

B Eigene Befunde

Im Folgenden wird die klinisch-funktionelle Anatomie der Nasen- und der Nasennebenhöhlen beider Katzenrassen aufgearbeitet und vergleichend beschrieben. Dabei diente die normozepale Hauskatze als Grundlage für die Befunderhebung bei der brachycephalen Perserkatze. Die gesonderte Beschreibung unter Berücksichtigung der verschiedenen Kategorien wird nur dann besonders hervorgehoben, wenn es zu relevanten Abweichungen innerhalb der Perserkatzen kommt.

Die Gesamtdarstellung erfolgte sowohl an lebendem als auch an totem Tiermaterial. Da die Nasen- und Nasennebenhöhlen der Perserkatze bisher noch nicht Gegenstand computertomographischer Untersuchungen waren, wurde besonders darauf geachtet, dass hier hauptsächlich lebende Tiere untersucht wurden.

Alle identifizierten und abgebildeten Strukturen der Nasen- und Nasennebenhöhlen sind einheitlich durchnummeriert, durch „—“ gekennzeichnet, und in der Klapplegende (vorderer und hinterer Klappumschlag der Dissertation) aufgelistet. Der vordere Klappumschlag enthält die Legenden der ableitenden Tränenwege und der knöchernen Nasenkapsel und der hintere Klappumschlag enthält die Legenden der Nasen- und Nasennebenhöhlen sowie der sonstigen Strukturen. Im Schriftband bezeichnete Abbildungen sind als „Textabbildung“ und im Bildband beschriebene als „Abbildungen“ gekennzeichnet. Ein unterstrichener Begriff bezieht sich auf das vorher fett markierte Wort. Besonderheiten bei der Perserkatze und der Kategorien sind stets durch Fettdruck hervorgehoben (Hierarchisierung **fett** → unterstrichen → *kursiv*).

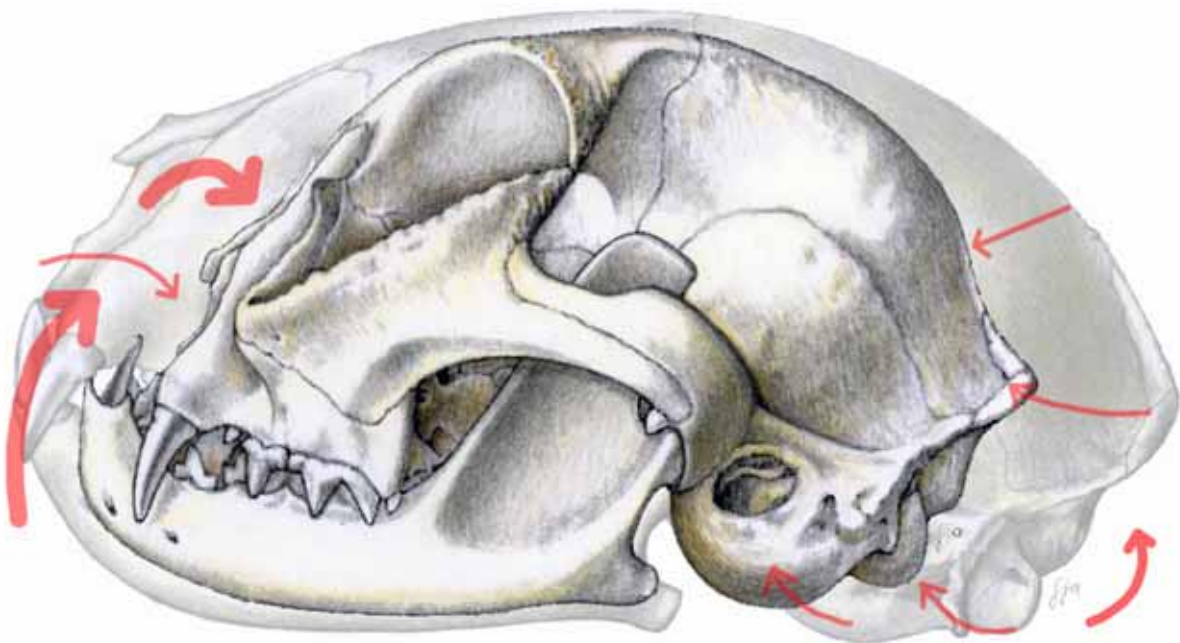
3.3 Allgemeine Betrachtung zur Brachycephalie am Beispiel der Perserkatze

Im Vorstudium wurden Schädelpräparate zweier Siamkatzen, einer Main Coon, einer Abessinier und einer Perserkatze computertomographisch untersucht. Es zeigten sich keine extremen und daraus ersichtlichen klinisch relevanten Abweichungen der normozepalen Katzen (Abessinier und Main Coon) zur dolichocephalen Siamkatze. Alle Strukturen des Schädels der normozepalen Katzen sind ohne Probleme bei der Siamkatze und anderen Hauskatzen wieder zu finden, sodass aus den Vorstudien klar wurde, dass der Schwerpunkt dieser Untersuchungen auf die viel stärkeren Abweichungen des Schädels bei der brachycephalen Perserkatze gelegt werden konnte.

Um die Besonderheiten am **brachycephalen Schädel** zu erarbeiten wurde dieser als Ganzheit betrachtet. Dabei ist festzustellen, dass gewisse Schädelanteile eine **Dorsorotation** erfahren. An dieser Stelle können jedoch „nur“ Grundüberlegungen und Beobachtungen zur Dorsorotation notiert werden, die in einer weiteren Arbeit im Detail geklärt werden müssten. Für die Grundüberlegungen und zur Darstellung der Dorsorotation wurden zum einen die Tiere verwendet, deren Schädel mazeriert wurden und zum anderen aus CT-Datensätzen resultierende 3D-Modelle noch lebender Tiere. Zunächst wurden die Schädel der Hauskatze und der brachycephalen Perserkatzen der **Kategorie II** betrachtet und die gemeinsamen Merkmale in einer Zeichnung zusammengefasst. So ergibt sich die laterale Ansicht einer Hauskatze und einer Perserkatze, die so ineinander projiziert sind (Textabb. 28 S. 65), dass der Schädel der Hauskatze zur Orientierung und Kontrolle blass im Hintergrund liegt. Die Zeichnung verdeutlicht den bei den Präparaten erkennbaren Schwund der Schädelknochen der brachycephalen Katzen. Es sind sowohl der Gesichts- als auch der Hirnschädel von einer Knochenreduktion betroffen (schmale rote Pfeile). Am Gesichtsschädel stellt sich diese Reduktion jedoch deutlicher dar. Sowohl Teile des

Unterkiefers als auch des Oberkiefers rotieren nach oben (= Dorsorotation). Im Neurocranium sind von der Reduktion hauptsächlich das Os ethmoidale, die Schädelbasis und das Os parietale betroffen. Etwas von seiner normalen Größe hat auch das Os temporale eingebüßt. Das Os frontale zeigt relativ wenig Schwund, dafür allerdings bei einigen Tieren an der Grenze zum Os parietale eine **Aufwölbung** (Apfelkopf, vgl. Textabb. 31 S. 67). Im Bereich des Gesichtsschädels sind mit Ausnahme des Os zygomaticum alle Knochen von einem starken Schwund betroffen. Der Schwund potenziert sich rostral besonders auffällig (dicker oberer Pfeil, Textabb. 28) und die Knochen in diesem Bereich sehen nach oben abgeknickt aus (dorsale Rotation und Ausbildung des Stopps).

Bei der **Dorsorotation** im rostralen Bereich liegt der Drehpunkt am Gesichtsschädel offensichtlich am Hals des Dens caninus (besonders in Textabb. 32 S. 67).



Textabb. 28: Darstellung des Knochenschwundes am Gesichts- und Gehirnschädel bei der brachycephalen Perserkatze (**Kat II**) im Vergleich zur Hauskatze (im Hintergrund). Die Pfeile deuten an, welche Schädelknochen einen Schwund bzw. eine Verkürzung gegenüber der Hauskatze aufweisen. Im Gesichtsbereich summiert sich der Schwund der Knochen im Bereich der Nase. Eine dorsale Rotation des vorderen Gesichtsbereiches wird ersichtlich (Stupsnase, bzw. ausgeprägter Stopp und Vorbiss bei Perserkatzen). Auch der hintere Bereich des Schädels sieht dorsal rotiert aus.

Bei der Betrachtung der **Brachycephalie im Gesamtgeschehen** werden zusätzlich zu den Veränderungen an der Nase die nachfolgenden Befunde erhoben: Alle Tiere ab **Kategorie II** haben einen breit ausgeformten Oberkiefer (Textabb. 29 S. 66), wobei der ebenso breite Unterkiefer den Oberkiefer überragt. Auch zeigen Perserkatzen im Vergleich zu den Verhältnissen bei der Hauskatze (vgl. Textabb. 48 S. 97) ab **Kategorie II** eine eher hochovale Form des Hinterhauptloches. Bei der Perserkatze Nr. 33 (Textabb. 30 S. 66, linkes Bild) besitzt es eine Einkerbung (= Schlüssellochform). Im Falle der Perserkatze der **Kategorie IV** war die dorsale Einkerbung sehr breit und ausgeformt (Textabb. 30, rechtes Bild). Weitere Befunde mit unterschiedlicher Frequenz des Auftretens sind verschieden ausgeprägte Apfelköpfe (Aufwölbungen) bei den Perserkatzen Nr. 27, 32, 36 und 37, die nur

bei Kategorie II vorkamen, Kleinhirnvorfälle in den Wirbelkanal bei allen drei sagittal geschnittenen Scheibenplastinaten der Perserkatzen Nr. 30 und 34 (**Kategorie II**, vgl. Abb. 141) und Nr. 41 (**Kategorie III**) sowie eine persistierende Fontanelle bei Perserkatze Nr. 35.



Textabb. 29: Verbreiterung des Oberkiefers und Brachygnathia superior bei Perser „Elli-May“. Die Zähne zeigen eine relative Engstellung, wobei bei dieser Katze die oberen Canini fehlen.

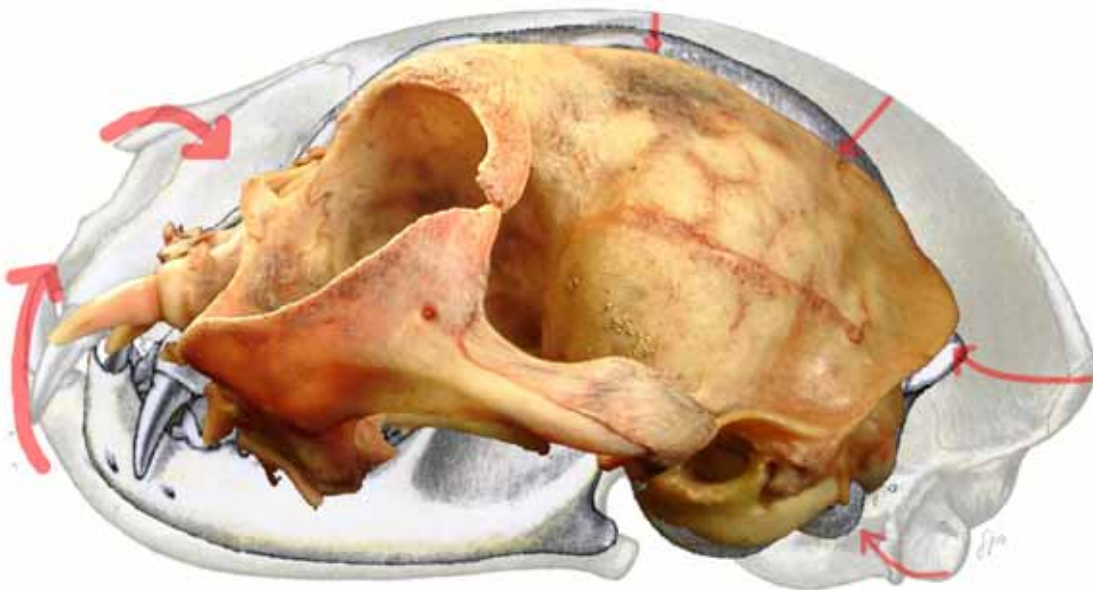
Vor allem die unterschiedliche Ausprägung des Gebisses führte zur Einteilung der brachycephalen Katzen in vier Kategorien. So weisen die Perserkatzen der **Kategorien II bis IV** kein physiologisches Scherengebiss auf, sondern zeigen einen Vorbiss des Unterkiefers. Seine Deutlichkeit nahm kontinuierlich mit steigender Kategorie zu.



Textabb. 30: Vergleich der Form des Hinterhauptloches (Foramen magnum) bei einer Perserkatze der **Kategorie II** (links) mit dorsaler Einkerbung (Schlüsselloch) und der **Kategorie IV** (rechts) mit einer breit ausgeformten dorsalen Einkerbung und kurzer Schädelbasis.



Textabb. 31: Dorsorotation mit Ausbeulung am Os parietale. Die beiden entgegengesetzt gerichteten Rotationsbewegungen aus rostraler Knochenreduktion und kaudalem Vorschub scheinen „zusammenzustoßen“ wobei sich die am Scheitel gelegenen Hirnschädelanteile ausbeulen.



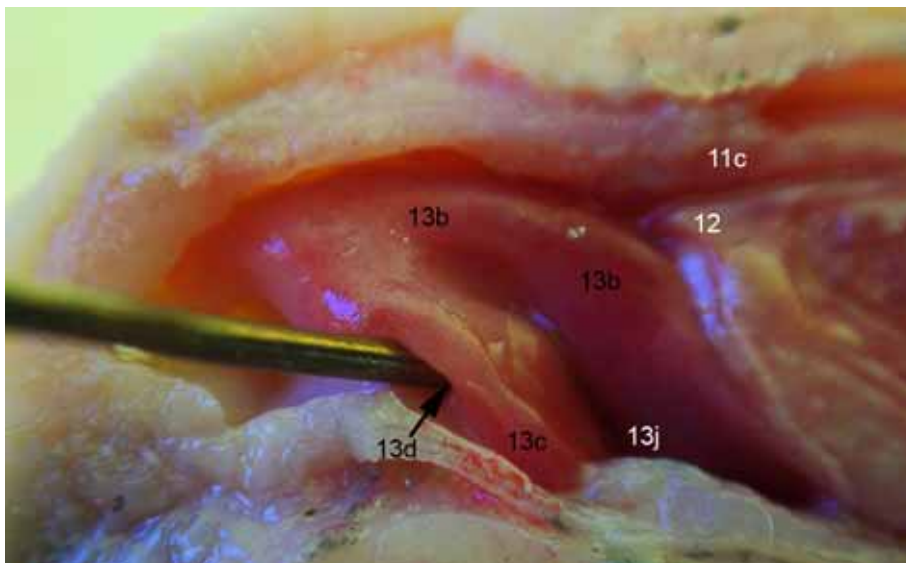
Textabb. 32: Darstellung der extremen Rotation des Gesichtsschädels nach dorsal (runde Pfeile; bei einer Perserkatze der **Kategorie IV**) durch die Summation des Schwundes der Schädelknochen im Bereich der Nase. Im Bildhintergrund liegen zur Orientierung der blass dargestellte Hauskatzenschädel und der Schädel der Perserkatze der Kategorie II. Am Präparat ist fast kein Nasenbein mehr erkennbar. Die Maxilla ist ebenfalls fast verschwunden und erscheint in Pfeilrichtung dorsal rotiert. Die Dorsorotation mit dem Drehpunkt am Caninushals ist so stark, dass sie eine fast horizontale Längsachse des Zahnes erkennen lässt. Die Zahnkrone steht durch die Dorsorotation nach vorn ab.

Der Knochenschwund ist bei der Perserkatze der **Kategorie IV** (Perser Nr. 40, Textabb. 32) extrem ausgeprägt. Das Nasenbein ist kaum noch vorhanden. Folgende Knochen sind bei der Kategorie IV erheblich vom Knochenschwund betroffen: Os incisivum, Os maxillare, Os nasale, Os palatinum, Os lacrimale, Os conchae nasi ventralis, Os sphenoidale und Os ethmoidale inklusive aller Muscheln. Der Schwund und die Rotation der Schädelknochen zeigt sich bei Kategorie IV so stark, dass der Dens caninus mit seiner Krone nach rostral absteht und der Processus frontalis des Tränenbeins überproportional groß ist.

3.4 Klinisch funktionelle Anatomie der Hauskatze und Besonderheiten bei der Perserkatze (vgl. Bildband S. 3ff.)

In diesem Abschnitt werden die Bestandteile der Nase und ihrer Nebenhöhlen entsprechend des Luftstromes von vorn (rostral) nach hinten (kaudal) abgehandelt. Zunächst wird dabei die Situation bei der Hauskatze beschrieben und daran anschließend wird auf die Besonderheiten bei der Perserkatze eingegangen (jeweils fett markiert). Wegen ihrer klinischen Bedeutung werden in diesem Abschnitt auch die regionalen Lymphknoten besprochen. Zusätzlich wird auch auf die ableitenden Tränenwege, die in einer engen topographischen Beziehung zur Nasenhöhle stehen, besonders eingegangen.

3.4.1 Äußere Nase und Naseneingang



Textabb. 33: Naseneingang der Hauskatze; Von der ventralen Nasenmuschel kommend ragen die Schleimhautfalten: Plica alaris (—13b) und Plica basalis (—13c) in den Nasenvorhof. Auf der ventralen Seite der Plica basalis ist die Mündung des Trännenasengangs, Ostium nasolacrimale (—13d, Sonde), erkennbar. Die Schleimhautfalte der dorsalen Nasenmuschel, Plica recta (—11c) erreicht den Nasenvorhof nur knapp.

An der äußeren Nase sind bei der **normozephalen Hauskatze** die Nasenlöcher (Nares) am Nasenspiegel kommaförmig erkennbar (Abb. 1). Der Kopf der „Kommata“ stellt sich dorsomedial als rundliche Öffnungen dar. Auf dem Luftweg von den Nares in den Atmungsgang erscheinen folgende Schleimhautfalten aus endoskopischer Sicht am Naseneingang (vgl. Abb. 6-15): die Plica recta (Abb. 9, —11c; je nach dem in welchem

Nasenloch sich das Endoskop befindet etwa auf 1.00 Uhr, rechtes Nasenloch und etwa auf 11.00 Uhr im linken Nasenloch), die Plica alaris (Abb. 9, —13b; rechtes Nasenloch etwa auf 4.00 Uhr, links etwa auf 8.00 Uhr), die Plica basalis (Abb. 9, —13c; rechtes Nasenloch etwa auf 6.00 Uhr) und der ventrale Septumschwellkörper (Abb. 8 und 9, —24a; rechts etwa auf 8.00 Uhr, links auf 4.00 Uhr). Die Flügelfalte (Plica alaris, Abb. 9, —13b) strahlt in den Knorpelüberzug lateral am Naseneingang (Nasenflügel) ein. Letzterer wird durch ein Gerüst von Nasenknorpeln (Cartilagine nasi) gestützt.

Bei der **brachycephalen Perserkatze** liegen die lateralen Nasenflügel viel näher am Nasenseptum und die Nares stellen sich schlitzförmig dar (vgl. Abb. 2 bis 5). Der Schlitz kommt dadurch zustande, dass die Maxilla und das Os incisivum nach dorsal rotieren und die weichen Anteile der Nase einklemmen (Stupsnase). Dabei werden die seitlichen Nasenflügel nach unten und innen gedrückt. Mit zunehmender Brachyzehalie rotiert auch die Oberlippe nach dorsal. Die auf ihr befindlichen Haare ragen in die Nasenlöcher hinein.

Gerade am Naseneingang wird mit zunehmender Brachyzehalie eine starke Stauchung (Abb. 3 bis 5 sowie 7 und 9) deutlich. Er sieht bei hochgradiger dorsaler Rotation kollabiert aus. Je stärker diese Rotation ausgeprägt ist, desto mehr werden die umliegenden Strukturen ineinander geschoben, wodurch sich der Naseneingang verengt. Folgende Strukturen sind hauptsächlich von der Stauchung betroffen: Das Os incisivum, das Os maxillare, das Nasenseptum, die Nasenknorpel und die auslaufenden Schleimhautfalten im Naseneingang. An jeder Struktur kann bei starker Dorsorotation eine Lageveränderung festgestellt werden. Auffällig ist, dass sich das Os nasale zwar verkürzt, aber seine rostrale Ausrichtung beibehält. Dies bedeutet für die umliegenden Strukturen, dass sie im Extremfall dorsal über das Nasenbein hinaus ragen. Eine Folge davon ist das Abkippen und Ineinanderschieben der knorpeligen Bestandteile der äußeren Nase unter das Os nasale bzw. das Os incisivum (Abb. 15).

Am S10- Scheibenplastinat der Perserkatze Nr. 39 und an den CT-Bildern der Perserkatze Fiona, beide der **Kategorie III**, wird das Ineinanderschieben der Strukturen deutlich. Der laterale und dorsal gelegene Nasenknorpel (Cartilago nasi lateralis dorsalis, (Abb. 7, 11, 13 und 15, —14a) schiebt sich unter den Processus rostralis des Nasenbeins (Abb. 15, —6b) und liegt dann medial neben dem Os incisivum (Abb. 15, —7). Das Resultat ist eine dorsale und laterale Einengung des Naseneinganges. Zur Nasenspitze hin verbleibt der laterale und dorsal gelegene Nasenknorpel bei der Perserkatze der Kategorie III (Nr. 39) im Vergleich eher medial (Abb. 13, —14a). An der Nasenspitze ist er medial eingerollt (Abb. 11, —14a) und wird von angrenzenden lateral gelegenen Hautfalten eingeengt. Bei der Hauskatze ist dieses Gebiet völlig frei von Hautfalten (Abb. 1). Mit zunehmender Brachyzehalie hingegen wölbt sich die Haut in dieser Region durch die Dorsorotation auf (Abb. 3 bis 5). Auffällig am Scheibenplastinat der Kategorie III ist auch, dass sich die Cartilago nasi cuneiformis (Abb. 13 und 15, —14b), die eine direkte Fortsetzung des Nasenbeines nach rostral darstellt, den Naseneingang von dorsal eindrückt. Der Knorpel behält zwar zusammen mit dem Nasenbein seine Lage bei, sieht allerdings bei Perserkatzen im Vergleich zu dem der Hauskatzen im Umfang vergrößert und gestaucht aus.

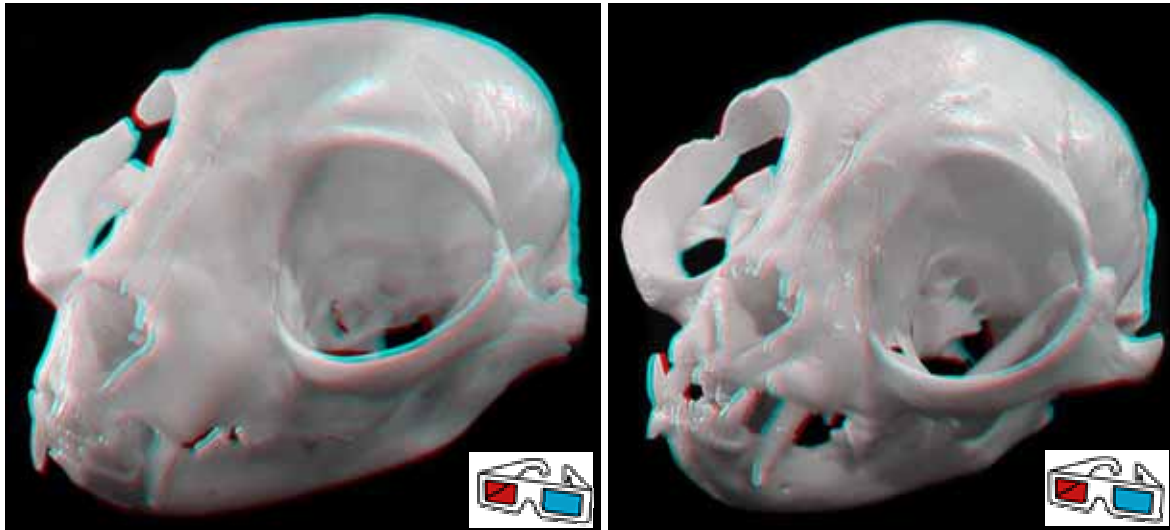
Im direkten Seitenvergleich der Scheibenplastinate zeigt die Perserkatze der **Kategorie II** (Nr. 38, Kunststoff E12) kein Ineinanderschieben der Cartilago nasi lateralis dorsalis (Abb. 12 und 14, —14a) unter den Processus rostralis des Nasenbeines (Abb. 14, —6b). Er kommt vielmehr weiter dorsal zu liegen und scheint kaum nach medial in den Luftstrom verlagert zu werden. Im rostralen Bereich wird der Knorpel jedoch auch durch laterale Hautfalten

bedrängt (Abb. 12), lässt sich jedoch nicht so stark einengen, wie dies bei Kategorie III der Fall ist (Abb. 13). Auch die mediale Einrollung im rostralen Bereich der Knorpelstruktur ist bei dieser Perserkatze geringer als bei Kategorie III.

Durch die Aufwärtsdrehung des Os incisivum kommt es bei der Perserkatze ferner zu einer Ausweitung der Fissura palatina. Dadurch wird der sonst schwer im CT-Bild identifizierbare Ductus incisivus sichtbar (Abb. 9 und 15, —7b). Bei der computertomographischen Gegenüberstellung einer Hauskatze (tiefgefroren) und einer Perserkatze der **Kategorie III** (in Narkose) wird deutlich, dass die Schnittführung parallel zur Lamina cribrosa bei der Perserkatze auch das Os incisivum der Länge nach erfasst. Bei der Hauskatze ist im vergleichbaren CT-Anschnitt (Abb. 8) noch der dritte Schneidezahn abgebildet, der bei der Perserkatze (Abb. 9) schon "vorbei", also weiter rostral gelegen ist. Vielmehr ist der Dens Caninus (C) im CT-Bild ganz nach dorsal verschoben und kommt etwa dort zu liegen, wo eigentlich der dritte Schneidezahn (I3) bei einer Hauskatze zu erwarten gewesen wäre. Ferner bildet sich im CT-Bild der Perserkatze (Abb. 9), das ebenfalls Strukturen des Naseneinganges wie bei der Hauskatze darstellt, die Wurzel des zweiten prämolaren Backenzahnes (P2) ab, der somit auch schon ins Bild kommt. Des Weiteren ist der P3 des Oberkiefers im Anschnitt erkennbar. So wird auch im CT-Bild die starke Knochenreduktion bei der Perserkatze der Kategorie III im Vergleich zur Hauskatze deutlich. Bemerkenswert ist, dass in einer CT-Serie von rostral nach kaudal bei der Perserkatze nicht die Nase zuerst ins Bild kommt, sondern der prominente Unterkiefer, der, je nach Ausprägung, weit über den Oberkiefer hinaus ragt (Abb. 10). Aus diesem Grund ist auch im CT- Bildvergleich mit der Hauskatze bei dieser noch die Synchondrosis intermandibularis mit mandibulärer Wurzel des Dens caninus zu sehen (Abb. 6 und 8), während bei der Perserkatze der Kategorie III schon der P4 des Unterkiefers ins Bild kommt (Abb. 7 und 9).

3.4.2 Nasenhöhle und knöcherne Nasenkapsel

Die knöcherne Begrenzung der Nasenhöhle ist mit einem Rohr vergleichbar, dessen Wand aus verschiedenen Kopfknochen gebildet wird. Kaudal wird dieses „Rohr“ von einer löchrigen Platte (Lamina cribrosa) verschlossen, durch die die Fila olfactoria hindurch treten. Nach rostral ist das Rohr offen und durch eine Trennwand (Septum nasi) unterteilt, wodurch die Nasenhöhlen und rostral die Nasenlöcher (Nares) entstehen. Beide Nasenhöhlen sind mit Muscheln (Conchae) ausgefüllt. Die Knochen, die entweder an der Begrenzung der Nasenhöhle beteiligt sind oder durch Nasenschleimhaut pneumatisiert werden (vgl. auch Textabb. 5 S. 12) sind: das Os lacrimale (Tränenbein), das Os maxillare (Oberkieferbein), das Os ethmoidale (Siebbein), das Os frontale (Stirnbein), das Os nasale (Nasenbein), das Os incisivum (Zwischenkieferbein), das Os palatinum (Gaumenbein), der Vomer (Pflugscharbein) und das Os sphenoidale (Keilbein). Die Textabbildung 34 (S. 71) verdeutlicht im dreidimensionalen Anaglyphenbild die Unterschiede der Schädelform zwischen der Hauskatze und der Perserkatze.



Textabb. 34: Anaglyphen des Schädels der Hauskatze links und einer Perserkatze der Kategorie II (rechts). Bei der Perserkatze ist im Vergleich zur Hauskatze die Kopfform überwiegend abgerundet (Verlust der *Protuberantia occipitalis externa*), der Gesichtsschädel ist verkürzt und der Unterkiefer ragt über den Oberkiefer hervor (*Brachygnathia superior*). Der *Processus frontalis* des Tränenbeins ist stark ausgeprägt (vgl. dazu Textabb. 5 und Abb. 82). Bilder bitte mit beigelegter 3D-Brille betrachten!

Bei der folgenden Betrachtung des knöchernen Kopfskeletts werden die Besonderheiten der **Perserkatze** herausgestellt und einige Befunde der Hauskatze zum besseren Verständnis erwähnt:

Das **Os lacrimale** (Textabb. 5 S. 12, —2) ist mit zunehmender Brachyzehalie von einem starken Knochenschwund betroffen. Es zeigt, im Gegensatz zur Hauskatze, einen deutlich hervortretenden *Processus frontalis* (Textabb. 10 S. 33, —2a). Lateral dieses Fortsatzes liegt das obere Tränenkanälchen.

Das **Os maxillare** (Textabb. 5 S. 12, —3) rotiert mit zunehmender Brachyzehalie nach dorsal und ist ebenfalls von einem starkem Schwund betroffen. Der *Dens caninus* steht nach rostral ab und bildet mit seinem Zahnhals einen Drehpunkt bei der rostralen Dorsorotation. Durch die Aufwärtsdrehung beeinflusst er auch die Muskeln innerhalb der Nasenhöhle. An der *Crista ethmoidalis* des *Os maxillare* (Abb. 18, —3g) setzt die dorsale Nasenmuschel über ihren *Processus uncinatus* an. Ferner beteiligt sich die Maxilla an der Bildung des *Recessus maxillaris* (*Apertura nasomaxillaris*, Abb. 18, —21a).

Das **Os ethmoidale** (Abb. 16) erfährt den Knochenschwund bei Tieren mit höhergradiger Brachyzehalie hauptsächlich an seinen in die Nasenhöhle ragenden Muskeln und ist ebenfalls nach dorsal rotiert. Bei der Gegenüberstellung von Hauskatzen und **Perserkatzen der Kategorien II** fällt auf, dass sowohl die Siebbeinplatte (*Lamina cribrosa*, Abb. 16, rot nachgezeichnet) als auch das Siebbein eine viel steilere Stellung innerhalb des Kopfes einnimmt, als dies bei Hauskatzen der Fall ist. Die Lamellen der Siebbeinmuskeln richten sich ebenfalls auf und verhalten sich wie die Siebbeinplatte. Letztere macht außerdem bei einigen Perserkatzen (Abb. 20 und 21) einen Knick, der direkt dorsal der Keilbeinhöhle liegt. Hierdurch verschieben sich auch die Ansätze der Endoturbinalia III und IV. Es wird weiterhin deutlich, dass die mittlere Nasenmuschel (Endoturbinale II, Abb. 16, —II), die bei der Hauskatze zusammen mit dem Endoturbinale III den gesamten rostralen Bereich des Siebbeins einnimmt, bei der Perserkatze verkürzt und gestaucht erscheint. Die Steilstellung des Siebbeins ist auch am Verlauf der freien *Lamina orbitalis* (Abb. 16, —4a) erkennbar. Der

freie Rand der Lamina orbitalis des Siebbeins (Abb. 18, —4a) bildet die mediale Begrenzung des Recessus maxillaris (Apertura nasomaxillaris, —21a. Die Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 62, —4f) trennt durch ihre Vereinigung mit den Flügeln des Pflugscharbeins (Ala vomeris, Abb. 62, —9c) den Nasenrachen vom Nasenhöhlengrund ab und setzt lateral an der freien Lamina orbitalis (Abb. 67 und 69, —4a) des Siebbeins an.

Das **Os frontale** kann sich bei Perserkatzen am Übergang zum Os parietale besonders deutlich aufwölben (Textabb. 31 S. 67). Es bildet im dorsalen Bereich der Nasenhöhle mit seinem Processus septalis (Abb. 17, —5a, der größte Teil ist abpräpariert) die knöcherne Nasenscheidewand.

Auch das **Os nasale** ist mit zunehmendem Grad der Brachyzehalie von einem starken Knochenschwund betroffen. Seine Crista ethmoidalis (Abb. 17, —6a) bietet der dorsalen Nasenmuschel eine Ansatzstelle und unterteilt den rostralen Bereich der Nasenhöhle in eine dorsale und eine ventrale Abteilung, die im Nasengrund miteinander in Verbindung stehen.

Das **Os incisivum** verkürzt sich und rotiert mit zunehmender Brachyzehalie stark dorsal (Abb. 10 und 11), wobei die Schneidezähne im Extremfall nach rostral abstehen. Die Fissura palatina (Abb. 22, —7a) stellt einen knochenfreien Spalt zwischen der Nasen- und Mundhöhle dar. Bei Perserkatzen stellt sich der darin enthaltene Ductus incisivus im CT-Bild (Abb. 9, —7b) durch die Aufrichtung des Knochens besonders prominent dar.

Das **Os palatinum** verkürzt sich mit zunehmendem Grad der Brachyzehalie.

Der **Vomer** (Abb. 62, —9) bildet im Bereich der Lamina basalis des Siebbeins sowohl einen Teil der ventralen Nasenscheidewand als auch mit seinen Flügeln (Ala vomeris, Abb. 62, —9c) die basale Begrenzung der Nasenhöhle. Dieser Verschluss kommt bei der Perserkatze viel weiter kaudal zustande und ist abhängig vom Grad der Brachyzehalie (je höher der Grad desto kaudaler der Verschluss). Der Ductus vomeronasalis (Abb. 74 und 76, —9a) des Organum vomeronasale ließ sich bei der Perserkatze der Kategorie III in Narkose lateral des Vomer auf Höhe des maxillären P3 darstellen. Vom Organum vomeronasale ziehen Nn. vomeronasales (Textabb. 39 S. 86, —9b) gemeinsam mit den Fila olfactoria zum Riechhirn.

Das **Os sphenoidale** wird durch die asymmetrische Keilbeinhöhlen belüftet.

3.4.2.1 Muscheln

Muscheln sind papiertütenartige Einrollungen, die mit einer Ausnahme (ventrale Nasenmuschel) vom Siebbein her in die Nasenhöhle hinein ragen. Dabei zeigen sie bei der Katze sehr starke Faltungen, die zur Vergrößerung der Oberfläche beitragen. Bei der Betrachtung einer solchen Papierrolle im Querschnitt (Textabb. 6 und 7 S. 13), werden die in der Literatur geprägten Bezeichnungen Basallamelle (—a), Spirallamelle (—b), die Muschelbucht (Recessus conchalis, —c), Muschelblase (Bulla, —d) sowie Höhle (Sinus, —e) deutlich. Da jedoch in der Literatur nur beim Pferd der Begriff Stirnmuschelhöhle (Sinus conchofrontalis) vorkommt und bei der Perserkatze (wie noch gezeigt wird) eine abgeschlossene Muschelhöhle ausgeprägt ist, wird an dieser Stelle der Begriff „Muschelhöhle“, also „Sinus conchalis“ eingeführt.

Nach Entfernung der Siebbeinmuscheln aus der Nasenhöhle der **Hauskatze** wird deutlich, wie groß die Ausmaße des Siebbeins sind und wie viel Platz von seinen Muscheln in Anspruch genommen wird (halbkreisförmige Umrandung in Abb. 18). Die Einzeichnung der gestrichelten Linie verdeutlicht die Einteilung der nasalen Muscheln. Die Linie gibt die schräg verlaufende Grenze zwischen Nasenmuscheln und Siebbeinmuscheln an. Alle Muscheln, die kaudal dieser Grenze liegen, sind Siebbeinmuscheln (Conchae ethmoidales) mit dem

Ursprung an demselben. Die Grenze stimmt auch etwa mit der Ausdehnung der freien Lamina orbitalis (Abb. 18, —4a) des Siebbeins überein. Rostral dieser Grenze werden die Muscheln in der Nasenhöhle unabhängig von ihrem Ursprung als Nasenmuscheln (Conchae nasales) bezeichnet.

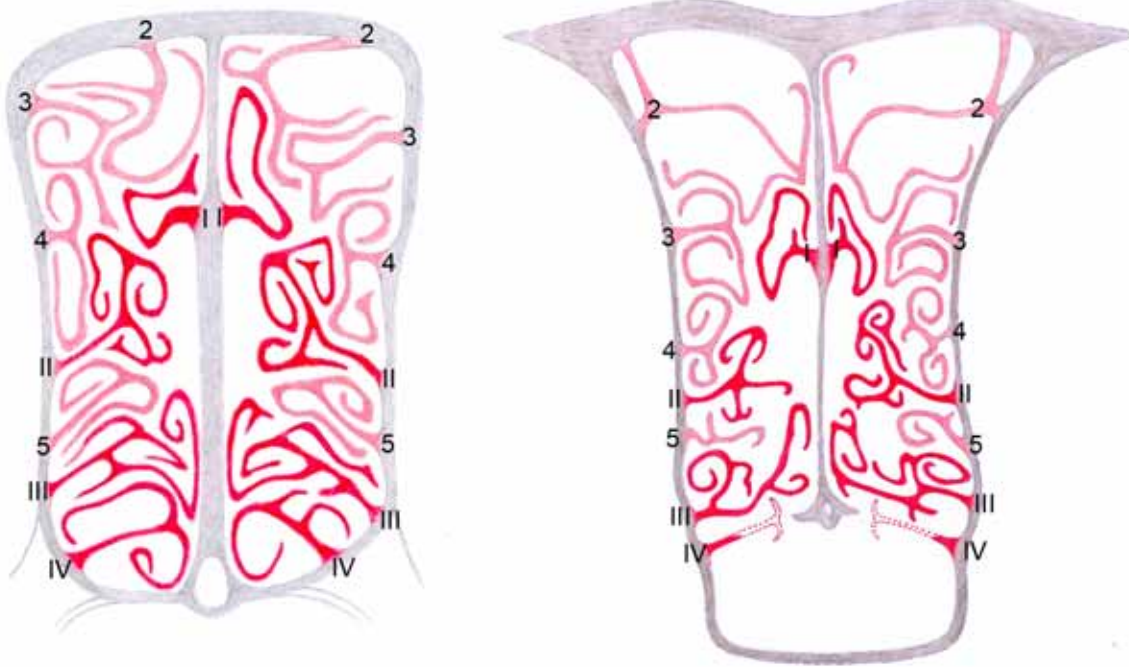
Bei einer **juvenilen Hauskatze** ist das Siebbein mit seinen Muschel noch wenig ausgeprägt (Abb. 19). Die Pneumatisierung der Stirnhöhle hat gerade erst begonnen und ist als Schleimhautvorwölbung zwischen der Lamina interna und externa des Stirnbeins zu erkennen (Pfeil in Abb. 19). Der Sinus sphenoidalis (Abb. 19, —23) ist deutlich zu sehen und auch der Recessus maxillaris ist, wie sich bei der weiteren Präparation herausstellte, nachweisbar. Die mit römischen Ziffern bezeichneten Endoturbinalia sind in der kurzen Nase noch klein und wenig entfaltet. Sie zeigen nur wenige Abspaltungen in Form von Spirallamellen. Letztere sind in einfacher Form am Endoturbinale II und III schon angelegt und bilden bei der ausgewachsenen Katze später das gemeinsame *Muschellabyrinth*. Es fällt auf, dass das Endoturbinalae II, ähnlich den Verhältnissen bei der ausgewachsenen Hauskatze, erst nach rostral strebt, dann ventral umbiegt und einen kaudoventralen Verlauf hat. Es reicht jedoch noch nicht bis an die Lamina basalis des Siebbeins und an den Atmungsgang heran. Auch die ventrale Nasenmuschel ist beim jungen Tier noch klein und zeigt kaum Abspaltungen.

Bei der Gegenüberstellung der Medianschnitte eines **brachycephalen Schädels (Kategorie II)** und eines Hauskatzenschädels (Abb. 20) zeigt sich, dass das Muschellabyrinth, welches vom Endoturbinale II und III gemeinsam gebildet wird, bei der Hauskatze viel stärker und „ordentlicher“ erscheint, als bei der Perserkatze.

Beim Schädelpräparat der **Perserkatze der Kategorie IV** (Abb. 21) erinnert die Größe und die Ausprägung der Muscheln im hinteren Bereich der Nasenhöhle an die Verhältnisse bei der juvenilen Hauskatze (vgl. Abb. 19). Jedoch spalten sich von den Muscheln der ausgewachsenen Perserkatze, bei ähnlich beengten Platzverhältnissen, mehr Spirallamellen ab als dies bei der juvenilen Hauskatze der Fall ist. Durch das zu geringe Platzangebot kommt es zu einer Verlagerung der Muscheln in Freiräume innerhalb des Kopfes. Dies wird besonders durch Muschelmateriale im Atmungsgang und der – durch das Endoturbinale IV ausgefüllten Keilbeinhöhle – deutlich.

3.4.2.1.1 Das Siebbeinlabyrinth

Die Befunde der Siebbeinmuscheln werden in Text- und Tabellenform abgehandelt, wobei im Text die wichtigsten Befunde beschrieben und in den Tabellen im Anhang zusammengefasst sind. Bei der Betrachtung einer Muschel im CT-Bild hat es sich bewährt, diese in der Bildfolge von kaudal nach rostral Bild für Bild zu verfolgen, da sich alle Siebbeinmuscheln kurz vor der Lamina cribrosa bei einer parallel zu ihr verlaufenden Schnittebene übersichtlich darstellen (vgl. Textabb. 35 S. 74).



Textabb. 35: Übersichtsskizzen der Siebbeinmuscheln der Hauskatze (links) und Perserkatze Kategorie III (rechts) im Querschnitt knapp rostral der Lamina cribrosa. Die inneren Siebbeinmuscheln (Endoturbinalia, I bis IV) sind mit römischen, die äußeren Siebbeinmuscheln (Ektoturbinalia, 2 bis 5) mit arabischen Ziffern gekennzeichnet. Bei der Perserkatze der Kategorie III streben ventral gelegene Muscheln aufgrund des Platzmangels im unteren Bereich der Nasenhöhle nach dorsal (Dorsorotation). Das Endoturbinale IV liegt bei Perserkatzen mit steigendem Grad der Brachyzephalie weiter kaudal (deshalb gestrichelt dargestellt) und ragt in die Keilbeinhöhle. Die Platzverhältnisse sind im ventralen Bereich der Nasenhöhle sehr beengt, im dorsalen hingegen weiträumig.

Ein **Ektoturbinale 1** kam bei keiner der untersuchten Katzenrassen vor.

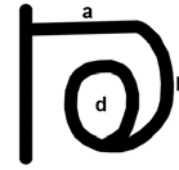
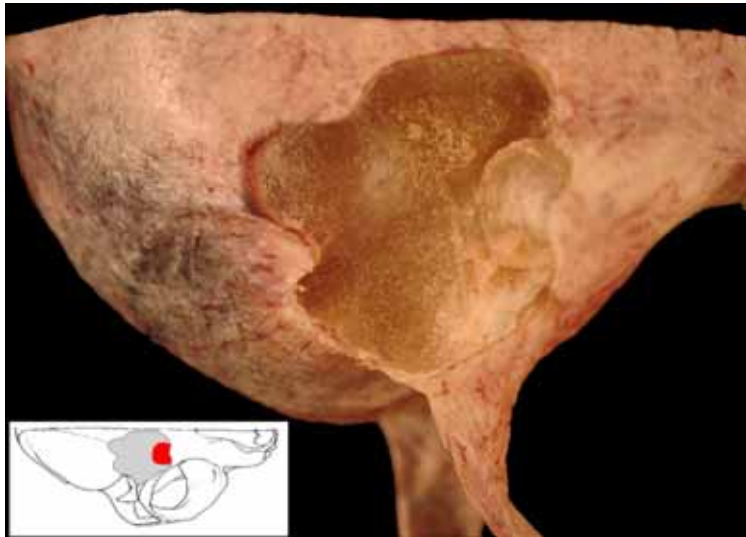
Das **Ektoturbinale 2** (—17, in Skizzen —2) ist die größte und am weitesten dorsomedial gelegene äußere Siebbeinmuschel im Nasenhöhlenfundus der **Hauskatze**. Sie nimmt fast komplett den Raum dorsal der Crista ethmoidalis des Nasenbeins ein und zeigt bereits innerhalb der untersuchten Hauskatzen individuell verschiedene Ausprägungen bezüglich des Verlaufs ihrer Basallamelle und der Anzahl ihrer Spirallamellen (Abb. 138, —2), weshalb zwei mögliche Varianten skizziert wurden. Die Unterschiede liegen im Verlauf ihrer Basal- und Spirallamellen, bei denen sich der Ansatz der Basallamelle mehr und mehr nach lateral und ventral verschieben kann (Variante 2) und deshalb beispielsweise von einer lateralen bzw. eher lateroventral gelegenen Spirallamelle gesprochen wird (je nach Verlauf der Basallamelle). Die Muschel hat von kaudal nach rostral bei der Hauskatze eine Gesamtlänge von knapp 2cm und zeigt ein Gefälle nach ventral (Textabb. 4 S. 9, —17). Sie entspringt mit ihrer Basallamelle an der Lamina interna des Os frontale, medial der beginnenden Stirnhöhle.

Aus der Basallamelle (Abb. 28 bis 39, —17) entspringen mindestens eine *laterale* bzw. *lateroventrale* (—17b) und eine *mediale* bzw. *mediodorsale* (Abb. 38, —17a) Spirallamelle.

Der Zugang zu den Stirnhöhlen (Abb. 34 bis 39) kann bei Verfolgung der lateralen (lateroventralen) Spirallamelle (—17b) im CT-Bild gefunden werden. Die durch die laterale Spirallamelle gebildete Bucht, die als *Recessus conchalis lateralis* bezeichnet wird, stellt den Weg zur *Apertura sinus frontalis* (—17d) dar. Die Bucht hat räumlich gesehen die Form einer „Rinne“ (*Recessus conchalis lateralis*, —17d) und lässt sich in den CT-Bildern gut in rostrale Richtung weiter verfolgen (Abb. 28 bis 37). Der Hohlraum der *medialen Spirallamelle* (*Recessus conchalis medialis*, Abb. 34, 35, 38 und 39, —17e) ist nicht so geräumig wie der *Recessus conchalis lateralis* und kann ebenfalls mit der Stirnhöhle in Verbindung stehen. In diesem Falle zeigt der Stirnhöhlenzugang eine Teilung. Der *Recessus conchalis medialis* ist dann deutlich zu sehen, wenn die Basallamelle einen eher schrägen Verlauf (Variante 2) nimmt (Abb. 39, —17e). Kaudal endet die Bucht, im Gegensatz zu entsprechenden Verhältnissen bei einigen Perserkatzen (siehe Tabelle 13 S. 155 im Anhang), als "Sackgasse" oder mündet in die Stirnhöhle.

Die **Perserkatzen** zeigen im Vergleich zu den Hauskatzen noch mehr Variationen des Ektoturbinale 2. Die Basallamelle „wandert“ mit zunehmendem Grad der Brachyzehalie von dorsal nach lateral (vgl. Textabb. 35 S. 74). Von allen 26 Perserkatzen wurden an insgesamt 14 Tieren (davon 1 der Kategorie I, 11 der Kategorie II, 1 der Kategorie III und 1 der Kategorie IV) Abweichungen vom Grundbauplan festgestellt. Hierbei handelt es sich um die Bildung zusätzlicher Nasennebenhöhlen, Septen in der Stirnhöhle, um Muschelblasen (Bullae) oder um stark vergrößerte *Recessus*, die aus dem unterschiedlichen Verlauf bzw. Ansatz der lateralen (bzw. lateroventralen) oder medialen (bzw. mediodorsalen) Spirallamelle resultieren. An 11 Perserkatzen (1 der Kat I, 8 der Kat II, 1 der Kat III und 1 der Kat IV) sind zusätzliche Nasennebenhöhlen (*Sinus conchalis*), die von einer oder beiden *Spirallamellen* des Ektoturbinale 2 ausgehen, zu sehen. Textabbildung 36 (S. 76) zeigt anhand eines mazerierten Perserkatzenschädels (Nr. 37), bei dem die Stirnhöhle eröffnet wurde, ein blasenförmiges Einstülpfen des Ektoturbinale 2 in die Stirnhöhle mit der Bildung einer *Bulla conchalis* (eine detaillierte Dokumentation und weitere Befunde sind in Tab. 13 S. 155 übersichtlich dargestellt).

Die Ausprägung der Veränderungen ist vom Grad der Brachyzehalie abhängig. Die **Kategorie I** hat im Vergleich zu den Verhältnissen der Hauskatze die geringsten Abweichungen vom Grundbauplan. Bei der **Kategorie II** zeigen sich vielfältige Abweichungen (vgl. Tab. 13 und 14 S. 155 und 156, sowie Abb. 44 bis 47) bei erheblichen individuellen Schwankungen. Die Zugänge zur Muschelhöhle erfolgen in einigen Fällen separat von der Nasenhöhle aus, können bei dieser Kategorie jedoch auch noch mit der *Apertura sinus frontalis* kommunizieren. Bei der **Kategorie III und IV** sind hochgradige Veränderungen festzustellen, die aufgrund der starken Kaudalverlagerung von Muschelmaterial durch die Rotation zustande kommen (vgl. Tab. 14 S. 156 und Abb. 48 bis 59). Der Zugang zu den Muschelhöhlen ist separiert. Bei der Perserkatze der **Kategorie IV** erfolgt der Zugang zur Muschelhöhle kaudal(!) des Zugangs der Stirnhöhle von der Nasenhöhle aus. Eine Zuordnung der Muschelstrukturen fällt bei der Kategorie IV aufgrund ihrer starken Kaudalverlagerung und einer chronischen Rhinitis insgesamt schwer.



Textabb. 36: Blasenförmiges Einstülpen des Ektoturbinale 2 mit Bildung einer Bulla conchalis (d) in die eröffnete Stirnhöhle bei Perserkatze Nr. 37, Kat II (a = Basallamelle; b = Spirallamelle).

Das **Ektoturbinale 3** (Abb. 32 bis 39, —18, in Skizzen —3) ist eine etwas kleinere Siebbeinmuschel, die ventral des Ektoturbinale 2 und dorsal des beginnenden Riechhirns entspringt. Sie weist bei den **Hauskatzen** eine Basallamelle (—18) mit einer dorsalen (Abb. 33, —18a) und einer ventralen (Abb. 33, —18b) Spirallamelle auf. Sie kann an den Spirallamellen 1. Ordnung zusätzlich Spirallamellen 2. Ordnung ausbilden.

Bei der **Perserkatze** verlagert sich das Ektoturbinale 3 mit zunehmender Brachycephalie nach kaudal und kann dann zwischen Riechhirn und Stirn- bzw. Muschelhöhle des Ektoturbinale 2 zu liegen kommen. In einem Fall (Nr. 27; Kategorie II; Tab. 13 S. 155) liegt der Ursprung dieser Muschel so weit kaudal, dass sich eine weitere separate Höhle (Sinus conchalis ektoturbinalis 3) bildete, die über die dorsale Spirallamelle von der Nasenhöhle aus zugänglich ist.

Das **Ektoturbinale 4** (Abb. 33, —19, in Skizzen —4) ist ebenfalls eine einfache Siebbeinmuschel, die bei der **Hauskatze** zwei Spirallamellen (dorsal und ventral) ausgebildet hat. Sie liegt ventral des Ektoturbinale 3 und dorsal des Endoturbinale II an der lateralen Nasenhöhlenwand.

Bei der **Perserkatze** (Kategorie III, vgl. Abb. 143, —4) kann es vorkommen, dass eine zusätzliche Spirallamelle ausgebildet ist.

Das **Ektoturbinale 5** (Abb. 33, —20, in Skizzen —5) kommt zwischen dem Endoturbinale II und dem Endoturbinale III zu liegen. Es ist, genau wie die Ektoturbinalia 3 und 4, bei der **Hauskatze** eine einfache Siebbeinmuschel mit einer dorsalen und einer ventralen Spirallamelle.

Bei **Perserkatzen der Kategorie III** ist eine Verlagerung der Muschellamellen nach dorsal zu sehen (Abb. 143 und Textabb. 35 S. 74).

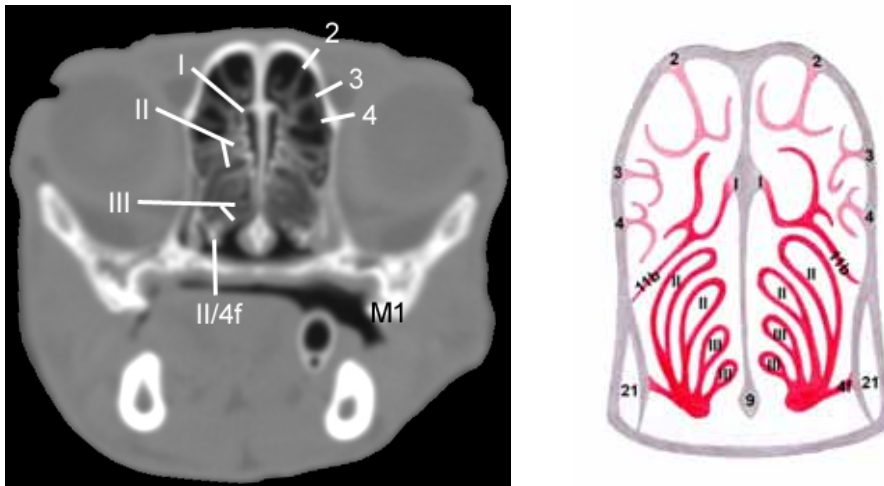
Das **Endoturbinale I** (Abb. 17 sowie 22 bis 33, —11, in Skizzen —I) ist die erste, am weitesten dorsal gelegene, innere Siebbeinmuschel der Nasenhöhle. Da sie weit in die Nasenhöhle vorragt und rostral fast den Nasenvorhof erreicht, wird sie auch als Concha nasalis dorsalis bezeichnet. Die Basallamelle des Endoturbinale I setzt am Nasenbein (Os nasale, Abb. 17, —6) an der Crista ethmoidalis (Abb. 17, —6a) an und ist als deutliche

Struktur beidseits des Nasenseptums erkennbar. Sie liegt bei der **Hauskatze** direkt dorsal des Riechhirns an der Lamina cribrosa des Siebbeins. An ihrem Ursprung weist die Muschel vorerst nur eine nach dorsal gerichtete Spirallamelle (Abb. 33, —11a) auf, die im Transversalschnitt kurz vor der Lamina cribrosa sehr gut erkennbar ist. In ihrem Verlauf nach rostral wendet sich die Basallamelle nach ventral und verzweigt sich. Eine breite blattartige Abzweigung ist der Processus uncinatus (Abb. 28 bis 30 sowie Textabb. 37 S. 78, —11b), der von mediodorsal nach lateroventral zieht und mit einer Schleimhautfalte am Os maxillare ansetzt (Crista ethmoidalis, Abb. 28, —3g). Der Processus uncinatus ist im CT-Bild auf der Höhe des maxillären P4 identifizierbar (Abb. 29, —11b). Direkt an diesem Ansatz beginnt der Recessus maxillaris (Abb. 18, —21a). Der Processus uncinatus begrenzt somit den Recessus maxillaris. Eine weitere von den oben genannten Verzweigungen der Basallamelle des Endoturbinale I kommuniziert mit der freien Lamina orbitalis des Siebbeins. Insgesamt ist die Verzweigung der dorsalen Nasenmuschel aber nur gering ausgeprägt. Vom Processus uncinatus zweigt parallel zu ihm eine weitere unscheinbare etwa 4mm lange Knochenlamelle ab, die rostral ausgerichtet ist und sich um die starken Verzweigungen der mittleren Nasenmuschel schlängelt. Die dorsale Nasenmuschel läuft mit ihrer Basallamelle (Abb. 17 und 22 bis 24, —11) stabförmig in rostroventrale Richtung aus und bildet im vorderen Bereich der Nase nur noch eine Schleimhautfalte (Plica recta, Abb. 17, 22, —11c), die den Nasenvorhof knapp erreicht. Sie endet in etwa an der Stelle, an der auch der Processus rostralis des Os nasale ausläuft.

Durch die Dorsorotation bei der **Perserkatze** kam es bei einigen Tieren der **Kategorie III und IV** zu einer Abknickung des Muschelursprungs nach dorsal und kaudal.

Das **Endoturbinale II** (Abb. 22 bis 33 und 63 bis 66, —12, in Skizzen —II) ist die größte und am weitesten verzweigte Siebbeinmuschel in der Nasenhöhle der Katze und ragt bis 4mm kaudal des maxillären P2 in die Nasenhöhle (Abb. 17) vor. Sie unterteilt den mittleren Nasengang (Sinusgang) durch ihr Streben in Richtung Nasenspitze in einen dorsalen und einen ventralen Anteil. Die Muschel entspringt mit einer Basallamelle (Abb. 33, —12 und Textabb. 35 S. 74, —II) am Siebbein und spaltet sich kurz danach in zwei etwa gleichstarke Spirallamellen (Textabb. 35 und 37 S. 74 und 78) auf. Im Medianschnitt (Abb. 17, —II) sieht dies aus, als ob die Muschel zwei Ursprünge am Siebbein hat. Die beiden *Spirallamellen* streben bei der **Hauskatze** zunächst nach rostral zwischen die dorsale und die ventrale Nasenmuschel (deshalb auch mittlere Nasenmuschel genannt) und verzweigen sich sehr stark. Die gesamte Muschel ragt rostral weit über die freie Lamina orbitalis des Siebbeins (Abb. 18, —4a) hinaus. Wird es im rostralen Bereich der Nase zu eng, biegt die Muschel ventral um, verzweigt sich weiter und zieht ventrokaudal zur Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 17 und 63 bis 66). Durch ihre Biegung nach ventral formt die ganze Muschel eine Art Nische (Abb. 17 und 19), in die sich das Endoturbinale III von kaudal kommend hinein legt und zusammen mit dem Endoturbinale II ein Muschellabyrinth bildet. In zwei Fällen hatte die mittlere Nasenmuschel bei der Hauskatze auch einen Ansatz am Nasenseptum. Auf dem Weg zum Ansatz an der Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 62 und Abb. 64 bis 66, —4f) vereinigen sich die zahlreichen Spirallamellen der mittleren Nasenmuschel (Abb. 63, —12b) wieder und die Muschel bildet eine einfache basale Kante für ihren Ansatz (Abb. 54, —12a). Dieser ist etwa in Höhe des kaudalen Randes des maxillären M1 zu finden und liegt in direkter Nachbarschaft zum Recessus maxillaris (Textabb. 37 S. 78).

Bei der **Perserkatze** wird die Muschel je nach Grad der Brachycephalie stark nach dorsal gedrückt (Abb. 16) und steht dadurch steiler in der Nasenhöhle als bei der Hauskatze. Ihre Spirallamellen zeigen die gleiche Ausrichtung wie die Lamina cribrosa, die auch steiler im Schädel zu liegen kommt. Durch die Dorsorotation und die Reduktion der Knochen werden die Muschelstrukturen der Nasenhöhle auch nach kaudal verlagert. Bei der mittleren Nasenmuschel macht sich dies an ihrem Ansatz an der Lamina basalis des Siebbeins bemerkbar (Abb. 68 und 70). Dieser ist bei einer Schnittführung von 90° auf das Os nasale erst 4mm kaudal (!) des maxillären M1 (bei der Hauskatze auf Höhe des M1!) im CT-Bild sichtbar. Bei einigen Perserkatzen (**Kategorie III und IV**) ragte Muschelmaterial in unterschiedlichem Umfang in den Atmungsgang (vgl. Tab. 14 S. 156).

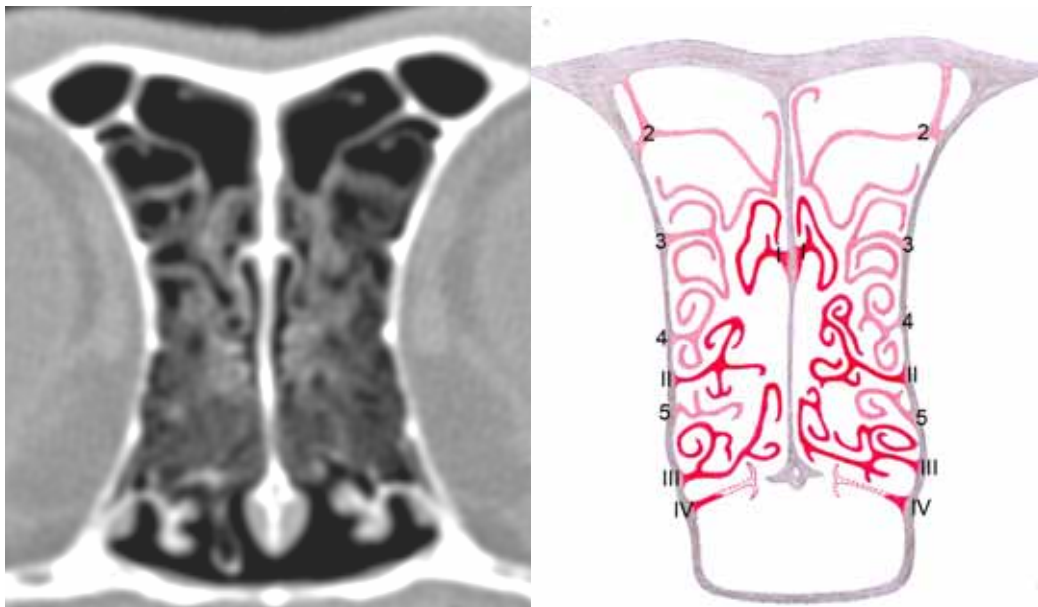


Textabb. 37: CT-Bild einer **Hauskatze** (mit rechtsseitiger weichteildichter Verschattung im Bereich des Recessus maxillaris, —21) und entsprechende Skizze. Darstellung der Siebbeinmuscheln auf Höhe des kaudalen Randes des maxillären M1. Die Endoturbinale II und III setzen mit paralleler Ausrichtung ihrer Lamellen an der Lamina basalis des Siebbeins (—4f) an.

Das **Endoturbinale III** (Abb. 31 bis 34, —15; in Skizzen —III) der **Hauskatze** ist eine große ventral gelegene Siebbeinmuschel. Sie entspringt ventrolateral am Siebbein zwischen dem Ektoturbinale 5 und dem Endoturbinale IV. Die Muschel entfaltet sich im Nasenfundus relativ stark, reicht rostral jedoch nicht über die freie Lamina orbitalis des Siebbeins hinaus. Das liegt daran, dass das Endoturbinale II durch die "Nieschenbildung" den Weg nach rostral versperrt. Folglich bleibt die Muschel eher im Nasengrund liegen. Sie hat keinen zusätzlichen Namen. Gemeinsam bilden beide Muscheln das bereits erwähnte Muschellabyrinth. Dabei zeigt das Endoturbinale III eine ähnliche Muschelkonfiguration wie das Endoturbinale II. Das Endoturbinale III setzt mit seiner Basallamelle und einer Spirallamelle an der Lamina basalis des Siebbeins an. Wie aus der Übersichtsskizze (Textabb. 37) und dem PEG-Präparat (Abb. 62) hervorgeht, hat das Endoturbinale III mehrere sich noch zusätzlich verzweigende Spirallamellen. Ebenso wie das Endoturbinale II vereinigen sich die Spirallamellen des Endoturbinale III kurz vor ihrem Ansatz an der Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 62 und 64, —15a). Charakteristischer Weise stellt sich im CT bei einer Schnittführung von 90° auf das Nasenbein der Ansatz der Basallamelle und einer Spirallamelle an der Basalplatte dar (Abb. 31 und 65, —15). Beide Lamellen verlaufen parallel, wobei die Basallamelle (Abb. 67

und 69, —15) die dorsal gelegene und die Spirallamelle (Abb. 67 und 69, —15b) die ventral gelegene Muschelstruktur darstellt.

Bei **Perserkatzen** konnte beobachtet werden, dass sich der Ursprung des Endoturbinale III mit steigendem Grad der Brachycephalie nach kaudal verlagerte. Bei den **Kategorien III und IV** bedeutete dies, dass die Muschel den Platz beanspruchte, der bei der Hauskatze vom Endoturbinale IV eingenommen wird. Außerdem wurde bei Kategorie III beobachtet, dass Lamellen dieser Muschel in den Atmungsgang ragen (siehe Textabb. 38 sowie Abb. 67 bis 70; weitere Einzelheiten sind auch in Tabelle 14 im S. 156). Die komplizierten Muschelverhältnisse werden zur besseren Orientierung anhand einer Gegenüberstellung von Haus- und Perserkatze verdeutlicht. (Abb. 67 bis 70). Beim direkten Bildvergleich wird bei der Perserkatze der Kategorie III deutlich, dass die Muschelstrukturen viel weiter kaudal in der Nasenhöhle liegen als bei der Hauskatze. Der Recessus maxillaris (—21) ist bei der Perserkatze viel kleiner im CT-Bild als dies bei der Hauskatze der Fall ist (bei dieser stellt er sich prominenter dar). Das Foramen sphenopalatinum (Abb. 70, —8a) mit den enthaltenen Leitungsstrukturen ist wiederum bei der Perserkatze schon auf diesem CT-Bild (Abb. 70) erkennbar, während es bei der Hauskatze erst weiter kaudal ins Bild kommt. Der Ansatz des Endoturbinale III an der Lamina basalis ist bei der Perserkatze etwa auf Höhe des Foramen sphenopalatinum lokalisiert und etwa 4mm kaudal des maxillären M1. An dieser Stelle setzt die Basallamelle (—15) des Endoturbinale III an der Lamina basalis an. Vom Ansatz der weiter ventral gelegenen Spirallamelle (—15b) strebt jedoch eine weitere Lamelle in Richtung des Atmungsganges, die schon als kleiner Punkt (—15b) im vorherigen CT-Bild erkennbar ist.



Textabb. 38: Perserkatze **Kategorie III**. Bei dem Vergleich des CT-Bildes mit einer Skizze für Perserkatzen der Kategorie III wird das Hineinragen einer Spirallamelle des Endoturbinale III in den Atmungsgang (linkes Bild) deutlich. Die Spirallamelle erreicht nur auf der rechten Seite die Lamina basalis des Siebbeins. Auf der linken Seite erstreckt sie sich am Ansatzpunkt vorbei bis in den Atmungsgang und kann den Luftstrom behindern. Das CT-Bild wurde mir dankenswerter Weise von Prof. G. Oechtering, Klinik für Kleintiere der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig, zur Verfügung gestellt.

Das **Endoturbinale IV** (Abb. 32 bis 37, —16, in Skizzen —IV) der **Hauskatze** ist die am weitesten basal und kaudal gelegene innere Siebbeinmuschel. Sie ist eine einfache Muschel mit einer Basallamelle und zwei daran entspringenden Spirallamellen. Die Basallamelle (—16) entspringt ventral bzw. basal an der Siebbeinplatte und unterhalb des Riechhirns etwa 2mm weiter kaudal als die anderen Siebbeinmuskeln. Es ragt aber, wie im transversalen CT-Bild (Abb. 32 bis 34) und PEG-Querschnitt (Abb. 38 und 39) sichtbar, bis in das Ursprungsgebiet der anderen Siebbeinmuskeln hinein. Die gesamte Basallamelle steigt von ihrem kaudalen Ursprung aus zur Nasenspitze hin mit dorsorostraler Verlaufsrichtung an und zeigt eine horizontale Ausrichtung. Rostral erreicht sie mit ihren Ausläufern nur knapp die Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 62, —16). Die Basallamelle läuft etwa an der Stelle aus, an der sich die Lamina basalis des Siebbeins (Abb. 62, —4f) median mit den Flügeln des Flugscharbeins (Abb. 62, —9c) verbindet.

Die dorsale Spirallamelle (Abb. 34 bis 39, —16a) des Endoturbinale IV endet kaudal blind ("Sackgasse" = Recessus conchalis dorsalis) und hat keine Verbindung zur Keilbeinhöhle. Der Zugang zur Keilbeinhöhle (Apertura sinus sphenoidalis) erfolgt von der Nasenhöhle aus über die ventrale Spirallamelle (Abb. 34 bis 39 —16b). Der Hohlraum (Recessus), den sie umschließt, vergrößert sich erst kaudoventral. Er stellt die Apertura sinus sphenoidalis (Abb. 37 und 39, —16c) dar. Bei der Hauskatze reicht die ventrale Spirallamelle des Endoturbinale IV nicht in die asymmetrische Keilbeinhöhle hinein. Der Keilbeinhöhle steht bei der Hauskatze vielmehr ein Raum von etwa 10 bis 12mm Länge (ohne Muschelmaterial) zur Verfügung.

Bei **Perserkatzen** verlagert sich das Endoturbinale IV individuell unterschiedlich weit in die Keilbeinhöhle hinein. Bei Tieren der **Kategorie I** betrug der Raum der Keilbeinhöhle ohne Muschelmaterial in seiner Länge nicht unter 9mm und bei Tieren der **Kategorie II** nicht unter 4mm. Bei Tieren der **Kategorie III** hatte die Keilbeinhöhle eine Länge von mindestens 2mm. Es gibt allerdings auch Perserkatzen der Kategorie III, bei denen die Keilbeinhöhle noch mehr Raum als nur 2mm zur Verfügung hat (vgl. Tab. 14 im S. 156). Bei der Perserkatze der **Kategorie IV** war die gesamte Keilbeinhöhle mit Muschelmaterial ausgefüllt (Details sind in Tabelle 14 S. 156 aufgeführt).

Bei den angefertigten S-10 Scheibenplastinaten der Perserkatze Nr. 39, **Kategorie III**, wird deutlich, wie weit sich der Ursprung der Muschel nach kaudal verlagern kann (Abb. 52 und 53, —16). Das Endoturbinale IV zeigt wie bei der Hauskatze eine dorsale (—16a) und eine ventrale (—16b) Spirallamelle. Es ist, entsprechend den Verhältnissen bei der Hauskatze, auch bei der Perserkatze die ventrale Spirallamelle, die die Apertura sinus sphenoidalis darstellt. Die dorsale Spirallamelle endet blind als Sackgasse. Der Zugang ist beim Vergleich mit der Hauskatze enger und schmaler, da zwischen der Basallamelle und der ventralen Spirallamelle kaum noch Platz ist.

3.4.2.1.2 Die ventrale Nasenmuschel

Die ventrale Nasenmuschel (Abb. 18, —13) ist die einzige Muschel innerhalb der Nasenhöhle, die nicht am Siebbein entspringt und auch keine Verbindung zu diesem Knochen hat. Sie ist bei der Katze im Gegensatz zu den entsprechenden Verhältnissen beim Hund eine eher kleine Muschel.

Bei der **Hauskatze** ist sie eine von rostral nach kaudal abfallende, sich verjüngende Muschel (Abb. 18, —13). Durch die Form und den Verlauf der Muschel ergibt sich für die einströmende Luft ein Gefälle, das bei der Hauskatze im Bezug zum harten Gaumen etwa

30° beträgt (Abb. 20). Ihre Basallamelle hat eine Gesamtlänge von etwa 1,8 cm (Abb. 18). Rostrale Schleimhautausläufer der Muschel, nämlich die Plica alaris (Abb. 18; —13b) und die Plica basalis (Abb. 18, —13c) erstrecken sich bis zu den maxillären Schneidezähnen. Eine kaudal auslaufende Schleimhautfalte (Abb. 18, —13f) ragt mit Gefäßen, die die Nasenhöhle versorgen, bis hinter den M1 des Oberkiefers. Im CT-Bild ist von der Basallamelle der ventralen Nasenmuschel bei kaudorostraler Bildfolge (Abb. 22 bis 29, beginnend bei 29!) vorerst nur Nasenschleimhaut (Schwellgewebe der ventralen Nasenmuschel, —24b) zu identifizieren. In ihrer weiteren rostralen Ausdehnung wird zunächst ihr freier kaudaler Rand (Abb. 28, —13f) und die spiralförmige Struktur ihrer Basallamelle (Abb. 27, —13e) im ventralen Bereich der Nasenhöhle erkennbar. Bei weiterer rostraler Verfolgung der Basallamelle (—13e) verliert sich die Papierrollenstruktur. Aus der Basallamelle geht eine dorsal aufsitzende, kammartige *Spirallamelle* (Abb. 18 und 71, —13h) hervor. In der CT-Bildserie (Abb. 23 bis 26) kann die Spirallamelle (—13h) identifiziert werden, indem der spiralförmige Ausläufer der Basallamelle aufgesucht wird (Abb. 27, —13e) und nach rostral verfolgt wird. Etwa auf Höhe des maxillären P3 sind im CT-Bild zwei parallel zueinander gelegene Lamellen sichtbar (Abb. 26). Bei der lateral gelegenen Lamelle handelt es sich um die dorsale Spirallamelle (—13h) und bei der medial gelegenen um die Basallamelle (—13e). Alle anderen Muschelstrukturen, die dorsal der Spiral- und Basallamelle liegen, gehören zur mittleren Nasenmuschel (—12). Alle Strukturen, die jedoch ventral der Spiral- und Basallamelle liegen, sind bei der Hauskatze weitere Verzweigungen der ventralen Nasenmuschel. Weiter rostral im Schnittbild kommt neben der dorsalen Spirallamelle, also oberhalb der ventralen Nasenmuschel, Muschelmaterial der mittleren Nasenmuschel (Abb. 35, —12) zu liegen. Dies läuft schließlich als nasenartiger Fortsatz noch vor der dorsalen und ventralen Nasenmuschel nasenlochwärts aus. Rostral kann die Basallamelle auch medial an der Maxilla ausgemacht werden (Abb. 23, —13e). Dabei ragt sie waagrecht in die Nasenhöhle vor und bildet die dorsale Begrenzung für den häutigen Tränennasengang. In diesem rostralen Abschnitt der Muschel ist auch der Dens caninus (Abb. 22, —3k) im CT-Bild zu verfolgen.

Die ventrale Nasenmuschel der **Perserkatze** ist im Vergleich zu der der Hauskatze nach dorsal rotiert ("hochgeklappt", Abb. 71 und 72). Sie steht, wie auch das Endoturbinale II und III, viel steiler in der Nasenhöhle als bei der Hauskatze. Dabei wird die Muschel von der Wurzel des Dens Caninus bzw. dessen Zahnfach (Abb. 72, gerader Pfeil, —3i) nach dorsal verdrängt (Rotationspfeil nach dorsal). Der Drehpunkt der Muschel befindet sich kaudal des Zahns und des Os incisivum. Durch diese Steilstellung gewinnt die Muschel an Höhe und büßt allerdings an Länge im Vergleich zur Hauskatze ein. Dabei rotieren der Dens caninus und das Os incisivum nach dorsal (vgl. Textabb. 32 S. 67).

Bei einem Vergleich der **Kategorien II und III** im Schnittbild wurde ebenfalls deutlich, dass sich die ventrale Nasenmuschel, wie auch die umliegenden Knochenstrukturen mit steigender Kategorie steiler aufstellen (Abb. 73 bis 76). Auf etwa gleicher Höhe angeschnitten, zeigen sich bei der Perserkatze der Kategorie III bereits Aufspaltungen der Basallamelle (—13e). Auch die dorsale Spirallamelle (—13h), die bei der Kategorie II erst später ins Bild kommt, ist bei Kategorie III schon bildgebend. Etwas weiter kaudal im Schnittbild zeigt sich auch bei Perserkatzen das von der Hauskatze gewohnte Bild der parallelen Anordnung der Spiral- und Basallamelle. Dies wird nur in einer Schnitfführung parallel zur Lamina cribrosa deutlich, da sich die Muscheln der Nase in ihrer Ausrichtung wie die Siebbeinplatte verhalten. Bei Tieren der Kategorie II kann die parallele Anordnung beider

Lamellen wie bei der Hauskatze auf Höhe des maxillären P3 identifiziert werden. Bei der Perserkatze der Kategorie III ist diese Anordnung nach kaudal verschoben und stellt sich erst auf Höhe des P4 dar.

Bei **Kategorie IV** tritt die dorsale kammartige Spirallamelle der ventralen Nasenmuschel besonders prominent in Erscheinung (Abb. 21, —13h). Durch ihre Größe ragt sie weit medial in den Atmungsgang hinein. Eine Folge hiervon ist, dass die ventrale Nasenmuschel nicht mehr von der mittleren Nasenmuschel medial überlagert wird und sich ebenfalls in den Atmungsgang ausdehnt.

Mit steigendem Grad der Brachyzehalie ist festzuhalten, dass sich Muschelmaterial der mittleren Nasenmuschel in die Region der ventralen Nasenmuschel drängt. So rahmt die mittlere Nasenmuschel bei der Perserkatze im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Hauskatze die ventrale Nasenmuschel rundum ein.

3.4.2.2 Besonderheiten des ventralen Nasenganges (Atmungsgang)

Die Form und der Verlauf des ventralen Nasenganges (Meatus nasi ventralis, Abb. 18; —13j) wird bei der **Hauskatze** von der ventralen Nasenmuschel bestimmt. Angefangen am Nasenloch verläuft der Hauptluftstrom eine kurze Strecke horizontal und dann entlang der Plica basalis (—13c) ventrokaudal. Der Weg führt unterhalb der Basallamelle der ventralen Nasenmuschel und kurz danach unterhalb des Lamellensystems der mittleren Nasenmuschel (Endoturbinale II) entlang. Von dieser kommend mündet auch ein Abzweig des mittleren Nasenganges in den Atmungsgang ein (Abb. 16, Spalt zwischen Lamina orbitalis, —4a und Endoturbinale —II). Hinter der Vereinigung der Lamina basalis des Siebbeins mit den Flügeln des Pflugscharbeins (Choanen) geht der ventrale Nasengang in den Meatus nasopharyngeus (Abb. 18, —42) über. In der lateralen Wand des Meatus nasopharyngeus befindet sich unter der Schleimhaut das Foramen sphenopalatinum (Abb. 18, —8a), das die A. und V. sphenopalatina sowie den N. nasalis caudalis zur bzw. aus der Nasenhöhle durchlässt.

Bei der **Perserkatze** bestimmt neben der ventralen Nasenmuschel auch zu einem großen Anteil das Endoturbinale II die Verlaufsrichtung des Atmungsganges (Abb. 20 und 21, roter Verlaufspfeil). Durch die bereits beschriebene Steilstellung der ventralen Nasenmuschel wird der ventrale Nasengang abgelenkt und zeigt ein stärkeres Gefälle als bei der Hauskatze. Mit steigendem Grad der Brachyzehalie wird ein gedachter Winkel des Atmungsganges zum Os palatinum durch die Aufrichtung immer größer. Der Grad der Aufrichtung steht im direkten Zusammenhang mit der Dorsorotation des Dens caninus und des Os incisivum. Bei der **Kategorie IV** (Abb. 21) beträgt der Aufrichtungswinkel etwa 60°, sodass die ventrale Nasenmuschel und das Os incisivum dem Luftstrom wie eine „Mauer“ entgegenstehen. Außerdem ragen bei dieser Kategorie die mittlere (—II) und die ventrale Nasenmuschel (—13) aufgrund des Platzmangels und der Steilstellung in den Atmungsgang hinein und engen diesen ein (der freie Rand der ventralen Nasenmuschel liegt direkt auf dem Boden des Atmungsganges).

3.4.3 Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales)

Die Nasennebenhöhlen (echte und unechte) der **Haus- und Perserkatze** sind in ihrer topographischen Lage zum Kopf im 3D-Modell in den Abbildungen 77 bis 80 dargestellt. Der gelb markierte Recessus maxillaris stellt die am weitesten rostral gelegene (unechte) Nasennebenhöhle dar. Der hellblau gefärbte Sinus frontalis ist die am weitesten dorsal

gelegene Nasennebenhöhle der Katze. Die Keilbeinhöhle ist Magenta gefärbt und erstreckt sich ausgehend vom Nasenhöhlenboden am weitesten kaudoventral. Bei der **Perserkatze** kann eine zusätzliche Nasennebenhöhle (grün) vorkommen, die meistens vom Ektoturbinale 2, aber auch vom Ektoturbinale 3 gebildet wird und daher als Muschelhöhle (Sinus conchalis ektoturbinalis 2 bzw. Sinus conchalis ektoturbinalis 3) bezeichnet wird.

3.4.3.1 Recessus maxillaris

Der Recessus maxillaris (Abb. 28 bis 31 und Abb. 62, —21) ist bei allen untersuchten Katzen (Haus- und Perserkatzen) nachweisbar. Sein Zugang (Apertura nasomaxillaris, Abb. 18, —21a) erfolgt ventral des Processus uncinatus (Textabb. 37 S. 78 und Abb. 18, —11b) des Endoturbinale I. Der Fortsatz verdeckt den Zugang zum Recessus maxillaris etwa zur Hälfte. Medial des Processus uncinatus setzt die dorsale Nasenmuschel am Os maxillare mit einer Schleimhautfalte an (Crista ethmoidalis, Abb. 18, —3g). Der Zugang sieht in etwa so aus, als ob vor eine Zimmertür (Apertura nasomaxillaris, —21a) in Augenhöhe ein Brett (Processus uncinatus, —11b) angenagelt wurde und man sich zum Eintreten bücken muss. Was aber erst beim Durchtreten sichtbar wird, ist der zusätzliche freie Raum, der sich oberhalb des Brettes befindet und der nach vorn (rostral) ausgebuchtet ist. Dieser dorsorostrale Raum der Kieferbucht kann im CT-Bild verfolgt werden (Abb. 28, —21).

Bei der **Hauskatze** stellt sich die Kieferbucht im CT als schmaler luftgefüllter Raum zwischen der freien Lamina orbitalis des Siebbeins (Abb. 31, —4a) und der lateralen Nasenwand dar. Sie ist etwa 5mm lang und liegt auf der Grenze zwischen Tränenbein und Maxilla sowie etwa in Höhe des vierten prämolaren Backenzahnes im Oberkiefer. In unmittelbarer Nachbarschaft zur Kieferbucht kommt auch der Tränensack zu liegen. Er ist zur Nasenhöhle hin nur mit Schleimhaut bedeckt. Eine knöcherne Begrenzung an dieser Stelle fehlt bei der Hauskatze.

Bei der **Perserkatze** stellt sich der Recessus maxillaris im CT ebenfalls gut als lufthaltige Struktur dar. Er liegt allerdings viel weiter kaudal als bei der Hauskatze (Abb. 61 und 68, —21), nämlich etwa 4mm kaudal des M1 des Oberkiefers. Eine knochenfreie Stelle zwischen Kieferbucht und Tränensack konnte bei Perserkatzen ab Kategorie II nicht mehr nachgewiesen werden.

3.4.3.2 Sinus frontalis

Der **Zugang zur Stirnhöhle** (Apertura sinus frontalis, Abb. 34 bis 39, —17d) erfolgte bei der **Hauskatze** über die laterale (lateroventrale) Spirallamelle (—17b) des Ektoturbinale 2 (siehe Ausführungen dort). Am virtuellen Stirnhöhlenausguss (Abb. 83) ist er bei der Hauskatze medial der rostralen Ausbuchtung der Stirnhöhle (—22b) sichtbar.

Da bei der **Perserkatze**, wie bereits beschrieben, zusätzliche **Muschelhöhlen** (Abb. 78 bis 81 und 84) vorkommen und diese auf unterschiedliche Weise mit der Nasenhöhle kommunizieren, stellen sich die Zugänge zu den Nebenhöhlen sehr heterogen dar. Zur Stirnhöhle erfolgt er sowohl von der medialen als auch von der lateralen Spirallamelle des Ektoturbinale 2 aus. Ferner kann er von den Muschelhöhlen separiert liegen oder in einer gemeinsamen Apertur (Apertura sinus frontalis) mit ihnen kommunizieren (die Befunde sind in den Tabellen 13 und 14 S. 155 und 156 zusammengefasst).

Aus den CT-Datensätzen wurden 3D-Modelle der Stirnhöhlen (= virtuelle Ausgüsse, von 3 Hauskatzen und 6 Perserkatzen) errechnet und im Verhältnis zum Schädel dargestellt (Abb. 82). Zur Verifizierung der Methode wurden die Stirnhöhlen von zwei dieser Hauskatzen (Nr.

15 und 16) und drei der Perserkatzen (Nr. 28; Nr. 29 und Nr. 32) zusätzlich mit unterschiedlichen Kunststoffen ausgegossen. Diese "echten" **konventionellen Ausgüsse** wurden mit den **virtuellen Ausgüssen** verglichen und gegenübergestellt (Abb. 82, 85, Textabb. 23 S. 57 und Textabb. 46 S. 96). Eine Volumenbestimmung der Stirnhöhlen anhand des eingefüllten Kunststoffes wurde nicht vorgenommen, da er durch die Apertura sinus frontalis in die Nasenhöhle abfloss und dadurch ein kompletter Negativabdruck der luftgefüllten Nasenräume entstand. Dieser war zu wertvoll, um ihn für eine Volumenbestimmung der Stirnhöhle zu zerstören. Außerdem wäre die Volumenbestimmung am konventionellen Ausguss auch ungenau, weil sich bei einigen Präparaten artifizielle Blasen bildeten. Aus diesem Grund wurden exemplarisch von insgesamt 8 Tieren (3 Hauskatzen, 5 Perserkatzen) die Volumenbestimmungen anhand der 3D-Modelle mit dem Programm VG Studio Max 1.2 vorgenommen, wobei die einzustellenden Programmparameter bei allen Tieren gleich waren.

Die Textabbildung 23 (S. 57) zeigt den virtuellen Ausguss der Stirnhöhle im 3D-Modell und den konventionellen Ausguss im Vergleich bei **Hauskatze Nr. 15**. Es wird deutlich, dass beide Modelle in ihrer Form, Größe und Ausdehnung identisch sind. Am herkömmlichen Präparat sind Bohrlöcher sichtbar, die vom Einfüllen des Kunststoffes zurück geblieben sind. Ferner zeigt das Präparat artifizielle Blasen. Die mit Hilfe des 3D-Programms bestimmten Volumina sind in Tabelle 15 S. 157 aufgeführt.

Bei **Hauskatze Nr. 16** gelang der konventionelle Ausguss mit Tensolzement nur auf der linken Seite des Tieres (Abb. 82). Dieser stellte sich genau so dar, wie es das 3D-Modell erwarten ließ (Volumina in Tab. 15 S. 157).

Bei **Hauskatze Nr. 11** wurde nur ein virtueller Ausguss nach gleicher Vorgehensweise wie bei Hauskatze 15 und 16 angefertigt, da das Tier noch lebt (Volumina in Tab. 15 S. 157).

Bei den **Hauskatzen** zeigen sich auf beiden Körperseiten annähernd gleichmäßige Stirnhöhlen, die durch ein Septum voneinander getrennt waren. Sie pneumatisieren die Stirnbeinschuppe und den Schläfenbeinfortsatz des Os frontale (Abb. 83, —22e). Es kann eine rostrale Ausbuchtung (—22b) dargestellt werden, die lateral neben dem Zugang zur Stirnhöhle (—17d) zu liegen kommt. Eine ventrale Ausbuchtung (—22c) und eine kaudale Bucht (—22d) sind ebenfalls bei Hauskatzen nachweisbar. In einigen Fällen ist die kaudale Bucht durch sagittale Knochensepten nochmals unterteilt.

Bei der **Perserkatze "Angelo"** (Nr. 28), **Kategorie II**, ist aus dem 3D-Modell ersichtlich, dass zusätzlich auf jeder Seite ein Sinus conchalis des Ektoturbinale 2 ausgebildet ist (Abb. 84). Dieser stellt eine zusätzliche Nasennebenhöhle des Endoturbinale 2 dar, die ihren Zugang über die lateroventrale Spirallamelle des Ektoturbinale 2 hat. Der Zugang zur Stirnhöhle erfolgt über die mediodorsale Spirallamelle des Ektoturbinale 2. Beide Höhlen sind voneinander separiert. Der Befund aus den virtuellen Ausgüssen am 3D-Modell bestätigt sich beim herkömmlichen Ausguss dadurch, dass sich die zusätzliche Muschelhöhle nicht über die Trepanation der Stirnhöhle mit Kunststoff ausgießen ließ. Der konventionelle Ausguss beider Stirnhöhlen brachte zwei kleine, flache Höhlen zum Vorschein, die mit dem des 3D-Modells übereinstimmen. Bei dieser Perserkatze pneumatisiert sowohl die Stirnhöhle als auch die Muschelhöhle die Stirnbeinschuppe (Abb. 84). Nur auf der rechten Seite erstreckt sich die Stirnhöhle in den Processus zygomaticus des Stirnbeins hinein. Auf der linken Seite pneumatisiert zum größten Teil die Muschelhöhle diesen Fortsatz und nur im rostralen Bereich auch die Stirnhöhle. Alle Volumina der vier Höhlen sind in Tabelle 15 S. 157 notiert.

Bei der **Perserkatze** Nr. 29, **Kategorie II**, zeigt sich im CT nur eine zusätzliche linke Muschelhöhle. Die beiden Stirnhöhlen sind sowohl im 3D-Modell als auch im Kunststoffausguss sehr groß und haben kaudal zahlreiche Buchten, die durch sagittale Septen unterteilt sind (Textabb. 46 S. 96 und Abb. 85). Auf der rechten Seite dehnt sich die ventrale Bucht viel weiter aus und auch der Schläfenbeinfortsatz dieser Seite wird vermehrt pneumatisiert. Der Zugang zur Muschelhöhle erfolgt über die mediale Spirallamelle des linken Ektoturbinale 2. Die Muschelhöhle füllt sich bei der Trepanation nicht mit Kunststoff und stellt sich am konventionellen Ausguss lediglich als Mulde dar (Abb. 85, rechtes Bild, linke Körperseite). Die Apertura sinus frontalis wird, wie auch bei der Hauskatze, auf beiden Seiten von der lateralen Spirallamelle gebildet. Das 3D-Modell ist insgesamt aufgrund der Gantryneigung verzerrt, weshalb die virtuelle Stirnhöhle der konventionellen Stirnhöhle ähnlich sieht, diese aber nicht identisch sind (Textabb. 46 S. 96, Volumina in Tab. 15 S. 157).

Bei der **Perserkatze** Nr. 31, **Kategorie II**, sind beidseits Muschelhöhlen ausgebildet, die unter den Stirnhöhlen zu liegen kommen (Abb. 78). Ihr Zugang erfolgt über die lateroventrale Spirallamelle des Ektoturbinale 2. An der mediodorsale Spirallamelle befindet sich der Zugang in die Stirnhöhlen. Auch bei dieser Perserkatze kann mit Hilfe des konventionellen Ausgussverfahrens nur die Stirnhöhle dargestellt werden, da Stirnhöhlen und Muschelhöhlen voneinander getrennt waren. Die Stirnhöhle stimmt genau mit den virtuell erstellten Ausgüssen überein, da die CT- Aufnahmen ohne Gantryneigung erfolgten. Die virtuellen Volumina sind in Tabelle 15 (S. 157) aufgeführt.

Bei einer **Perserkatze der Kategorie II** (Nr. 34) stellt sich ein horizontales Septum in der Stirnhöhle dar, das nicht vom Ektoturbinalae 2 gebildet wird.

Da sich unter den Perserkatzen mit Kunststoffausgussverfahren keine der Kategorie III und IV befanden, wurden die Volumina zweier zusätzlicher Perserkatzen bestimmt und die Höhlen dreidimensional dargestellt.

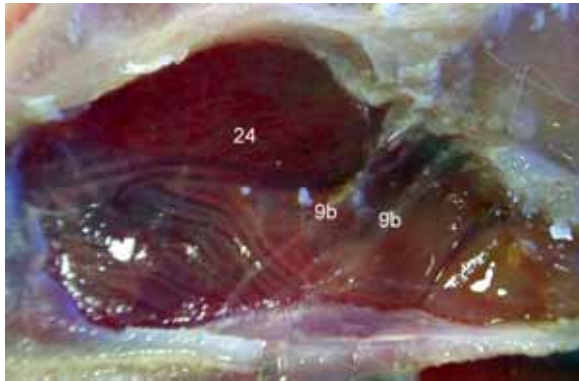
Für die **Kategorie III** wurden 3D-Modelle der **Perserkatze** Nr. 39 angefertigt (Abb. 79). Die Katze weist beidseits sehr große Muschelhöhlen und dadurch nur sehr flache asymmetrische Stirnhöhlen auf. Der Zugang zu den Stirnhöhlen (vgl. Abb. 48 bis 53, —22), erfolgt über die (medio)dorsale Spirallamelle des Ektoturbinale 2 (Abb. 48 und 50, —17a), der zu den Muschelhöhlen (—17c) über die (latero)ventrale Spirallamelle (Abb. 48, —17b). Die virtuellen Volumina sind in Tabelle 15 (S. 157) notiert.

Für die **Kategorie IV** wurde ein 3D-Modell von **Perserkatze** Nr. 40 erstellt (Abb. 80). Es kommen ebenfalls zwei Muschelhöhlen (Zugang über die (latero)ventrale Spirallamelle des Ektoturbinale 2) vor, die lateral neben dem Gehirn und ventral der Stirnhöhlen (Zugang über die (medio)dorsale Spirallamelle) liegen (Abb. 54 bis 59).

3.4.3.3 Sinus sphenoidalis

Der Zugang zur Keilbeinhöhle erfolgt sowohl bei der **Hauskatze**, als auch bei der **Perserkatze** von der Nasenhöhle aus über die ventrale Spirallamelle des Endoturbinale IV. Bei Perserkatzen verlagert sich die Muschel individuell unterschiedlich weit in die Höhle hinein (Einzelheiten siehe Tab. 14 S. 156). Bei der Kategorie IV füllt sie diese auf der einen Seite ganz und auf der anderen Seite teilweise aus (Abb. 20 und 21). Am 3D-Modell (Abb. 54, 55 und 56 sowie 77 bis 80) ist die Keilbeinhöhle bei den Haus- und Perserkatzen Magenta gefärbt. Schon am 3D-Modell ist eine Asymmetrie erkennbar, die sich in den Werten der ermittelten Volumina meist auch bestätigt (vgl. Tab. 15 S. 157).

3.4.4 Nasenschleimhaut und Schwellgewebe



Textabb. 39: Blick auf die respiratorische Schleimhaut (—24) des Nasenseptums nach Entfernung seines knöchernen Anteils (links = rostral). Durch die Nasenschleimhaut schimmern die Nn. vomeronasales (—9b) durch, die beidseits vom Organum vomeronasale mit den Fila olfactoria zum Riechhirn ziehen.

Die **Nasenschleimhaut** lässt sich computertomographisch nur in wenigen Bereichen der Nasenhöhle darstellen. Es handelt sich dabei entweder um auslaufende Schleimhautfalten im Nasenvorhof oder um die Schwellkörper, bzw. das Schwellgewebe, das genau in den Bezirken in der Nasenhöhle ausgebildet ist, in denen die Atmungsluft vermehrt entlang strömt. In den Gebieten, die fernab des Luftstromes liegen, ist die Nasenschleimhaut so dünn, dass sie sich im CT physiologischer Weise nicht darstellt. Computertomographisch darstellbare Schleimhautfalten sind zum einen all jene, die bereits im Zusammenhang mit dem Naseneingang beschrieben wurden (Plica recta, Abb. 22, —11c; Plica alaris, Abb. 8 und 9, —13b; und Plica basalis, Abb. 8 und 9, —13c). Eine weitere im CT darstellbare Schleimhautfalte ist der kaudale Ausläufer der ventralen Nasenmuschel (Abb. 63, —24b). Die Schleimhaut erreicht das Foramen sphenopalatinum (Abb. 18 und 32, —8a), das unterhalb des Siebbeins im Meatus nasopharyngeus (Abb. 18 und 32, —42) liegt.

Das darstellbare Schwellgewebe innerhalb der Nasenhöhle liegt hauptsächlich im Atmungsgang. Es handelt sich um den ventralen Septumschwellkörper am Organum vomeronasale (Abb. 8 und 9 sowie 63, —24a), um das Schwellgewebe an der ventralen (Abb. 63, —24b) und an der mittleren Nasenmuschel (Abb. 28, —24d und Abb. 63, —12b) sowie um das Schwellgewebe am Nasenhöhlenboden im Atmungsgang (Abb. 63, —24c).

Bei der Messung der Hounsfield- Einheiten im Bereich des Schwellgewebes ergaben sich so unterschiedliche Werte, dass auf eine Angabe verzichtet wurde. Auch die Messung der Nasenschleimhaut allein war nicht zufrieden stellend möglich. Stattdessen wurde im Bereich des Labyrinthes der Endoturbinaria II und III ein größeres Gebiet aus Knochenlamellen, Nasenschleimhaut und Luft ausgewählt und der Dichtewert bestimmt. Er lag etwa zwischen -200 und -300 HE.

3.4.4.1 Blutversorgung

Die Blutgefäße der Nasenhöhle sind im CT-Bild ohne Kontrastmittelanreicherung nicht sichtbar (in anderen Körperregionen sind sie sehr gut aufgrund ihrer Größe und Lage identifizierbar). Allerdings ist das Foramen sphenopalatinum, das ein Durchtrittsloch für einen Teil der Leitungsstrukturen zur Nasenhöhle darstellt, bildgebend. Bei den Leitungsstrukturen handelt es sich um die V. sphenopalatina, die bei intravenös verabreichtem Kontrastmittel im Weichteilfenster und rekonstruierten Sagittalschnitt dargestellt wird (Abb. 87 und 89, —25f). Sie stellt den venösen Hauptabfluss aus der Nasenhöhle dar und mündet in die V. profunda faciei (Abb. 87, —25e), die kurz hinter der Maxilla die Orbitahöhle verlässt und in die V.

facialis (Abb. 87, —25d) mündet. Die fein verzweigte A. sphenopalatina ist im injizierten E12 Scheibenplastinat der Hauskatze sehr gut sichtbar geworden (Abb. 88 und 90, —8c).

3.4.5 Darstellung der ableitenden Tränenwege

Bei der **Hauskatze** wird durch die Gegenüberstellung der Kontrast-CT-Serie des Tränennasenganges und der Nativ-CT-Serie in der transversalen Schnittebene von kaudal nach rostral das Auge auf die relevanten Strukturen zur Identifizierung der ableitenden Tränenwege geschult (Abb. 92 bis 105). Die Anwendung des Kontrastmittels erleichtert die Identifizierung aller tubulären Anteile der ableitenden Tränenwege sowie die Wiedererkennung der anatomischen Gegebenheiten in der Nativserie und damit die topographische Zuordnung der ableitenden Tränenwege. Alle hier beschriebenen knöchernen Strukturen sind sehr gut im „Bone-“, oder „Edge-“ (CT-Gerät Wien) bzw. „Detail-“, oder „Sharp-“ (CT-Gerät Fürstenwalde) Algorithmus erkennbar.

Das Kontrast-CT der ableitenden Tränenwege bei der **Perserkatze** erfolgte an einem Tier der **Kategorie II** (Abb. 107 bis 118) sowie an einem Tier der **Kategorie IV** (Abb. 120 bis 125).

Die abfließende Tränenflüssigkeit sammelt sich bei der **Hauskatze** im medialen Augenwinkel im Tränensee und wird über zwei **Tränenpunkte** (Puncta lacriminalia) am oberen und unteren Augenlid in die Tränenkanälchen (Canaliculi lacrimales) weitergeleitet.

Bei sechs **Perserkatzen** (1x Kat I, 1x Kat II, 3x Kat III, 1x Kat IV) wurde das Fell rund um die Augen beurteilt, auf eventuelle Verfärbungen durch Tränenflüssigkeit geachtet und das Vorhandensein der oberen und unteren Tränenpünktchen dokumentiert. Die Perserkatze der **Kategorie I** zeigte weder Tränenstraßen im Fell noch fehlte ihr eines der Tränenpünktchen. Die Perserkatze der **Kategorie II** zeigte Fellverfärbungen bei Vorhandensein aller Tränenpünktchen. Alle vier Perserkatzen der **Kategorien III und IV** zeigten Tränenstraßen im Fell. Bei den drei Tieren der Kategorie III fehlte entweder auf der rechten oder auf der linken Seite das obere Tränenpünktchen. Im Falle der Perserkatze der Kategorie IV fehlten beide oberen Tränenpünktchen. Bei einer Perserkatze der Kategorie III (Nr. 48 „Elli-May“) wurde die Durchgängigkeit der ableitenden Tränenwege durch die Spülung mit Fluoreszein untersucht. Die Besitzer äußerten vorberichtlich, dass die Katze schon seit ihrer Geburt Tränenstraßen im Fell zeige. Auf der rechten Seite, auf der auch kein oberes Tränenpünktchen ausgebildet war, gelang die Spülung über das vorhandene untere Tränenpünktchen nicht. Auf der linken Seite war sowohl ein oberes als auch ein unteres Tränenpünktchen angelegt und die Spülung über das untere Tränenpünktchen war problemlos möglich.

In den Abb. 92 und 94 der Kontrastmittelsreihe sind das obere (—1a), bzw. das untere (—1b) **Tränenkanälchen** der **Hauskatze** durch das Kontrastmittel sichtbar geworden. Das obere Tränenkanälchen verläuft kaudolateral am relativ unauffälligen Processus frontalis ossis lacriminalis (Abb. 91, —2a). Diese knöchernen Struktur ist mit und ohne Kontrastmittel im CT sehr gut zu identifizieren (Abb. 92 bis 94, —2a) und kann der Orientierung in der Nativserie dienen.

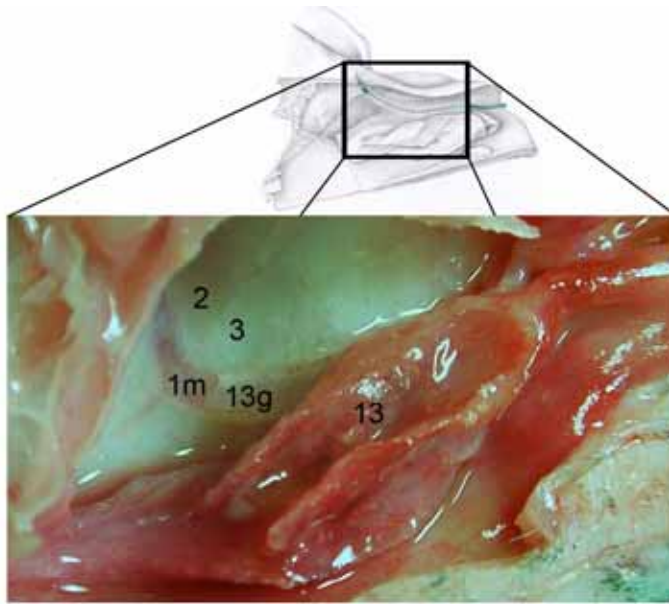
Bei der Perserkatze der **Kategorie II** stellt sich das obere Tränenkanälchen (Canaliculus lacriminalis superior, Abb. 107, —1a) direkt lateral des verhältnismäßig stark ausgeprägten Processus frontalis (Abb. 107 und 108, —2a) dar und hat einen rostroventralen Verlauf. Der

Processus frontalis des Tränenbeins ist viel stärker ausgeprägt als bei der Hauskatze und wird mit zunehmendem Grad der Brachyzehalie größer. Ebenfalls auf dieser Schnittebene (Abb. 107 und 108) ist auch der rostrale Ausläufer des Recessus maxillaris (—21) darstellbar. Das untere Tränenkanälchen (Canaliculus lacrimalis inferior, Abb. 109, —1b) kommt mit einem medioventralen Verlauf eher von lateral auf den Tränensack zu.

Im Kontrast-CT der Perserkatze der **Kategorie IV** (Abb. 120 bis 125) ließen sich bei schon fehlenden oberen Tränenpünktchen auch keine oberen Tränenkanälchen darstellen. Lediglich die unteren Tränenkanälchen (Abb. 122 bis 124, —1b) sind durch die Silikon-Kontrastmittelinjektion im CT sichtbar und stellen sich im Vergleich zur Hauskatze und Perserkatze der Kategorie II erstaunlich weit rostral in der CT-Serie dar, nämlich rostral des proximalen Anteils des Tränennasenganges.

Bei der **Hauskatze** vereinigten sich beide Tränenkanälchen im **Tränensack** (Abb. 94 und 96, Saccus lacrimalis, —1c), dessen proximaler Anteil im knöchernen Tränentrichter (Fossa sacci lacrimalis, Abb. 94, 96 und 97, —2b) des Os lacrimale liegt. Sowohl in der Nativ- als auch in der Kontrast-CT-Serie ist der knöcherne Tränentrichter eindeutig identifizierbar. Er liegt etwa in Höhe des Foramen maxillare (Abb. 95 und 96, —3b), dem kaudalen Ende des Canalis infraorbitalis (Abb. 97 und 98, —3a), der von der Maxilla gebildet wird. Der distale Anteil des Tränensackes ist zur Nasenhöhle hin nur von Nasenschleimhaut bedeckt (Textabb. 40 S. 89, —1m). Insgesamt konnte bei sechs Hauskatzen auf einer Länge von circa 2mm an der Grenze zwischen Tränenbein (Textabb. 40 S. 89, —2) und Maxilla (Textabb. 40 S. 89, —3) keine knöcherne Abgrenzung zur Nasenhöhle festgestellt werden. Im Bereich des distalen Anteils des Tränensackes (Abb. 71, —1m) befindet sich ein proximal gelegener (Abb. 71, —2b) und ein distaler gelegener Knochenkamm (Abb. 71, —13g). An einem Schädelpräparat war ein zusätzlicher schmaler Knochensteg über dieser knochenlosen Stelle sichtbar. In unmittelbarer Nachbarschaft zum distalen Anteil des Tränensackes liegt auch der Recessus maxillaris.

Da sich aufgrund des unterschiedlichen Aussehens des Tränensackes bisher keine genaue Grenze zwischen Tränensack und Tränennasengang bestimmen ließ, wird an dieser Stelle folgende Definition vorgeschlagen: Der Tränensack erstreckt sich genau bis zu der Stelle, an der der Canalis lacrimalis beginnt (= proximaler Abschnitt des Tränennasenganges, Textabb. 11 S. 35, —1e). Die proximale Öffnung des Canalis lacrimalis entspricht dem Foramen lacrimale (Textabb. 11 S. 35, —1n). Die Lage des Foramen lacrimale variiert individuell und kann sich sowohl auf dem absteigenden Abschnitt als auch auf dem horizontalen Abschnitt der ableitenden Tränenwege befinden (vgl. Abb. 91). Durch diese Lageunterschiede können Ausdehnung und Form des Tränensackes verschieden sein. Der Beginn des Tränennasenganges lässt sich gut an dem vorstehenden Knochenkamm erkennen, der von der Basallamelle der Concha nasalis ventralis gebildet wird (Textabb. 32 und 40 S. 67 und 89, —13g) und dem proximalen Abschnitt des Tränennasenganges entspricht.



Textabb. 40: Mediale Ansicht der Nasenhöhle nach Entfernung des Nasenseptums, der Siebbeinmuskeln und der Nasenschleimhaut im Bereich des Recessus maxillaris.

Die Fossa sacci lacrimalis (Abb. 109 und 110, —2b) der **Perserkatze** der **Kategorie II** befindet sich circa 4mm rostral des Recessus maxillaris und ist wie bei der Hauskatze in Höhe des Foramen maxillare (—3b) des Canalis infraorbitalis darstellbar. Die Tränengrube bleibt sowohl bei der Haus- als auch bei der Perserkatze an der gleichen Stelle (in Höhe des Foramen maxillare) lokalisiert. Eine knochenfreie Stelle im Bereich des Tränensackes kam bei dieser Perserkatze nicht vor. Dieser Befund bestätigt sich auch bei zwei weiteren Knochenpräparaten von brachycephalen Katzen der **Kategorie III**.

In der CT-Serie der **Kategorie IV** kommen auf einer Distanz von nur 2mm (!) (Abb. 123 und 124) fast alle Strukturen der ableitenden Tränenwege zu liegen (hochgradige Stauchung!): das linke untere Tränenkanälchen (Canaliculus lacrimalis inferior, —1b), die Fossa sacci lacrimalis mit enthaltenem Tränensack (Saccus lacrimalis, —1c), das Foramen maxillare (—3b), die Wurzel des Dens caninus (—3k) direkt medial des Tränensackes (!), der sehr prominente Processus frontalis (—2a), die Fortsetzung der ableitenden Tränenwege mit Durchbruch in die Nasenhöhle am beginnenden Tränennasengang (Ductus nasolacimalis, proximaler Abschnitt, —1e) sowie der zweite Abschnitt des Tränennasenganges (Ductus nasolacimalis, mittlerer Abschnitt, —1f), der von kaudal kommend wieder unterhalb der Basallamelle der Concha nasalis ventralis (—13) zu liegen kommt.

Der **Tränennasengang**² (Abb. 98 bis 105, —1d) entspringt bei der **Hauskatze** aus dem Teil des Tränensackes, der zur Nasenhöhle hin nur mit Nasenschleimhaut bedeckt ist. Dieser Ursprung liegt ungefähr in Höhe des Foramen infraorbitale, der rostralen Öffnung des Canalis infraorbitalis und korrespondiert im transversalen Schnitt mit der kaudalen Begrenzung des dritten prämolaren Backenzahnes (Abb. 91). Der Tränennasengang ist in seinem proximalen Abschnitt durch einen knöchernen Kanal, den Canalis lacrimalis (Textabb. 11 S. 35, —1e), begrenzt. Dieser wird ausschließlich von der Maxilla (Textabb. 11 S. 35, —3) und der Basallamelle der Concha nasalis ventralis (Textabb. 11 S. 35, —13g) gebildet. Der mittlere Abschnitt (Textabb. 11 S. 35, —1f) des Tränennasenganges verläuft ventral der Basallamelle der Concha nasalis ventralis (Textabb. 11 S. 35, —13a) und der

² In den kontrastmittelmarkierten Abbildungen 96 bis 104 sind im Bereich des Atmungsganges Ansammlungen von Kontrastmittel zu sehen, die während der Applikation von rostral zurück in die Nasenhöhle gelaufen sind.

distale Abschnitt (Textabb. 11 S. 35, —1g) ist auf seinem Weg in Richtung Nasenvorhof weitgehend ohne knöchernen Schutz.

Am Zustandekommen der knöchernen Kanalform im proximalen Abschnitt beteiligen sich das Os maxillare (Textabb. 11 und 40 S. 35 und 89, —3) und die breite Basallamelle des Os conchae nasalis ventralis (Textabb. 11 S. 35 und Abb. 71, —13g). Das Os maxillare formt eine Rinne, den Sulcus lacrimalis (Abb. 98 und 99, —3d), wodurch eine halbmondförmige Begrenzung auf der lateralen Seite des Kanals zustande kommt. Von medial wölbt sich die Basallamelle des Os conchae nasalis ventralis über den Tränennasengang und bildet somit auf dieser Seite die Kanalbegrenzung. Etwa 5mm rostral der Fossa sacci lacrimalis verlässt der Tränennasengang den Sulcus lacrimalis und somit seinen knöchernen Kanal.

Der Tränennasengang kommt nun mit seinem mittleren Abschnitt ventral der Basallamelle der Concha nasalis ventralis in der Nasenhöhle zu liegen und wird medial nur noch von der Nasenschleimhaut abgedeckt. Der Ansatz dieser Muschel ist durch eine im Nativ-CT darstellbare Kante, die Crista conchalis (Textabb. 11 S. 35 sowie Abb. 100 und 101, —3e) des Os maxillare, gekennzeichnet. Im Knochengewebe der Maxilla befindet sich in dieser Höhe innerhalb des Zahnfaches auch die Wurzelspitze des Dens caninus (Abb. 100 und 101, —3k), der in enger Nachbarschaft zum Tränennasengang liegt. Letzterer befindet sich bei der Hauskatze dorsal bis dorsomedial des Zahnes.

Der distale Abschnitt des Tränennasenganges wird nur noch lateral knöchern, nämlich vom Os maxillare begrenzt. Die Nasenschleimhaut des Os conchae nasalis ventralis läuft in Richtung Naseneingang mit zwei Falten aus. Die dorsal gelegene und gestreckt auslaufende Falte ist die Flügelfalte, Plica alaris (Abb. 102, 103 und 105, —13b). Nach ventral gerichtet zieht die Bodenfalte, Plica basalis (Abb. 102, 103 und 105, —13e). Ventral der Bodenfalte mündet der Tränennasengang (Textabb. 33 S. 68 sowie Abb. 103 bis 105, —1d) in den Nasenvorhof.

Im Verhältnis zur Hauskatze zeigt der Tränennasengang (Abb. 106, —1d) der **Perserkatze** der **Kategorie II** auf seinem Weg durch die Nasenhöhle einen abgeknickten dorsomedialen Verlauf. Dies wird in der Kontrastmitteldarstellung (Abb. 111 und 113; —1d) sehr gut deutlich. Im Nativ-CT (Abb. 112) stellen sich der Sulcus lacrimalis (—3d) und der rostrale Ausläufer der Fossa sacci lacrimalis (—2b) als markante Knochenstrukturen dar. Der knöcherne Teil des Tränennasenganges ist jedoch im Vergleich zur Hauskatze um etwa 2mm verkürzt. Dabei verläuft der Tränennasengang in rostraler Richtung weiter und kommt schließlich, wie bei der Hauskatze, unter der an der Crista conchalis (Abb. 116, —3e) ansetzenden Basallamelle der Concha nasalis ventralis (Abb. 116, —13) zu liegen. Im korrespondierenden kontrastmittelmarkierten CT-Bild (Abb. 115) lässt sich der Tränennasengang (Ductus nasolacrimalis, —1d) nur durch Vor- und Rückwärtsverfolgen der Bilderserien genau bestimmen, da in die Nasenhöhle ausgetretenes Kontrastmittel die Beurteilung erschwert. Der Tränennasengang mündet ventral der Bodenfalte (Plica basalis, —13c) in den Nasenvorhof (Abb. 117 und 118).

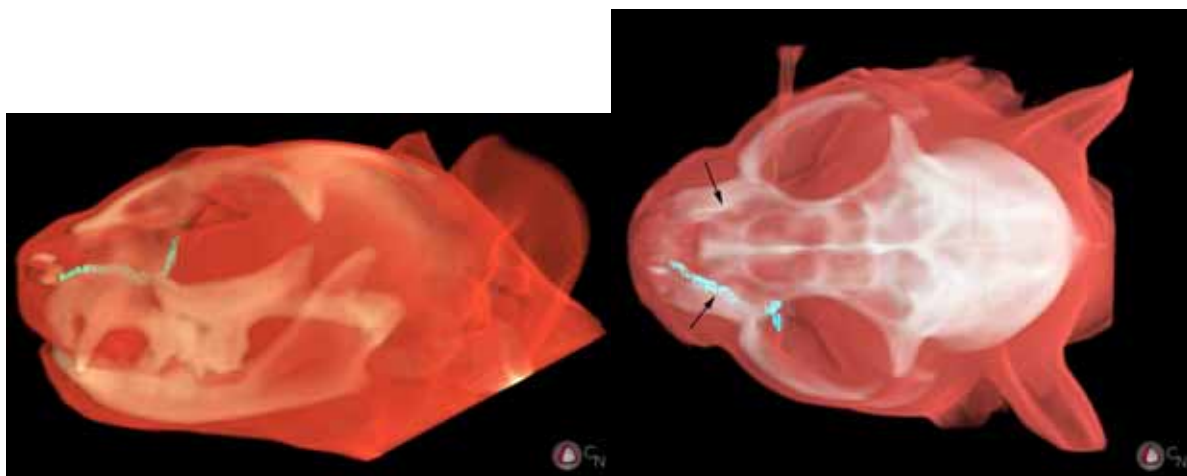
Bei der **Perserkatze** der **Kategorie IV** sind die ableitenden Tränenwege extrem abgeknickt und zeigen eine V-Form (Abb. 119). Der Tränensack ist auf der rechten Seite vermehrt mit Kontrastmittel gefüllt. Genau an der tiefsten Stelle des „V“ beginnt der Tränennasengang mit seinem proximalen Abschnitt (Abb. 122, —1e). Dies entspricht etwa dem Übergang vom dritten zum vierten prämolaren Backenzahn (Abb. 122). Dorsal des proximalen Abschnittes des Tränennasenganges kommt der Dens caninus (Abb. 122 und 123, —3k) zu liegen. Der Tränennasengang unterquert den Zahn und wendet sich bei steilem Aufstieg kaudal(!) bis in

Höhe des vierten prämolaren Backenzahnes (Abb. 120 und 121). Anschließend richtet er sich wieder rostral und ist deshalb auch auf einem CT-Bild von 1mm Schichtdicke (Abb. 122) mit zwei Anschnitten abgebildet (Ductus lacrimalis, proximaler Abschnitt, —1e und Ductus lacrimalis, mittlerer Abschnitt, —1f). An den Tränensack anschließend ist weder der Sulcus lacrimalis noch der Canalis lacrimalis erkennbar, sondern nur eine Art „Knochendurchbruch“ von lateral nach medial in die Nasenhöhle (Abb. 123 und 124). Der Tränennasengang befindet sich immer noch in Höhe des rostral rotierten dritten prämolaren Backenzahnes, wo er auch die Plica basalis der ventralen Nasenmuschel erreicht (Abb. 125).

3.4.5.1 Die ableitenden Tränenwege im 3D-Modell

Die 3D-Modelle der ableitenden Tränenwege der Haus- und Perserkatzen (Kategorie II und IV) können in den Textabbildungen 41 bis 43 sowie in den Abbildungen 91, 106 und 119 mit dem konventionellen Ausguss verglichen werden.

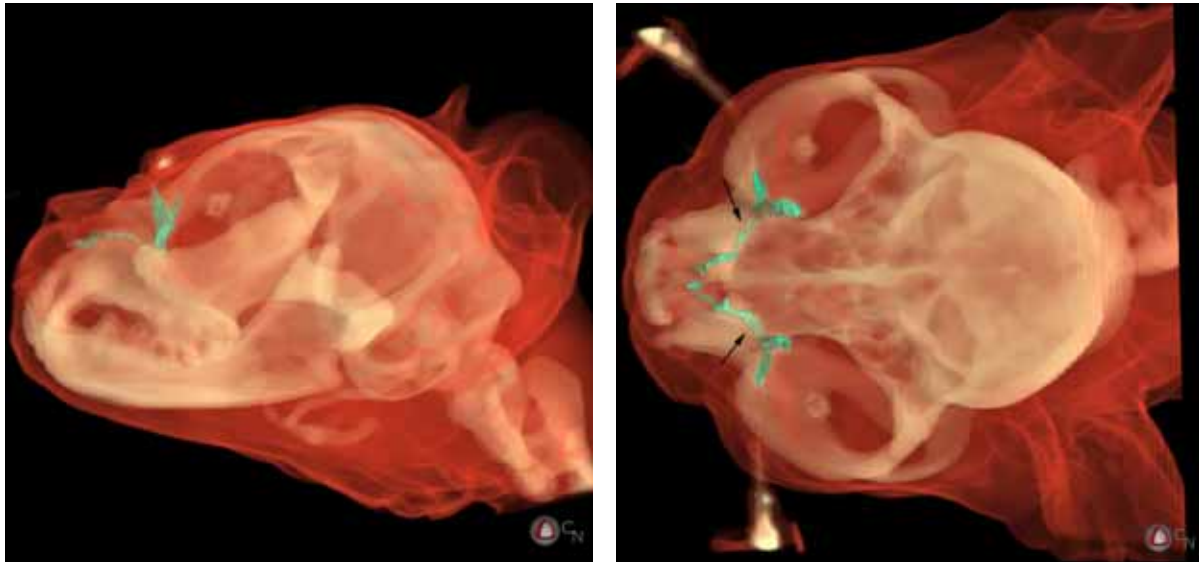
Die ableitenden Tränenwege bei der **Hauskatze** beginnen mit einem absteigenden Ast (Abb. 91, —d), dessen horizontale Fortsetzung parallel zum harten Gaumen (Abb. 91, —h) weiter verläuft. Es zeigt sich, dass das obere Tränenkanälchen und der Tränensack auf einer vertikalen Geraden liegen. Gemeinsam mit der Geraden, die den horizontalen Teil der ableitenden Tränenwege (den Tränennasengang) bildet, ergibt sich daraus ein Winkel von etwa 90°. Der Beginn des Tränennasenganges (Abb. 91) liegt bei der Hauskatze 5mm kaudal der Wurzel des Dens caninus. Somit hat der Tränennasengang 5mm (!) Platz, um von lateral nach medial in die Nasenhöhle hinein zu gelangen. Vor seiner Mündung an der Plica basalis fällt der Tränennasengang noch einmal leicht ventral (!) ab.



Textabb. 41: 3D-Modelle der ableitenden Tränenwege bei der **Hauskatze**; links, laterolateraler Blickwinkel: rechtwinkliger Verlauf; rechts, dorsoventrale Blickrichtung: ausschließlich rostraler Verlauf, Pfeilspitzen zeigen auf die Lage des Dens caninus, der den Tränennasengang minimal in seinem Verlauf beeinflusst. Die ableitenden Tränenwege sind auf der linken Körperseite separat segmentiert und rechts als Kontrastanhebung (Bariumsulfat) in ihrem Verlauf erkennbar.

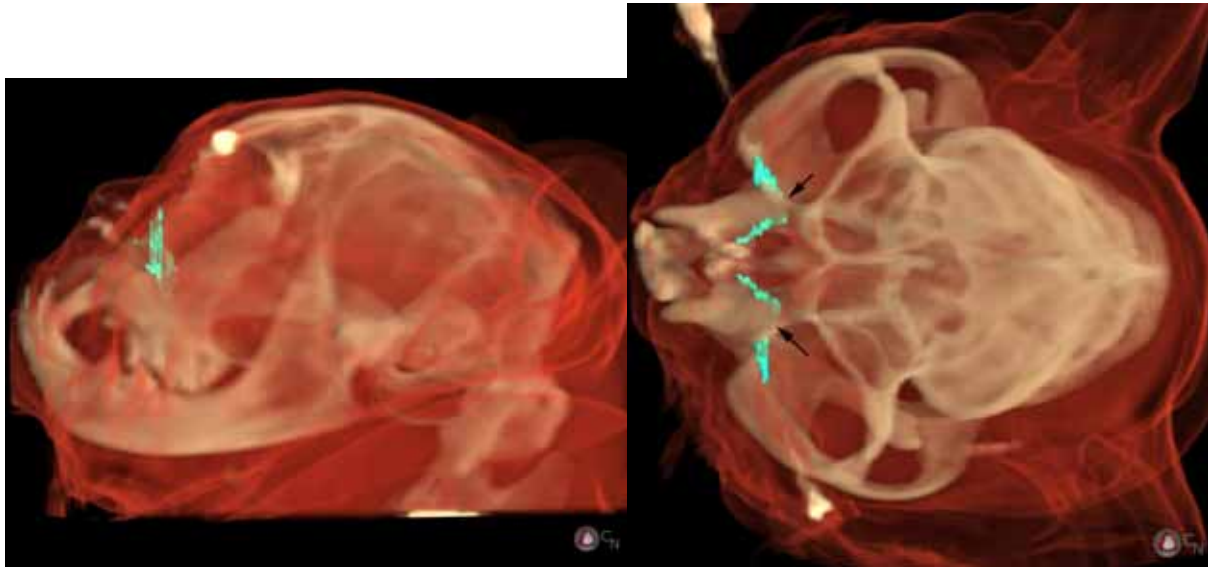
Bei der **Perserkatze** der **Kategorie II** verdeutlichen die 3D-Modelle (Abb. 106 und Textabb. 42 S. 92) den im CT-Bild dokumentierten abgelenkten Verlauf ("bergauf") der ableitenden Tränenwege. Der rechte Winkel (wie er bei der Hauskatze vorlag) wird mit steigendem Grad der Brachycephalie spitzer. Die dorsoventrale Aufsicht (Textabb. 42 S. 92) zeigt einen kaudal gerichteten Verlauf der ableitenden Tränenwege und eine erhebliche Beeinflussung durch

den Dens caninus. Dies wird bei der Gegenüberstellung des 3D-Modells mit dem Ausgusspräparat noch deutlicher (Abb. 106). Der Beginn des Tränennasenganges liegt bei der Perserkatze der Kategorie II nur noch 2mm (Stauchung!) kaudal der Wurzel des Dens caninus (bei der Hauskatze sind es 5mm!). Er hat somit nur noch 2mm Platz, um von lateral nach medial in die Nasenhöhle zu gelangen.



Textabb. 42: 3D-Modelle der ableitenden Tränenwege bei der **Perserkatze** der **Kategorie II**; links, laterolateraler Blickwinkel: spitzwinkliger Verlauf; rechts, dorsoventrale Blickrichtung: schleifenförmiger erst kaudaler (!) und dann rostraler Verlauf, Pfeilspitzen zeigen auf die Lage des Dens caninus, der den Tränennasengang in seinem Verlauf stark beeinflusst.

Bei der Perserkatze der **Kategorie IV** verdeutlichen die 3D-Modelle (Textabb. 43 S. 93), dass die ableitenden Tränenwege den Dens caninus unterqueren müssen. Beim Vergleich mit dem korrespondierenden Ausgusspräparat (Abb. 119) zeigt sich, dass genau am Beginn des Tränennasenganges bei diesem Tier bereits der Dens caninus zu liegen kommt (Folglich konnte er auch nicht weiter aufgefräst werden). Er hat somit keinen Platz mehr, um auf direktem Weg von lateral nach medial in die Nasenhöhle hinein zu gelangen. In der dorsoventralen Aufsicht werden die sehr weit rostral gelegenen unteren Tränenkanälchen im Verhältnis zu dem sehr weit kaudal gelegenen Tränennasengang deutlich. Der Winkel der ableitenden Tränenwege zueinander ist extrem spitz und die Flüssigkeit muss durch den V-förmigen Verlauf noch stärker „bergauf“ und nach kaudal fließen als dies schon bei Kategorie II der Fall ist.



Textabb. 43: Die ableitenden Tränenwege werden bei der **Perserkatze** der **Kategorie IV** durch die Wurzel des Dens caninus nach ventral verlagert und müssen den Zahn unterqueren, um in die Nasenhöhle zu gelangen. Links, laterolateraler Blickwinkel: extrem spitzwinkliger Verlauf; rechts, dorsoventrale Blickrichtung: V-förmiger erst kaudaler (!) und dann rostraler Verlauf, Pfeilspitzen zeigen auf die Lage des Dens caninus, der den Tränennasengang überlagert.

3.4.6 Lymphabfluss aus dem Bereich der Nase

Die Lymphknoten am Kopf der Katze wurden bei narkotisierten oder kurz zuvor euthanasierten Katzen anhand des Gefäßverlaufes der Venen bestimmt und mit korrespondierenden transversalen Scheibenplastinaten sowie PEG-Scheiben überprüft. Bei der narkotisierten **Hauskatze** "Merlin" (Nr. 14) kamen sie im Weichteilfenster nach Kontrastmittelapplikation zur Abbildung (Abb. 126 bis 131). Da bei dieser Katze ein raumfordernder Prozess innerhalb der rechten Nasenhöhle erkennbar war, sind die Lymphknoten nach Vergleich mit den anatomischen Präparaten in ihrem Umfang als vergrößert einzustufen. Bei Katze "Andy" zeigten sich auf der linken Körperseite ebenfalls vergrößerte mandibuläre Lymphknoten (Abb. 137).

Die Aufnahmen für die Kontrastmitteluntersuchungen schlossen sich direkt an die Nativuntersuchung an. Da in Wien ein Kontrastmittelinjektor verwendet wurde, konnte die Untersuchung gemeinsam mit dem Abtastvorgang im CT gestartet werden. Die Weichteilbeurteilung erfolgte bei einer Fensterung von WW 350 WL 90 (Head Neck). Hierbei konnten auch die Größe der Lymphknoten ermittelt werden. Hounsfield-Einheiten wurden im Nativ-CT bestimmt.

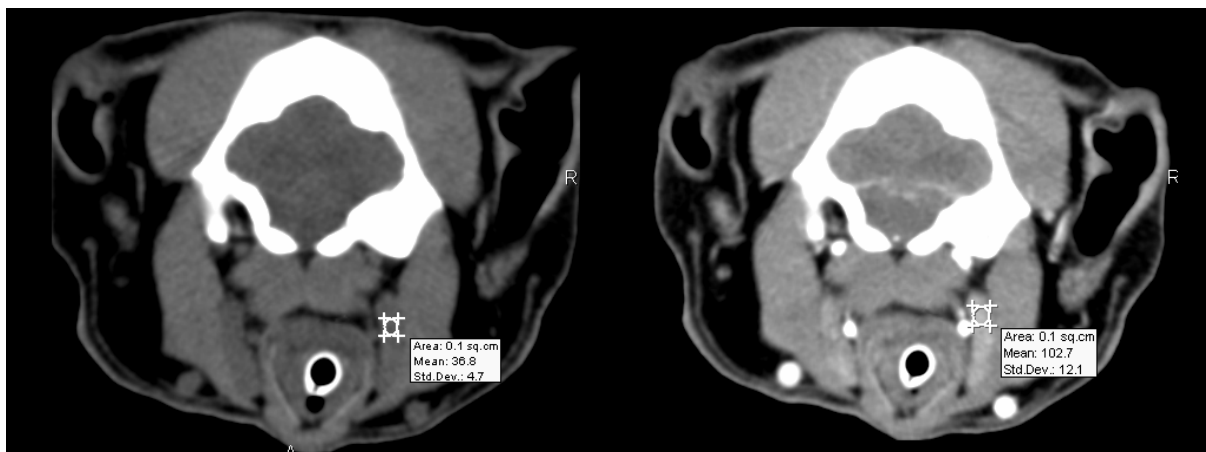
Vom **Lymphocentrum mandibulare** (Abb. 128 bis 130 und Abb. 133) können zwei Lnn. mandibulares (—28) pro Körperseite im CT eindeutig identifiziert werden. Hierzu wird die Kontrastmittel angereicherte V. jugularis externa (Abb. 126 und 132, —25) in rostraler Richtung Bild für Bild verfolgt und die Lymphknoten anhand des Gefäßverlaufes bestimmt. Dies ist allerdings nur bei solchen Tieren zufrieden stellend möglich, die das Kontrastmittel per Bolus mit einem erhöhten Einstrom in die Gefäße erhalten haben. Die V. jugularis externa nimmt die laterodorsal strebende V. maxillaris (Abb. 127 und 128, —25g) und die medioventral laufende V. linguofacialis (Abb. 127 bis 129 und 133, —25a) auf. Direkt dorsal

dieses Zusammenflusses ist die Glandula mandibularis (Abb. 127 und 128, —29) als circa 1,5cm große rundliche Struktur erkennbar. Im weiteren Verlauf der V. linguofacialis verbindet diese sich wenige Millimeter weiter rostral über den Arcus hyoideus (Abb. 127, —25b) mit der gegenüberliegenden V. linguofacialis, direkt am Übergang zwischen dem Thyreohyoideum (Abb. 127, —34) und dem Basihyoideum (Abb. 128, —35). An das Basihyoideum schließt sich rostradorsal das Ceratohyoideum (Abb. 129 und 133, —36) an. In diesem Übergangsbereich liegen beidseits des Basihyoideum und des Ceratohyoideum die Lymphonodi mandibulares (—28). Etwas weiter rostral kommt nun das Epihyoideum (Abb. 130 und 133, —37) mit den lateral davon gelegenen Lnn. mandibulares (—28) ins Bild. Die für die CT-Serie beschriebene Vorgehensweise zum Auffinden der Lnn. mandibulares gilt in gleicher Weise für das dokumentierte E12-Scheibenplastinat (Abb. 133). Die Gesamtbreite beider Lymphknoten variierte von 1cm (Perser Nr. 38) bis zu 1,5cm (Hauskatze "Merlin" Nr. 14). Letzterer muss jedoch als krankhaft vergrößert angesehen werden.

Die im nativ-CT bestimmten Dichtewerte betragen etwa +40 bis +65HE.

Vom **Lymphocentrum retropharyngeum** stellte sich im CT-Bild (Abb. 126) nur der Ln. retropharyngeus medialis (Abb. 126 und 132, —30) dar. Er liegt circa 2mm rostral des Zusammenflusses der V. linguofacialis (Abb. 127, —25a) mit der V. maxillaris (Abb. 127, —25g) in die V. jugularis externa (Abb. 126, —25). Der Lymphknoten liegt medial des M. cleidomastoideus (Abb. 126, —38), ventrolateral des M. longus capitis (—27) und direkt lateral der A. carotis communis (—26). Auch im E12-Plastinat (Abb. 132) ist der Lnn. retropharyngeus medialis (—30) an dieser Stelle identifizierbar. Er ist bohnenförmig mit einem Längsdurchmesser von 1cm (Perser Nr. 38) bis zu 1,8cm (Hauskatze "Merlin" Nr. 14) und einer Breite von 0,2cm (Nr. 38) bis zu 0,4cm (Nr. 14). Auch hier ist der Wert der Hauskatze "Merlin" als grenzwertig anzusehen. Ein Ln. retropharyngeus lateralis konnte sowohl im CT-Bild als auch im Scheibenplastinat nicht identifiziert werden.

Die im nativ-CT bestimmten Dichtewerte betragen etwa +35HE.



Textabb. 44 (WW 350 WL 90): Gewebedichtemessung des Ln. retropharyngeus medialis bei Hauskatze "Merlin" (Nr. 14) im nativ-CT (links) und nach guter Kontrastmittelanreicherung (rechts). Als "Area" wird die Fläche, aus der die Messdaten resultieren, angezeigt; "Mean" bezieht sich auf das arithmetische Mittel der Hounsfield-Einheiten im angegebenen Gebiet und "Std.Dev." beschreibt die Standardabweichung der Werte aus dem Gebiet.

Der **Lymphonodus parotideus** (Abb. 129 und 132, —31) ist der am schwierigsten zu identifizierende Lymphknoten am Kopf der Katze. Er stellt sich in einzelnen Fällen im CT ventrorostral des äußeren Gehörgangs und lateral der V. temporalis superficialis dar (Abb. 127 und 129, —25h). In den Scheibenplastinaten (Abb. 132) ist der Lymphknoten medioventral der Glandula parotis (—32) als rundlich abgeplattetes Gebilde identifizierbar. Die Länge beträgt etwa 0,7cm und die Breite circa 0,3cm. Ein Umfang von etwa 0,9cm Länge und 0,5cm Breite kann als vergrößert angesehen werden. Dies war bei Hauskatze "TSV" Nr. 11 der Fall, da diese Katze an einer Otitis media litt. Die im nativ-CT bestimmten Dichtewerte betragen etwa +40 bis +50HE.

3.5 Klinische Bildinterpretation

An dieser Stelle wird anhand zweier typischer Fallbeispiele (Rhinitis und tumoröse Veränderung in der Nase) gezeigt, wie das bisher besprochene klinisch angewandt werden kann. Anschließend wird die neu erarbeitete Schnittführung von 90° auf das Os nasale mit der bisher praktizierten Schnittführung von 90° auf das Os palatinum verglichen. Hierbei werden Vor- und Nachteile des neuen Strahlenganges beim Einsatz im diagnostischen Alltag erörtert. Im letzten Punkt wird kurz auf Befunde eingegangen, die mögliche Fehlerquellen in der 3D-Rekonstruktion darstellen. Dies ist deshalb notwendig, da die 3D-Rekonstruktion auch klinisch eine immer größere Rolle spielt.

3.5.1 Fallbeispiele

1. Fall (siehe Abb. 134 und 135, Vorbericht und Befunde im Bildband):

- Perserkatze der Kategorie III (Nr. 42, "Schatzi"): Rhinitis

2. Fall (siehe Abb. 136 und 137, Vorbericht und Befunde im Bildband):

- Hauskatze (Nr. 12 „Andy“): malignes Lymphom

3.5.2 Schichtungsebenen zur Darstellung der Muschelursprünge

Bei der Schnittführung von **90° auf das Os nasale** (Abb. 138) werden bei der **Hauskatze** knapp rostral der Lamina cribrosa die Basallamellen aller Siebbeinmuscheln übersichtlich erfasst. Sie lassen sich eindeutig identifizieren und auch zur Nasenspitze hin gut weiter verfolgen. Die Bestimmung der Muschelstrukturen und die Orientierung gelingen deshalb gerade an dieser Stelle besonders gut, weil die Lamina cribrosa in einem Winkel von 90° zum Nasenbein steht. Somit liegt sie parallel zu dieser Schnittebene. Es können sowohl die Muschellamellen des Endoturbinale II und III als auch die Lamellen der ventralen Nasenmuschel übersichtlich dargestellt werden. Auch die Zuordnung der eher dorsal gelegenen Muscheln fällt bei dieser Schnittführung leichter. Kaudal der Lamina cribrosa werden die Nasennebenhöhlen (Stirn- und Keilbeinhöhlen) gemeinsam dargestellt. Mit dem kaudalen Ausläufer der Stirnhöhle endet auch die Darstellung der Keilbeinhöhle auf der gemeinsamen Schnittebene.

Bei der **Perserkatze** (vgl. Abb. 142 und 143) richtet sich die Lamina cribrosa mit steigendem Grad der Brachycephalie nach dorsal auf und steht steiler in der Nasenhöhle als dies bei der Hauskatze der Fall ist. Sie ist somit auch ein Drehpunkt bei der Dorsorotation. Da auch die Muscheln der Nasenhöhle dieser Ausrichtung folgen und weiterhin parallel zur Siebbeinplatte verlaufen, lassen sich auch hier die Muscheln bei einem Strahlengang parallel zur Lamina cribrosa besser beurteilen. Allerdings zeigt die Perserkatze Verschiebungen der Ursprünge

der Siebbeinmuscheln oberhalb und unterhalb des Riechhirns (Abb. 141), die eine Stauchung durch die Dorsorotation erfahren (Ausweichen in vorhandene Freiräume am Kopf). Bei Perserkatzen der **Kategorien I und II** (Abb. 141 und 142) gewinnt der Betrachter bei einer Schnitfführung parallel zur Lamina cribrosa trotz leichter „Verschiebungen“ noch einen guten Überblick über die Anordnung der Siebbeinmuscheln. Bei Perserkatzen ab **Kategorie III** (Abb. 143) sind die Ursprünge der Ektoturbinalia 2 und 3 im dorsalen und des Endoturbinalia IV im ventralen Bereich durch die Stauchung weiter kaudal gelegen. Sie über- oder unterlagern das Riechhirn viel mehr als dies bei der Hauskatze der Fall ist. Trotz der Verschiebung der Muschelursprünge gelingt die Bestimmung der Siebbeinmuscheln bei einer Schnitfführung parallel zur Lamina cribrosa besser als bei einer Ausrichtung von 90° auf den harten Gaumen. Bei Perserkatzen aller Kategorien ist jedoch die Tendenz zur Variation in diesem Bereich viel größer als bei der Hauskatze, was durch individuelle Unterschiede noch verstärkt wird.

Bei der Schnitfführung von **90° auf das Os palatinum** (Abb. 139 und 140) kommen bei der **Hauskatze** die dorsal gelegenen Siebbeinmuscheln zuerst ins Bild, während die ventral gelegenen Siebbeinmuscheln noch gar nicht mit ihrer Basallamelle „angeschnitten“ sind. Deshalb fällt die Verfolgung einzelner Muschelstrukturen schwerer und ist unübersichtlich. Die Nasennebenhöhlen laufen nicht gemeinsam aus. Die Keilbeinhöhle erstreckt sich aufgrund der Schnittebene noch weiter nach kaudal als die Stirnhöhle.

3.5.3 Fehlerquellen bei der 3D-Visualisierung

Die mit dem Programm VG-Studio Max entstandenen 3D- Modelle sind an den entsprechenden Stellen, passend zum Inhalt, beschrieben und abgebildet. An dieser Stelle wird auf erhobene Befunde eingegangen, die zwei klinisch relevante Fehler darstellen:

1. **Verzerrung** des Bildes durch zu starke Gantryneigung (= wenn der CT-Tisch nicht in einem Winkel von 90° zur Röntgenröhre steht, Textabb. 45 und 46)

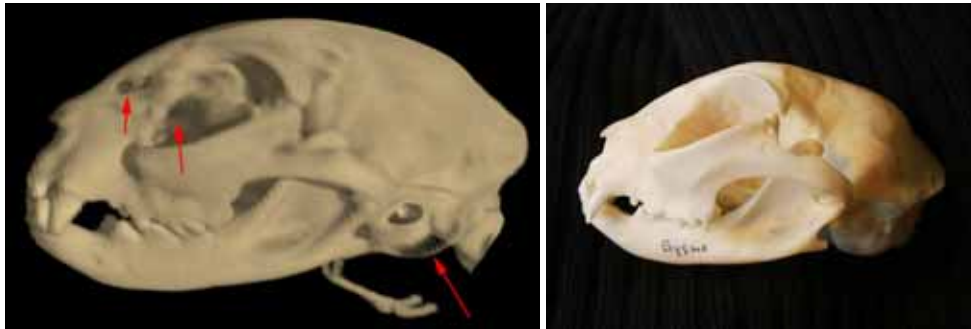


Textabb. 45: Abbildung der Verzerrung durch zu starke Gantryneigung (-20,5°) bei Perser Nr. 26. Der Schädel wird nicht mehr proportionsgetreu dargestellt.

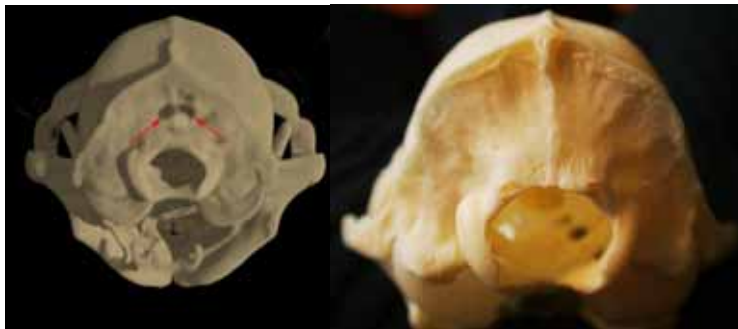


Textabb. 46: Vergleich zwischen virtueller (links) und konventioneller (rechts) Ausgussmethode mit Tensolzement bei Perser 29. Aufgrund der Gantryneigung wird der virtuelle Ausguss verzerrt.

2. **Bildartefakte** in der 3D-Darstellung (= Partialvolumeneffekt bzw. Schichtdickenartefakt, vgl. Textabb. 47 und 48)



Textabb. 47: Gegenüberstellung des 3D-Modells (links) und des selben Hauskatzenkopfes Nr. 13 (rechts) nach der Mazeration. Die Pfeile zeigen auf Löcher im Schädel des 3D-Modells, die am korrespondierenden Präparat (rechts) nicht vorkommen (Artefakte!).



Textabb. 48: Vergleich zwischen 3D-Modell links und mazeriertem Schädel der Hauskatze Nr. 13 (rechts). Die Pfeile kennzeichnen die falsch dargestellten Löcher oberhalb des bei der Hauskatze querovalen Foramen magnum.

Um **mögliche Fehlerquellen der 3D-Rekonstruktion der Nasennebenhöhlen** zu verifizieren, wurden virtuell erstellte Stirnhöhlenausgüsse konventionellen Ausgüssen gegenüber gestellt und verglichen (vgl. Textabb. 23 S. 57 und 46). Es zeigt sich, dass die virtuellen Ausgüsse dann als geeignet und zuverlässig zu betrachten sind, wenn die Gantry nicht geneigt wurde.

Für die **ableitenden Tränenwege** konnte durch das Ausfräsen am Präparat ebenfalls eine Kontrolle der Richtigkeit der dreidimensionalen Darstellung erfolgen.