

Klinische Anatomie der Nasen- und Nasennebenhöhlen des Pferdes - Grundlagen für die Endoskopie, Computertomographie und Chirurgie

Claudia Nöller¹, Michael Nowak², Janet Hamann³, Guido Fritsch⁴ und Klaus-D. Budras³

Klinik für Kleintiere (gesch. Direktor: Prof. G. Oechtering) der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig¹, Fachtierarzt für Pferde und Chirurgie, Rattlingen², Institut für Veterinär-Anatomie (gesch. Direktor Prof. K.-D. Budras), Freie Universität Berlin³ und Klinik für kleine Haustiere (gesch. Direktor: Prof. L. Brunnberg), Freie Universität Berlin⁴

Zusammenfassung

Da die Endoskopie und die Computertomographie eine der wichtigsten diagnostischen Maßnahmen bei der Untersuchung der Nasen- und Nasennebenhöhlen des Pferdes darstellen, sollen anatomische Schlüsselstellen definiert und morphologisch beschrieben werden. Ziel dabei ist es, eine Grundlage für minimal invasive Methoden, wie der Transnasalen Sinusendoskopie nach Nowak (TSE), zu schaffen, die die stark invasiven chirurgischen Operationsmethoden in Allgemeinnarkose auf die Dauer ablösen sollen. An 16 Pferdekopfpräparaten im Alter von 2,5 bis 18 Jahren wurden computertomographische Untersuchungen mit und ohne arterielle Kontrastmittelinjektion vorgenommen, korrespondierende Scheibenplastinate angefertigt und durch weitere Untersuchungsmethoden (dreidimensionale Darstellung, Präparation, Korrosion, Mazeration) ergänzt. Daraus ergaben sich angewandt-anatomische Landmarken in der Nasenhöhle, die genau definiert und beschrieben wurden. Sie dienen als Orientierungshilfe bei der TSE nach Nowak und wurden wie folgt festgelegt: 1. Der Bereich des Naseneingangs; 2. Die Nasengänge und der Recessus conchae ventralis; 3. Die Apertura nasomaxillaris mit Zugängen in zwei meist separierte Nasennebenhöhlensysteme; 4. Die eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen und 5. Die eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen. Es wurden außerdem Zugangsmöglichkeiten für die minimal invasive Chirurgie an den Nasennebenhöhlen gefunden. So kann gefolgert werden, dass Grundlegende Kenntnisse in der Anatomie wichtige Voraussetzungen für ein erfolgreiches Vorgehen sind. Insbesondere dann, wenn in Zukunft intranasale minimal invasive chirurgische Maßnahmen von der Nasenhöhle aus erfolgen sollen, spielt das Auffinden der geeigneten chirurgischen Zugänge eine entscheidende Rolle.

Schlüsselwörter: Pferd, Nase, Nasennebenhöhlen, Computertomographie, Endoskopie

Anatomy of the equine nasal cavity and paranasal sinuses and potential clinical applications as a basis for endoscopy, computed tomography and surgery

Introduction: An accurate knowledge of the location of nasal structures is important in the clinical application of transnasal sinus endoscopy by the Nowak-technique (TSE) and computed tomography (CT). TSE by Nowak-technique is an intranasal minimally invasive technique for investigation and treatment of diseases of the equine nasal cavity and paranasal sinuses. This novel technique is likely to be of increasing clinical importance in the future. The aim of this study was to provide a detailed anatomical reference for the clinical assessment and treatment of the nasal cavity and paranasal sinuses in the horse using CT and TSE and to define anatomical landmarks within the equine nasal cavity. **Methods:** 16 heads (recently euthanased or deep-frozen) were subjected to CT examination, both before and after the injection of contrast-enhancing casts, sheet plastination with silicon (S10), preparation as corrosion casts or were subjected to other processes like three-dimensional (3D) reconstruction, dissection and maceration. **Results:** Within the nasal cavity and the paranasal sinuses the following five landmarks were defined: 1. The nasal entry; 2. The nasal meatuses and the recessus conchae ventralis; 3. The nasomaxillary aperture with entrances into two separated systems of paranasal sinuses; 4. The more caudally situated paranasal sinuses and 5. The more rostrally situated paranasal sinuses. Comparison of the CT images with the sheet plastinations allowed accurate identification of the structures within the nasal cavity. The fragile bones of the conchae, their relationship to adjacent bony structures and the anatomical definition of the bullae and recessuses were seen in detail. The 3D models provided a realistic portrayal of the relationship of the paranasal sinuses and the naso-lacrimal drainage system to the rest of the head. The corrosion casts were useful in recognising the course of the vessels through the nasal cavity. Furthermore for the investigation and treatment of diseases of the equine nasal cavity and paranasal sinuses we detected approaches for minimally invasive techniques like TSE. **Conclusion:** The anatomical information obtained from this investigations is invaluable for the clinical application of TSE. Comparison of CT images with the corresponding plastinations and corrosion casts provides an excellent topographic and three-dimensional overview of the anatomy of the nasal cavity and paranasal sinuses in the horse. The detected approaches for intranasal minimally invasive techniques are useful in the treatment of nasal and sinus disease in the horse and are suited to surgical procedures.

Keywords: horse, nose, paranasal sinuses, computed tomography, endoscopy

Einleitung und Zielsetzung

Bei den Untersuchungen der oberen Atemwege des Pferdes stellen, neben der herkömmlichen Röntgentechnik, die Endoskopie und die Computertomographie die wichtigsten diagnostischen Maßnahmen dar. Als invasive Methode wird, neben der Sinocentesis, die Sinuskopie beschrieben, bei der

durch entsprechende Trepanationsstellen am Kopf die Nasennebenhöhlen endoskopisch untersucht werden können (Chan und Munroe 1995). Für die Beurteilung und Identifizierung klinisch wichtiger Strukturen in der Nase und deren Nebenhöhlen sind anatomische Kenntnisse essentiell. Aus diesem Grund sollen, entsprechend des Vorgehens bei der Endosko-

pie und auch der Bildabfolge bei der Computertomographie, von der Nasenhöhle des Pferdes anatomische Schlüsselstellen definiert und morphologisch beschrieben werden. Letztere finden bei der der Transnasalen Sinusendoskopie nach Nowak (TSE), die als neue Methode in der Diagnostik und in der Therapie von Nasenerkrankungen des Pferdes zum Einsatz kommt, besondere Beachtung. Ferner sollen mögliche Wege für einen transnasalen endoskopischen Zugang zu den Nasennebenhöhlen bestimmt und definiert werden. Ziel dabei ist es, die stark invasiven chirurgischen Operationsmethoden in Allgemeinnarkose durch minimal invasive, transnasale Methoden am stehenden Patienten auf Dauer abzulösen.

Anatomische Übersicht der Nasen- und Nasennebenhöhlen

Die Nasenhöhlen des Pferdes sind mit Muscheln ausgefüllt, die ein papiertütenähnliches Aussehen (Abb. 1) haben (Ellenberger und Baum 1943). Als Muscheln bezeichnet man Strukturen, die in die Nasenhöhle hineinragen und deren Grundlage knöcherne Muschelbeine sind, die von beiden Seiten mit Schleimhaut bedeckt sind (Nickel und Wilkens 1958, Ellenberger und Baum 1943). Diese Muschelbeine sind an den angrenzenden Schädelknochen durch eine Basallamelle (Abb. 2, —a*) befestigt und entlassen Spirallamellen (—b), die sich dorsal bzw. ventral einrollen. Durch diese Einrollung entstehen Buchten (Recessus, —c), die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen. Rollen sich die Lamellen noch weiter ein



Abb 1 Entstehung einer Nasenmuschel durch papiertütenartiges Einrollen der Knochenlamellen in die Nasenhöhle.
Rolling in a sheet of paper visualises the formation of nasal concha's bony lamellae.

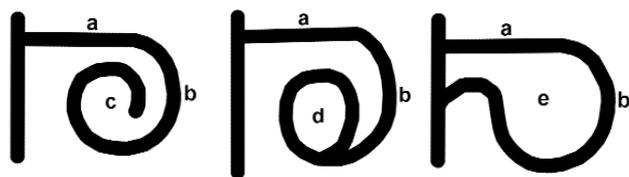


Abb 2 Transversalschnitt a = Basallamelle, b = Spirallamelle, c = Recessus conchal, d = Bulla, e = Sinus; In der rostralen Abteilung der dorsalen- bzw. ventralen Nasenmuschel bilden die Spirallamellen der Muscheln einen Recessus (—c) oder eine Bulla (—d). In der kaudalen Abteilung verschmilzt die Spirallamelle mit Nachbarknochen und bildet einen Sinus conchal (—e).
Transversal slice: a = basal lamellae, b = spiraled lamellae, c = Recessus conchal, d = Bulla, e = Sinus.

und treffen dabei wieder auf sich selbst, kommt es zur Bullenbildung (Bullae, —d). Bei einer Unterteilung der Bullae durch quer verlaufende Septen spricht man von Zellen (Cellulae). Verwächst jedoch der freie Rand einer Spirallamelle mit einer Basallamelle oder auch einem benachbarten Kopfknochen, so entstehen Muschelhöhlen, so genannte Sinus (—e; Nickel und Wilkens 1958).

Nasenmuscheln sind von einer verhältnismäßig dicken Schleimhaut überzogen (Graumann und Sasse 2004), die beim Pferd eine Dicke von bis zu 6mm ausmachen kann (Probst et al. 2005). Jedoch variiert die Dicke der Schleimhaut in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation und ist an den Stellen, die dem Luftstrom zugewandt sind, am prominentesten (Negus 1958). So kommen kräftige Venenpolster, die für die Erwärmung und der Anfeuchtung der Luft von Bedeutung sind und sympathisch, parasymphatisch und peptinog innerviert werden, vor allem im ventralen Nasengang vor. Ihr venöser Abfluss erfolgt schließlich über die V. sphenopalatina, die Vv. ethmoidales und andere Venen im rostralen Bereich der Nase (Olson 1987). Am ventralen Rand des Nasenseptums kommt ein großer Schwellkörper (Venenplexus) vor, der sich in das Lumen des gemeinsamen Nasenganges vorstülpt (Tremaine und Dixon 2002). Eine Übersicht über die arterielle Versorgung der Nasenhöhle gibt Tabelle 1. Beim Pferd ragen die dorsale und die ventrale Nasenmuschel in das Lumen der Nasenhöhle hinein und lassen durch ihre Konfiguration vier Nasengänge (einen dorsalen, einen mittleren, einen ventralen und einen gemeinsamen) entstehen. Bei-

Tab 1 Arterielle Versorgung der Nasenhöhle des Pferdes nach Ellenberger und Baum (1993) und MacDonald 1993)

	Gefäßversorgung über:
dorsale Nasenmuschel	A. ethmoidalis ext., Hauptgefäß am dorsalen und dorsomedialen Rand
mittlere Nasenmuschel Ventralrand	A. sphenopalatina (lateralen Zweig) starker mittlerer Ast
ventrale Nasenmuschel kaudale Abteilung (Muschelhöhle)	A. sphenopalatina (lateralen Zweig) schwacher dorsaler Ast
dorsaler Nasengang Lateralwand (rostral)	A. ethmoidalis ext. A. lateralis nasi
mittlerer Nasengang	A, lateralis nasi
ventraler Nasengang	A. sphenopalatina (lateralen Zweig) und A. palatina major
Schleimhaut im Boden Lateralwand	schwacher ventraler Ast starker mittlerer Ast
Nasenscheidewand kaudoventral	A. ethmoidalis ext. A. sphenopalatina (medialen Zweig)
Kiefer- und Stirn- muschelhöhle	A. sphenopalatina (lateralen Zweig), schwacher dorsaler Ast
Tränenangegang, kaudaler Teil	A. sphenopalatina (lateralen Zweig), schwacher dorsaler Ast
Choanen	A. sphenopalatina (medialen Zweig)

den Muscheln sind durch ein quer verlaufendes knöchernes Septum in eine rostrale und eine kaudale Muschelabteilung unterteilt (Nickel und Wilkens 1958) und zeigen nur eine einfache Spirallamelle (Tremaine und Dixon 2002).

Das Lumen der kaudalen Muschelabteilung der dorsalen Nasenmuschel ist mit Nasenschleimhaut ausgekleidet und

* Die Zahlen bzw. Buchstaben beziehen sich auf die Synonyme in den entsprechenden Abbildungen.

wird als Sinus conchae dorsalis bezeichnet (NAV 2005). Es steht in weit offener Verbindung zur Stirnhöhle (Nickel und Wilkens 1958, Tremaine and Dixon 2002, Probst et al. 2005). Beide Höhlen werden gemeinsam als Sinus conchofrontalis bezeichnet (NAV 2005). Von der Stirnhöhle aus besteht eine Verbindung (Apertura frontomaxillaris) zum Sinus maxillaris caudalis, die starke altersabhängige Form- und Größenvariationen bei Pferden zeigt (Probst et al. 2005). Weit kaudal im Sinus maxillaris caudalis erstreckt sich hinter den Wurzeln der molaren Backenzähne eine schräge, sagittale Öffnung zum Sinus sphenopalatinus, die zwischen dem kaudalen Anfang des Canalis infraorbitalis und der Orbita liegt (Probst et al. 2005).

Das Lumen der kaudalen Muschelabteilung der ventralen Nasenmuschel wird als Sinus conchae ventralis bezeichnet (NAV 2005) und kommuniziert dorsal über den Canalis infraorbitalis hinweg (Apertura conchomaxillaris) mit der rostralen Kieferhöhle (Nickel und Wilkens 1958, Tremaine and Dixon 2002, Probst et al. 2005). Die Apertura conchomaxillaris ist in Höhe des Überganges zwischen dem zweiten und dritten prämolaren Backenzahnes lokalisiert (Probst et al. 2005).

Erste Anteile der Nasennebenhöhlen am Pferdefötus sind im Alter von 4, 5 Monaten nachweisbar (Soana et al. 1993). Die Hohlräume vergrößern sich bis zu einem Alter von 4-6 Jahren durch Pneumatisierung der Knochen bei Vordringen der Nasenschleimhaut und danach nur noch durch Veränderungen im Bereich der Zahnalveolen (Dyce et al. 1991).

Zwischen der rostralen und kaudalen Kieferhöhle besteht eine Scheidewand, die individuell unterschiedlich verläuft, jedoch im gesunden Zustand stets verschlossen ist (Ellenberger und Baum 1943, Nickel und Wilkens 1958). Das Septum ist ventral stärker als dorsal und zeigt in seinem mittleren Bereich oft Knochendefekte, die jedoch beidseitig von respiratorischer Schleimhaut der Kieferhöhlen bedeckt sind (Nickel und Wilkens 1958). In den Sinus maxillaris rostralis ragen die Zahnwurzeln der dritten und vierten prämolaren Backenzähne und in den Sinus maxillaris caudalis die des ersten und zweiten molaren Backenzahnes hinein (Bertone et al. 1993).

Eine gute Übersicht über die endoskopische Anatomie der Nasennebenhöhlen des Pferdes geben Chan und Munroe (1995). Beide Nasennebenhöhlensysteme kommunizieren über die Apertura nasomaxillaris mit dem mittleren Gang der Nasenhöhle. Diese Öffnung stellt einen dorsoventral abgeplatteten spaltförmigen Kanal zwischen der dorsalen und ventralen Nasenmuschel dar (Nickel und Wilkens 1958, Probst et al. 2005) und befindet sich in Höhe des zweiten und dritten molaren Backenzahnes (Probst et al. 2005). Der spaltförmige Kanal zweigt sich in einen lateralen und einen kaudalen Schenkel auf, wobei der laterale Abzweig in die rostrale und der kaudale Abzweig in die kaudale Kieferhöhle mündet (Nickel und Wilkens 1958).

Material und Methoden

Insgesamt wurden 16 Pferdekopfpräparate in einem Alter von 2,5 bis 18 Jahren untersucht, von denen elf Köpfe tiefgefroren und fünf frisch euthanasiert waren. Von den tiefgefrorenen Köpfen wurden drei seziiert, vier mazeriert und vier für die Herstellung von Korrosionspräparaten benutzt.

Bei der Herstellung der Korrosionspräparate wurde die rechte und linke A. carotis communis und die V. nasalis dorsalis mit dem Kunststoff Tensolciment® No. 70 (ICI Chemicals and Polymers Ltd., Darwen, Lancastershire, UK) ausgefüllt und die umgebenden Gewebe bis auf den Knochen mazeriert. Dadurch erhält man einen Positivabdruck der Gefäßhöhlräume, der dem Volumen (etwa 200-300ml pro Kopf) und der Form dieser Hohlräume entspricht. Die vier tiefgefrorenen Köpfe tauten allmählich (1 Tag bei etwa 0°, dann bei Zimmertemperatur) auf. Nachdem die Gefäße freipräpariert waren, erfolgte eine Vorperfusion mit destilliertem Wasser. Im Anschluss daran wurde ein 1: 30-Gemisch aus dem entsprechenden Härter (Komponente B) und Tensolciment® No. 70 (Komponente A) und einer Messerspitze Farbstoff (Sudanrot für Arterien, bzw. Irislichtblau für Venen) in die Gefäße injiziert. Nach einer Aushärtungszeit von 2 Tagen bei Zimmertemperatur wurden die Köpfe erneut tiefgefroren, in diesem Zustand median aufgesägt und dem Mazerationsprozess zugeführt. Dieser erfolgte in einer 10%-igen Natronlauge im Wärmeschrank bei 50°C.

Bei den fünf gerade euthanasierten Pferdekopfpräparaten fand zuerst die Computertomographie als Standarduntersuchungsmethode Anwendung. Die entstandenen Bilder wurden interpretiert und die Strukturen im CT-Bild durch weiterführende Methoden verifiziert. Dazu gehörten als Folgeuntersuchungen die Scheibenplastinations- Technik mit Injektion der Arterien und der ableitenden Tränenwege sowie die dreidimensionale Rekonstruktion der CT-Datensätze.

Die computertomographischen Untersuchungen erfolgten an der Klinik für Kleintiere der Freien Universität Berlin (Guido Fritsch), wobei ein Lightspeed QXi (General Electric) Scanner (Spiral-CT, 4-Schichten) zur Akquirierung der CT-Bilder genutzt wurde. Im Anschluss daran kam die Workstation AW 4.2 zur Nachbearbeitung der Bilder zum Einsatz. Die Lagerung der Pferdeköpfe erfolgte symmetrisch in Brust-Bauchlage und mit dem harten Gaumen parallel zum CT-Tisch. Die Schichtdicke betrug 1,25mm.

Drei der fünf computertomographisch untersuchten Pferdeköpfe wurden nach den nativ-CT-Aufnahmen mit einem Gemisch aus plastinationsbeständigem Kunststoff (E20), rotem Farbstoff und 3% Bariumsulfat als Röntgenkontrastmittel über die A. carotis communis injiziert (etwa 120ml pro Seite). Das gleiche Gemisch (jedoch mit grünem Farbstoff) wurde auch für die Injektion in das untere Tränenpünktchen verwendet. Hierbei erfolgte die Injektion in die ableitenden Tränenwege so lange, bis der Kunststoff in den Nasenvorhof abgeflossen war. Nach einer Aushärtungszeit von mindestens 2 Tagen erfolgten die Kontrast-CT-Aufnahmen der drei Köpfe an der Klinik für Kleintiere der Freien Universität Berlin. Im Anschluss daran wurden sie erneut tiefgekühlt. Bevor die Köpfe nun entsprechend der CT-Bilder in transversale Scheiben gesägt werden konnten, wurden sie geschoren. Auf der Haut wurde anschließend mit einem dicken Textmarker die Schnittrichtung eingezeichnet und der Kopf für die Tiefkühlung bei -20°C symmetrisch in einem rechteckigen Behälter positioniert. Dieser wurde zur Hälfte mit Wasser gefüllt, um beim Sägen eine optimale Schnittkante zu haben. Zusätzlich fanden auch Fixierungsschölder zur besseren Schnittführung ihre Verwendung. Die optimale Scheibendicke lag, im Hinblick auf das Schleifen am Ende

des Plastinationsvorganges, bei etwa 8mm. Die Durchführung der S10-Standardplastination erfolgte nach dem Leitfaden von Gunther von Hagens (Hagens 1985).

Für die 3D-Visualisierungen (Claudia Nöller) konnten die aufgenommenen CT-Datensätze mit dem Programm VGStudio MAX 1.2 (Volume Graphics GmbH, Heidelberg, Deutschland) geladen und nachbearbeitet werden. Nach der Ermittlung der knöchernen Strukturen im 3D-Modell anhand einer Dichtekurve (Hounsfield-Einheiten) erfolgte zunächst die Gelbfärbung der Knochen. Danach wurden die Weichteile rötlich markiert und so viel Deckkraft heraus genom-

neu erstellte Segment im dreidimensionalen Raum erhielt eine grüne Farbe und konnte nun im Verhältnis zu den restlichen Strukturen innerhalb des Kopfes dargestellt werden (vgl. Abb. 6).

Für die spezielle Darstellung der Nasennebenhöhlen wurden Nativ-CT-Serien als Originaldatenquelle geladen. Da die Luft der Nasennebenhöhlen im Vergleich zum umliegenden Knochen einen ausreichend guten Kontrast bietet, fiel es leicht, die Voxel der Dichtewerte der Luft dynamisch mit einer Toleranz von 90 zu erfassen. Die Einstellungen wurden für die Berechnungen aller Nasennebenhöhlen beibehalten. Auch

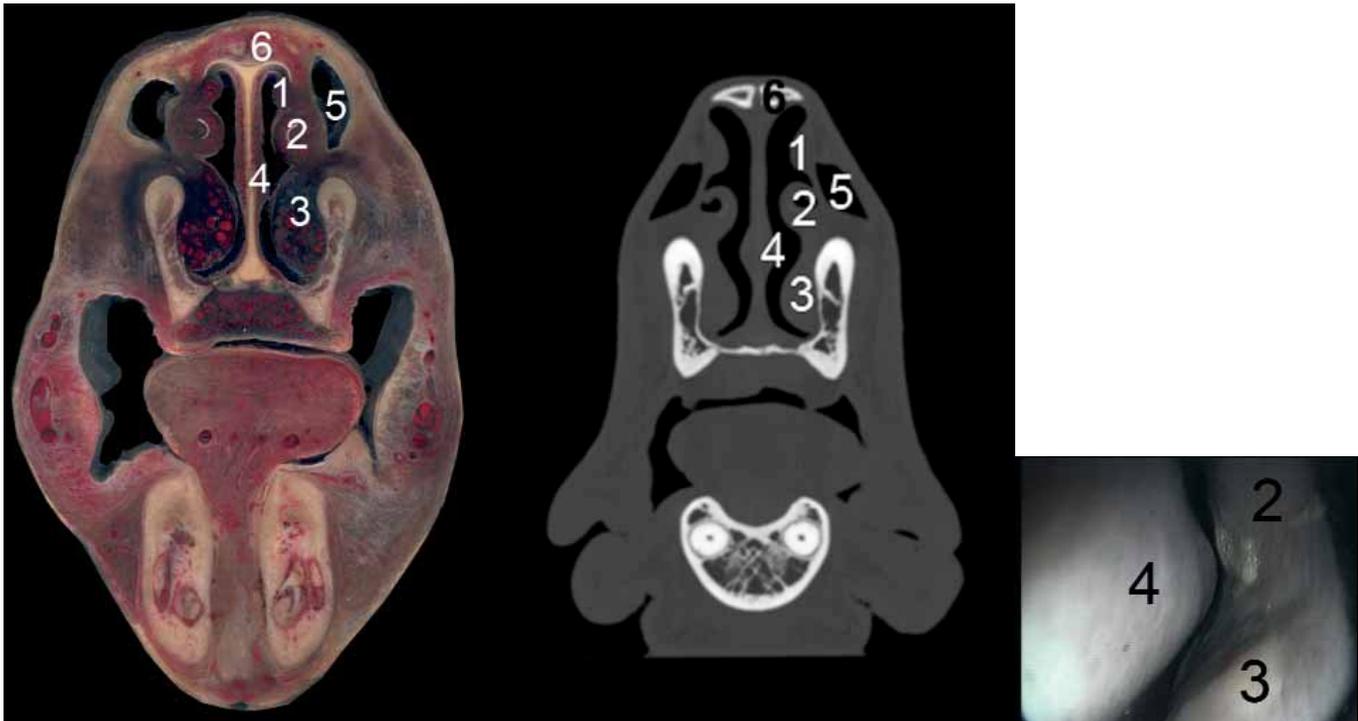


Abb 3 Transversal geschnittenes S10-Scheibenplastinat (links) und korrespondierendes CT-Bild (mittig) und endoskopischer Blick (rechts) im Bereich des Naseneinganges. Im endoskopischen Bild fällt bei dem Patienten Eiter zwischen der Flügel falte (—2) und der Boden falte (—3) auf. S-10 Sheet plastinate (left) with injected arteries (red cast) and correspondent CT-image (central) at the entrance of the nasal cavity and endoscopic view (right) into the entrance of the nasal cavity. Note the purulence between the alar fold (—2) and the basal fold (—3).

Ziffernlegenden für die Abb. 1-11
Legends for the Figs. 1-11

- 1 = Plica recta
- 2 = Plica alaris
- 3 = Plica basalis
- 4 = Septumschwellkörper (Swelling body of the nasal septum)
- 5 = Diverticulum nasi
- 6 = Os nasale
- 7 = Meatus nasi dorsali
- 8 = Sulcus conchae dorsalis
- 9 = Meatus nasi medius
- 10 = Recessus conchae ventralis

- 11 = Meatus nasi ventralis
- 12 = Meatus nasi communis
- 13 = Concha nasalis dorsalis
- 13a = Bulla conchae dorsalis
- 13b = Sinus conchae dorsalis
- 14 = Septum nasi
- 15 = Concha nasalis ventralis
- 15a = Bulla conchae ventralis
- 15b = mediale Wand von 10 (medial wall of 10)
- 15c = Sinus conchae ventralis
- 16 = Apertura nasomaxillaris
- 17 = Canalis infraorbitalis
- 18 = Sinus maxillaris rostralis
- 19 = Sinus frontalis

men, dass sie sich durchscheinend darstellten (vgl. Abb. 6). Für die spezielle Darstellung der ableitenden Tränenwege konnten die Daten der entsprechenden Kontrast-CT-Serie (Kunststoffausgüsse mit Röntgenkontrastmittel der Tränenaengänge) geladen werden, wobei die kontrastmittelmakrierten Bereiche der ableitenden Tränenwege Bild für Bild aus den Originaldaten ausgewählt (segmentiert) wurden. Dieses

hier wurde das neu erstellte Segment eingefärbt und innerhalb des Kopfes topographisch korrekt zur Abbildung gebracht (vgl. Abb. 6). Das Programm ermöglichte ferner die Berechnung der Volumina eines jeden erstellten Segments. Auf diese Weise wurden exemplarisch die Volumina der eher kaudal und der eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen ermittelt.

Ergebnisse

Für die Diagnostik und Therapie bei der Transnasalen Sinusendoskopie ergaben sich folgende angewandt anatomische Schlüsselstellen (Landmarken) in der Nasenhöhle:

1. Der Bereich des Naseneingangs (Abb. 3);
2. Die Nasengänge und der Recessus conchae ventralis (Abb. 4);
3. Die Apertura nasomaxillaris mit Zugängen in zwei meist separierte Nasennebenhöhlensysteme (Abb. 5);
4. Die eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6 blau markiert) und deren minimal invasiver Zugang sowie

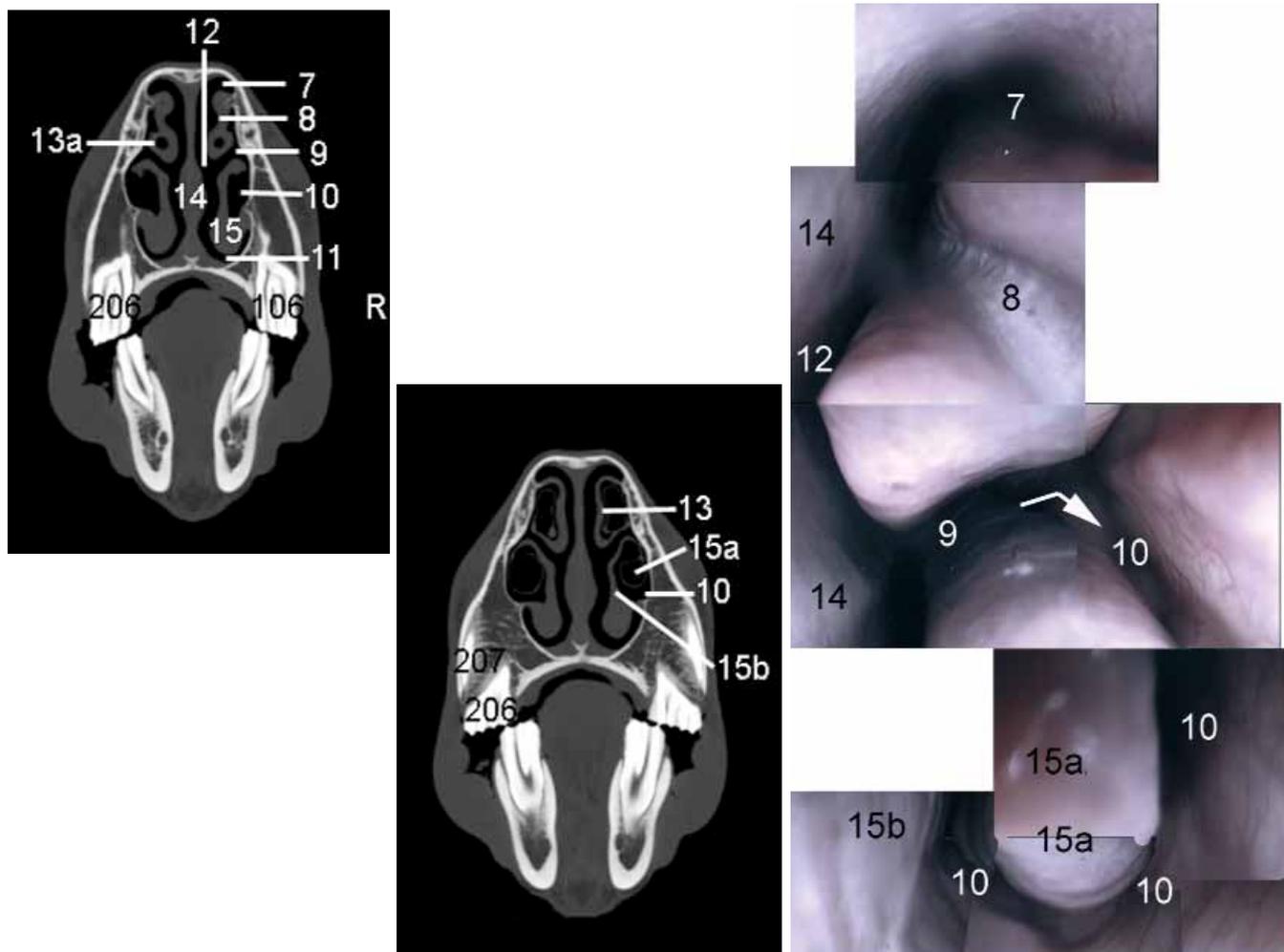


Abb 4 Aneinanderreihung endoskopischer Bilder (rechts) und Orientierung der Lage des Endoskops mit Hilfe der CT-Bilder (links): Für die Orientierung im Endoskop ist die Bestimmung der Nasengänge essentiell. Dabei ist die Einziehung der dorsalen Nasenmuschel im rostralen Bereich, Sulcus conchae dorsalis (—8), zu beachten. Über den mittleren Nasengang (—9) gelingt mit Hilfe eines flexiblen Endoskops das Hineingleiten in den Recessus conchae ventralis (—10, entlang des Pfeils). Der rote Balken demonstriert, dass die Bilder oberhalb und unterhalb des Balkens nicht die Fortsetzung der Bildfolge darstellen, da sich das Endoskop zunächst im mittleren Nasengang (—9) und nach dem Hineingleiten des Endoskops innerhalb der Muschelbucht (—10) befindet.

Endoscopic image sequence (right) compared with correspondend CT-slices (left): Note the Sulcus conchae dorsalis (—8) and determine the four nasal meatuses. The middle nasal meatus (—9) is suited for investigation of the recessus conchae ventralis (—10), therefore a flexible endoscope slips in the recessus as indicated.

5. Die eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6, gelb markiert) und deren minimal invasiver Zugang.

zu 1

Am Naseneingang können im S10-Scheibenplastinat, computertomographisch und endoskopisch folgende Schleimhautfal-

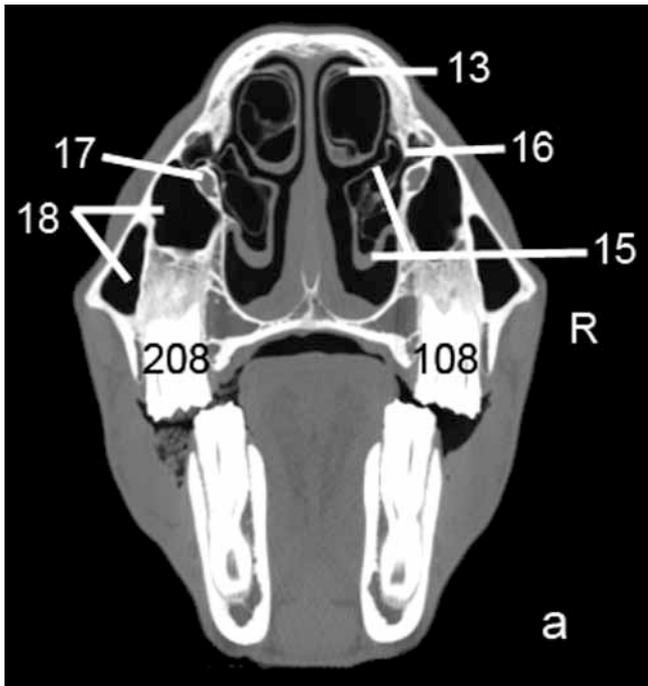
ten eindeutig identifiziert werden: Die gerade Falte der dorsalen Nasenmuschel (Plica recta, Abb. 3, —1), die Flügelfalte (Plica alaris, Abb. 3, —2) und die Bodenfalte (Plica basalis, Abb. 3, —3) der ventralen Nasenmuschel. Bei vielen chronischen Nasenerkrankungen ist bereits am Naseneingang ein einseitiger seröser bis mucopuroletter Nasenausfluss sichtbar (Abb. 3).

zu 2

Beim weiteren endoskopischen Vorgehen werden der Naseneingang passiert und die Nasengänge der Nasenhöhle bestimmt. Hierbei bereitete zunächst die Zuordnung des mitt-

leren Nasenganges (Abb. 4, —9) Schwierigkeiten, da die dorsale Nasenmuschel eine prominente Einziehung (Abb. 4, —8) besitzt. Diese Einziehung wird im Folgenden als Sulcus conchae dorsalis bezeichnet (Abb. 4, —8). Er erstreckt sich zwischen dem kaudalen Ende des falschen Nasenloches und dem dritten prämolaren Backenzahn. Nach der Bestimmung und Inspektion aller Nasengänge wird erneut der mittlere

Nasengang, der zwischen der dorsalen und ventralen Nasenmuschel liegt, aufgesucht. Von hier aus gelingt mit Hilfe eines flexiblen Endoskops das Hineingleiten in die ventrale Muschelbucht (Recessus conchae ventralis, Abb. 4, —10), die im rostralen Bereich der ventralen Nasenmuschel ausgeprägt ist. Die Bucht entsteht durch die dorsale Aufrollung der Basallamelle der ventralen Nasenmuschel (Concha nasalis ventralis, Abb. 4, —15) in ihre Spirallamelle. Weiter kaudal in der Nasenhöhle trifft diese dorsale Spirallamelle der ventralen Nasenmuschel wieder auf sich selber und lässt so eine Bulla concha ventralis (Abb. 4, —15a) entstehen. Die Muschelblase



bung, die mit Hilfe der dreidimensionalen Darstellung (Abb. 5 rechts oben) als Dach des Sinus conchae ventralis 15c) identifiziert werden kann. Die Apertura nasomaxillaris stellt die gemeinsame Mündung zweier Kanäle dar und führt in zwei im gesunden Zustand meist separierte Nasennebenhöhlensysteme (Abb. 6). Dies sind die über den Sinus maxillaris caudalis erreichbaren eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6, blau markiert, Sinus conchae dorsalis, Sinus

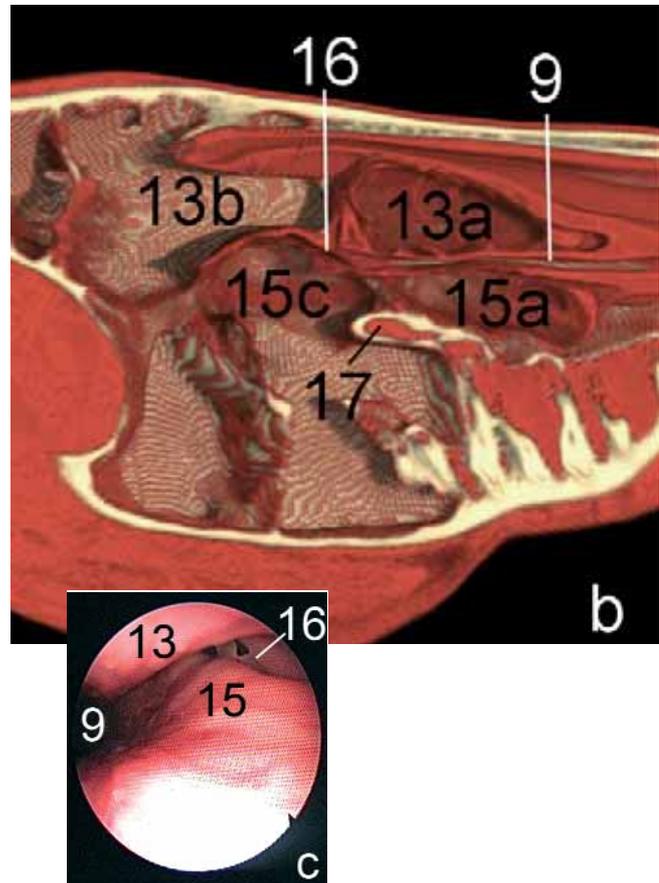


Abb 5 Computertomographische Darstellung (a) und paramedianer Schnitt durch ein dreidimensionales Model eines Pferdekopfes (b) in Höhe der endoskopisch dargestellten Apertura nasomaxillaris (c), die durch einen Knochenkamm (—16), der von der dorsalen Nasenmuschel (—13) gebildet wird, identifiziert werden kann. In Bild c versperrt eine Knochenlamelle der krankhaft veränderten ventralen Nasenmuschel (—15) den natürlichen Zugang.

CT-image (a), paramedian 3D-trans-section (b) and endoscopic view (c) of the nasomaxillary aperture. Because of a bony crest (—16) belonging to dorsal nasal concha (—13), the nasomaxillary aperture is easily identifiable. Note also a pathologic bony lamellae within the nasomaxillary aperture in (c).

kann beim Hineingleiten in den Recessus conchae ventralis mit dem Endoskop (Abb. 4 rechts, —15a) identifiziert werden. Auch die dorsale Nasenmuschel (Concha nasalis dorsalis, Abb. 4 links unten, —13) bildet in ihrem rostralen Bereich eine solche Muschelblase (Bulla concha dorsalis, Abb. 4 links oben, —13a) aus.

zu 3

Zur Darstellung des Beginns der Apertura nasomaxillaris (Abb. 5 rechts unten, —16) liegt das Endoskop im mittleren Nasengang, etwa in Höhe des vierten prämolaren Backenzahnes (Abb. 5 links, —108,—208, Benennung nach dem Triadansystem = P4). Der Orientierung dienen die dorsale (Abb. 5 rechts unten, —13) und die ventrale (Abb. 5 rechts unten, —15) Nasenmuschel. Die ventrale Nasenmuschel zeigt aus endoskopischem Blickwinkel eine dorsale Aufwöl-

maxillaris caudalis, Sinus frontalis sowie Sinus sphenoidalis und Sinus palatinus) und die über den Sinus maxillaris rostralis erreichbaren eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6, gelb markiert, Sinus conchalis ventralis, Sinus maxillaris rostralis). Das Pferd, das für die Volumenbestimmung der Nasennebenhöhlen aus dem 3D-Model herangezogen wurde (Abb. 6), war ein Wallach im Alter von 12 Jahren. Alle eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6, gelb markiert) zusammen haben bei diesem Tier ein Volumen von 40,01 m³ und alle eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen (Abb. 6, blau markiert) ein Volumen von 257,51 m³.

zu 4

Unter Berücksichtigung der wichtigen Leitungsstrukturen der Nase wurde für die minimal invasive Chirurgie an den Nasennebenhöhlen („transnasal endoscopic guided sinus

surgery“, TESS nach Nowak) nach Zugangsmöglichkeiten zu beiden Nasennebenhöhlensystemen gesucht. Aus anatomischer Sicht ist ein minimal invasiver chirurgischer Zugang (wie in Abb. 9 eingezeichnet) in die kaudale Abteilung der dorsalen Nasenmuschel und damit in alle eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen wie folgt möglich: Beim endoskopisch-chirurgischen Vorgehen zur Eröffnung der dorsalen Nasenmuschel, wird das Endoskop vorerst in den mittleren Nasen-



Abb 6 Dreidimensionales Modell eines Pferdekopfes zur Darstellung der eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen (Sinus conchalis ventralis und Sinus maxillaris rostralis, gelb markiert), der eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen (Sinus conchalis dorsalis, Sinus maxillaris caudalis, Sinus frontalis und Sinus sphenopalatinus, blau markiert) sowie des Tränenassengangs (grün dargestellt).

Three-dimensional portrayal of a horse: nasolacrimal drainage system is highlighted in green, more rostrally situated paranasal sinuses are highlighted in yellow and more caudally situated paranasal sinuses are highlighted in blue.

gang und dann in den gemeinsamen Nasengang vorgeschoben, um auf die mediale Seite der dorsalen Nasenmuschel zu gelangen. Die Schleimhaut der dorsalen Nasenmuschel ist an dieser Stelle besonders dünn und enthält keine größeren Gefäße, sodass eine Trepanation des Sinus conchalis dorsalis problemlos erfolgen könnte (Abb. 9). Von diesem Zugang aus besteht eine weit offene Verbindung zur Stirn- und zur kaudalen Kieferhöhle. Auch der Sinus sphenopalatinus ist durch eine relativ breite Öffnung mit den vorher genannten Nasennebenhöhlen verbunden. Vorsicht ist bei diesem Zugang dennoch insofern geboten, dass hochdorsal, über der dorsalen Nasenmuschel, die A. ethmoidalis externa (Abb. 8 und 9, —d) verläuft, die sich als sehr starkes Gefäß darstellt und unbedingt zu schonen ist (das Kreuz in Abb. 9, rechts gibt den optimalen Zugang an). Es ist außerdem zu bedenken, dass am ventralen Rand der dorsalen Nasenmuschel auch Äste der A. ethmoidalis externa liegen (Abb. 9, —d'), die durch die Lamina cribrosa ziehen und zur Versorgung der Riechschleimhaut dienen.

Kommt es beispielsweise in der kaudalen Abteilung der dorsalen Nasenmuschel zu krankheitsbedingten eitrigen Ein-

schmelzungen, so kann ein pathologischer Zugang zu den kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen entstehen, der für das Endoskop passierbar ist (Abb. 7).

zu 5

Als minimal invasive Zugänge zu den eher rostral gelegenen Nasennebenhöhlen wurden zwei Varianten gefunden. Die erste Variante findet bei Pferden Anwendung, deren Nasennebenhöhlen schon voll entwickelt sind (also ab mindestens 4 Jahren). Als Orientierung dient bei diesen Tieren die Apertura nasomaxillaris (Abb. 5, links unten). Ein Stück kaudal von

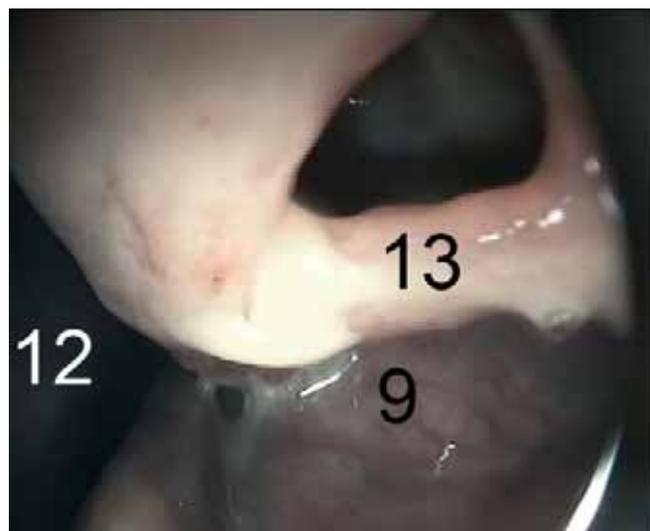


Abb 7 Ein durch eitrig-einschmelzende hervorgerufenes Loch (über der Zahl 13) in der Wand der dorsalen Nasenmuschel (—13) ermöglichte einen endoskopischen Zugang zu den kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen.

Atypical approach (above count 13) into the dorsal nasal concha (—13) and therefore into the more caudally situated paranasal sinuses.

ihr wölbt sich das „Dach“ des Sinus conchae ventralis nach dorsal (Abb. 5 rechts unten, —15 und Abb. 5 rechts oben, —15c), in das trepaniert werden kann. Eine mögliche Eintrittsstelle befindet sich im Dach des Sinus conchae ventralis, direkt über dem knöchernen Canalis infraorbitalis (Abb. 5 links und rechts oben und Abb. 10, —17), der zu schonen ist. Der knöcherne Kanal um die A. infraorbitalis (Abb. 11, —17) und den N. infraorbitalis ist relativ dick. Die Schleimhaut an der Eintrittsstelle hat einen Durchmesser von etwa 1-2 mm und ist deshalb zur Trepanation geeignet. Für diesen Zugang ist die Kenntnis der Gefäßaufzweigung der A. sphenopalatina notwendig (Abb. 11). Bei einer zweiten, altersunabhängigen Variante wird das Endoskop vom Recessus conchae ventralis aus (Abb. 4, —10) bis vor das Septum zwischen rostraler und kaudaler Abteilung der ventralen Nasenmuschel vorgeschoben. Das Septum zwischen beiden Abteilungen ist knöchern, relativ dick und muss durchbrochen werden. Dies ist vor allem in den Fällen leicht möglich, bei denen durch eitrig-einschmelzende schon ein Defekt an dieser Stelle besteht.

Diskussion

Die dorsale Nasenmuschel zeigt zwischen dem kaudalen Ende des falschen Nasenloches und dem dritten prämolaren Backenzahn eine Einziehung, die im Endoskop leicht falsch

interpretiert werden könnte. Auch *Nickel und Wilkens (1958)* beschreiben im rostralen Bereich der Nasenhöhle zwei Schleimhautfalten der dorsalen Nasenmuschel, die sich nasenspitzenwärts wieder zur geraden Falte vereinigen. Dies

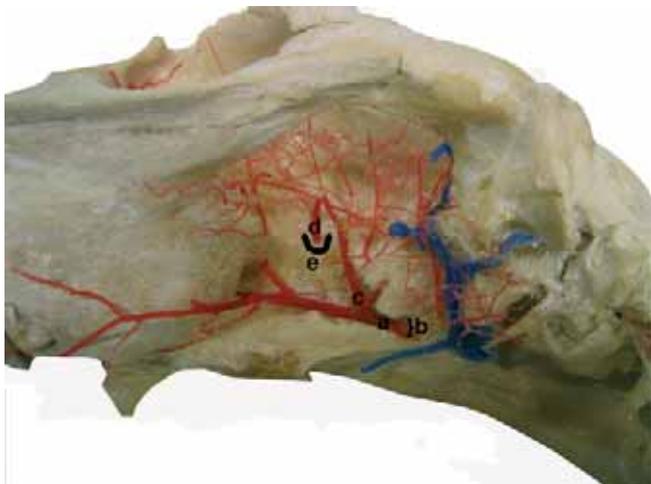


Abb 8 Korrosionsausguss (rot = Arterien, blau = Venen), Ansicht von lateral auf den Arcus zygomaticus in die Orbita, links = rostral, Besondere Darstellung der A. maxillaris (—a), mit eröffnetem Canalis alaris (—b). Noch im Canalis alaris entlässt die A. maxillaris die A. ophthalmica ext. (—c). Nach Abgabe mehrerer kleinerer Äste geht aus dem Gefäßstamm der A. ophthalmica ext. die starke A. ethmoidalis ext. (—d) hervor. Dieses Gefäß tritt durch das Foramen ethmoidale (—e) wieder in die Schädelhöhle ein und zieht zur Fossa ethmoidalis. Corrosion cast (veins blue, arteries red, lateral view, rostral is to the left) of the maxillary artery (—a) with opened alar canal (—b). (c = A. ophthalmica ext.; d = A. ethmoidalis ext.; e = For. ethmoidale)

kann auch in der hier vorliegenden Arbeit bestätigt werden. Da bei der endoskopischen Untersuchung die Identifizierung der verschiedenen Falten am Naseneingang und die Bestimmung der Nasengänge essentiell für die Orientierung ist, wird an dieser Stelle der Vorschlag unterbreitet, die Schleimhaut-einziehung der Muschel im rostralen Bereich als Sulcus conchae dorsalis zu bezeichnen.

Bei der endoskopischen Untersuchung der Nasenhöhle des Pferdes mit einem flexiblen Endoskop sollte der mittlere und der ventrale Nasengang untersucht werden (*Tremaine und Dixon 2002, Berg und Budras 2004*). Hierbei ist der mittlere Nasengang von besonderer Bedeutung, da hier die Mündung der Apertura nasomaxillaris zu finden ist, die man nur gelegentlich als Spalt in diesem Nasengang ausmachen kann (*Berg und Budras 2004*). Unserer Meinung nach sollte jedoch die Darstellung der Apertura nasomaxillaris (wenn keine hochgradigen pathologischen Veränderungen in der Nasenhöhle vorliegen) immer möglich sein. Besonders zu beachten ist außerdem das kaudale Ende des mittleren Nasenganges am Übergang zu den Choanen, da dort der Abflusswinkel (sog. „maxillary drainage angle“) aus den Kieferhöhlen lokalisiert sei (*Tremaine und Dixon 2002*). In dieser Untersuchung konnte gezeigt werden, dass eine weit umfangreichere endoskopische Untersuchung der Nasenhöhle möglich ist. Durch Einrollung der ventralen Nasenmuschel in ihrem rostralen Abschnitt entsteht zunächst ein Recessus, der jeweils vom mittleren Nasengang zwischen Basallamelle und Spirallamelle zugänglich ist. So wurde das endoskopische Hineingleiten in den Recessus conchae ventralis, seine Begrenzungen und die Bulla conchae ventralis beschrieben. Die von uns verwendeten Begriffe sind jedoch bisher nicht als Termini technici in der Nomina Anatomica Veterinaria (NAV 2005) zu finden, obwohl entsprechende anatomische Verhältnisse beim Pferd bereits 1959 von *Nickel und Wilkens* beschrieben worden sind. Aus klinischer Sicht ist jedoch gerade der Recessus ein

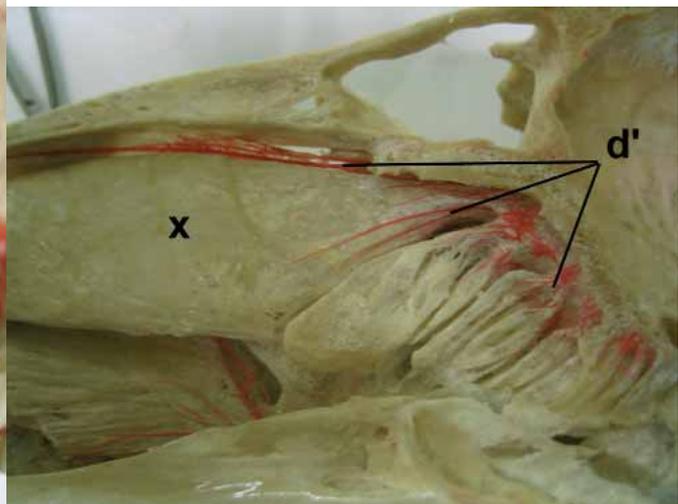
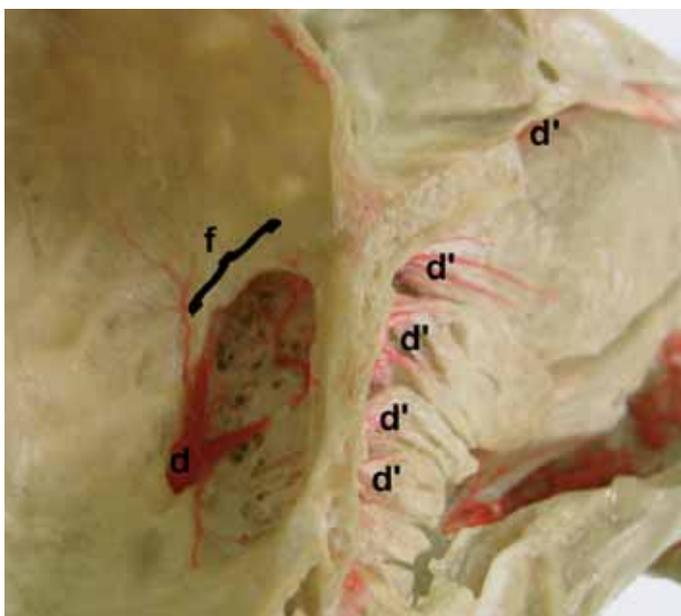


Abb 9: arterielle Korrosionsausgüsse eines etwa 2,5 Jahre alten Pferdes, links = medio-rostrale Blickrichtung, rechts = laterale Ansicht (links = rostral). Eintritt der A. ethmoidalis externa (—d) in die Schädelhöhle und Verzweigung in der Fossa ethmoidalis (—f) mit Durchtritt der Gefäßäste durch die Lamina cribrosa. Eine Verzweigung des Gefäßes (—d') erfolgt zur Versorgung der Siebbeinmuscheln und der Riechschleimhaut in diesem Bereich. Ein bzw. mehrere stärkere Äste führen dorsal aus der Schädelhöhle in die Nasenhöhle hinaus und sind über der dorsalen Nasenmuschel auffindbar (—d' rechte Abb.). An der dorsalen Nasenmuschel verlaufen die Gefäße sowohl am dorsalen (wie abgebildet) als auch am ventralen Rand der Muschel. Der vorgeschlagene chirurgische Zugang (—x) für die kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen befindet sich zwischen beiden Gefäßästen.

Corrosion casts of a horse 2,5 years old : arteries red; left image: oblique medial view, rostral is to the right; right image: medial view, rostral is to the left. The external ethmoidal artery (—d) and its aperture through the ethmoidal fossa (—f) is displayed (d' = ramification of the external ethmoidal artery, x = defined approach to the more caudally situated paranasal sinuses).

wichtiger Untersuchungsraum, da in ihn das Sekret der weiter dorsal gelegenen Apertura nasomaxillaris abfließt und sich zum Beispiel bei einem mukopurulenten Ausfluss auch massiv ansammeln kann. Ist dies der Fall, sollte der Eiter mit der Spülvorrichtung des Endoskops weggespült werden. Ferner ist

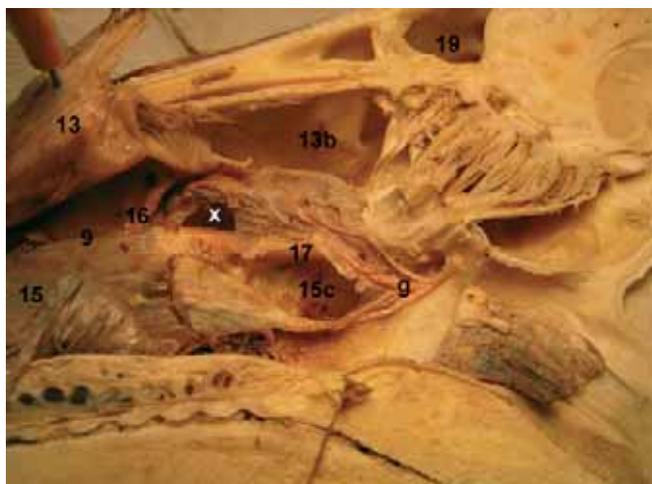


Abb 10: Formalinpräparat nach Präparation zur Darstellung des minimal invasiven Zuganges zur ventralen Muschelhöhle und zum Sinus maxillaris rostralis, Ansicht von medial, rostral = links. Die dorsale Nasenmuschel (—13) ist nach oben geklappt, sodass der Blick auf den mittleren Nasengang (—9) und die Apertura nasomaxillaris (—16) frei wird. Die dorsale Begrenzung der ventralen Nasenmuschel (—15) wölbt sich in ihrer kaudalen Abteilung als „Dach“ des Sinus conchalis ventralis (—15c) nach dorsal. Kurz hinter der Apertura nasomaxillaris liegt der hier vorgeschlagene Zugang (x) zum Sinus maxillaris rostralis und zur ventralen Muschelhöhle (—15c). Letztere wird vom Canalis infraorbitalis (—17) durchzogen. Zu beachten sind die A. sphenopalatina (—g), die gleichnamige Vene und der N. nasalis caudalis, der sich dorsal der Arterie darstellt. All diese Strukturen treten durch das Foramen sphenopalatinum in die Nasenhöhle ein bzw. aus.

Medial view into the nasal cavity, rostral is to the left: Preparation to demonstrate the approach to the more rostrally situated paranasal sinuses (x). Note the A. sphenopalatina (—g) running through the Foramen sphenopalatinum.

der Recessus conchae ventralis der zu favorisierende Ausgangspunkt für ein minimal invasives chirurgisches Vorgehen zur Trepanation des Sinus conchae ventralis und damit auch des Sinus maxillaris rostralis. Aus den klinischen Belangen in der Nasenhöhle des Pferdes wird ersichtlich, dass in Zukunft eine weiter reichende einheitliche endoskopische und computertomographische Nomenklatur vonnöten sein wird.

Beide Nasennebenhöhlensysteme kommunizieren über die Apertura nasomaxillaris mit dem mittleren Gang der Nasenhöhle. Diese Öffnung stellt, in Übereinstimmung mit (Nickel und Wilkens 1958), einen dorsoventral abgeplatteten spaltförmigen Zugang zwischen der dorsalen und ventralen Nasenmuschel dar. Er beginnt nach eigenen Untersuchungen am vierten prämolaren Backenzahn und zweigt sich schließlich in eine lange kaudale (zum Sinus maxillaris caudalis) und eine weiter rostral gelegene laterale (zum Sinus maxillaris rostralis) Abteilung auf. Probst et al. (2005) beschreiben eine 1-2mm breite Apertura nasomaxillaris, die lediglich eine Verbindung zur kaudalen Kieferhöhle besitzt, mit der Nasenhöhle kommuniziert und in Höhe des zweiten und dritten molaren Backenzahn lokalisiert ist. Da es sich bei der genannten Untersuchung um eine computertomographische Evaluierung mit einer Schichtdicke von 5mm handelte, war der Zugang

zur rostralen Kieferhöhle vermutlich aufgrund seines zu geringen Durchmessers nicht bildgebend (Partialvolumeneffekt). Probst et al. (2005) geben für die Größe der Öffnung eine Länge von 30-35mm an, was die abweichenden Angaben zur Lokalisation im Bezug zu den Zähnen erklärt.

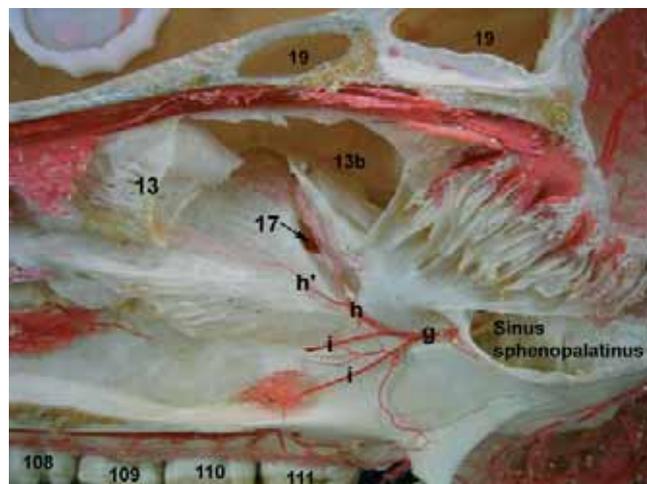


Abb 11: Korrosionsausguss zur Darstellung der A. sphenopalatina, dorsale Nasenmuschel teilweise entfernt, Canalis infraorbitalis (—17) gefenstert, Ansicht von medial, rostral = links. Die A. sphenopalatina (—g) gelangt durch das Foramen sphenopalatinum in die Nasenhöhle. Sie zweigt sich zunächst in einen dorsalen (—h) und 1-2 ventrale (—i) Äste auf. Mit ihrem dorsalen Ast (h) zieht sie unter die dorsale Nasenmuschel und verzweigt sich. Einer dieser dorsalen Äste (—h') legt sich von medial an die ventrale Nasenmuschel an und sollte beim chirurgischen Zugang zu den rostral gelegenen Nasennebenhöhlen möglichst aufgesucht und geschont werden. Der oder die ventralen Äste der A. sphenopalatina (—i) verlaufen unter der ventralen Nasenmuschel in der Schleimhaut des Atmungsanges, wo sie sich rostral zunehmend verzweigen.

Corrosion cast to demonstrate the A. sphenopalatina (—g) as well as its dorsal (—h and h') and ventral (—i) ramification.

Für das Finden der Ursache und das Stellen der richtigen Diagnose bei einer Sinusitis ist, neben der Röntgendiagnostik, Endoskopie und Sinocentesis, die so genannte Sinuskopie eine große Hilfe (Chan und Munroe 1995). Der Vorteil einer solchen diagnostischen Untersuchung mittels eines flexiblen Endoskops oder Arthroskops läge darin, dass die Nasennebenhöhlen direkt visualisierbar seien, gespült werden können und auch Biopsien genommen werden können. Jedoch ist bei diesen invasiven Eingriffen stets ein vom Besitzer oft unerwünschter äußerlicher Makel sichtbar, der auch bei guter Heilung relativ lange erkennbar bleibt. Bei den hier vorgestellten minimal invasiven transnasalen Zugängen zu den beiden Nasennebenhöhlensystemen liegen die Vorteile darin, dass die Methode auch am stehenden Pferd angewendet werden kann und das Tier äußerlich unverseht bleibt. So können die beschriebenen Zugänge auch dafür genutzt werden, dass eine intranasale Abflussmöglichkeit für angesammeltes Exsudat bei einem Verschluss der Apertura nasomaxillaris geschaffen wird und eventuell vorhandener Eiter weggespült werden kann. Eine Verlegung dieser Öffnung kommt häufig bei Zahnwurzelinfektionen vor, die dann mit Schwellungen der Nasenschleimhaut einhergehen kann (Henninger et al., 2003). Am häufigsten ist die Zahnwurzel des ersten molaren Backenzahnes infiziert, gefolgt vom zweiten molaren und vierten prämolaren Backenzahn (Henninger et al. 2003, Baker 1999, Lattimer 1998, Crabill und Schumacher 1998, Gorn

1992). Der erste und zweite molare Backenzahn ragen in die kaudale und der vierte prämolare Backenzahn reicht in die rostrale Kieferhöhle hinein (Bertone et al. 1993).

Ein minimal invasiver transnasaler chirurgischer Zugang zur rostralen Kieferhöhle und damit auch zur ventralen Muschelhöhle war schwieriger zu finden als der Zugang zur dorsalen Muschelhöhle. Dies lag vor allem daran, dass sich die Nasennebenhöhlen und besonders die ventrale Muschelhöhle erst mit zunehmendem Alter entfalten (Dyce et al. 1991). Aus diesem Grund wurden zwei Varianten (vom mittleren Nasengang aus mit Orientierung an der Apertura nasomaxillaris und vom Recessus conchae ventralis aus) beschrieben, die je nach Alter des Individuums einsetzbar sind. Bei einem pathologischen Verschluss der Apertura nasomaxillaris ist der Zugang vom Recessus conchae ventralis durch das Septum zwischen der rostralen und kaudalen Abteilungen der ventralen Nasenmuschel zu favorisieren. Auch für die eher kaudal gelegenen Nasennebenhöhlen ist ein Zugang durch das Septum zwischen der rostralen und kaudalen Abteilung der dorsalen Muschelhöhle denkbar. Bei der Vorgehensweise durch das Septum in der ventralen Nasenmuschel kann vorhandenes Exsudat leicht in den Recessus conchae ventralis abfließen und bei Bedarf auch gespült werden. Ferner besteht bei diesem Zugang nicht die Gefahr der Perforation des Canalis infraorbitalis. Obwohl dieser physiologisch ein relativ dickes knöchernes Rohr darstellt, kann er bei mittelgradig bis hochgradigen Infektionen der Kieferhöhlen in das pathologische Geschehen involviert sein (Henninger et al. 2003).

Schlussfolgerungen

Grundlegende Kenntnisse in der Anatomie sind bei der computertomographischen und endoskopischen Diagnostik und Therapie der Nasen- und Nasennebenhöhlen des Pferdes wichtige Voraussetzungen für ein erfolgreiches Vorgehen. Idealerweise geht der Endoskopie und der transnasalen minimal invasiven Chirurgie eine computertomographische Untersuchung für die OP-Planung voraus. Kann dies nicht erfolgen, scheint es uns bei der Endoskopie um so wichtiger, die hier definierten anatomischen Schlüsselstellen (Landmarken) zur Orientierung zu nutzen und sich den genauen Verlauf wichtiger Strukturen in der Nasenhöhle stets vor Augen zu führen.

Danksagung

Wir danken Frau Dr. R. Hühn und der Firma Karl Storz Endoskope für die technische Unterstützung durch Bereitstellung der Endoskope.

Literatur

Baker G. J. (1999): Dental decay and endodontic disease. In: Baker G. J. und Easley J. (eds): Equine Dentistry, London, WB Saunders Co., 79-84

Berg R. und Budras K.-D. (2004): Kopf. in: Budras K.-D. und Röck S.: Atlas der Anatomie des Pferdes, Lehrbuch für Tierärzte und Studierende. Hannover, Schlütersche GmbH & Co. KG., 5. Auflage, 145-156

Bertone J. J., Biller D. S. und Ruggles A. (1993): Diagnostic techniques for evaluation of the paranasal sinuses, Vet Clin North Am Equine Pract 9, 75-91

Chan C. und Munroe G. (1995): Endoskopie examination of the equine paranasal sinuses, In Practice, Okt., 419-422

Crabill M. R. und Schumacher J. (1998): Pathophysiology of acquired dental diseases of the horse, Vet Clin North Am Equine Pract, 14, 291-307

Dyce K. M., Sack W. O. und Wensing C. J. G. (1991): Anatomie der Haustiere. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag

Ellenberger W. und Baum H. (1943): Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. Berlin, Springer Verlag, 18. Auflage.

Gom K. (1992): Backenzahnerkrankungen and Oberkieferhöhlenempyeme des Pferdes. Eine Erhebung der stationären Patienten der Klinik für Pferde in dem Zeitraum von 1960 bis 1990, Vet. Med. Diss. Berlin

Graumann W. und Sasse D. (2004): Compact Lehrbuch Anatomie. Stuttgart, Schattauer Verlag

Hagens G. v. (1985): Heidelberger Plastinationshefter. Sammlung aller Merkblätter zur Plastination. Anatomisches Institut I, Universität Heidelberg, Heidelberg.

Henninger W., Frame E. M. und Willmann M. (2003): CT features of alveolitis and sinusitis in horses, Vet Radiol Ultrasound 44, 269-276

Lattimer J. C. (1998): Equine nasal passages and sinuses. In: Thrall D. E. (ed): Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 3rd Ed. Philadelphia, WB Saunders Co., 112-124

MacDonald D. G., Fretz P. B., Baptiste K. E. und Hamilton D. L. (1999): Anatomic, Radiographic and Physiologic Comparisons of the Internal Carotid and Maxillary Artery in the Horse. The Veterinary Journal 158, 182-189

NAV: Nomina Anatomica Veterinaria (2005): International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature Hannover, Columbia, Gent, Sapporo, Editorial Committee, 5. Auflage

Nickel R. und Wilkens H. (1958): Zur Topographie der Nasenhöhle und der Nasennebenhöhlen beim Pferd. Dtsch Tierärztl Wochenschr 7, 173-180

Negus V. (1958): The comparative Anatomy and Physiology of the Nose and Paranasal Sinuses. Edinburgh and London, E. & S. Livingstone Ltd. Verlag

Olson L. G. und Strohl K. P. (1987): The response of the nasal airway to exercise, Am Rev Respir Dis 135, 356-359

Probst A., Henninger W. und Willmann M. (2005): Communications of normal nasal and paranasal cavities in computed tomography of horses, Vet Radiol Ultrasound, 46, 44-48

Soana S., Bertoni G, Corradi A. und Botti P. (1993): Osteogenese des Pferdefoetus, Pferdeheilkunde 1, 27-34

Tremaine W. H. und Dixon P. M. (2002) : Diseases of the Nasal Cavities and Paranasal Sinuses. In: Equine Respiratory Diseases, P. Lekeux (Ed.). International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York, USA.

Dr. Claudia Nöller
Klinik für Kleintiere
Veterinärmedizinische Fakultät
Universität Leipzig
An den Tierkliniken 23
04103 Leipzig
noeller@kleintierklinik.uni-leipzig.de