : 3,63

Monotremata.

Tierart	Entfernung o.t.t. zum h.o.pt.	Entfernung h.o.pt. zum o.i.	Verhältnis
<i>Ornithorhynchus paradoxus</i>	1,1 cm	9,5 cm	1 : 8,64
<i>Echidna aculeata</i> . . .	0,8 -	7,2 -	1 : 9

Mensch und anthropomorphe Affen ausgenommen, bei denen durch die aufrechte Körperhaltung und den großen Gesichtswinkel die anatomischen Verhältnisse und dementsprechend auch die physiologischen starke Unterschiede von denen der übrigen Säugetiere aufweisen, sehen wir, daß das Verhältnis des Schädels zum Angesichtsteile von Tieren, bei denen ein Luftsack konstatiert worden ist, darauf hinweist, daß solche Tiere mit einer langen Basis cranii ausgestattet sind im Gegensatze zu den Tieren, welchen ein Luftsack fehlt. Beim Pferde ist das mehrfach genannte Verhältnis höchstens

1:2,57, bei *Tapir* 1:3, bei *Hyrax* 1:3,47, dagegen beim Schwein mindestens 1:3,89, bei Ruminanten mindestens 1:3,8. Eine Ausnahme hiervon bilden alte Rinder. Aus der Tabelle, welche die Verhältnisse bei fünf Tieren in verschiedenem Alter angibt, geht hervor, daß beim Rinde das Verhältnis mit dem Alter sich zugunsten der Länge der Basis cranii ändert; dasselbe ist in geringerem Maße bei den kleinen Wiederkäuern der Fall. Beim Pferde und Schweine geschieht gerade das Umgekehrte. Bei andern Tieren ist der Gesichtsteil verhältnismäßig länger und bei den meisten sogar viel länger als der Schädelteil.

Unter den Tieren, welche bis heute in dieser Hinsicht nicht untersucht worden sind, habe ich zwei Beuteltiere (Känguruh und Beutelratte) gefunden, bei denen das Verhältnis sich gleich dem der mit einem Luftsacke versehenen Tiere zeigte. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Dr. G. A. Jentink, Direktor des »Rijksmuseum van Naturalyke Historie to Leiden« war ich in der Lage, eine Untersuchung an den Köpfen zweier Beuteltiere, *Dorcopsis Mülleri* und *Didelphys carnívora*, über die Anwesenheit eines Luftsackes anzustellen.

Ein Luftsack war bei keinem anwesend. Die Ostea pharyngea tubae befanden sich weit rückwärts im Pharynx, so daß die Länge der Tuben nicht so groß war, wie man auf Grund des Verhältnisses der Basis cranii zum Angesichtsteile des Scheitels vermuten konnte.

Wo es eine lange Basis cranii gibt, kann auch eine lange Tuba vorkommen. Beim Pferde ist der hintere Teil der Tuba in ziemlich großer Entfernung stark verengt. Längs des ganzen Processus muscularis ossis petrosi und sogar noch zum Teil vor diesem Knochenfortsatze, welcher im ganzen eine Entfernung von 2 cm und mehr beträgt, ist das Lumen der Tuba schon beim blutleeren Kadaver sehr eng. Bei lebendigen Tieren wird der Eingang zum Cavum tympani noch mehr eingeschränkt, da Blutgefäße und Lymphräume gefüllt sind. Dieser lange, verengte Teil erschwert der Luft das hinreichend schnelle Eindringen. Dieser Übelstand wird durch den Luftsack aufgehoben; jede Kau- und Schluckbewegung übt einen Druck auf die elastische Blase aus. Bei jeder Schluckbewegung wird das Ostium pharyngeum geöffnet und strömt die Luft hinein. Dieselbe wird den Luftsack füllen und zu einem kleinen Teile auch in das Cavum tympani eindringen. Aus dem erwähnten Grunde

wird dies erschwert; wird nun aber auf die gefüllte Ausbuchtung ein Druck ausgeübt, so wird die Luft durch das Ostium weiter gedrückt. In diesem Sinne würde der Luftsack als Windkessel und Antreiber fungieren.

Ich habe versucht, diese Ansicht durch ein Experiment zu bestätigen. Es wurden von mir Paraffinabgüsse einer linken und rechten Ohrmuschel eines Pferdes hergestellt. In den Abgüssten waren Stücke von Kautschukröhren mit eingeschmolzen worden, welche beträchtlich daraus hervorragten. Der untere Teil der Abgüsse wurde derartig zugeschnitten, daß das eingeschmolzene Ende herausragte. Mit einem solchen Präparate konnte man die Ohrmuschel eines lebenden Pferdes, so gut wie möglich, verschließen. In den Luftsack des Pferdes, welches untersucht werden sollte, wurde ein Güntherscher Katheter eingeführt und in die Ohrmuschel an derselben Seite ein Abguß. Läßt man nun vorsichtig durch den Katheter Luft in den Luftsack blasen, nachdem man den nach außen hervorragenden Teil des Kautschukschlauches mit dem eigenen Gehörorgane verbunden hat, so hört man die Luft in das Cavum tympani hineinströmen. Mit einem Chromoskop ($\frac{1}{5}$ Sek. Rennuhr) wurde nun die Zeit angegeben, in der man mit dem Einblasen der Luft begann und wann man dann das Eindringen in das Cavum tympani konstatierte. Festgestellt wurde bei 4 Pferden, daß 5, 6, 6 und 6 Sekunden verliefen, bevor das Cavum tympani gefüllt war. Wenn man das Experiment an demselben Pferde gleich wiederholte, so genügte schon eine Sekunde, öfters noch weniger, um den Laut hervorzurufen, weil der Luftsack schon ein hinreichendes Quantum Luft enthielt. Wiederholt wurde beobachtet, daß schon bei der ersten Untersuchung das Hineinströmen fast unmittelbar nach dem Einblasen gehört wurde. Ich erkläre dies durch die Annahme, daß das Pferd durch das Instrument, wenn dies nicht sofort seinen Weg fand, gereizt wurde und eine oder mehrere Schluckbewegungen machte, wodurch noch vor der gewöhnlichen Zeitdauer der Luftsack gefüllt wurde, oder daß in diesen Fällen die Luft zu stark hineingeblasen wurde.

Aus dem Tatbestand, daß einige Zeit verstreicht zwischen dem künstlichen Einführen der Luft in die Tuba und ihrem Eindringen in das Cavum tympani, ziehe ich den Schluß, daß die Luft erst in den Luftsack kommen soll, bevor sie in das Cavum tympani gelangen kann.

Zusammenfassung.

Im Verhältnis zu der Umgebung erreicht die Tuba auditiva bei keinem unsrer Haustiere eine derartige Länge wie beim Pferde. Man kann beim Pferde an ihr eine Pars fibrocartilaginea und eine Pars mucosa unterscheiden; die Bezeichnung »fibrocartilaginöser Teil« rechtfertigt sich deshalb, weil der Knorpel in der dorsalen Wand ganz verschwindet, um straffem Bindegewebe Platz zu machen; die Pars mucosa ist die riesige Ausbuchtung der Schleimhaut, unter dem Namen »Luftsack« bekannt. Die Tuba nimmt pharyngeal an Weite und Tiefe zu; die dorsale Wand ist in ihrer ganzen Länge gleichmäßig dick; die ventrale Wand nimmt pharyngealwärts an Dicke ab. Das durchschnittlich 4 cm weite Ostium pharyngeum wird medial von einer gleichlangen Knorpelplatte, welche das Ostium ganz verschließt, begrenzt. Die Knorpelplatten der beiden Seiten bilden die Wände der Bursa pharyngea. Diese Ausbuchtung, eine Fortsetzung der Nasenhöhlenschleimhaut, stößt mit ihrem blinden Ende unmittelbar an die beiden Luftsäcke.

Die Tuba-Mucosa tritt pharyngeal zunächst unter der dorsalen Wand und den sie bedeckenden Muskeln hervor; durchschnittlich 1 cm mehr schädelwärts erscheint sie unter der ventralen Wand, um den Luftsack zu bilden. Sowohl die dorsale als auch die ventrale Fortsetzung der Tuba-Mucosa setzt sich an die Basis cranii fest; die ventrale, nachdem sie sich um diese Wand herumgeschlagen hat, so daß dieselbe an beiden Seiten von der Mucosa überzogen wird. Der rückwärts hervorragende Teil des Divertikels hat keinen festen Ansatz.

Der Luftsack des Pferdes wurde zuerst von BOURGELAT (1764) beschrieben. In kollabiertem Zustande sinkt er in zahlreiche Falten zusammen; aufgeblasen oder mit einer erstarrenden Masse gefüllt, weist er fremdartige, doch beständige Formen auf; ein großer Blind-sack hängt über das Stylohyoid hinaus, während verschiedene andre kleinere Recessus hauptsächlich in dem caudo-dorsalen Teile ange troffen werden. Gefäße und Nerven, welche auf dem Luftsack verlaufen, werden mit ihm durch sehr kurzes Bindegewebe verbunden. Zur Öffnung eines krankhaft ausgefüllten Luftsackes in dem caudo-dorsalen Teile verdient die Methode von CHABERT den Vorzug.

Längs des ventralen Nasenganges kann man durch die Bursa pharyngea den lateralen Teil des Sackes, welcher vom Musculus

pterygoideus bedeckt wird, sehr leicht mit einem langen Troikart erreichen.

Das Inhaltsvermögen des Luftsackes bei einem Pferde von mittlerer Größe ist durchschnittlich 450 ccm; die Dicke der Wand ist verschieden; am dünnsten ist sie im crano-lateralen und dorso-lateralen Teile (45—80 μ), am dicksten caudo-lateral (95—261 μ); die Dicke der medialen Wand hält die Mitte zwischen beiden.

Bei einem Fetus von 2 Monaten ist noch keine Spur einer Ausbuchtung der Tuba-Mucosa zu sehen; bei einem Fetus von reichlich 14 Wochen zeigt sich dieselbe als ein 8 mm langes, birnförmiges Säckchen; im fünften Monate der Entwicklung kann der haselnußgroße Luftsack bereits 5 ccm Wasser aufnehmen.

Die Musculi levator et tensor veli palatini sowie der Musculus pterygo-pharyngeus üben keinen Einfluß auf das Lumen der Tuba aus; der Teil des Musculus palato-pharyngens, welcher an die Knorpelplatte am Ostium pharyngeum sich ansetzt, zieht diese kräftig nach vorn und nach außen; bei jeder Schluckbewegung wird das Ostium pharyngeum durch diesen Teil des Muskels geöffnet.

Das normale Cavum tympani des Pferdes ist steril.

FRANCKS Ansicht, daß der Luftsack als Resonator fungiere, ist unrichtig. 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 5 bis 6 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.

Im Anfange des fünften Monats der Entwicklung zeigen sich Knorpelzellen in der Tuba; der fetale Knorpel ist großenteils elastisch, nur hier und da liegen Inselchen von hyalinem Knorpel inmitten des elastischen. Die elastischen Fasern zwischen den Knorpelzellen verschwinden in dem Maße, wie die Entwicklung fortschreitet. Beim neugeborenen Füllen ist der Knorpel in dem pharyngealen Teile der Tuba rein hyalin; aboral befindet sich hauptsächlich stark fibröses

Gewebe, in dem nur einzelne kleine Knorpelzelleninselchen zerstreut herum liegen.

Beim erwachsenen Tiere enthält die ganze ventrale Wand eine kräftige Knorpelplatte, jedoch von Bindegewebsstreifen, welche die eintretenden Gefäße und Nerven begleiten, durchsetzt.

Überall trifft man in der Tuba mehrschichtiges Flimmerepithel und dann subepithiales, adenoides Gewebe an, darauf folgt Bindegewebe, welches bald in das Perichondrium übergeht. In allen subepithelialen Bindegewebeschichten findet man elastische Fasern, welche nach der Tiefe hin an Dicke zunehmen. Besonders an der Grenze des lockermaschigen und mehr fibrösen Bindegewebes zeigen sich zahlreiche Blutgefäße und Drüsen.

Der Luftsack ist ebenfalls reich an kleinen Blutgefäßen und Drüsen, hat ein mehrschichtiges Flimmerepithel, das viele Becherzellen enthält. Subepithelial sind die elastischen Fäserchen sehr dünn; in den tieferen Schichten werden sie stärker und verbinden sich zu untereinander zusammenhängenden Bündeln.

Glatte Muskelfasern konnte ich nur selten nachweisen. An zahlreichen Stellen ist die Wand des Luftsackes mehr oder weniger gefältelt; besonders ist dies an jener Stelle der Fall, wo der Sack sich am bequemsten ausdehnen kann, also in dem am meisten caudal hervorragenden Teile. Beim jungen Tiere sind die Falten zahlreicher und kräftiger als bei dem älteren. Die von TSCHETWERIKOFF als »Krypten« beschriebenen tiefen Einbuchtungen des Epithels beobachtete ich an vielen Stellen der Wand.

Literaturverzeichnis.

- 1) *Le véritable et parfait maréchal etc. par le Sieur DE SOLLEYSEL.* 1672.
- 2) *Le nouveau parfait maréchal etc. par M. DE GARSAUT.* 1746.
- 3) *L'école de Cavalerie etc. par M. DE LA GUÉRINIÈRE.* 1751.
- 4) *Élémens d'Hippiatrique ou nouveaux principes sur la connoissance et sur la médecine des Chevaux, par M. BOURGELAT.* 1753.
- 5) *Élémens de l'art vétérinaire. Précis anatomique du corps du cheval, à l'usage des élèves des écoles royales vétérinaires, par M. BOURGELAT.* 1764.
- 6) *Cours d'Hippiatrique ou Traité complet de la médecine des chevaux, par M. LAFOSSE.* 1772.

- 7) J. GIRARD, professeur d'Anatomie à l'école vétérinaire d'Alfort, Anatomie des animaux domestiques. 1807.
- 8) Dr. K. L. SCHWAB, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1821.
- 9) Œuvres complètes de BUFFON et de ses continuateurs. 1828.
- 10) C. F. GURLT, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haus-Säugetiere. 1843.
- 11) RIGOT et l'AVOCAT, Traité complet de l'anatomie des animaux domestiques. 1847.
- 12) K. GÜNTHER, Die topographische Myologie des Pferdes. 1866.
- 13) Dr. RÜDINGER, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrumpe. 1870.
- 14) A. CHAUVEAU et S. ARLOING, Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques. 2^e édition. 1871.
- 15) HELMHOLTZ, Tonempfindungen. IV. Auflage. 1877.
- 16) STRANGEWAY, Veterinary anatomy, revised and edited by J. VAUGHAN. 1879.
- 17) Tydschrift voor Veeartsenijkunde en Veeteelt. II. deel. 1880.
- 18) L. FRANCK, Handbuch der Anatomie der Haustiere. 1883.
- 19) PETER, Die Ohrtrumpe der Säugetiere und ihre Anhänge. Archiv f. mikroskopische Anatomie. Bd. 43. Heft 2. 1894.
- 20) W. ELLENBERGER und H. BAUM, Topographische Anatomie des Pferdes. 1897.
- 21) C. GEGENBAUR, Die vergleichende Anatomie der Haussäugetiere. 1898.
- 22) PETER, Die Tuba eustachiana des Pferdes. Deutsche tierärztliche Wochenschrift. 1901. S. 447.
- 23) R. WIEDERSHEIM, Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1902.
- 24) M. WEBER, Die Säugetiere. 1904.
- 25) P. MARTIN, Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1904.
- 26) CHAUVEAU, ARLOING, LESBRE, Anatomie comparée des animaux domestiques. 5^e édition. 1905.
- 27) W. ELLENBERGER und H. BAUM, Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 12. Auflage. 1908.
- 28) W. ELLENBERGER und G. GÜNTHER, Histologie der Haussäugetiere. 3. Auflage. 1908.
- 29) S. TSCHETWERIKOFF, Der histologische Bau der Luftsäcke des Pferdes. Zeitschrift f. wissenschaftliche u. praktische Veterinärmedizin. 1. Lieferung. 11. Band. Jurjew 1908.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII u. XIII.

Fig. 1. Halbschematische Darstellung des Verlaufes der Luftsackwände in bezug auf die Tuba, die bedeckenden Muskeln und die Basis cranii. Der Durchschnitt ist getroffen im cranialen Teil, wo beide medialen Wände zusammenstoßen.

Fig. 2 r, l. Paraffinabgüsse von Luftsäcken desselben Pferdes, hergestellt während die umgebenden Teile intakt blieben; der rechte von der medialen, der linke von der lateralen Seite gesehen. Vergrößerung: $1/3$.

a Stylohyoid.

b Tympanohyoid.

(Der obere Rand des vorderen Teiles des Stylohyoid in der linken Figur ist von mir ergänzt worden.)

Die senkrecht verlaufenden Fäden in der linken Figur sah ich schwinden.

Fig. 3. Linker Luftsack, von der Seite gesehen, mit Gips gefüllt; allergrößte künstliche Ausdehnung. Der hintere Abschnitt der Orbita ist weggesägt. Vergrößerung: $1/6$.

a Stylohyoid.

b Meatus auditorius externus.

c Vorderrand der Ala atlantis.

d Musculus pterygoideus der andern Seite.

Fig. 4. Dasselbe Präparat von der Hinterfläche gesehen nach Entfernung der Mandibula. Die Ausbuchtung überragt die Medianlinie um 6 cm. Vergrößerung: $1/6$.

Fig. 5. Längsschnitt eines Teiles der Tuba eines Pferdefetus von 5 Monaten. Vergrößerung: 54 mal.

a stark gefaltete Mucosa (Flimmerepithel).

b Bindegewebsschicht, worin Gefäße und Drüsen.

c gefäßreiches Perichondrium.

d Knorpelplatte.

Fig. 6. Querschnitt der dorsalen Tubawand des Pferdes Vergrößerung: 54 mal.

a Flimmerepithel der schwachgewellten Schleimhaut.

b subepithiales, feinmaschiges Bindegewebe mit kleineren Gefäßen.

c Ende der Knorpelplatte.

d straffes Bindegewebe.

Fig. 7. Querschnitt der ventralen Tubawand des Pferdes. Vergrößerung: 54 mal.

a Mucosa der medialen, *a'* der lateralen Seite (Flimmerepithel).

b subepithiales, lockeres Bindegewebe, *c* fibrilläres Bindegewebe in beiden Schichten Gefäße und Drüsen.

d Knorpelplatte mit lateralwärts gerichteter winkeliger Umbiegung.

e Bindegewebsstreifen, den Knorpel durchziehend.

f Nerv.

Fig. 8. Querschnitt der Luftsackwand des Pferdes. Vergrößerung: 54 mal.

a Flimmerepithel und Becherzellen.

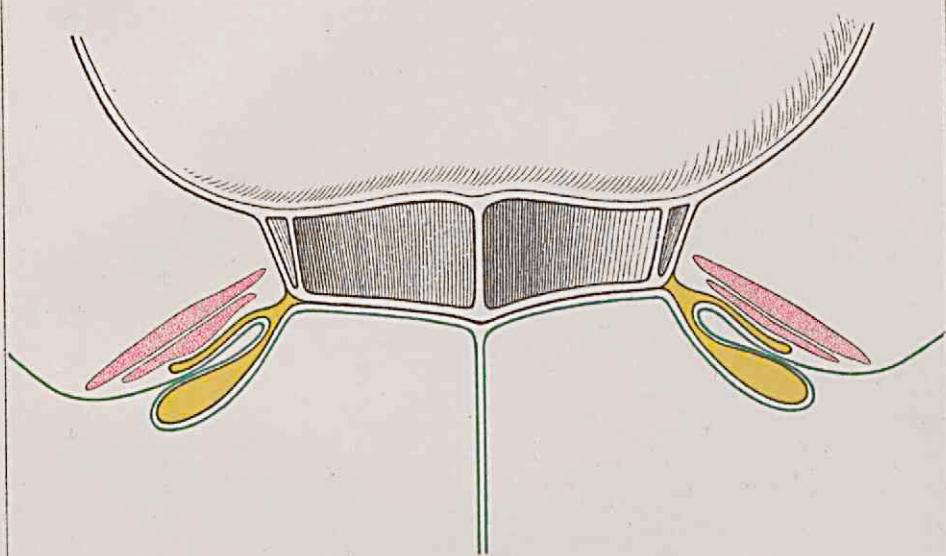
b subepithiales adenoides Gewebe.

c Fibrilläres Bindegewebe mit feinen elastischen Fasern, Drüsen und Gefäßen.

d äußere Bindegewebsschicht mit dickeren, elastischen Fasern.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Figur 1.



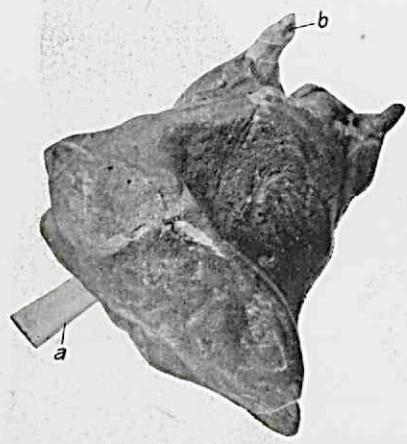


Fig. 2 r.

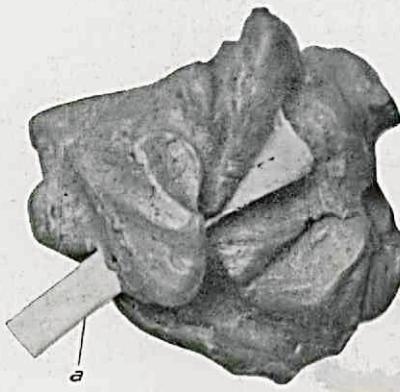


Fig. 2 l.



Fig. 3.



Fig. 4.

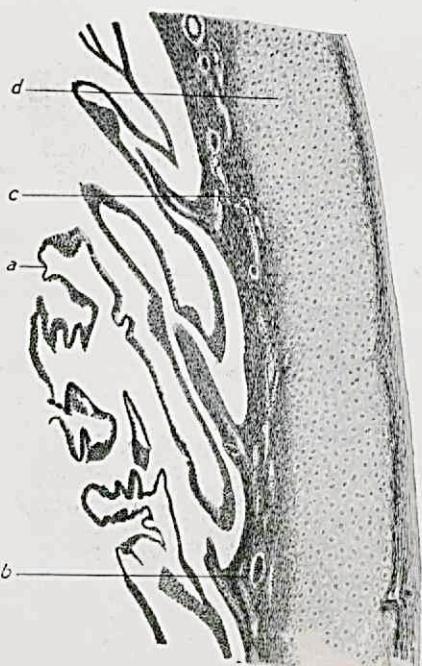


Fig. 5.



Fig. 7.

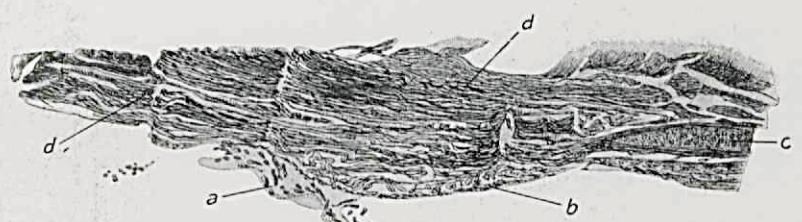


Fig. 6.

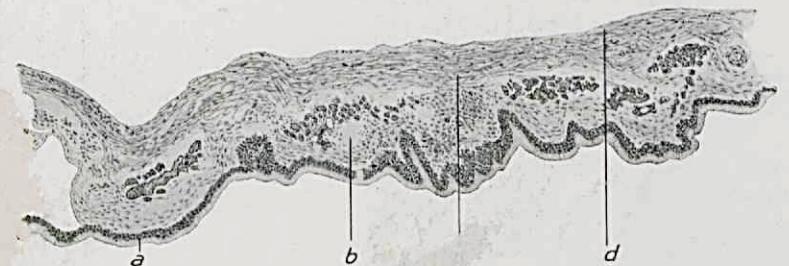


Fig. 8.