

# Anatomische Grundlagen und endoskopische Befunde zum Öffnungsvorgang der Tuba auditiva des Pferdes

Elisabeth Engelke, M. Wenthe, H. Wißdorf und H. Waibl

Anatomisches Institut, Tierärztliche Hochschule Hannover

## Zusammenfassung

Der anatomische Bau der Tuba auditiva beim Pferd wurde in bezug auf ihren Öffnungsmechanismus untersucht. Dazu wurden Präparationen durchgeführt, deren Befunde anschließend mit endoskopischen Beobachtungen vom Nasenrachen verglichen wurden.

Als Ergebnisse werden Bau und Lage des Tubenknorpels dargestellt, ebenso die Besonderheiten der umgebenden Schleimhaut, insbesondere eine Schleimhautfalte ventral im Eingangsbereich der Tuba auditiva. Die Muskeln in der Nachbarschaft der Tuba auditiva, die Mm. levator und tensor veli palatini sowie der M. pterygopharyngeus, werden in ihrem Verlauf und ihrer Lage zum Tubenknorpel beschrieben.

Zur Beurteilung des Öffnungsvorgangs des Ostium pharyngeum tubae auditivae werden die Befunde der Endoskopie herangezogen. Die am Öffnungsvorgang der Tubenklappen beteiligten Muskeln werden bestimmt und ihr jeweiliger Wirkungsmechanismus erklärt. Der M. pterygopharyngeus besitzt beim Öffnen der großen Tubenklappen beim Pferd die Hauptfunktion; er wird besonders im Anfangsstadium von den Mm. tensor und levator veli palatini unterstützt.

**Schlüsselwörter:** Tuba auditiva, Öffnungsvorgang, Anatomie, Endoskopie, Pferd

## Opening of the Auditory Tube in Horses - Anatomical Basics and Endoscopic Findings

The structures of the auditory tube in horses were investigated in respect to the opening mechanism. Macroscopic preparation techniques were used and the results were compared with the findings of endoscopic inspection of the nasopharynx.

As for macroscopic anatomy the shape and the position of the cartilage of the auditory tube as well as its surrounding mucous membrane are presented. Close to the pharyngeal orifice of the auditory tube, the mucous membrane forms a distinct plica, which is functionally important, but until now only sparsely documented. Further the position and the course of the adjoining M. tensor veli palatini, M. levator veli palatini, Mm. pterygo- and palatopharyngeus are demonstrated.

The endoscopic investigation indicates that - with regard to the opening mechanism of the auditory tube - the M. pterygopharyngeus is the main actor: muscle contraction causes the large cartilage flap to bend and thus the pharyngeal orifice is widened. In the initial phase, the M. tensor veli palatini and M. levator veli palatini assist in this process.

**keywords:** auditory tube, opening, anatomy, endoscopy, horse

## Einleitung und Literatur

Durch Endoskopie des Pharynx konnten *Heffron und Baker (1979)* den Öffnungsvorgang der Tuba auditiva im Schlundkopf des Pferdes direkt beobachten. Hierbei erkennen die Autoren eine gemeinsame Aktion der Mm. palatopharyngeus, pterygopharyngeus und tensor veli palatini beim Öffnungsmechanismus des Tubeneingangs.

Zu diesem – für die Ventilation des Luftsacks und die Luftdruckregulation des Mittelohres – wichtigen Öffnungsvorgang beim Schlucken beschreiben bereits *Rüding (1870)*, *Kämpfe (1909)* und *Skoda (1911)* übereinstimmend, daß die Mm. levator und tensor veli palatini die beiden Wände des Tubenknorpels voneinander entfernen und damit den mittleren Abschnitt des Tubenlumens erweitern. *Skoda (1911)* macht allerdings die Einschränkung, daß keiner dieser beiden Muskeln in der Lage ist, die Tubenklappe von der lateralen Pharynxwand abzuziehen. Diese Aufgabe übernehmen seiner Meinung nach die Mm. pterygo- und palatopharyngeus, die bei ihrer Kontraktion während des

Schluckakts gleichzeitig die Knorpelklappe medial verlagern. Schon 1909 versuchte *Vermeulen* durch Muskelreizungen an frisch getöteten Tieren genaue Aussagen über die am Öffnungsvorgang der Tuba auditiva beteiligten Muskeln zu machen. Hierbei kann er lediglich beim M. palatopharyngeus eine öffnende Wirkung auf das Ostium pharyngeum tubae auditivae feststellen.

Somit wird die Funktion der Gaumensegel- und Pharynxmuskulatur beim Öffnungsvorgang der Tuba auditiva zur Rachenhöhle (und zum Luftsack) des Pferdes in der Literatur unterschiedlich diskutiert.

Anatomische Untersuchungen zur Ohrtrumpete und zu den ihr benachbarten Muskeln (*Rüding 1870; Kämpfe 1909; Skoda 1911*) leiten vom Verlauf dieser Muskeln eine mögliche Wirkung auf die Tuba auditiva ab, wobei auch die Kenntnis der Anatomie des Tubenknorpels, Cartilago tubae auditivae, notwendig ist. Mit seiner sog. Tubenklappe beginnend, erstreckt er sich rostral vom Nasenrachen, in

Höhe des Processus sphenoidalis des Os palatinum, bis kaudal zur Pars tympanica des Os temporale. An dieser Stelle geht der elastische Knorpel (Kämpfe 1909; Sucheston und Cannon 1971) in die Pars ossea tubae auditivae über. Der Tubenknorpel liegt der Schädelbasis ventral dicht an und ist an dieser durch straffes Bindegewebe befestigt (Sisson 1953).

Grundsätzlich besteht die Cartilago tubae auditivae aus der Lamina lateralis, der Lamina medialis (NAV 1994), und einem dorsal verbindenden Knorpelbogen. Ventral öffnet sich die Tuba auditiva des Pferdes zum Luftsack. Das in der Seitenwand des Nasenrachens gelegene Ostium pharyngeum tubae auditivae wird medial von der sog. Tubenklappe begrenzt, die vom rostralen Fünftel der Lamina medialis des Tubenknorpels gestützt wird.

Die Tubenschleimhaut ist eine Fortsetzung der Nasenrachenschleimhaut, die sich beim Pferd zusätzlich ventral zum Luftsack ausstülpt (Martin 1904; Kämpfe 1909; Skoda 1911). Lediglich Skoda beobachtete schon 1911 im Eingangsbereich der Tuba auditiva eine besondere Schleimhautfalte, die er „Plica occlusiva“ nennt.

Die bereits im Zusammenhang mit dem Öffnungsvorgang erwähnten Muskeln, die Mm. levator und tensor veli palatini, entspringen vom Processus muscularis ossis temporalis. Beide verlaufen größtenteils parallel zur Tuba auditiva (Rüding 1870) und strahlen in das Gaumensegel ein (Himmelreich 1935; Künzel et al. 1966). Die Mm. pterygo- und palatopharyngeus nehmen rostral der Tuba auditiva ihren Ursprung, der erste am Hamulus des Os pterygoideum, der zweite über die Gaumensegelaponeurose am Os palatinum. Beide Schlundkopfschnüerer ziehen in der lateralen Rachenwand kaudodorsal und inserieren in der Raphe pharyngis (Künzel et al. 1966; Schummer und Habermehl 1987).

In der vorliegenden Arbeit werden die anatomischen Befunde, die bei der Präparation der Tuba auditiva und der umgebenden Strukturen erhoben werden konnten, den Beobachtungen bei der Endoskopie des Rachens gegenübergestellt.

## Material und Methode

### Anatomische Präparate

Die makroskopisch-anatomischen Untersuchungen wurden an zehn Pferdeköpfen von Tieren im Alter von 3 bis 12 Jahren durchgeführt. Die Köpfe wurden in tiefgefrorenem Zustand median oder 10 bis 20 mm paramedian gesägt, um lateral und medial an die Tuba auditiva und die angrenzenden Strukturen zu gelangen.

Nach dem Entfernen von Tuben- sowie Rachenschleimhaut und Muskulatur konnten die Form des Tubenknorpels und seine Lage zum Kopfskelett dargestellt werden. Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Relief der Schleimhaut im Eingangsbereich der Tuba auditiva gewidmet. Der Verlauf des M. tensor veli palatini, M. levator veli palatini und M. pterygopharyngeus sowie ihre Lagebeziehung zueinander und zu den verschiedenen Abschnitten der Tuba auditiva

wurden bestimmt. Der M. palatopharyngeus schließt sich dem M. pterygopharyngeus ventral an. Er liegt nicht in unmittelbarer Nähe der Tuba auditiva, wurde aber bei der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt, da er in der Literatur Erwähnung findet.

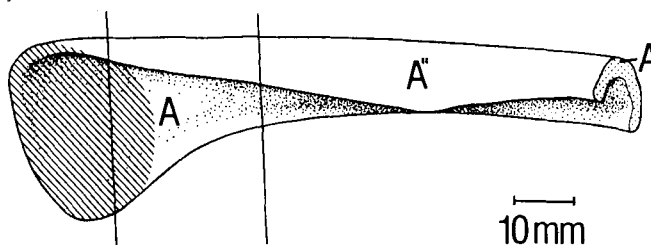
### Endoskopie des Pharynx (Videoaufnahmen)

Für das Studium des Öffnungsvorgangs der Tubenklappen an lebenden Pferden wurden von der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover dankenswerterweise Videoaufnahmen von Endoskopien des Nasenrachens zur Verfügung gestellt. Vom Videorecorder konnten Standbilder von einzelnen Phasen der Tubenöffnung erstellt und vom Bildschirm abfotografiert werden.

## Ergebnisse

### Anatomische Befunde

Der Tubenknorpel besitzt beim Pferd (Abb. 1a) eine Länge von 70 bis 100 mm. Seine größere Lamina medialis (Abb. 1a/A) verbindet sich erst 4–5 mm kaudal des Ostium pharyngeum tubae auditivae über einen dorsalen Bogen (Abb. 1a/A') mit der wesentlich kleineren Lamina lateralis (Abb. 1a/A''). Diese erstreckt sich bis zur Pars ossea tubae auditivae, wobei ihre Höhe lediglich etwas kaudal der Mitte jene Höhe der Lamina medialis erreicht.



**Abb. 1a:** Linker Tubenknorpel des Pferdes, laterale Ansicht.

Die Ebenen I und II entsprechen den Querschnitten für die Abb. 1b bzw. 1c.

Left cartilage of the auditory tube in the horse, lateral aspect.

The planes I and II correspond to the cross sections for Fig. 1b and 1c.

Die Tubenklappe, d. h. die knorpelige Abdeckung des Tubeneingangs in der Rachenhöhle, wird somit vom Rostralbereich der Lamina medialis des Tubenknorpels (Abb. 1a/schraffiert) gebildet. Sie ist zwischen 30 und 40 mm hoch und wölbt sich muschelartig in den Pharynx vor. Im Ruhestadium bei geschlossener Tubenöffnung liegt ihr Rostralrand mit einem Kontaktstreifen von ca. 2 mm Breite der Rachenschleimhaut an.

Am Ostium pharyngeum tubae auditivae geht die Rachenschleimhaut kaudal in die Schleimhaut der Tuba auditiva über, deren Innenraum sie auskleidet. Im ventralen Drittel der Tubenöffnung wird die medial gelegene Rachenschleimhaut nur durch eine dünne Bindegewebsschicht von der lateral befindlichen Tubenschleimhaut getrennt (Abb. 1b / ventral von A).

Im Eingangsbereich der Tuba auditiva befindet sich ventral eine Schleimhautfalte (Abb. 1b/a; 2/a), die ca. 5 bis 10 mm kaudal des schlitzförmigen Ostium pharyngeum tubae auditivae von der halben Höhe der lateralen Tubenschleimhautwand ausgehend sich in kaudaler Richtung zur medialen Tubenwand schwingt. Lateral dieser etwa 5 mm hohen Schleimhautfalte entsteht im Eingangsbereich der Tuba auditiva eine ventrale Verbindung mit dem Luftsack. Sie bildet im Ruhezustand nur einen kapillaren Spalt, da sich die Schleimhautfalte der lateralen Luftsackschleimhaut anlegt. Damit besitzt der sich kaudal anschließende Luftsack eine kleine rostroventrale Bucht (Abb. 1b/c; 2/ Raster).

na medialis und der dort befindlichen Schleimhaut ist vermehrt lockeres Bindegewebe eingelagert (Abb. 1c/h), das der medialen Tubenschleimhaut ermöglicht, sich im Stadium der Ruhe der lateralen Tubenschleimhaut ventral anzuschmiegen und so die Tuba auditiva ventral zum Luftsack abzuschließen.

Die funktionell bedeutsamen Muskeln sind der Tuba auditiva vorwiegend eng benachbart. Unmittelbar lateral der Tuba auditiva sind zwei Gaumensegelmuskeln, der M. levator veli palatini (Abb. 2/1; 3/1) und der M. tensor veli palatini (Abb. 2/2; 3/2) gelegen.

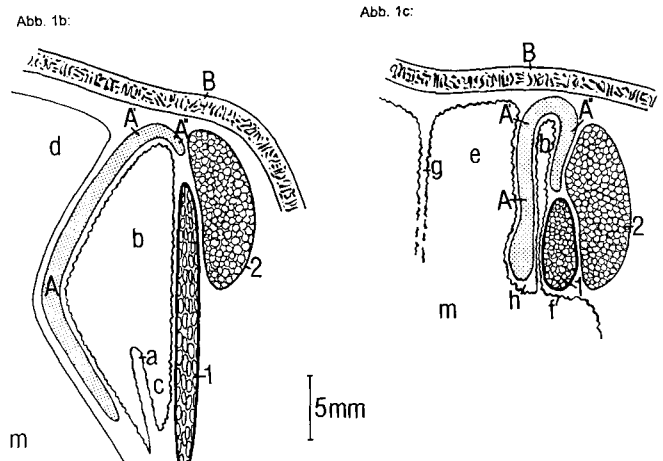


Abb. 1b und 1c: Querschnitte I und II (gemäß Abb. 1a), rostrale Ansicht.

Cross sections I and II (compare with Fig. 1a), rostral aspect.

- m medial
- A Cartilago tubae auditivae, Lamina medialis
- A' dorsaler Bogen / dorsal bend
- A'' Lamina lateralis
- B Schädelbasis / base of the skull
- a ventral gelegene Schleimhautfalte / ventral mucosal fold
- b Tubenlumen / lumen of the auditory tube
- c Spaltraum zwischen der Schleimhautfalte und der lateralen Luftsackwand / narrow space between mucosal fold and lateral wall of the guttural pouch
- d Pars nasalis pharyngis, Recessus pharyngeus
- e Luftsacklumen / cavity of the guttural pouch
- f Luftsackwand auf den Mm. levator und tensor veli palatini / wall of the guttural pouch covering Mm. levator and tensor veli palatini
- g Scheidewand zwischen den beiden Luftsäcken / septum of guttural pouch
- h starke Submucosa ventrolateral der Lamina medialis des Tubenknorpels / thick submucosa ventrolateral of Lamina lateralis of Cartilago tubae auditivae
- 1 M. levator veli palatini
- 2 M. tensor veli palatini



Abb. 2: Pharynx- und Luftsackbereich der linken Kopfhälfte eines Pferdes, mediale Ansicht. (gestrichelte Linie: Umriss der Tubenklappe; Raster: Spaltraum des Luftsacks (vergl. Abb. 1b/c) im Eingangsbereich der Tuba auditiva; S = Sonde).

Left half of the pharynx and the left guttural pouch of a horse, medial aspect.

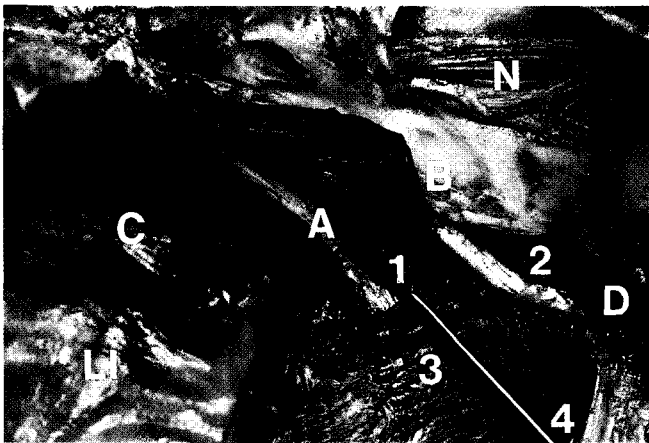
(dotted line indicates the contour of the flap of the auditory tube; black pixels mark location of the narrow space (ref. fig. 1b/c) of the guttural pouch in the entrance area of the auditory tube; S=probe)

- A Tuba auditiva, rostrale Abschnitte hochgeklappt (↑) / Tuba auditiva, rostral parts displaced dorsally (↑)
- B Corpus ossis basisphenoidalis
- C Stylohyoideum
- D Hamulus pterygoideus
- a ventral gelegene Schleimhautfalte / ventral mucosal fold
- b Schleimhaut der lateralen Tubenwand / mucosal membrane of the auditory tube's lateral wall
- 1 M. levator veli palatini
- 2 M. tensor veli palatini (im Pharynx freipräpariert / pharyngeal mucosa removed)
- 2' M. tensor veli palatini (im Luftsack unter dessen Schleimhaut / covered with mucosa of guttural pouch)
- 3 M. pterygopharyngeus
- 3' Anschnitt des M. pterygopharyngeus (an seiner medianen Verbindung mit dem der anderen Seite) / M. pterygopharyngeus (median section through contact area between left and right pterygopharyngeal muscle)
- 4 M. palatopharyngeus

Kaudal des Eingangsbereiches setzt sich die medial gelegene Tubenschleimhaut in der Luftsackschleimhaut fort, wobei sie den ventralen freien Rand und die mediale Fläche der Lamina medialis des Tubenknorpels überzieht und dorsal als Schleimhaut des Luftsackdaches zur Schädelbasis ansteigt (Abb. 1c). Zwischen dem ventralen Rand der Lami-

Beide Muskeln entspringen erstens am Processus muscularis der Pars tympanica des Os temporale und zweitens auf einer Länge von 50–70 mm an der Lamina lateralis des Tubenknorpels. Sie verlaufen parallel zur Tuba auditiva

rostral. Der M. levator veli palatini verläßt ungefähr 10 mm kaudal des rostralen Endes der Lamina lateralis die Tuba auditiva, zieht von der lateralen Rachenwand ventromedial in das Gaumensegel. Dort verbindet er sich in der Medianen sehnig mit dem der Gegenseite. Dagegen setzt sich der M. tensor veli palatini in Richtung auf den Hamulus des Os pterygoideum fort. Lateral um diesen Knochenzapfen ziehend, wendet sich seine Endsehne – von einem Schleimbeutel unterlagert – medial in das Gaumensegel und inseriert in der Ursprungsaponeurose des M. palatinus. Ebenfalls in enger nachbarschaftlicher Beziehung zur Tuba auditiva steht der M. pterygopharyngeus (Abb. 2/3; 3/3; 4/3). Er entspringt am kaudalen Rand des Hamulus pterygoideus, verläuft – ca. 25 mm breit – kaudodorsal, zuerst medial der Endsehne des M. tensor veli palatini, dann lateral des M. levator veli palatini, auf das Rachendach zu (Abb. 2/3). Dabei zieht das dorsal gelegene Muskeldrittel des M. pterygopharyngeus lateral um den Ventralrand der Tubenklappe (Abb. 3/3). Kaudal davon biegt er zur Medianen um und vereinigt sich in der Raphe pharyngis mit dem der Gegenseite (Abb. 4/3) zu einer Muskelschlinge.



**Abb. 3:** Rechte Seitenansicht des Pharynx eines Pferdes. Beachte: Rechter Luftsack und Septum entfernt, so daß Einblick in den linken (!) Luftsack möglich.

Right aspect of the pharynx of a horse. (Note: right guttural pouch and septum removed, to allow insight into left (!) guttural pouch.

- A Rechte Tuba auditiva, Ventralrand der Lamina medialis / Right auditory tube, ventral border of its Lamina medialis
- B Processus pterygoideus ossis basisphenoidalis dextri
- C linkes (!) Stylohyoid / left (!) Stylohyoid
- D Hamulus pterygoideus dexter
- LI Schleimhaut der lateralen Wand des linken Luftsacks (mediale Bucht) / mucosa of the lateral wall of the left guttural pouch (medial recess)
- N N. maxillaris dexter
- 1 M. levator veli palatini dexter
- 2 M. tensor veli palatini dexter
- 3 M. pterygopharyngeus dexter
- 4 M. palatopharyngeus dexter

Der M. palatopharyngeus (Abb. 2/4; 3/4) schließt sich als Schlundkopfschnürer kaudodorsal dem M. pterygopharyngeus an und verläuft vom Os palatinum zur Raphe pharyngis.

Er steht nicht in räumlichem Zusammenhang mit der Tuba auditiva.



**Abb. 4:** Kaudale Ansicht eines Pferdekopfes. Beide Luftsäcke voneinander getrennt und seitlich verlagert, rechter Luftsack eröffnet.

Caudal aspect of the head of a horse. Guttural pouches displaced to either side in order to expose caudodorsal aspect of the pharynx; right guttural pouch opened.

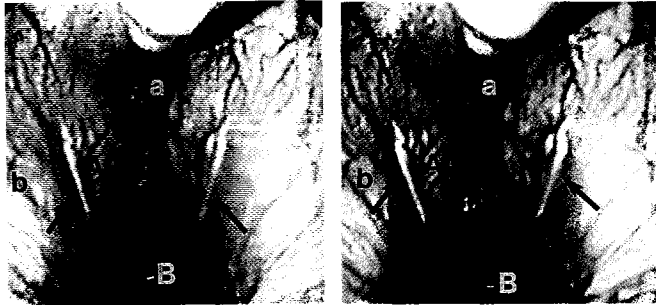
- A Tuba auditiva, Lamina medialis
- B Foramen magnum
- a kaudale Wand des Recessus pharyngeus / caudal wall of Recessus pharyngeus
- b Kaudalwand des Pharynx / caudal wall of pharynx
- c, c' Wand des linken bzw. rechten Luftsacks / external aspect of left and right guttural pouch, respectively
- 2 M. tensor veli palatini unter der lateralen Luftsackwand / M. tensor veli palatini covered by lateral wall of right guttural pouch
- 3 M. pterygopharyngeus dexter
- 4 Mm. constrictores pharyngg. medd. et caudd. dextri
- 5 Kehlkopfmuskulatur / muscles of larynx
- 6 Oesophagus

*Endoskopische Beobachtung des Öffnungsvorgangs der Tuba auditiva (unter Berücksichtigung der anatomischen Befunde)*

In endoskopischen Bildern des Nasenrachens eines Pferdes läßt sich die Öffnung des Ostium pharyngeum tubae auditivae während des Schluckens für wenige Sekunden erkennen. Dieser Vorgang ist in den Abbildungen 5a–d in vier Stadien dargestellt.

a) Im geschlossenen Stadium (Abb. 5a) liegt die Tubenklappe der lateralen Rachenwand direkt an, so daß das Ostium pharyngeum tubae auditivae lateral des hellen freien Randes der Tubenklappe lediglich als schräger dunkler Strich (Abb. 5a/→) deutlich wird. Die Feuchtigkeit der Schleimhaut bewirkt durch Adhäsion den vollständigen Verschuß der Ohrtrumpete.

b) Im Stadium des beginnenden Schluckaktes (Abb. 5b) ist das Ostium pharyngeum tubae auditivae noch geschlossen, allerdings ist sein ventraler Bereich bereits durch die Kontraktion des M. levator veli palatini (Abb. 5b/1) mediodorsal verlagert. Der kontrahierte abgerundete Muskel zeichnet sich deutlich unter der Schleimhaut der lateralen Rachenwand ab. Gleichzeitig wird die muskulöse Kaudalwand des Rachens rostroventral verlagert, wobei sich der M. pterygopharyngeus (Abb. 5b/3) unter der Schleimhaut vorwölbt. Sein Druck auf den Ventralteil der Tubenklappe setzt den elastischen Knorpel unter Spannung: Das Aufklappen des Ostium pharyngeum tubae auditivae steht unmittelbar bevor.



**Abb. 5a:** Endoskopische Aufnahme des Ostium pharyngeum tubae auditivae des Pferdes in Ruhe.

Endoscopic view of the equine Ostium pharyngeum tubae auditivae; flap of the auditory tube in resting position.

**Abb. 5b:** Endoskopische Aufnahme des Ostium pharyngeum tubae auditivae beim beginnenden Schluckakt mit deutlicher Kontur des kontrahierten M. levator veli palatini (1) und mit ventral verlagelter Kaudalwand des Rachens (3); Verlagerung bewirkt durch die Kontraktion des M. pterygopharyngeus.

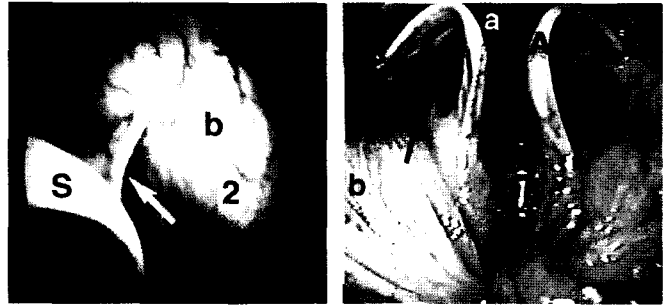
Endoscopic view of the equine Ostium pharyngeum tubae auditivae; as swallowing begins, a clear contour of the contracted M. levator veli palatini (1) is visible; there is also a ventral movement of the caudal wall of the pharynx (3) caused by the contraction of M. pterygopharyngeus.

- Ostium pharyngeum tubae auditivae
- A Wölbung der Tubenklappe / curvature of the flap of the auditory tube
- B Kehlkopfeingang / inlet of larynx
- a Recessus pharyngeus
- b Schleimhaut der lateralen Rachenwand / mucosal membrane of the lateral wall of pharynx
- 1 Konturen des M. levator veli palatini, sich unter der Rachenschleimhaut abzeichnend / contour of M. levator veli palatini, covered by mucosal membrane of the pharynx
- 3 Kaudalwand des Rachens / caudal wall of the pharynx

c) Im Stadium der Öffnung der Tubenklappe (Abb. 5c) tritt der kontrahierte Muskelbauch des M. tensor veli palatini (Abb. 5c/2) abgerundet im dorsalen Drittel des Tubeneingangs in Erscheinung. So entsteht ventral davon eine deutliche Rinne als Zugang zur Ohrtrumpete. Der elastische, dorsal an der Schädelbasis befestigte, Knorpel weicht dem zunehmenden Druck des M. pterygopharyngeus aus, indem er sich medial in den Nasenrachen hinein vorwölbt.

Die links im Bild sichtbare Sonde berührt die dorsale Schleimhaut des Gaumensegels, um den Schluckakt auszulösen.

d) Im Stadium der maximalen Öffnung der Tubenklappen (Abb. 5d) ist unter der Schleimhaut die starke Kontraktion der Mm. pterygopharyngei (Abb. 5d/3) beider Seiten zu erkennen. Dem Druck dieser Muskelschlinge weichen die elastischen Tubenklappen durch extreme mediodorsale Vorwölbung passiv aus: Der Eingang in die Ohrtrumpete ist weit geöffnet. Dabei sind die Tubenklappen nur 5–10 mm von der Medianen entfernt und somit ca. 15 mm weit mediodorsal abgespreizt.



**Abb. 5c:** Endoskopische Aufnahme der aufschnellenden linken Tubenklappe des Pferdes mit deutlicher Vorwölbung des M. tensor veli palatini (2).

Endoscopic view during rapid opening of the left flap of the equine auditory tube; there is a clear bulge of the contracted M. tensor veli palatini.

**Abb. 5d:** Endoskopische Aufnahme der maximalen Öffnung der Tubenklappen.

Endoscopic view of the flap of the auditory tube; maximum opening.

- Ostium pharyngeum tubae auditivae
- A Wölbung der Tubenklappe / curvature of the flap of the auditory tube
- S Endoskopsonde / probe
- a Recessus pharyngeus
- b Schleimhaut der lateralen Rachenwand / mucosa of the lateral wall of the pharynx
- 2 Konturen des M. tensor veli palatini, sich unter der Rachenschleimhaut abzeichnend / contour of M. tensor veli palatini, covered by mucosal membrane of the pharynx
- 3 Kaudalwand des Rachens / caudal wall of the pharynx
- 4 Gaumensegel, jetzt hochgehoben / Velum palatinum, now lifted

Im unteren Bereich des endoskopischen Bildes wird in dieser Phase des Schluckaktes das Gaumensegel sichtbar (Abb. 5d/4), das durch die Mm. tensor und levator veli palatini bis an die Kaudalwand des Pharynx hochgezogen wird.

Beim Erschlaffen der Rachen- und Gaumensegelmuskulatur nimmt der Knorpel durch seine Elastizität die Ausgangsform und -lage wieder ein. Die Tubenklappe schnappt zu, und das Ostium pharyngeum tubae auditivae wird durch die Adhäsion der Schleimhäute wieder verschlossen.

## Diskussion

### Anatomische Befunde

Die Cartilago tubae auditivae mit ihrer großen Lamina medialis und der kleineren Lamina lateralis (NAV, 1994) entspricht im allgemeinen den Beschreibungen des Schrifttums, insbesondere der älteren Literatur von *Rüding* (1870), *Kämpfe* (1909), *Skoda* (1911) und *Ellenberger und Baum* (1926).

Dagegen findet bei der Darstellung der Tubenschleimhaut die von *Skoda* (1911) als „Plica occlusiva“ beschriebene Schleimhautfalte kaum Beachtung. Diese ventral im Eingangsbereich der Tuba auditiva gelegene Schleimhautfalte schließt den Luftsack rostral zum Tubeneingang hin ab. Die Falte war bei den vorliegenden Untersuchungen an allen Präparaten auffindbar (Abb. 2/a). Sie steuert beim Schluckakt den Luftstrom für Ohrtrumpete und Luftsack im weit klaffenden Tubeneingangsbereich.

Die klinische Relevanz dieser Schleimhautfalte wird durch *Holmes* (1962), *Mason* (1972), *McCue et al.* (1989) und *Ohnesorge und Deegen* (1995) belegt. Sie beschreiben die erfolgreiche Behandlung von Luftsacktympenien beim Fohlen durch die Resektion dieser Schleimhautfalte bzw. eines Teils der Lamina medialis des Tubenknorpels.

Die am Öffnungsvorgang der Tubenklappe beteiligten Muskeln müssen gemäß *Ellenberger und Baum* (1926) sowohl in ihrer Einzelwirkung als auch in ihrer Gruppenwirkung betrachtet werden. Der *M. levator veli palatini* zieht

beim Heben des Gaumensegels die laterale Rachenwand rostromedial und übt dabei einen Druck auf den Tubenknorpel aus. Ähnlich wirkt der *M. tensor veli palatini*, der bei seiner Kontraktion die Rachenwand medial vorwölbt und ventral davon durch die Rinnenbildung der Schleimhaut mithilft, die Adhäsion der Tubenklappe zu überwinden. Die gemeinsame Wirkung der beiden Gaumensegelmuskeln auf die Rachenhöhle liegt nach *Ellenberger und Baum* (1926) in einer Verengung des Nasenrachens. Dadurch wird lateraler Druck auf den elastischen Tubenknorpel ausgeübt. Dagegen hält *Günther* (1866) den *M. levator veli palatini* für den Schließer des Tubeneingangs. Diese Funktion kann aus den eigenen Untersuchungen nicht abgeleitet werden.

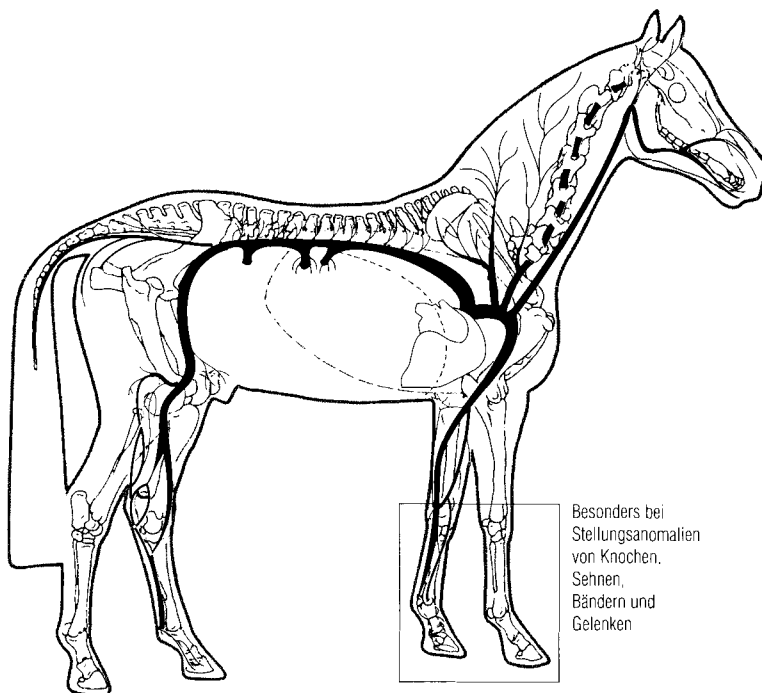
Der *M. pterygopharyngeus*, als breitflächige Muskelschlinge kaudal um den Nasenrachen verlaufend, nähert bei seiner Kontraktion dessen Kaudalwand dem Gaumen. *Ellenberger und Baum* (1926) bezeichnen den *M. pterygopharyngeus* sogar als „*M. constrictor pharyngis cranialis*“, erwähnen jedoch keine Wirkung auf die Tubenklappe. Da nur das dorsale Drittel des Muskels gegen den Ventralrand der Tubenklappe drückt, wird diese elastische und muschelartig gebogene Knorpelwand komprimiert und, nachdem ihr elastischer Gegendruck überwunden ist, schlagartig passiv in den Pharynx vorgewölbt.

Die Unterstützung des benachbarten *M. palatopharyngeus* kann sich nur auf die Rostralverschiebung der kaudalen Rachenwand beziehen, da dieser Muskel ventral der Tubenklappe an der Pharynxwand entlangzieht.

KEINE HALBEN SACHEN!

# EQUISTRO HAEMOLYTAN 400

Für Wachstum, Blutbildung und Leistung



Besonders bei  
Stellungsanomalien  
von Knochen,  
Sehnen,  
Bändern und  
Gelenken

In bestimmten Phasen besteht ein besonderer Bedarf an Spurenelementen wie Eisen, an B-Vitaminen und Vitamin K3. Bei Fohlen, Problemgeburten, Lebensschwäche, Unterentwicklung, Disharmonien von Knochen und Sehnen. Bei Zuchtstuten im 11. Trächtigkeitsmonat und in der Laktationsphase. Bei Zuchtstuten – zur Optimierung der Deckleistung. Bei Sportpferden – im Falle von Appetitlosigkeit, Haarwechsel sowie erhöhtem parasitären Befall. Die **flüssige Konsistenz** von **HAEMOLYTAN 400** gewährleistet eine schnelle und vollkommene Resorption und damit einen hohen Wirkungsgrad. Das Resultat: Der Stoffwechsel wird schnell reaktiviert und stabilisiert.

#### Zusammensetzung/Kg:

Eisen 4.400 mg, Kupfer 250 mg, Kobalt 15 mg, Zink 5.000 mg, Vitamin B1 1.500 mg, Vitamin B2 1.000 mg, Vitamin B6 1.000 mg, Vitamin B12 15.000 mg, Ca-D-Panthenat 1.000 mg, Nicotinsäure 1.000 mg, Folsäure 1.000 mg, Vitamin K3 250 mg

#### Fütterungsempfehlung:

2-3 mal pro Woche, 3 Wochen lang. Pferde 20 ml; Fohlen, Jährlinge, Ponys 15 ml; Neugeborene Fohlen 15 ml, 1 Stunde nach Abfohlen, sowie am 3., 7. u. 14. Tag

#### Handelsform:

Dosierflasche mit 250 ml

Alleinvertrieb für Deutschland:  
Impfstoffwerk Dessau-Tornau GmbH · Postfach 214 · D-06855 Roßlau · Tel. 034901/885-0 · Fax: 034901/885 323  
The equine care system by ▼ PHARMEDICA GmbH D-48157 Münster

**IDT** IMPFSTOFFWERK  
DESSAU-TORNAU GmbH

*Endoskopische Befunde beim Öffnungsvorgang der Tuba auditiva*

Die Tuba auditiva besitzt beim Pferd einen guten Verschluss (Grabner 1984), der durch den rostralen Rand der Tubenklappenwölbung am Ostium pharyngeum tubae auditivae gewährleistet wird (Kämpfe 1909).

Im endoskopischen Bild fällt insbesondere die unterschiedliche Form des Rostralrandes der Tubenklappe auf. In den vier hier beschriebenen Stadien ändert sich diese Form von einer leicht schräg gestellten Linie über die angedeutete und deutliche Bogenform bis zur hochgezogenen nüsternartigen Rundhakenform, die sich bis auf wenige Millimeter der Medianen nähert. Die Formänderung der Tubenklappe wurde auch von Heffron und Baker (1979) endoskopisch dargestellt.

Offensichtlich sind dabei die Veränderungen der Schleimhaut an Seiten- und Kaudalwand der Rachenhöhle durch die Kontraktion der anliegenden Muskulatur. Schon im Stadium der beginnenden Öffnung der Tubenklappe wölbt sich die Schleimhaut seitlich über dem M. levator veli palatini deutlich vor, während zwischen den Tubenklappen die Kaudalwand des Pharynx mit dem Boden des Recessus pharyngeus rostral verlagert wird. In der mittelweiten Öffnungsphase wird ventral des M. tensor veli palatini eine laterale konvexe Rinne als Zugang zur Ohrtrumpete deutlich. Bei maximaler Öffnung der Tubenspalte wird der Boden des Eingangs durch die Kontraktion des M. pterygopharyngeus angehoben.

Über diesem Muskelwulst verstreicht die oben beschriebene, jetzt nahezu querverlaufende Schleimhautfalte (Plica occlusiva, Skoda 1911) im sich kaudodorsal konisch verjüngenden Eingangstrichter zu Ohrtrumpete und Luftsack. So gelangt die bei verengtem Nasenrachen schwach komprimierte Luft in kaudodorsaler Richtung sowohl in die Tuba auditiva als auch in deren Diverticulum.

Falls diese Schleimhautfalte, wie von Klinikern (Holmes 1962; Mason 1972; McCue et al. 1989; Ohnesorge und Deegen 1995) berichtet, bei Fohlen hypertrophiert auftritt, kann sie zwar beim Luftstrom in den Luftsack noch passierbar sein, jedoch den Luftaustritt aus dem Luftsack behindern und so zur Tympanie führen. Die Resektion der Falte (McCue et al. 1989) wird durch den folgenden Narbenzug nur im Idealfall ohne Behinderung der Aktion des M. pterygopharyngeus Abhilfe schaffen, jedoch kann bei dieser Hypertrophie der Schleimhautfalte auch die Teilresektion der Lamina medialis des Tubenknorpels (Ohnesorge und Deegen 1995) eine weite Öffnung für Zu- und Abstrom der Luft aus dem Luftsack gewährleisten.

**Literatur**

Ellenberger, W. und H. Baum (1926): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 16. Aufl. Verlag August Hirschwald, Berlin, 382  
 Grabner, A. (1984): Diagnostik und Therapie von Luftsackerkrankungen des Pferdes. Tierärztl. Prax. 12, 329 – 341

Günther, K. (1866): Die topographische Myologie des Pferdes. Verlag Rümpler, Hannover, 74 – 76  
 Heffron, C. J., und G. J. Baker (1979): Endoscopic Observations on the Deglutition Reflex in the Horse. Equine vet. J. 11, 137 – 141  
 Himmelreich, H. (1935): Zur vergleichenden Anatomie der Schlundmuskeln der Haussäugetiere. 1. Zur Anatomie der Schlundwandmuskeln des Pferdes. Anat. Anz. 81, 105 – 114  
 Holmes; R. A. (1962): The Guttural Pouches of the Horse. Mod. Vet. Pract. 43 (6), 45 – 49  
 Kämpfe, A. (1909): Vergleichende anatomische und histologische Untersuchung über die Tuba auditiva der Haustiere und den Luftsack des Pferdes. Zürich, Univ., Veterinärmed. Fak., Diss.  
 Künzel, E., G. Luckhaus und P. Scholz (1966): Vergleichend-anatomische Untersuchungen der Gaumensegelmuskulatur. Z. Anat. Entwicklungsgesch. 125, 276 – 293  
 Martin, P. (1904): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1. Aufl., 2. Bd. Verlag Schickhardt & Ebner, Stuttgart, 1114  
 Mason, T. A. (1972): Tympany of the Eustachian Tube Diverticulum (Guttural Pouch) in a Foal. Equine Vet. J. 4, 153 – 154  
 McCue, P. M., D. E. Freeman und W. J. Donawick (1989): Guttural pouch tympany: 15 cases (1977 – 1986). J. Am. Vet. Med. Assoc. 194, 1761 – 1763  
 NAV - Nomina Anatomica Veterinaria (1994): 4. Aufl., zusammen mit Nomina Histologica. 2. Aufl. und Nomina Embryologica Veterinaria. Publ. Int. Comm. Vet. Anat. Nomenclature, Vet. Histol. Nomenclature and Vet. Embryol. Nomenclature of the World Assoc. Vet. Anat. Zürich, Ithaca (New York)  
 Ohnesorge, B., und E. Deegen (1995): Die transendoskopische Behandlung der Luftsacktympanie bei Fohlen. Pferdeheilk. 11, 233 – 237  
 Rüdinger, N. (1870): Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrumpete. Verlag Lentnersche Buchhandlung (E. Stahl), München, 28 – 33  
 Schummer, A. und K.-H. Habermehl (1987): Verdauungsapparat. in: Nickel, R., A. Schummer und E. Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. 2., 6. Aufl. Verlag Parey, Berlin, Hamburg, 51  
 Sisson, S. (1953): in: Sisson, S., und J. D. Grossman: The Anatomy of the Domestic Animals, 4th Ed. Verlag Saunders, Philadelphia, London, 900 – 901  
 Skoda, K. (1911): Über die Bedeutung der Tubendivertikel (Luftsäcke) bei den Equiden. Anat. Hefte, I. Abteilung. 42, 503 – 607  
 Sucheston, M. E., und M. S. Cannon (1971): Eustachian Tube of Several Mammalian Species. Arch. Otolaryngol. 93, 58 – 64  
 Vermeulen, H. A. (1909): Die Tuba auditiva beim Pferd und ihre physiologische Bedeutung. Morph. Jb. Leipzig. 40, 411 – 479

Dr. E. Engelke  
 Dr. M. Wenthe  
 Prof. Dr. H. Wißdorf  
 Prof. Dr. H. Waibl

Anatomisches Institut der Tierärztlichen Hochschule Hannover  
 Bischofsholer Damm 15, Nr. 122  
 30173 Hannover

Tel. (0511) 856-7214  
 Fax. (0511) 856-7683