

**Aus dem Department für Pathobiologie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
Institut für Anatomie, Histologie und Embryologie
(Vorstand: Univ.-Prof.Dr.rer.nat. Armin Saalmüller)**

**Das Diverticulum pharyngeum beim
männlichen, adulten Hirscheber
(Babryrousa sp., Perry 1811).**

Eine morphologische Fallstudie

Diplomarbeit

zur Erlangung der Würde einer

Magistra Medicinae Veterinariae

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

vorgelegt von

Romina Nagel

Wien, im Februar 2011

BETREUER:

**Univ.-Prof.Dr.med.vet. Gerald Weissengruber
Department für Pathobiologie der Veterinärmedizinischen
Universität Wien**

GUTACHTER:

**Univ.-Prof.Dr.med.vet. Gerhard Forstenpointner
Department für Pathobiologie der Veterinärmedizinischen
Universität Wien**

Meinen Eltern

&

Meinem Neffen Jonathan zum 1.Geburtstag

INHALTSVERZEICHNIS:

1. Einleitung und Fragestellung	5
1.1 Allgemeines über den Hirscheber	5
1.2 Allgemeines zum Vorkommen von Luftsäcken	6
1.3 Diverticulum pharyngeum der Suidae	8
1.4 Diverticulum pharyngeum des Babyrousa babyrussa	10
1.5 Fragestellung	12
2. Tiere, Materialien und Methodik	13
2.1 Tiere und Materialien	13
2.2 Methodik	13
3. Ergebnisse	17
3.1 Makroskopisch-anatomische Ergebnisse.....	19
3.2 Histologische Ergebnisse.....	24
3.3 Computertomographisches Ergebnis.....	28
4. Diskussion	31
5. Zusammenfassung	35
6. Extended Summary	36
7. Literaturverzeichnis	37
8. Danksagung	41
Abbildungsverzeichnis	43
Abkürzungsverzeichnis	44

1. Einleitung und Fragestellung

1.1 Allgemeines über den Hirscheber

Der tagaktive Hirscheber bildet die Gattung *Babyrousa* (Perry, 1811), die taxonomisch zur Klasse der Mammalia (Säugetiere), zur Ordnung der Artiodactyla (Paarhufer) und zur Familie der Suidae (Schweine) gehört (WILSON u. REEDER, 2005).

Sein Lebensraum befindet sich in Indonesien, genauer genommen auf Sulawesi und dessen vorgelagerten Inseln im tropischen Regenwald (SCHMIDT, 1990).

Laut NOWAK (1991) wird die Gattung in 4 Arten unterteilt:

Babyrousa togeanensis ist nur auf den Togian-Inseln beheimatet.

Babyrousa bolabatuensis lebte einmal südlich Sulawesi, es wird aber vermutet, dass diese Art schon ausgestorben ist.

Babyrousa babyrussa bewohnt die Insel Buru und deren nahe liegenden Sula-Inseln. Vermutungen zufolge handelt es sich um Nachkommen einer ausgestorbenen und unbekanntes sulawesischen Art, da diese Inseln nicht zum eigentlichen Aufenthaltsgebiet jener Tiere zählen.

Babyrousa celebensis ist die heutzutage einzige existierende Art auf Sulawesi selbst.

Beide Geschlechter werden als Hirscheber bezeichnet, hergeleitet wird dies durch das indonesische Wort Babirusa, das eine Zusammensetzung der Wörter „Hirsch“ und „Eber“ bedeutet. Mit einem Gewicht von bis zu 100 kg, einer Länge von 85-105 cm und Höhe von 27-32 cm muss gerechnet werden, wobei der Schwanz noch zusätzlich eine Länge von 30 cm in Anspruch nimmt. Die Tragezeit beträgt in etwa 125-150 Tage, nach der 1-3 Junge geboren werden, bei einer Lebenserwartung von bis zu 24 Jahren (WILSON u. REEDER, 2005).

Die Hirscheber leben mit ihrem Nachwuchs in Gruppen bis zu acht Tieren, wobei die Männchen meist Einzelgänger sind (NOWAK, 1991).

Die Haut ist grundsätzlich gräulich, wobei die ventrale Cutis ins Weißliche geht und mit nur wenigen Borsten bekleidet ist. Auffallend ist auch, dass sich die Haut im Nacken- und Bauchbereich meist recht faltig darstellt. Der Körper der

Hirscheber wirkt rundlich, wobei die Extremitäten im Vergleich zu anderen Schweinen schmal und lang ausgebildet sind. Dominiert wird seine Ernährungsweise durch herabgefallene Früchte, Pilze, Nüsse, Laub und Insektenlarven aus Baumstämmen (MACDONALD, 1993).

Männliche Tiere weisen als anatomische Besonderheit bis zu 31 cm lange Hauerzähne auf, die sich direkt aus dem Oberkiefer nach dorsal wölben, die Weichteile der Nase durchbohren und sich sichelartig nach caudal umbiegen (RICHTER, 1923).

Weitere anatomische Besonderheiten sind der im Gegensatz zum Hausschwein weitaus größer ausgebildete Magen, aber vor allem das Diverticulum ventriculi (GOODALL et al., 1999) sowie das in dieser Studie behandelte große Diverticulum pharyngeum der Pars nasalis pharyngis (RICHTER, 1923).

Die Hirscheberpopulation von noch geschätzten 4000 Exemplaren ist ernsthaft durch Menschen und verwilderte Hunde gefährdet und trotz des gesetzlichen Schutzes vom Aussterben bedroht. Gründe sind zum einen das illegale Jagen wegen des Fleisches und der Hauer sowie das Schwinden des Regenwaldhabitates (MACDONALD, 2001).

Seit 1996 wird der Babyrussa durch die IUCN (International Union for Conservation of Nature) als gefährdet betrachtet und seit 2006 steht er auf der Roten Liste der gefährdeten Arten.

1.2 Allgemeines zum Vorkommen von Luftsäcken

Die Bursa pharyngea wurde zum ersten Mal beim Menschen von MAYER (1839) mit der Formulierung beschrieben, diese sei ein „Schleimhautsack mitten in der den Körper des Keilbeins bedeckenden Schleimhaut, hinter den Choanen oder zunächst hinter der Schaufel des Pflugscharbeins liegend.“

KILLIAN (1888) setzte sich ebenfalls mit der Bursa pharyngea des Menschen auseinander, beschreibt aber das Vorkommen einer derartigen Bildung auch bei weiteren Säugetierarten, nämlich dem Wild- und Hausschwein (*Sus scrofa*, Linné

1758), dem Reh (*Capreolus capreolus*, Linné 1758), dem Bären (*Ursus* sp., Linné 1758) und dem Murmeltier (*Marmota marmota*, Linné 1758).

CAVE (1973) beschreibt die Bursa epipharyngea der Säugetiere als eine meist bedeutungslose mediane Schleimhautausstülpung, die sich dorsal des Epipharynx befindet. Sie sei bei juvenilen und fötalen Stadien vieler Säugetierarten nachweisbar, wobei die besagte Struktur bei adulten Tieren dann oft nicht mehr vorhanden ist. Bei einigen Säugetierarten entwickelt sich jener unbedeutende Schleimhautrecessus aber zu einer großen Struktur in Gestalt eines piriformen oder ovoiden Sackes, der meistens in unpaarer Ausbildung vorliegt. Dieser so genannte „Sacculus epipharyngeus“ erstreckt sich nach caudal als Divertikel des Epipharynx und wird dorsal vom Basiokziput, ventral vom Pharynxdach begrenzt.

Mehrfach wird das Vorkommen der sackartigen Bursa bei Großbärenarten beschrieben, so erwähnt CAVE (1965) ihren Nachweis beim Großen Panda (*Ailuropoda melanoleuca*, David 1869), beim Braunbären (*Ursus arctos*, Linné 1758), beim Amerikanischen Schwarzbären (*Ursus americanus*, Pallas 1780), beim Grizzlybären (*Ursus arctos horribilis*, Ord 1815), beim Lippenbären (*Melursus ursinus*, Shaw 1791) und beim Malaienbären (*Helarctos malayanus*, Raffles 1821). Neuere Untersuchungen von GANZBERGER et al. (1995) weisen epipharyngeale Aussackungen auch beim Polarbären (*Thalarctos maritimus*, Linné 1758) nach.

WEISSENGRUBER et al. (2000) untersuchte die Pharynxregion eines Brillenbären und von drei Braunbären. Alle Individuen besaßen ein epipharyngeales Divertikel, welches sich als schlauchförmige, blind-endende Ausbuchtung der caudodorsalen Pharynxwand darstellte. Diese Wand bestand aus respiratorischem Epithel und einer dicken Schicht elastischer Fasern.

Während nur bei einem Braunbären ein unpaares Divertikel gefunden wurde, wiesen die beiden anderen Individuen paarige, aber ungleich große Schleimhautsäcke auf. Beim Brillenbären konnten an der Basis des großen unpaaren Divertikels zwei symmetrische Lateralausstülpungen nachgewiesen werden.

CAVE (1967) beschreibt epipharyngeale Aussackungen auch bei der Giraffe (*Giraffa camelopardalis*, Linné 1758), beim Okapi (*Okapia johnstoni*, P.L. Sclater, 1901), sowie beim Panzernashorn (*Rhinocerus unicornis*, Linné 1758) und Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817).

Ein weiteres Mal beschreibt CAVE (1973) beim Panzernashorn (*Rhinocerus unicornis*, Linné 1758), Sumatra Nashorn (*Dicerorhinus sumatrensis*, Fischer 1814) und Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*, Burchell, 1817) eine sackartige epipharyngeale Bursa, die bei allen Arten dieselbe Anatomie aufweist.

RIEBOLD et al. (1994) erwähnt, dass auch Lamas (*Lama sp.*, G. Cuvier 1800) ein großes Rachendivertikel besitzen. Er vergleicht dieses mit jenem der Pferde, welche aber nur einen kleinen pharyngealen Recessus im caudodorsalen Winkel des Nasopharynx aufweisen.

Sogar das Walross (*Odobenus Rosmarus*, Linné 1758) verfügt laut FAY (1960) über eine extreme Elastizität des Pharynx, dessen laterale Wände in Form eines großen Luftsackpaares ausweitbar sind.

1.3 Diverticulum pharyngeum der Suidae

Die Existenz des Diverticulum pharyngeum des Haus- und Wilschweines ist seit langer Zeit bekannt und wird in nahezu jedem veterinäranatomischen Lehr- oder Handbuch zumindest kurz beschrieben.

Erste Angaben stammen von KILLIAN (1888), der sich ausgehend von der „Bursa pharyngea embryonalis“ des Menschen mit der Ausbildung dieser Struktur bei einer Reihe von Arten beschäftigte und auch bei Schweinen eine Rachentasche beschreibt.

Laut GABRIEL (1934) ist beim Wildschwein die Rachentasche im Allgemeinen eher größer angelegt als beim Hausschwein. Er gibt eine Mindesttiefe von 4 cm an, wobei er erklärt, dass die Tasche eingangs 3 cm und infolge anfänglich trichterartiger Form in halber Länge nur noch 1,5 cm breit ist, ohne weiter aboral noch wesentlich schmaler zu werden.

ELLENBERGER u. BAUM (1977) sprechen ebenfalls von einer Tiefe von 3-4 cm bei Adulten, wobei DYCE et al. (1991) anmerken, dass jene Schleimhautbucht bei den juvenilen Individuen nur 1 cm groß ist.

CAVE (1973) schätzt die Bursa epipharyngea der Säugetiere als bedeutungslose, dorsomediane Schleimhautausstülpung des Epipharynx ein. Er meint, dass dieses Divertikel bei den meisten Säugetierarten meist nur fötal oder juvenil ausgebildet sei, sich jedoch bei adulten Individuen oft nicht mehr finden lasse.

NICKEL et al. (1982) bezeichnen das Diverticulum pharyngeum als auffallende Bildung im Atmungsrachen und stellen fest: „Es handelt sich um eine etwa 30-40mm tiefe, blindsackartige, unpaare Schleimhautbucht der Dorsalwand des Nasenrachens, die sich dorsal vom Arcus palatopharyngeus zwischen dem rechten und linken Musculus cricopharyngeus hindurchschiebt. Durch Kontraktion der beiden Muskeln kann die Rachentasche verschlossen werden.“ DYCE et al. (1991) erklären, dass das Diverticulum pharyngeum, auch Rachentasche genannt, eine Sonderbildung des Pharynx ist. Diese liegt an der Dorsalwand des Nasenrachens und reicht bis zum Ösophagusanfang. Bei adulten Tieren kann die Tiefe der Schleimhautbucht 3-4 cm betragen, wobei die Struktur in ihrer Größe variieren kann. Weiters schiebt sich die Rachentasche von caudolateral zwischen die Pharynxmuskulatur. Die Schleimhaut wird als zart, weich und leicht gefältelt beschrieben.

Auch BERG (1995) bezeichnet die Rachentasche des Schweines als Diverticulum pharyngeum. Er gibt eine Tiefe von 3-4 cm an und beschreibt den Eingang als über dem Ösophagus gelegen. Auch er bezeichnet das Divertikel als „blindsackartige unpaare Schleimhautbucht der Dorsalwand des Pharynx“ und vermutet den möglichen Verschluss durch Kontraktion beider Musculi cricopharyngei.

KÖNIG et al. (2008) und SALOMON et al. (2008) schreiben nur, dass das Schwein dorsal des Ösophaguseingangs einen als Diverticulum pharyngeum bezeichneten Blindsack besitzt.

Klinische Relevanz hat das Divertikel bezüglich Endoskopie, Intubation und Medikamentenverabreichung via Sonde, da die Rachentasche bei versehentlicher Sondierung durchstoßen und somit ein iatrogen verursachter Schaden hervorgerufen werden kann. Dieses Risiko wird von den Autoren DYCE et al. (1991), HOROWITZ et al. (1982), BERG (1995) und SALOMON et al. (2008) angesprochen.

An diesem Punkt ist auf die aktuell fertig gestellte Diplomarbeit meiner ehemaligen Studienkollegin Mag. med. vet. Julia Hochrathner zu verweisen, mit dem Thema „Vergleichend morphologische Untersuchungen zum Diverticulum pharyngeum unter Berücksichtigung der echten Schweine (Suidae)“. In dieser Studie wurde das Diverticulum pharyngeum von 11 juvenilen Hausschweinen, drei juvenilen Wildschweinen und das eines adulten Hängebauchschweines, mikroskopisch und makroskopisch untersucht und wie folgt beschrieben. Beim Wild- und Hausschwein öffnet sich das Divertikel dorsal des Ösophaguseingangs. Bedeckt wird die Öffnung von den mittleren und caudalen Schlundkopfschnürern, um auf Höhe des Atlantoaxialgelenkes zu enden. Beim Hängebauchschwein tritt die Rachentasche jedoch zwischen dem M. thyreo – und cricopharyngeus hindurch und liegt somit dorsal frei über dem M. tracheopharyngeus und M. cricopharyngeus. Weiters lassen alle untersuchten Individuen über eine, zumindest angedeutete, Zweiteilung des Divertikels schließen. Laut histologischer Untersuchung waren mächtige muköse und seromuköse Drüsenlager in der Submukosa anzutreffen.

Die Divertikelwand bestand aus einem mehrschichtigen Plattenepithel, wobei keine auffälligen Verdichtungen von elastischen Fasern nachgewiesen werden konnten.

1.4 Diverticulum pharyngeum des *Babyrousa babyrusa*

RICHTER (1923) beschreibt, dass der Hirscheber im caudalen Bereich an der Basis des Schädels eine große Aussackung des caudalen Abschnittes der Nasenhöhle als Luftsackausbildung aufweist. Hierbei handelt es sich nicht um eine Ausstülpung der Eustachischen Röhre.

Derselbe Autor erklärt, dass die Luftsackbildung des Babyrussa mit einer überaus großzügigen Streck- und Beugemöglichkeit des Atlantooccipitalgelenks und des Atlantoaxialgelenks in Zusammenhang steht. Wichtig ist es ihm auch zu betonen, dass Tiere mit einem Luftsack in der Kopfgelenksbeuge auffällig gute Schwimmer sind. Als weiteren für die Luftsackbildung verantwortlichen morphologischen Faktor nennt er folgendes Zitat von SKODA (1911): „Während beim Wildschweine die Kieferäste ventral stark auseinanderweichen und der Raum zwischen ihnen sich verbreitert, sind sie beim Hirscheber fast senkrecht gestellt, und der Raum zwischen ihnen ist deshalb relativ viel enger. Infolgedessen tritt bei letzterem gegenüber dem Wildschwein eine Distanzvergrößerung zwischen den ventralen Rändern der Unterkieferäste und dem Keilbeinkörper ein, also ein Verhalten, das sich jenem bei den Equiden nähert. Allerdings fehlt bei Babyrussa die den Equiden zukommende Distanzvermehrung zwischen den Choanenrändern der Gaumenbeine und dem Kopfgelenk und vielleicht ist hierin die Ursache dafür zu suchen, dass die Tuben nicht zur Luftsackbildung herangezogen sind. (.....) Die geschilderten Unterschiede zwischen Wildschwein und Babyrussa, welche bei letzterem Verhältnisse zeigen, die jenen bei den Equiden ähneln, lassen wohl den Schluss zu, dass hier analoge Vorbedingungen zu analogen Folgen, d. i. zur Luftsackbildung geführt haben. Andererseits kann man das Vorkommen von Luftsäcken ohne Beziehungen zur Tuba als einen weiteren Beweis gegen die Theorie betrachten, die Luftsäcke seien zur Verbesserung der Hörwahrnehmungen vorhanden.“

SKODA (1911) erwähnt auch VROLIK (1844), der angibt, dass „der Babyrussa ein Paar große Luftsäcke besitzt, die zwar denselben Raum okkupieren, wie jene des Pferdes, aber nicht mit den Tuben im Zusammenhang stehen, sondern in den caudalen Anteil der Nasenhöhle münden.“

1.5 Fragestellung

Der zur Verfügung stehenden Literatur ist nur zu entnehmen, dass der Luftsack des Hirschebers groß, paarig und als caudale Erweiterung der Nasenhöhle angelegt sei, die nicht mit den Tuben in Verbindung stehe (VROLIK, 1844; SKODA, 1911; RICHTER, 1923).

Bezüglich der tatsächlichen Größe, der exakten Lage sowie der morphologischen Ausbildung stehen bis dato keinerlei Angaben zur Verfügung. In der gegenständlichen Studie soll die topographische und systematische Anatomie dieser Struktur im Sinne einer Fallstudie anhand eines adulten Individuums präsentiert werden.

2. Tiere, Materialien und Methodik

2.1 Tiere und Materialien

Im Zentrum der Untersuchung stand ein hochadulter, männlicher Hirscheber (*Babyrousa* sp.) aus dem Zoologisch - Botanischen Garten Wilhelma Stuttgart, der im Jahre 2004 verstorben und der archäozoologisch – morphologischen Referenzsammlung des Anatomischen Institutes der Veterinärmedizinischen Universität Wien zur Verfügung gestellt worden war. Der Tierkörper war bis zum Zeitpunkt dieser Studie tiefgekühlt.

Zur Optimierung des präparatorischen Zuganges wurden vor der Sektion des Hirschebers die Pharynxregionen von einem männlichen und 2 weiblichen Hausschweinen untersucht.

2.2 Methodik

Die Darstellung der Pharynxregionen des Hirschebers erfolgte zum einen über bildgebende Verfahren (Computertomographie), zum anderen über die makroskopisch anatomische Präparation der fraglichen Strukturen. Darüber hinaus wurden auch histologische Schnitte des exentrierten Diverticulum pharyngeum angefertigt.

Mittels Mehrzeilen-Computertomographen, Gerät Emotion 16 – Erlangen, der Firma Siemens wurden an der Klinik für Bildgebende Diagnostik der Veterinärmedizinischen Universität Wien CT-Bilder des kompletten Hals-Kopfbereiches inklusive cranialer Thorax erstellt. Der Hirscheber wurde in linker Seitenlage gelagert, wobei der Kopf weitestgehend in seiner linkslateralen Lage nach rostral überstreckt und die Vorderextremitäten so weit wie möglich nach caudal gezogen und fixiert wurden, um in weiterer Folge das Diverticulum pharyngeum best möglichst darstellen zu können.

Einstellungen von 130kV, 200mAs sowie eine Schichtenzahl von 679 (0,6mm Schnitte) wurden mit der Fenstereinstellung Rechenalgorithmus B41s (Feineinstellung; Weichteilalgorithmus: Weite: 350, Lage: 50; Knochenalgorithmus: Weite: 4000, Lage: 400; Lungenalgorithmus: Weite: 1200, Lage: -600) vorgenommen.

Die Sektion der untersuchten Strukturen erfolgte gemäß der Regeln makroskopisch-anatomischer Präparationstechnik. Verwendung fanden ein traditionell zusammengestelltes Sezierbesteck (anatomische und chirurgische Pinzette, Skalpellgriff Nr. 4, Klängen Nr. 21, Gerade Präparierschere und Metzenbaumschere) sowie, um Skeletteile zu beseitigen, elektrische Knochenschleifgeräte und eine Knochenschere.

Während der Sezierpausen wurden die Präparate in Formalintanks gelagert, um sie vor Verwesung und Austrocknung zu schützen.

Die photographische Dokumentation erfolgte mittels einer Digitalkamera Casio EX-Z40.

An Hauschweinen erarbeitete Sektionstechnik:

Zur Darstellung der oberen Halsgend wurden die untersuchten Tierkörper auf dem Rücken gelagert (siehe Abb. 1). Der erste, transversal gerichtete Hautschnitt mit dem Skalpell erfolgte auf einer Höhe von 2 cm caudal des Angulus oris zur gegenüberliegenden Seite. Nun wurden von den Endpunkten dieses Schnittes zwei weitere Schnitte beidseits bis 10 cm caudal der Ohrbasis geführt. Darauf folgend wurden die Endpunkte dieser beiden Schnitte durch einen zweiten Transversalschnitt verbunden und somit konnte die Cutis und Subcutis mit dessen Fettanteil in Form eines großen Rechteckes abpräpariert werden (siehe Abb. 2). Als nächstes wurden die Hautmuskeln (M. cutaneus colli, M. cutaneus faciei und das Platysma) und in weiterer Folge die Glandula parotis, Glandula mandibularis, der Halsteil des Thymus und der Musculus parotidoauricularis entfernt (siehe Abb. 3). Nun war die ventrale Halsmuskulatur (M. sternomastoideus, M. sternohyoideus, M. cleidocephalicus - pars occipitalis und pars mastoidea, M. brachiocephalicus und M. omohyoideus) freigelegt, die das eigentliche Studiengebiet bedeckte (siehe Abb. 4). Im nächsten Schritt wurden die Vena jugularis, die Arteria carotis communis und der Truncus vagosympathicus freipräpariert und zu späteren Vergleichszwecken mit den Verhältnissen beim Hirscheber photographisch festgehalten. Danach wurden auch diese Strukturen entfernt (siehe Abb. 5).

Mittlerweile war der Larynx komplett freigelegt. Dessen ventrale Wand wurde beginnend an der Cartilago cricoidea in einem länglichen Rechteck entfernt. Die

abgesetzte Gewebsplatte inkludiert nach rostral hin die Epiglottis und caudale Anteile des M. digastricus und M. mylohyoideus (siehe Abb. 6). Die Lateralwände des Larynx wurden auf beiden Seiten stumpf nach dorsal hin freipräpariert, um die Rachentasche in situ darstellen zu können.

Ab diesem Punkt war das Diverticulum in der Tiefe der Präparationsstelle bereits zu erahnen, war aber noch von Teilen der Pharynxmuskulatur bedeckt. Durch vorsichtiges Abpräparieren des Musculus hyopharyngeus, thyropharyngeus und cricopharyngeus wurde knapp dorsal des Schildknorpels und dorsal des Ösophaguseinganges das Diverticulum pharyngeum sichtbar.

Dasselbe Prozedere wurde beim Hirscheber durchgeführt, jedoch musste, um den Divertikeleingang gut darzustellen, zusätzlich der caudale Mandibularrand senkrecht abgesägt und der Processus paracondylaris mittels Knochenschere abgesetzt werden.

Somit war eine ausreichende Darstellung des Divertikels von lateral möglich. Schließlich wurde der Larynx samt Trachea und Ösophagus gänzlich entfernt und das Diverticulum pharyngeum konnte in seiner vollen Ausdehnung freigelegt werden.

Des Weiteren wurden zwei kleine Gewebeproben, die eine am Eingang bei einer sogenannten Krypte und die andere aus dem Endabschnitt des Divertikels für die histologische Untersuchung entnommen. Von jeder Probe wurden Hämatoxylin-Eosin- und Resorcinfuchsinfärbungen angefertigt.



Abb. 1: Hirscheber dorsal gelagert und mit Holzkeil für Präparation in situ gehalten

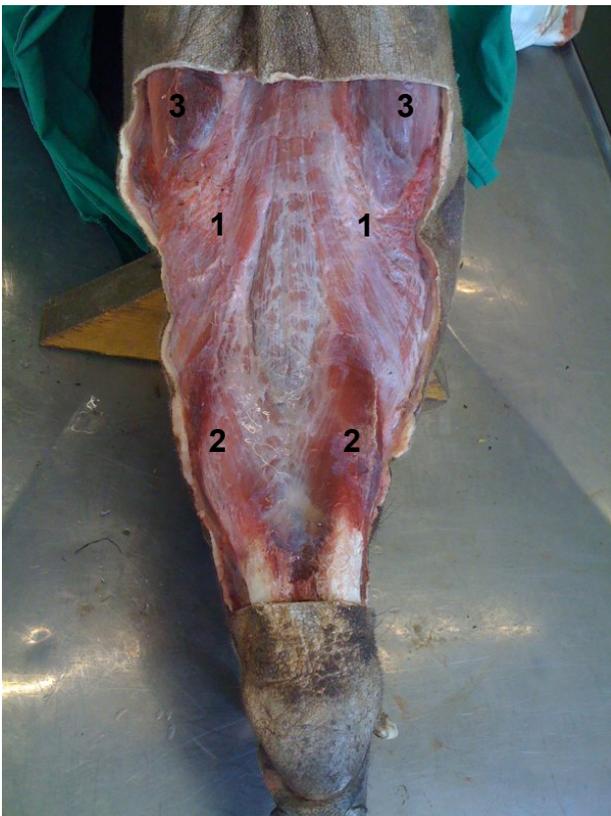


Abb. 2: Rechteckig abpräparierte Cutis und Subcutis mit dazugehöriger Fettschicht

- 1 M. cutaneus colli
- 2 M. cutaneus faciei
- 3 Schulterkontur

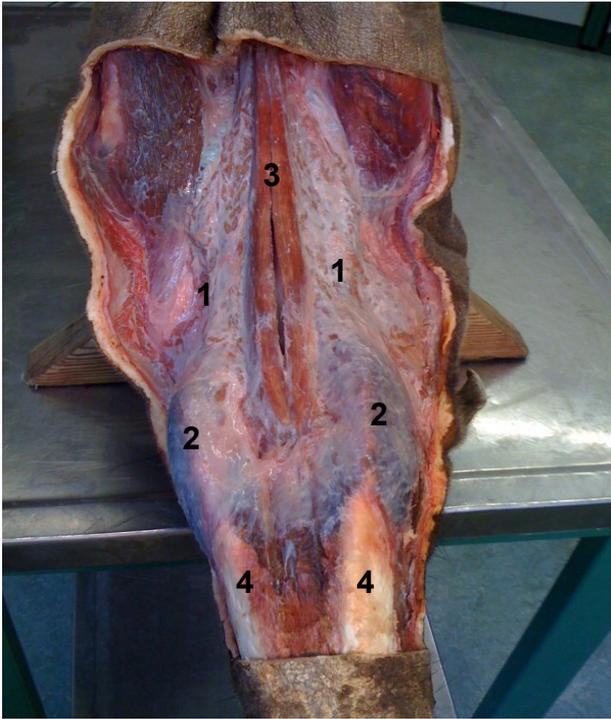


Abb. 3: Blick auf Hals nach Abpräparation der Hautmuskulatur

- 1 Gl. parotis
- 2 M. masseter
- 3 M. sternohyoideus
- 4 Mandibula

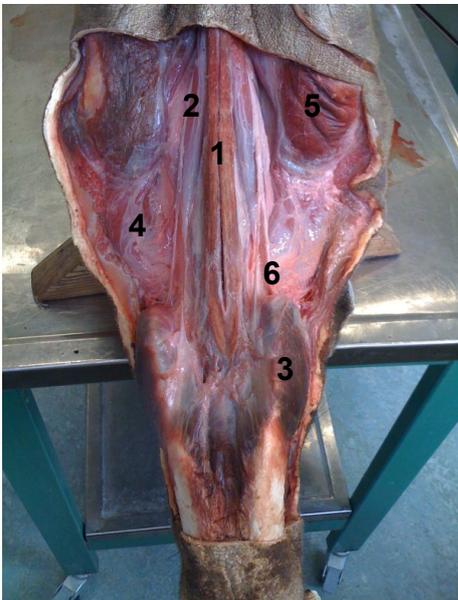


Abb. 4: Blick auf Hals nach Abpräparation der Gl. parotis, Gl. mandibularis, Halsteil Thymus, sowie des M. parotidoauricularis

- 1 M. sternohyoideus
- 2 M. sternomastoideus
- 3 M. masseter
- 4 M. cleidocephalicus
- 5 M. brachiocephalicus
- 6 V. jugularis

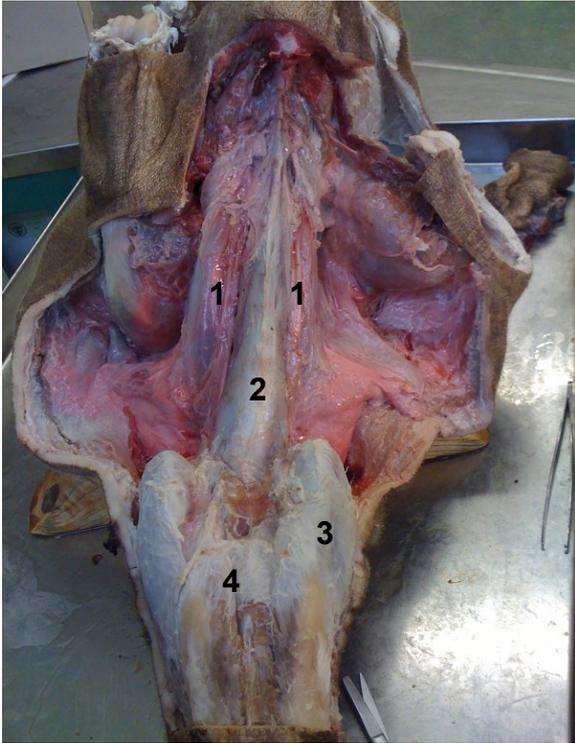


Abb. 5: Blick auf Hals nach Abpräparation M. sternohyoideus, M. sternomastoideus, M. cleidocephalicus, M. brachiocephalicus, sowie der V. jugularis

- 1 M. longus colli
- 2 Trachea
- 3 M. masseter
- 4 M. digastricus

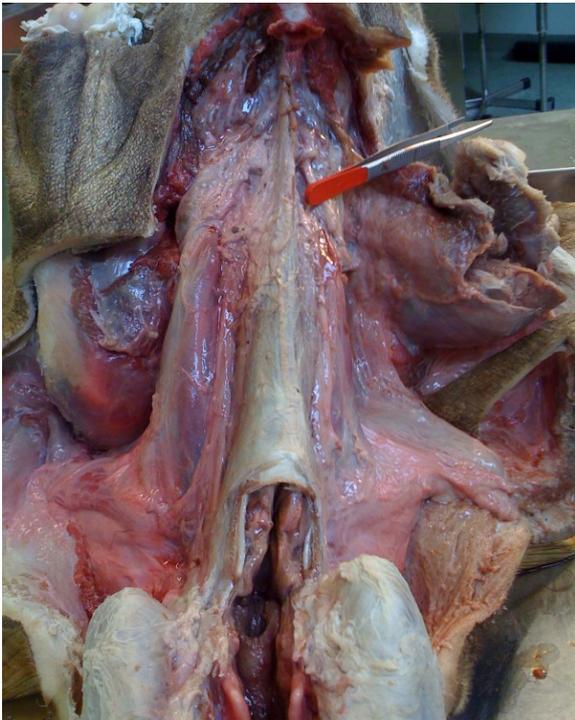


Abb. 6: Blick auf eröffneten Larynx

3. Ergebnisse

Bei allen untersuchten Schweinen, ebenso wie beim Hirscheber, ließ sich ein Diverticulum pharyngeum nachweisen. Die anatomische Ausbildung und Lage stellt sich bei *Sus scrofa domestica* einheitlich dar und entspricht den Angaben in der Literatur. Beim Hirscheber unterscheiden sich die Position des Einganges und die Lage nicht grundsätzlich von den Verhältnissen beim Hausschwein, wobei das Divertikel aber um ein Vielfaches größer ausgebildet ist. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass es sich beim Hirscheber um eine paarige, blindsackartige Schleimhautausbuchtung der Dorsalwand der Pars nasalis pharyngis handelt, während sie beim Hausschwein unpaar ist.

3.1 Makroskopisch-anatomische Ergebnisse

Der Eingang in das Diverticulum pharyngeum des Hirschebers befindet sich im Pharynxdach ventral des Basiokziput. Es öffnet sich dorsal des Arcus palatopharyngeus in caudaler Richtung.

Der laterale Rand der Eingangsöffnung befindet sich beiderseits etwa 2,5 cm medial des caudoventralen Mandibularandes. Die Aussackung liegt in ihrer ganzen Länge ventral des M. longus capitis und des M. longus colli, welche dadurch die dorsale Begrenzung bilden.

Rostral ist das Divertikel von der Pharynxmuskulatur, bestehend aus M. hyo-, thyro- und cricopharyngeus (von rostral beginnend nach caudal), unterlagert. Im mittleren und caudalen Abschnitt der Aussackung bildet der Ösophagus die ventrale Begrenzung.

Das caudale Ende des Diverticulum pharyngeum befindet sich auf Höhe des Margo cranialis des Corpus vertebrae des siebten und zugleich letzten Halswirbels.

Im weiteren Verlauf ist zu sehen, dass Äste der A. carotis communis, der V. jugularis und auch aus dem Tr. vagosympathicus zum Divertikel ziehen.

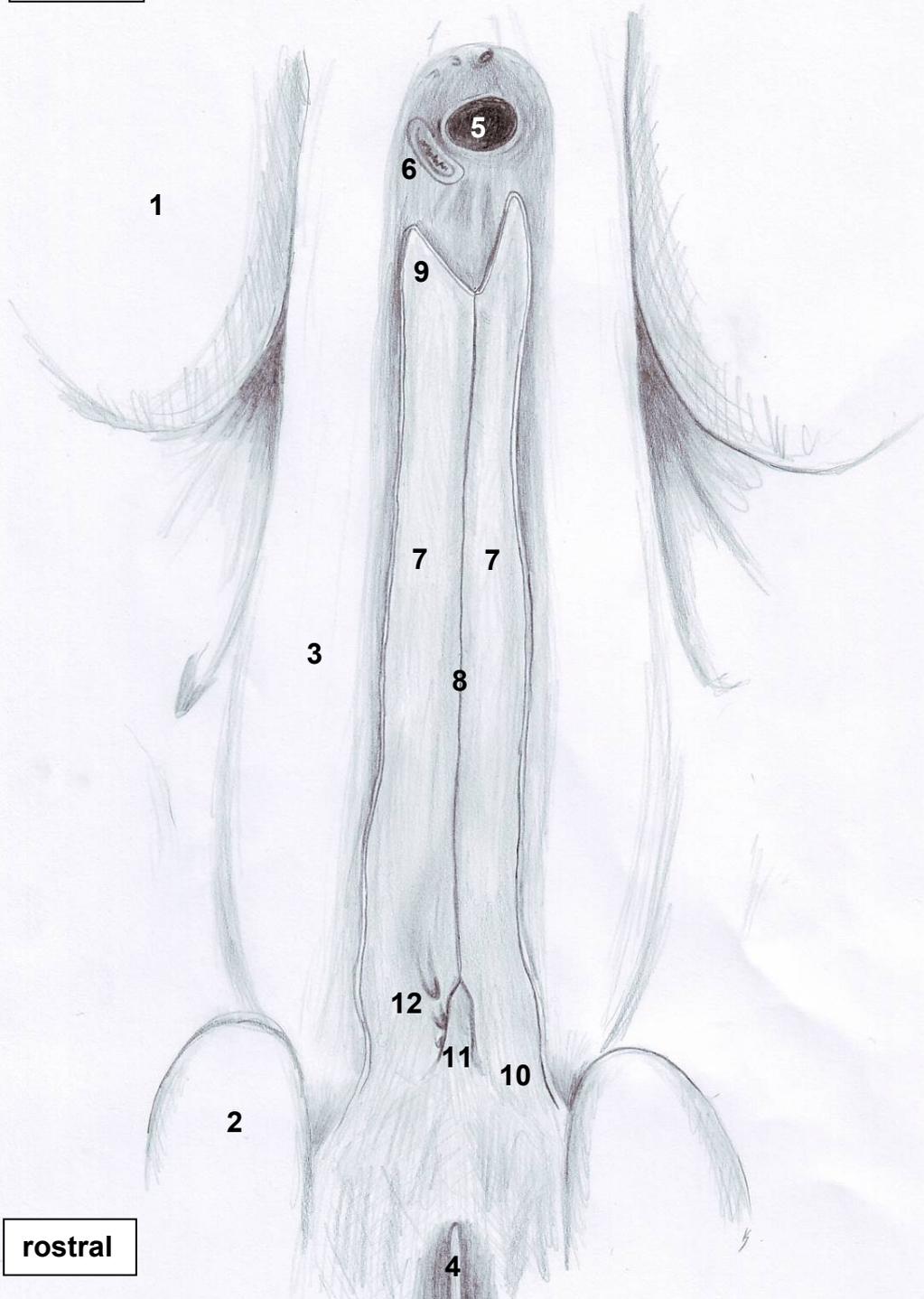
Der Eingang in die Rachentasche besteht aus zwei längsovalen Öffnungen (je ca. 1 cm x 0,6 cm), welche 2 cm auseinander liegen und sich knapp rostral des Ursprunges des M. longus capitis befinden. Die Öffnungsränder sind im

Rachendach verlaufend, scharfrandig und makroskopisch ist keine Zunahme der Schleimhautdicke feststellbar. Der caudale Rand des wulstig erhabenen Arcus palatopharyngeus liegt 1,3 cm rostral der Öffnungsränder. Somit ist dieser als eigene Struktur sehr gut abgrenzbar. Von Anfang bis Ende hat der Schleimhautsack eine Breite von 3 cm, die sich konstant nach caudal fortsetzt. Das Divertikel wird in seiner kompletten Länge durch ein medianes Septum zweigeteilt. Soweit makroskopisch beurteilbar, weist dieses Septum die selbe Schleimhautstruktur wie die anderen Divertikelwände auf, bei gleich bleibender Dicke von circa 1 mm entlang seiner ganzen Länge. Abweichende Verhältnisse finden sich jedoch im rostralen Abschnitt des Septums. Zwischen den beiden längsovalen Eingängen liegt der Beginn des Septums, das hier ca. 2 cm dick ist. Dieses verschmälert sich jedoch schnell und konstant in die caudale Richtung, um nach 1,8 cm die bis zum Ende des Septums unveränderte Dicke von einem Millimeter zu erreichen (Abb. 7).

Am caudalen Ende der Rachentasche kommt es zu einer medianen Einziehung, die den Endabschnitt des Divertikels wie zwei hörnerartige Gebilde erscheinen lässt, wovon das linke um einen halben Zentimeter länger ist als das rechte. In weiterer Folge ist daher von zwei getrennten Diverticula zu sprechen, wobei das linke 20 cm und das rechte 19,5 cm lang ist, gemessen von den Kaudalkanten der Öffnungen bis zur Spitze der Hörner.

Im Eingangsbereich des rechten Divertikels konnten vier hintereinander liegende, kreisrunde Einziehungen der Schleimhaut von ca. 0,3 cm im Durchmesser festgestellt werden, welche in der Folge als Krypten bezeichnet werden. Sie liegen nahe des Septums, zudem nur auf der rechten Seite und sind somit nicht paarig angelegt (Abb. 7).

caudal



rostral

Abb. 7 : Bleistiftzeichnung der Aufsicht auf die durch Horizontalschnitt dargestellte Dorsalwand des freipräparierten Diverticulum pharyngeum des Hirschebers

- 1 Schulterkontur
- 2 M. masseter
- 3 M. longus colli et M. longus capitis
- 4 Septum pharyngis
- 5 Querschnitt der entfernten Trachea
- 6 Querschnitt des entfernten Oesophagus
- 7 Diverticulum pharyngeum
- 8 Medianes Septum des Diverticulum pharyngeum
- 9 Divertikelhorn
- 10 Divertikeleingang
- 11 Verdicktes Divertikelseptum am Divertikeleingang
- 12 Krypten (Schleimhauteinziehungen) des Divertikels



Abb. 8: Foto des freipräparierten Diverticulum pharyngeum des Hirschebers

- 1 Diverticulum pharyngeum
- 2 M. longus colli et M. longus capitis
- 3 Schulterkontur
- 4 M. masseter
- 5 Septum pharyngis
- 6 Verdicktes Divertikelseptum am Divertikeleingang
- 7 Divertikeleingang
- 8 Linker hornähnlich geformter Endzipfel
- 9 Rechter hornähnlich geformter Endzipfel
- 10 Tr. vago-sympathicus, V. jugularis, A. carotis communis abgetrennt und nach rostralateral geklappt

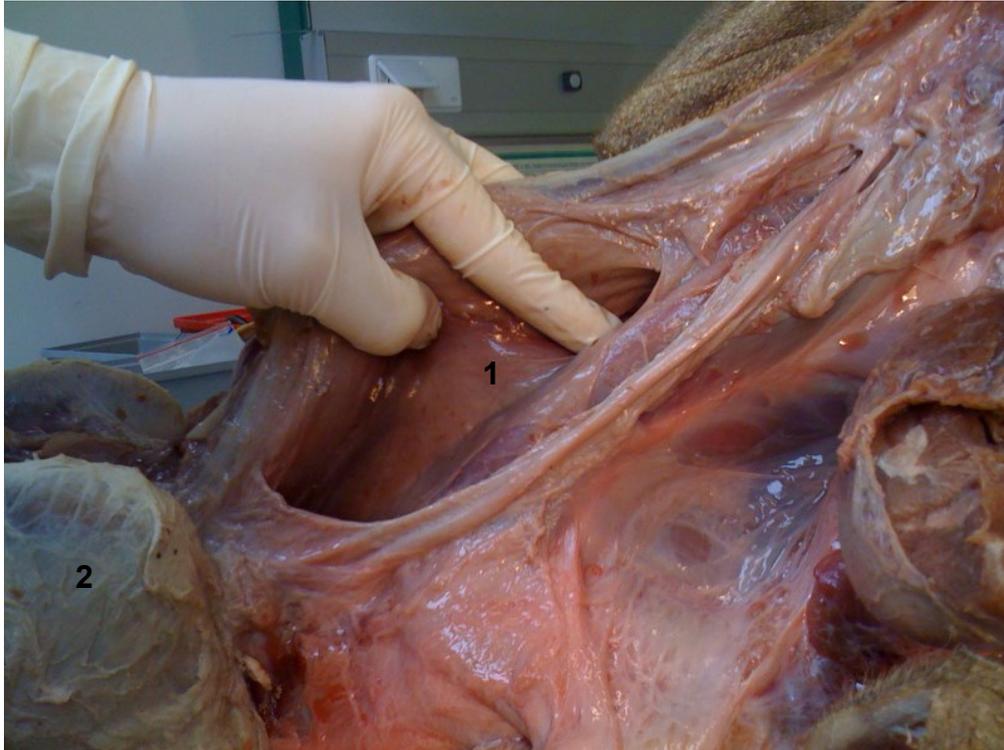


Abb. 9: Blick auf medianes Septum des Diverticulum pharyngeum

- 1 Medianes Septum
- 2 M. masseter

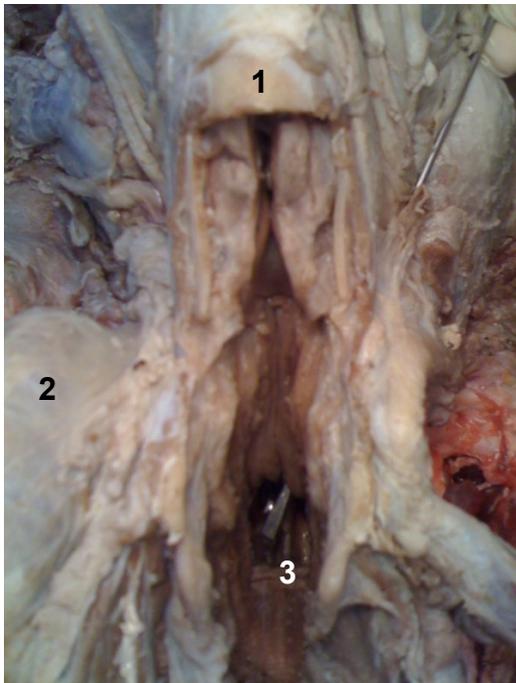


Abb. 10: Blick auf Divertikeleingang, durch Sonde gekennzeichnet

- 1 eröffneter Larynx
- 2 M. masseter
- 3 Septum pharyngis

3.2 Histologische Ergebnisse

Die Schleimhaut des Diverticulum pharyngeum ist leicht gefältelt und wird lumenseitig durch ein mehrreihig hochprismatisches Flimmerepithel ausgekleidet. Dieses ist jedoch aufgrund des schlechten Präparatzustandes nicht durchgehend bzw. unvollständig erhalten. An dieses Epithel grenzt eine dicke, jedoch lockere Bindegewebsschicht (Lamina propria mucosae et Tela submucosa), die durch viele kollagene und nur vereinzelte elastische Fasern durchzogen wird.

Beim weiter caudal entnommenen Präparat fällt auf, dass viele muköse Drüsen das Lumen umgeben, welche weiter rostral noch nicht nachweisbar waren. Auch hier befinden sich in der Lamina propria kaum elastische Fasern. Diese Drüsenansammlungen sind zwischen dünnen Zügen quergestreifter Muskulatur eingebettet. Die gesamte Mukosa zeichnet sich durch eine geringe Anzahl an Arteriolen und Venolen und somit eine mäßig bis schwache Vaskularisation aus. Querschnitte einzelner Nerven und wenige Lymphgefäße konnten gefunden werden. Nur eine einzige kleine Ansammlung an diffusem, lymphoidem Gewebe konnte nachgewiesen werden. Ansonsten gab es keine weiteren nennenswerten Auffälligkeiten.

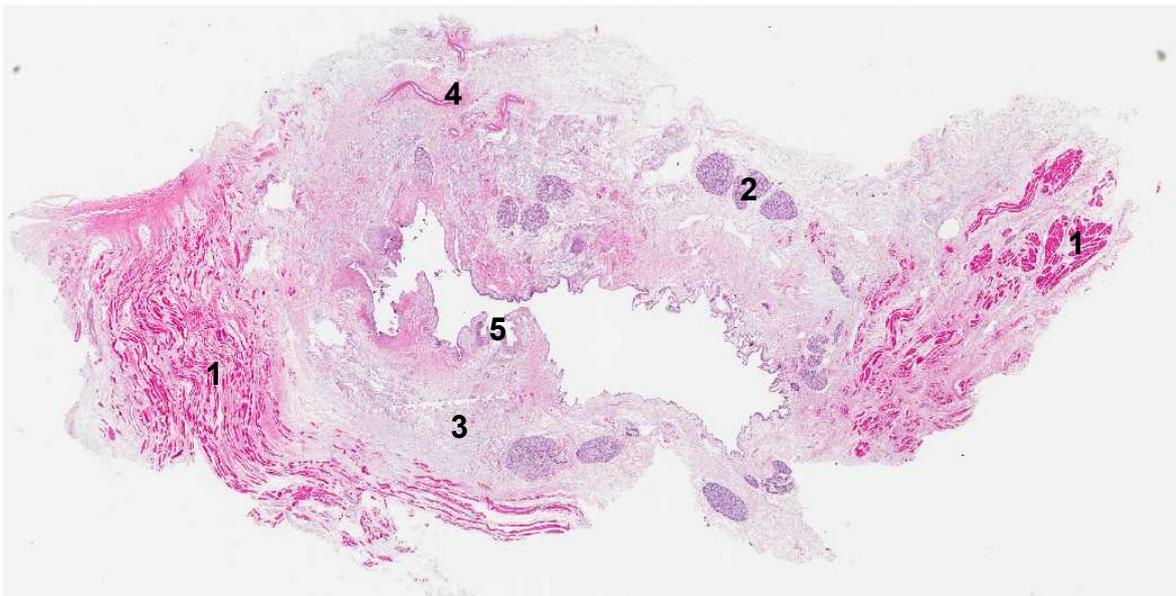


Abb. 11: Histologisches Bild – H&E Färbung; Querschnitt eines mittig entnommenen Divertikelanteiles (20fache Vergrößerung)

- 1 quergestreifte Muskulatur
- 2 muköse Drüsen
- 3 faserreiches, lockeres Bindegewebe
- 4 Drüsenausführungsgang
- 5 mehrreihiges hochprismatisches Flimmerepithel

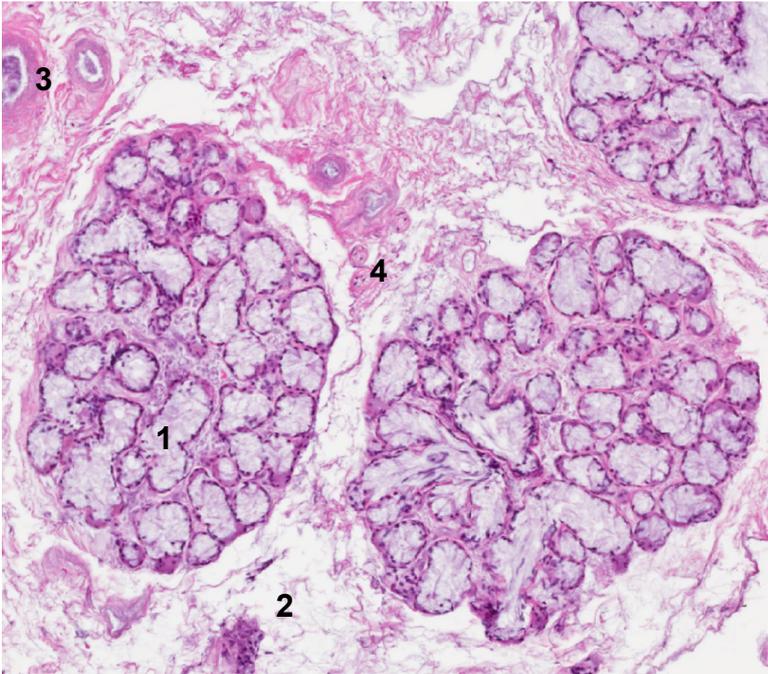


Abb. 12: Detailansicht (400fache Vergrößerung) einer Drüsenansammlung der Abbildung 11

- 1 muköse Drüsen
- 2 faseriges, lockeres Bindegewebe
- 3 Arteriolen
- 4 Nervenfasern

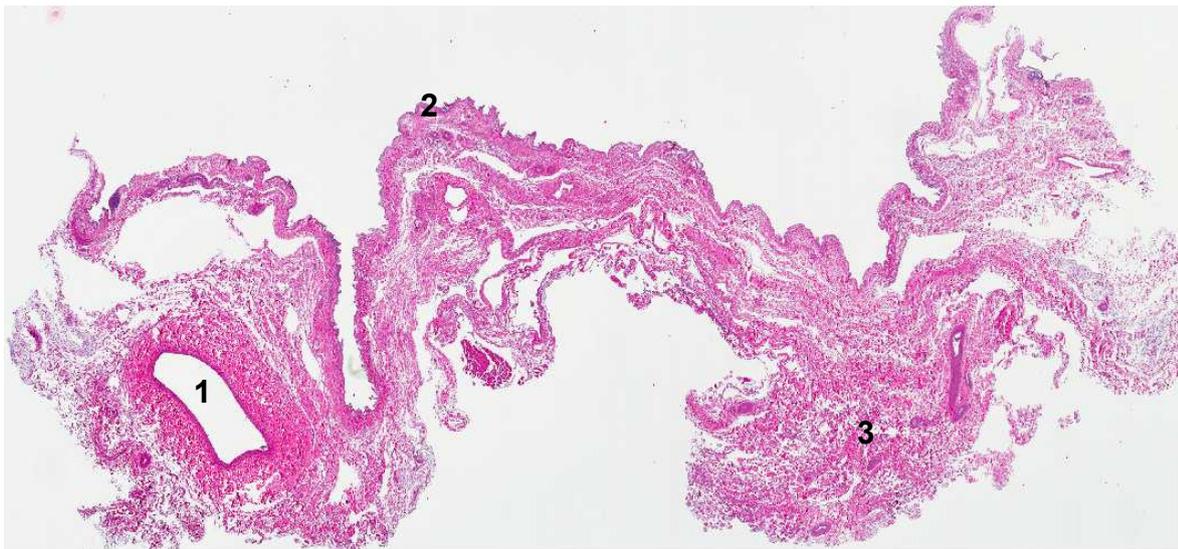


Abb. 13: Histologisches Bild – H&E Färbung; Querschnitt einer Divertikelkrypte (20fache Vergrößerung)

- 1 Vene
- 2 mehrreihiges hochprismatisches Flimmerepithel
- 3 faserreiches, lockeres Bindegewebe – eingebettet in Züge quergestreifter Muskulatur

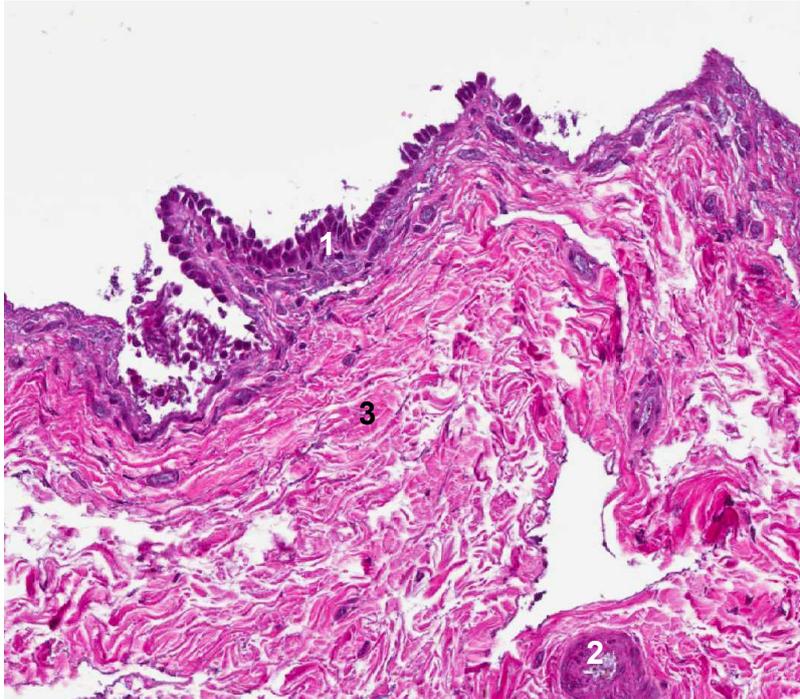


Abb. 14: Histologisches Bild – H&E Färbung; Detaildarstellung der Schleimhaut (300fache Vergrößerung)

- 1 mehrreihig hochprismatisches Flimmerepithel
- 2 Arteriole
- 3 lockeres, faserreiches Bindegewebe

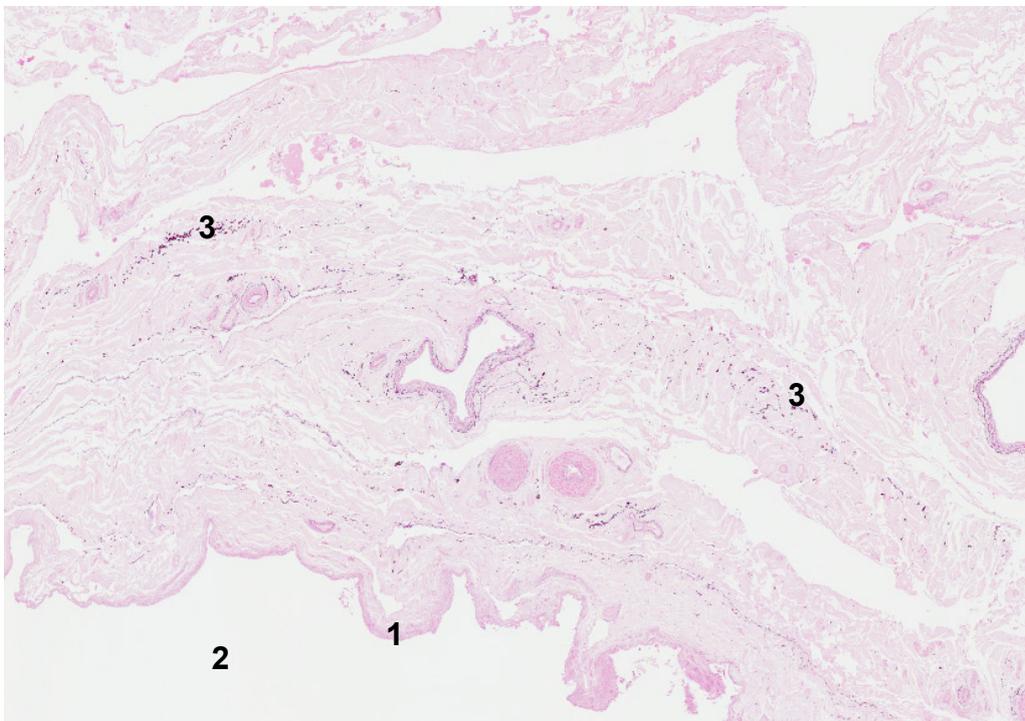


Abb. 15: Histologisches Bild – Resorcinfuchsin Färbung; Querschnitt einer Divertikelkrypte (40fache Vergrößerung)

- 1 mehrreihig hochprismatisches Flimmerepithel
- 2 Lumen des Divertikels
- 3 Elastische Fasern

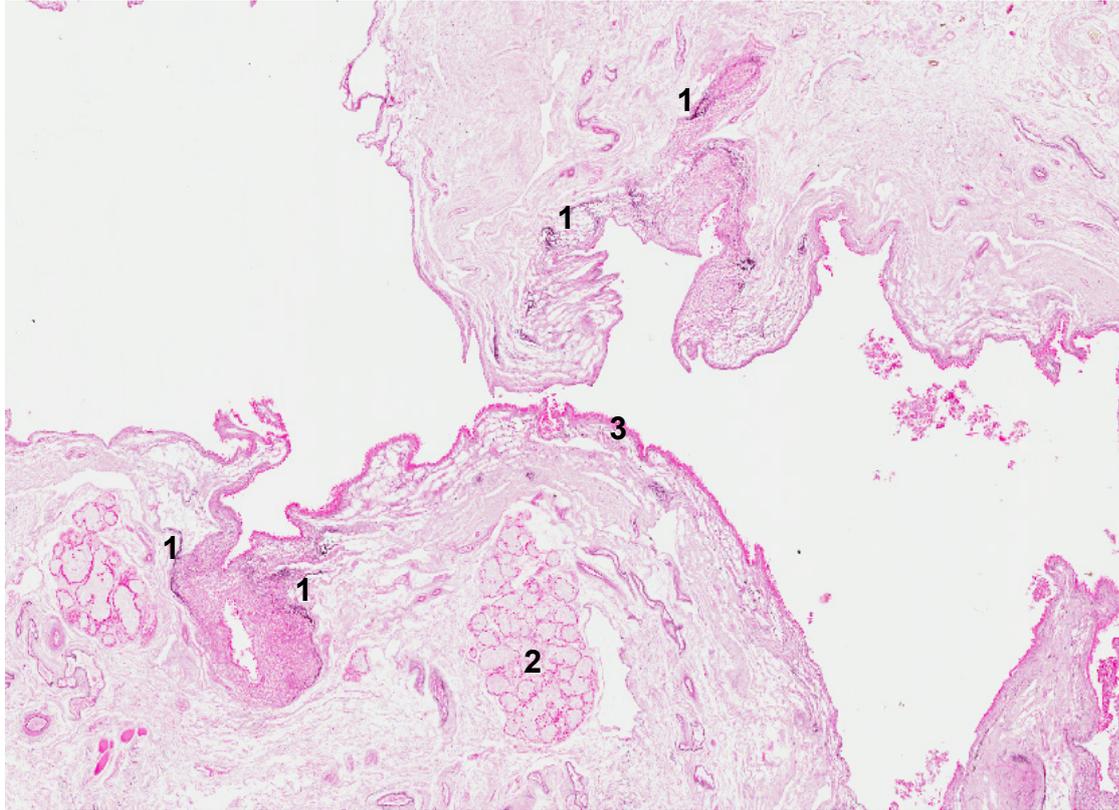


Abb. 16: Histologisches Bild – Resorcinfuchsin Färbung; Ausschnitt eines medial entnommenen Divertikelteils (30fache Vergrößerung)

- 1 Elastische Fasern
- 2 Muköse Drüsenansammlung
- 3 Mehrreihig, hochprismatisches Flimmerepithel

3.3 Computertomographisches Ergebnis

Vor der anatomischen Präparation des Tieres wurden computertomographische Bilder erstellt. Dies hatte den Nutzen, schon vorab mögliche Bilder des zu erwartenden Hohlraumes zu erfassen und zudem auch eine Strategie für die makroskopische Untersuchung festlegen zu können. Weiters sollte dieses bildgebende Verfahren zur Absicherung anatomischer Befundsituationen dienen, die durch Fehlpräparation hätten verloren gehen können.

Da das Hirscheberpräparat aufgrund der über lange Zeit suboptimalen Lagerungsbedingungen in einem schlechten Zustand war, sind die Erkenntnisse aus dem CT Befund recht dürftig. Leider ist das Lumen des Divertikels fast der kompletten Länge nach weitgehend kollabiert und lässt sich meist nicht befriedigend darstellen. In den wenigen Schnitten, in denen das Divertikel sichtbar ist, stimmen die Ergebnisse zumindest mit jenen der makroskopischen Untersuchung überein.

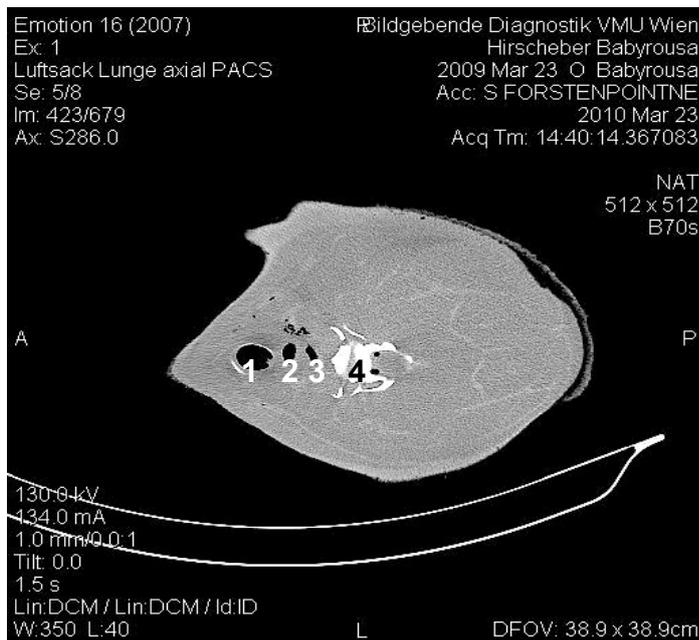


Abb. 17: CT-Bild Hirscheber, Querschnitt Mitte Halswirbelsäule

- 1 Trachea
- 2 Ösophagus
- 3 Diverticulum pharyngeum
- 4 Halswirbel



Abb. 18: CT-Bild medianer Längsschnitt Hirscheberkopf

- 1 Larynx
- 2 Ösophagus
- 3 Diverticulum pharyngeum
- 4 Halswirbelsäule
- 5 Brustwirbelsäule
- 6 Cranialer Thorax
- 7 Sinus frontalis
- 8 Sinus conchae dorsalis
- 9 Cerebrum
- 10 Cavum oris
- 11 Zunge
- 12 Auge

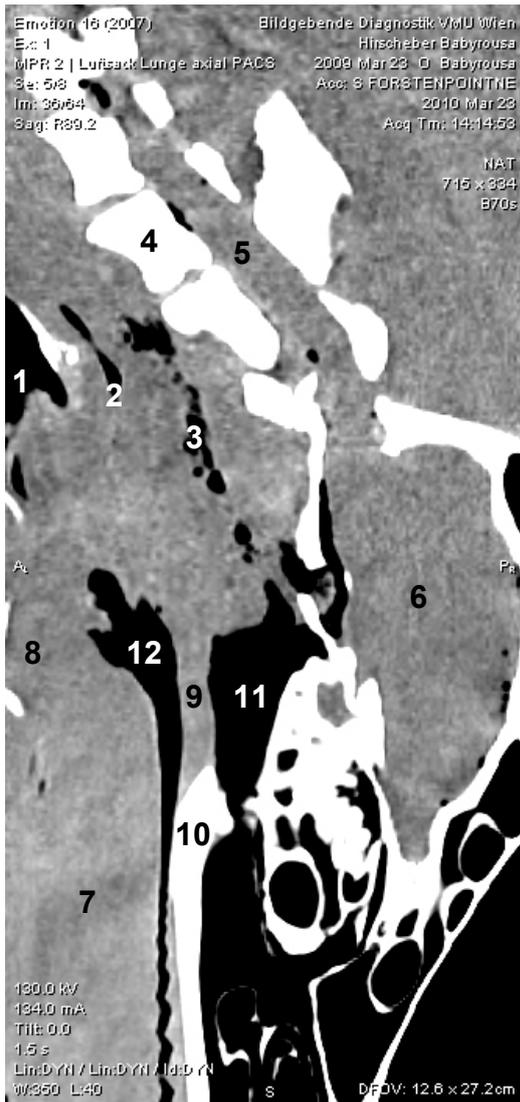


Abb.19: Nahaufnahme CT-Bild medianer Längsschnitt Hirscheberkopf

- 1 Larynx
- 2 Ösophagus
- 3 Diverticulum pharyngeum
- 4 Halswirbelsäule
- 5 Rückenmark
- 6 Cerebrum
- 7 Corpus linguae
- 8 Radix linguae
- 9 Velum palatinum
- 10 Palatum durum
- 11 Pars nasalis pharyngis
- 12 Pars oralis pharyngis

4. Diskussion

Diese Studie repräsentiert die erste detaillierte Beschreibung des Diverticulum pharyngeum des sulawesischen Hirschebers anhand eines Individuums. Ältere Arbeiten von VROLIK (1844), SKODA (1911) und RICHTER (1923) erwähnen ein großes Divertikel, exakte Angaben zu dessen Morphologie werden aber nicht vorgelegt.

Alle genannten Autoren sind sich einig, dass der Luftsack in keinem Zusammenhang mit den Tuben steht, sondern eine Bildung des Nasenrachens darstellt und groß ist, wobei VROLIK (1844) anmerkt, dass eine paarige Anlage besteht.

Bezüglich der Größe und Paarigkeit des Divertikels, sowie seiner systematischen Zugehörigkeit zum Nasenrachen können die Angaben in der Literatur bestätigt werden, für die genaueren, im Ergebnisteil dieser Arbeit vorgelegten Angaben zur makroskopischen Morphologie der Struktur besteht aber keine direkte Diskussionsebene.

Zur Histologie der Rachentasche bei Wildschweinen beschreibt GABRIEL (1934) eine Zartheit der Mucosa cutanea mit einer starken Abnahme von Submucosadrüsen, die aber manchmal in die Propria vorzustößen scheinen, jedoch in der Tiefe zwischen die Muskulatur eindringen. Überzogen sei die Rachentasche von einem vielschichtigen Plattenepithel. Er erklärt, dass alle Drüsen gemischt und mit sogenannten Gianuzzi-Halbmonden versehen sind. Der Boden des Divertikels ist mit einem großzügigen Fettanteil unterpolstert. Durch eine Spezialfärbung fällt vor allem das reichliche Vorkommen von elastischen Fasern auf.

Beim Hirscheber stellt sich die Schleimhaut auch als zart und leicht gefältelt dar, jedoch ist die lumenseitige Oberfläche von einem mehrreihigen, hochprismatischen Flimmerepithel ausgekleidet. Der Drüsenreichtum kann auch beim Hirscheber bestätigt werden, aber es handelt sich hier um rein mukös angelegte Parenchyme. Sie sind aber auch in lockeres Bindegewebe mit vielen kollagenen sowie nur vereinzelt eingestreuten elastischen Fasern in der Lamina propria zwischen quergestreifter Muskulatur eingelagert, wobei keine Fettzellen nachgewiesen werden konnten. Aufgrund dieser geringen Anzahl an

elastischen Fasern kann von keiner durch spezifische Bindegewebsstrukturen gestützten Dehnfunktion des Divertikels ausgegangen werden.

Auf Grund der beschränkten Möglichkeiten einer morphologischen Diskussion anhand von Referenzbefunden wird in der Folge vor allem auf eventuelle Funktionen dieses luftsackartigen Gebildes eingegangen. Im Gegensatz zu den anderen Suidae besitzt der Hirscheber nämlich ein überaus großes Divertikel, was eine Funktionslosigkeit mit großer Wahrscheinlichkeit ausschließen lässt.

Die älteren Autoren (VROLIK, 1844; SKODA, 1911; RICHTER, 1923) weisen durchwegs auf die Ähnlichkeit des Rachendivertikels beim Hirscheber mit den Luftsäcken des Pferdes hin.

Die unterschiedliche ontogenetische Bildung dieser beiden Strukturen kann auch in Richtung unterschiedlicher Funktionen interpretiert werden, dieser Schluss ist aber von vornherein keineswegs zwingend.

Für die Luftsäcke des Pferdes präsentiert RIEGEL (2002) zwei wichtige Interpretationsebenen. Einerseits durchquert die A. carotis interna bei dieser Tierart auf kurzer Strecke den Luftsack in einer Schleimhautfalte und somit kann das durchfließende Blut und in weiterer Folge das Gehirn gekühlt werden. Andererseits wird auch die Ausgleichsfunktion zwischen dem äußeren atmosphärischen Druck und dem Cavum tympani angeführt.

An dieser Stelle ist aber anzumerken, dass die spezielle Funktion der equinen Luftsäcke nach wie vor eigentlich nicht sicher geklärt ist, wobei es etliche weitere Theorien darüber gibt. Ihre Lage in einer von komplexer topographischer Anatomie geprägten Region stellt vermutlich den Hauptgrund für das Fehlen experimenteller Untersuchung an lebenden Tieren dar, darüber hinaus besteht aber zweifellos auch die Schwierigkeit, entsprechende Tierversuche zu argumentieren.

SKODA (1911) stellt drei Haupthypothesen zur Funktion von Luftsäcken im Allgemeinen vor und handelt diese in einer umfangreichen Studie ab. Zum einen spricht er von einer akustischen Funktion der Luftsäcke, zum anderen von einer Funktion als Hilfsvorrichtung für die Atmungs- und Stimmorgane und schließlich von eventuellen mechanischen Zwecken.

Die Hypothese zu akustischen Eigenschaften von Luftsäcken kann hier nicht sinnvoll diskutiert werden. Diese Funktion wird zwar nur bei Tieren angeführt, deren Luftsack mit der Tuba auditiva in Verbindung steht, was beim Hirscheber nicht der Fall ist, ob aber überhaupt eine Schallverstärkung durch Lufträume im Kopf- oder Rachenbereich möglich ist, konnte bisher nicht schlüssig nachgewiesen werden.

Zur zweiten Hypothese bezüglich einer Unterstützung der Respiration und Phonation lassen sich einige einschlägige Studien über andere Säugetiere wie das Walross (FAY, 1960), das Paka und manche Affen finden (HERSHKOVITZ, 1955; SCHNEIDER, 1964; SCHEVILL et al. 1966). Diese Tiere benützen Luftsäcke, welche rostral des Stimmbildungszentrums liegen, für die Produktion ausgeprägter akustischer Signale. Anscheinend können die Luftsäcke als Hilfsapparate der Atmung und durch Änderung ihrer Innendruckverhältnisse zur Stimmbildung dienen. WEISSENGRUBER et al. (2000) vermuten, dass eine stimmbildende Funktion auch auf die Rachendivertikel der Großbären zutrifft. Meiner Meinung nach kann eine phonationsbezogene Funktionshypothese auch für den Hirscheber in Betracht gezogen werden.

In der neueren Forschung dominiert die Meinung, dass die dritte, auf mechanische Eigenschaften der Luftsäcke abzielende und vor allem in älterer Literatur fassbare Interpretationsebene nur Nebenfunktionen dieser Gebilde betrifft.

Laut PRANGÉ (1854) dienen die Luftsäcke als eine Art elastisches Kissen der Pferde, die quasi als Stossdämpfer fungieren, wobei er dies nicht näher begründet. Beim Hirscheber würde eine Stoßdämpferfunktion durchaus Sinn machen, da Kämpfe zwischen Artgenossen nicht selten vorkommen und die dabei üblichen heftigen Kopfstöße zweifellos eine Gefahr für den Schädel und alle Kopforgane darstellen.

PRINCE (1854) vermutet, dass durch den Luftsack die gegenseitige Verschieblichkeit der ihn umgebenden Strukturen erleichtert wird. Auch er führt keine Begründung an.

Laut MÜLLER (1853) dient der Luftsack zur Gewichtsreduzierung des Kopfes und kann somit die Schwimmfertigkeiten des Tieres mittels Blasebalgfunktion optimieren. Leider wurden auch hier keine Begründungen angeführt. Diese Theorie scheint mir im Hinblick auf den Lebensraum des Hirschebers nicht unplausibel zu sein. Im semiaquatischen Umfeld der Sunda-Inseln muss er sich oft ins Wasser begeben und schwimmen, um voran zu kommen. Sein Kopf ist im Verhältnis zum Körper relativ klein und schmal und wird durch den riesigen Luftsack sicher besser über Wasser gehalten.

So gut wie jeder Autor beschreibt zwar sämtliche Funktionsmöglichkeiten des Luftsackes, akzeptiert meist aber nur eine einzige. Selbst stelle ich mir die Frage, warum von nur einer Funktion auszugehen sein soll? Ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass der Luftsack multifunktionelle Eigenschaften besitzt, wobei sämtliche Umstände, nicht zuletzt auch der Lebensraum, für die Interpretation mitberücksichtigt werden müssen.

5. Zusammenfassung

Das Diverticulum pharyngeum eines männlichen, adulten Hirschebers (*Babyrousa babirussa*) wurde im Rahmen einer morphologischen Fallstudie untersucht. Neben makroskopisch morphologischen Ergebnissen wurden auch histologische und radiologische (CT) Befunde erfasst und diskutiert.

In der makroskopisch anatomischen Untersuchung stellte sich die Rachentasche des Hirschebers als ein in seiner ganzen Länge von einem medianen Septum durchzogener Schleimhautsack dar, der somit im Unterschied zu anderen Schweinearten paarig angelegt erscheint. Der Eingang in die Aussackung besteht aus zwei ca. 1 cm langen, schlitzförmigen und sagittal orientierten Öffnungen, welche in einem transversalen Abstand von 2 cm liegen und sich knapp rostroventral des Ursprunges des *M. longus capitis* sowie rostr dorsal des *Arcus palatopharyngeus* befinden. Das entlang seiner ganzen Ausdehnung durchgehend 3 cm breite und etwa 20 cm lange Diverticulum pharyngeum wird von seinem Eingang bis zum caudalen Ende auf Höhe des siebten Halswirbels dorsal von den *Mm. longus capitis* und *longus colli*, ventral vom Ösophagus begrenzt. Am caudalen Ende der Rachentasche isolieren sich die beiden Lumina der Struktur und bilden zwei hornähnlich geformte Endzipfel, von denen der linke um einen halben Zentimeter länger ist als der rechte.

Die Schleimhautauskleidung des Divertikels besteht aus einem mehrreihigen, hochprismatischen Flimmerepithel, welches von lockerem Bindegewebe unterlagert wird, in das muköse Drüsen und einzelne quergestreifte Muskelfasern eingebettet sind. Elastische Fasern sind in dem das Divertikel umgebenden Bindegewebe nur in geringem Maß nachweisbar und lassen nicht auf eine ausgeprägte Dehnbarkeit des Gebildes schließen.

6. Extended Summary

In this diploma-thesis the pharyngeal diverticulum from a male, adult babirusa (*Babirusa babirusa*) was examined as a morphological case study.

Besides macroscopic anatomical findings as well as histological and radiological (CT) findings were recorded and discussed.

The pharyngeal diverticulum of the babirusa is a sack-like structure divided by its median septum. Two slit-like openings with a length of approximately 1 cm lead into this sack. The openings are situated rostroventral of the *M. longus capitis* and rostr dorsally of the *Arcus palatopharyngeus*.

The pharyngeal diverticulum has a constant width of about 3 cm and a length of about 20 cm. Its caudal end lies on a level with the seventh cervical vertebra. The *Mm. longus capitis* and *longus colli* are situated dorsal of the diverticulum and the oesophagus lies ventral.

The diverticulum ends with two horn-like pouches. The left pouch is approximately 0.5 cm longer than the right one.

The mucosal lining of the diverticulum consists of pseudostratified columnar epithelium. In deeper layers loose connective tissue, mucous glands and dispersed muscle fibres are discernible.

Only a few elastic fibres can be found in the wall of the diverticulum and therefore it is assumed that the pharyngeal diverticulum of the babirusa is not an elastic structure.

7. Literaturverzeichnis

BERG, R. (1995): Angewandte und topographische Anatomie der Haustiere, 4.Auflage. Gustav Fischer-Verlag, Jena-Stuttgart.

CAVE, A.J.E. (1965): The bursa pharyngea in the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*). *Nature* **208**, 865-867.

CAVE, A.J.E. (1967): The nature and function of the mammalian epipharynx. *Journal of Zoology* **153**, 277-289.

CAVE, A.J.E (1973): The epipharyngeal bursa in the Rhinocerotidae. *Journal of Zoology* **172**, 133-145.

DYCE, K. M., SACK, W. O., WENSING, C. J. G. (1991): Anatomie der Haustiere, Lehrbuch für Studium und Praxis. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

ELLENBERGER, E., BAUM, H. (1977): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere, 18.Auflage. Springer-Verlag, Berlin.

FAY, F. H. (1960): Structure and function of the pharyngeal pouches of the walrus (*Odobenus rosmarus*, Linnaeus, 1758). *Mammalia* **24**, 361-371.

GABRIEL, P. (1934): Kopfdarm und Schlund des Wildschweines (exkl. Mundboden). *Anatomy and Embryology* **102**, 521-571.

GANZBERGER, K., HENNINGER, W., KÜBBER-HEISS, A., FORSTENPOINTNER, G. (1995): Das Diverticulum pharyngeum beim Eisbären (*Thalarctos maritimus*). *Der zoologische Garten* **65**, 237-244.

GOODALL, G. P., LEUS, K., MACDONALD, A. A. (1999): Anatomy and histology of the babirusa (*Babyrousa babyrussa*) stomach. *Paris, Sciences de la vie / Life Sciences* **322**, 1081-1092.

HERSHKOVITZ, P. (1955): On the cheek pouches of the tropical American Paca (*Agouti paca*, Linnaeus, 1766). *Mammalia* **24**, 361-371.

HOROWITZ, A., KRAMER, B., SACK, W. O. (1982): Essentials of pig anatomy. Veterinary Textbooks, Ithaca, New York.

KILLIAN, G. (1888): Über die Bursa und Tonsilla pharyngea. *Morphologisches Jahrbuch* **14**, 618-707.

KÖNIG, H. E., SÓTONYI, P., LIEBICH, H. G. (2008): Verdauungsapparat (Apparatus digestorius). In: KÖNIG, H. E., LIEBICH, H. G. (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere, 4. Auflage, Schattauer, Stuttgart-New York, S. 321-322.

MACDONALD, A. A. (1993): The Babirusa (*Babirusa babirusa*). In *Pigs, Peccaries and Hippos: Status Survey and Action Plan*. Edited by W.L.R. Oliver. Gland, Switzerland. 161-171.

MACDONALD, A. A. (2001): The new encyclopedia of Mammals. Oxford University Press. 484-486.

MAYER, A. F. (1839): *Analecten für vergleichende Anatomie*, zweite Sammlung. Weber, Bonn.

MÜLLER, F. (1853): *Lehrbuch der Anatomie des Pferdes mit vergleichender Berücksichtigung der übrigen Haussäugetiere und physiologische Bemerkungen*. Wien, Kaiserl.-königl. Hof- und Staatsdruckerei VII, Erste Auflage, S. 253-254.

NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E. (1982): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Bd. **2**, 5.Auflage. S. 62-64.

NOWAK, R. M. (1991): *Walker's Mammals of the World (Fifth Edition)*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, S. 1053-1063.

PRANGÉ, M. (1854): Sur les fonctions des poches gutturales des solipédes. Journal des vétérinaires du midi. Toulouse. 2^e Série, Tome 7.

PRINCE, M. A. (1854): Notice sur les poches gutturales du cheval. Journal des vétérinaires du midi. Toulouse.

RICHTER, H. (1923): Physiologische Bedeutung und Erklärung des Luftsackes bei Equiden und verwandten Tierarten und bei Babirusa. Schweizer Archiv für Tierheilkunde **45**, 5-73.

RIEBOLD, T. W., ENGEL, H. N., GRUBB, T. M., ADAMS, J. G., HUBER, M. J., SCHMOTZER, W. B. (1994): Orotracheal and nasotracheal intubation in llamas. JAVMA **204** , 779-783.

RIEGEL, R.J. (2002): Bild-Text-Atlas zur Anatomie und Klinik des Pferdes, Band 2. Fortpflanzung und Innere Medizin. S. 229.

SALOMON, F.-V., GEYER, H. (2003): Atlas der angewandten Anatomie der Haustiere, 2.Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

SALOMON, F.-V., GEYER, H., GILLE, U. (2008): Anatomie für die Tiermedizin, 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

SCHEVILL, W. E., WATKINS, W. A., RAY, C. (1966): Analysis of underwater Odobenus calls with remarks on the development and function of the pharyngeal pouches. Zoologica (New York) **51**, 103-111.

SCHMIDT, C.R. (1990): Pigs. In Grzimek's Encyclopedia of Mammals. Edited by S.P. Parker. New York: McGraw-Hill. Volume 5, 20-47.

SCHNEIDER, R. (1964): Der Larynx der Säugetiere. In: HELMCKE, G., LENGERKEN, H., STARCK, D., WERMUTH, H. (Hrsg.): Handbuch der Zoologie VIII, Teil 5, 1-127. Berlin. de Gruyter.

SKODA, K. (1911): Über die Bedeutung der Tubendivertikel bei den Equiden. Anatomische Hefte **42**, 503-604.

TAYLOR, J. A. (1955): Regional and applied anatomy of the domestic animals. Part 1: Head and Neck. Edinburgh, Oliver and Boyd, 86-93.

TEMBROCK, G. (1996): Akustische Kommunikation bei Säugetieren. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 53-70.

VROLIK, W. (1844): Recherches d'anatomie comparée sur le Babyrussa. Nieuwe Verh. K. Ned. Inst. Wetensch. 1. Klasse 10 (1844). 207-248.

WEISSENGRUBER, G. E., FORSTENPOINTNER, G., KÜBBER-HEISS, A., RIEDELBERGER, K., SCHWAMMER, H., GANZBERGER, K. (2000): Occurrence and structure of epipharyngeal pouches in bears (Ursidae). Journal of Anatomy **198**, 309-314.

WILSON, D. E., Reeder, D. M. (2005): Mammal Species of the World (Third Edition, Volume 1). The Johns Hopkins University Press. S. 637-643.

ZUCKERKANDL, E. (1885): Über die Ohrtrompete des Tapir und Rhinoceros. Heft 22, Band **22**, 222-232.

8. Danksagung

Den praktischen Teil meiner Diplomarbeit absolvierte ich am Department für Pathobiologie der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von März bis Mai 2010.

Großer Dank gilt zum einen meinem Betreuer Prof.Dr.med.vet. Gerald Weissengruber, aber vor allem Prof.Dr.med.vet. Gerhard Forstenpointner, der mir mit Rat und Tat zur Seite stand, immer ein offenes Ohr hatte und für jedes Problem eine zufriedenstellende Lösung fand.

Sämtliche Präparatoren des Anatomieinstituts waren sehr bemüht, mir unter die Arme zu greifen und halfen mir mit viel Geduld, sei es mir ständig Einlass ins Institutsgebäude zu gewähren oder irgendwelche Sägearbeiten an meinem Präparat zu vollziehen. Somit nochmals Vielen Dank an alle Mitarbeiter der Anatomie für die tolle Zusammenarbeit.

Weiters möchte ich im Namen aller Diplomanden und Dissertanten, den Mitarbeitern der Veterinärmedizinischen Universitätsbibliothek Wien, für die freundliche und hilfsbereite Art danken.

Ebenso gilt mein Dank den anderen Diplomanden, die immer ein offenes Ohr für meine Probleme und Anliegen hatten und für das Austauschen anatomischen Wissens.

Ein großes Dankeschön geht an meine kreative Studienkollegin Kathi Spörk, welche das hervorragende Bleistiftbild anfertigte.

Dankend erwähnen möchte ich der Abteilung der bildgebenden Diagnostik der Kleintierklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien für die komplette CT-Darstellung des oberen Halsbereiches meines Hirscheberpräparates. Auch dem Histologischen Institut möchte ich für die Herstellung der Präparate sehr danken.

Den Mitarbeitern des Instituts für Tierhaltung und Tierschutz möchte ich für alle beantworteten und gelösten EDV-Probleme danken, allen voran Ing. Christian Haberl und Frau Dr. Ines Windschnurer.

Für die Hilfestellung zum Thema Extended Summary möchte ich Diplomtierarzt Hanno Gerritsmann danken.

Größten Dank gilt der Studienbeihilfebehörde Wien, der Gemeinde Fußach, dem Land Vorarlberg und der Veterinärmedizinischen Universität Wien, von denen ich ab und an einen Studienzuschuss erhielt.

Aber ganz besonders danken möchte ich meinen Eltern, Werner und Elisabeth Nagel, die mich finanziell durch das ganze Studium unterstützten und ohne die ich dieses lange und schwere Studium niemals geschafft hätte.

Abschließend gilt mein größter Dank meinen Freunden, meinem Freund und meiner ganzen Familie!

Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Hirscheber dorsal gelagert und mit Holzkeil für Präparation in situ gehalten

Abb.2: Rechteckig abpräparierte Cutis und Subcutis mit dazugehöriger Fettschicht

Abb.3: Blick auf Hals nach Abpräparation der Hautmuskulatur

Abb.4: Blick auf Hals nach Abpräparation der Gl.parotis, Gl.mandibularis, Halsteil Thymus, sowie der M.parotidoauricularis

Abb.5: Blick auf Hals nach Abpräparation M.sternohyoideus, M.sternomastoideus, M.cleidocephalicus, M.brachiocephalicus, sowie der V.jugularis

Abb.6: Blick auf eröffneten Larynx

Abb.7: Bleistiftzeichnung der Aufsicht auf die durch Horizontalschnitt dargestellte Dorsalwand des freipräparierten Diverticulum pharyngeum des Hirschebers

Abb.8: Foto des freipräparierten Diverticulum pharyngeum des Hirschebers

Abb.9: Blick auf medianes Septum des Diverticulum pharyngeum

Abb.10: Blick auf Divertikeleingang, durch Sonde gekennzeichnet

Abb.11: Histologisches Bild – H&E Färbung; Querschnitt eines mittig entnommenen Divertikelanteiles (20fache Vergrößerung)

Abb.12: Detailansicht (400fache Vergrößerung) einer Drüsenansammlung der Abbildung 11

Abb.13: Histologisches Bild – H&E Färbung; Querschnitt einer Divertikelkrypte (20fache Vergrößerung)

Abb.14: Histologisches Bild – H&E Färbung; Detaildarstellung der Schleimhaut (300fache Vergrößerung)

Abb.15: Histologisches Bild – Resorcinfuchsin Färbung; Querschnitt einer Divertikelkrypte (40fache Vergrößerung)

Abb.16: Histologisches Bild – Resorcinfuchsin Färbung; Ausschnitt eines medial entnommenen Divertikelteils (30fache Vergrößerung)

Abb.17: CT-Bild Hirscheber, Querschnitt Mitte Halswirbelsäule

Abb.18: CT-Bild medianer Längsschnitt Hirscheberkopf

Abb.19: Nahaufnahme CT-Bild medianer Längsschnitt Hirscheberkopf

Abkürzungsverzeichnis

A. Arteria, lat. Arterie

Abb. Abbildung

Bd. Band

bzw. beziehungsweise

cm Zentimeter

CT Computertomographie

d.i. das ist

et al. et alia, lat. und andere (mehrere Autoren sind damit gemeint)

H&E Hämatoxylin-Eosin (Histologische Färbetechnik)

kg Kilogramm

kv Kilovolt

mAs Milliampere

M. Musculus, lat. Muskel (Singular)

Mm. Musculi, lat. Muskeln (Plural)

mm Millimeter

Nr. Nummer

S. Seite

sp. Species (Singular)

Tr. Truncus, lat. Stamm

V. Vena, lat. Vene

Vgl. Vergleich

z.B. zum Beispiel