

2 Literaturübersicht

2.1 Die Perserkatze

Die Perserkatze wird in den Vereinigten Staaten als eine der ältesten Langhaarrassen betrachtet und ist dort zur Zeit die populärste langhaarige Katzenrasse (CASE, 2003). WEGNER (1995) beschreibt, dass auch in Deutschland die Perserkatze modisch „in“ sei, und sie im Jahre 1987 71% des Edelkatzenanteils ausmachte. Auch die Himalaja-Katze und die „peke-faced“ Katzen (Mopsköpfigkeit) zählen zu den Perserkatzen (CASE, 2003). Die Himalaja-Katze unterscheidet sich von Perserkatzen nur aufgrund ihrer Farbzeichnung. Die separate Bezeichnung „peke-faced“, die von einigen Perserkatzenzüchtern bevorzugt werde, gehe jedoch mit einer extremen Reduktion des Kopfprofils mit abnormem platten Gesicht einher. Die Perserkatze hat einen stark abgerundeten und breiten Kopf sowie große runde Augen (CASE, 2003; GCCF, 1995). Zum typischen Profil gehört eine kurze, stumpfe und breite Nase sowie ein Absatz zwischen Stirn und Nase, der „Stopp“ genannt wird (Textabb. 4 S. 9, —C¹; GCCF, 1995). Die Perserkatze hat einen brachycephalen Kopftyp mit verkürztem Kiefer und dicht stehenden Zähnen, wobei der Unterkiefer den Oberkiefer überragt (CASE, 2003). Nach Konrad Lorenz's Theorie der Schönheit gelten sowohl Menschen und Tiere als „niedlich und süß“, die kindchenähnliche Charakteristiken aufweisen (FOURNIER, 2002). Demnach sei Schönheit emotional mit dem Verlangen zu beschützen assoziiert, was vor allem bei jungen Individuen mit einem rundlichen Gesicht der Fall ist.



Textabb. 1: Eine so genannte „doll-faced“-Perserkatze mit großen, frontal orientierten Augen, wie sie für Puppen typisch sind und gut ausgeprägter Nase. Dies gibt der Perserkatze ein kindchen-ähnliches Aussehen und löst beim Menschen oft automatisch Aufmerksamkeit und Zuwendung aus (Kindchenschema).

¹ Die Striche vor den Zahlen oder Buchstaben sind in der genannten Abbildung wieder zu finden.

2.1.1 Brachycephalie

Der Begriff „Brachycephalus“ beschreibt das Aussehen des Kopfes eines Individuums als Kurz- oder Rundkopf mit abgeflachtem Hinterkopf (PSCHYREMBEL, 2001). Eine Brachycephalie (Kurzschädeligkeit, Mopskopfbildung mit Hydrozephalie) liegt vor, wenn der Kopf breit und rund ausgeformt ist, der Gesichtsschädel verkürzt ist, die Jochbögen ausgeprägt sind und der Gehirnschädel eine deutliche Wölbung zeigt (Apfelkopf, vgl. Textabb. 31 S. 67; BMELF, 2000). Dabei orientierten sich die Augen frontal und der Rundkopf erhalte ein primatenähnliches Aussehen. Die Brachycephalie ist eine Beibehaltung der neonaten Form, bei der viele Kennzeichen junger Tiere wieder gefunden werden (LAURUSCHKUS, 1942). Vergesellschaftet sei die Brachycephalie mit Disproportionen zwischen Hirn- und Gesichtsschädel und auch meist mit einer Abknickung der Schädelbasis. OPPEL (2002) konnte bei ihren Untersuchungen an 62 Katzen (davon 31 Perser) feststellen, dass fast alle brachycephalen Tiere der Rasse der Perserkatzen angehörten und einen verkürzten Gesichts- und Gehirnschädel, eine deutliche Zunahme der Schädelhöhe und Schädelbreite sowie eine Abnahme der Schädellänge zeigten. Diese Abweichungen stehen auch im Zusammenhang mit einer deutlichen Konvexität des Schädeldaches, die mit einem deutlichen Knick an der Nasenwurzel einhergeht (KÜNZEL et al., 2002). Auch SCHLEGEL (1982) beschreibt die Kürze der Gesichtsschädelknochen, offene Orbitae und die Lage der Augen in einer Ebene, sodass der Eindruck eines Rundkopfes entsteht, der besonders bei Perserkatzen und weniger bei Siamkatzen auftritt. Europäische Kurzhaarkatzen nähmen diesbezüglich eine Mittelstellung ein.

2.1.2 Gesundheitliche Leiden bei Brachycephalie

Brachycephale Katzen haben durch die extremen Proportionen des Schädels vermehrte gesundheitliche Probleme wie Hypoplasie der Kaumuskulatur, Gebiss- und Kieferanomalien, Atemwegsverengung mit Atem- sowie Schluckbeschwerden und durch den ständigen Kontakt der Hornhaut mit den Gesichtshaaren eine permanente Hornhautreizung (BMELF, 2000).

Die Krankheit des **Brachycephalen Atemwegssyndroms** ist eine direkte Konsequenz aus der veränderten Form der Nase und des Kehlkopfes (HENDRICKS, 2004). Sie wird in der Originalliteratur (HOBSON, 1995; LORINSON et al., 1997) sowie in klinischen Lehrbüchern (ARON und CROWE, 1985; BALLAUF, 1996; FOSSUM, 2002; KRAFT, 2003; HENDRICKS, 2004) hauptsächlich beim brachycephalen Hund und vereinzelt auch bei der Perserkatze beschrieben. Hierbei handelt es sich um einen Komplex von Atemstörungen, die vorwiegend inspiratorischer Natur sind und mit deutlich hörbaren Stenosegeräuschen einhergehen (HERZOG, 2001). Charakteristisch sind schnarchende Atemgeräusche mit erheblicher Atemnot und Maulatmung (BALLAUF, 1996; KRAFT, 2003). BALLAUF (1996) macht darauf aufmerksam, dass ein Unterdruck aufgrund des erhöhten Widerstandes bei der Atmung entstehen kann. Ursächlich hierfür seien ein überlanges Gaumensegel, Einengungen des nasalen und pharyngealen Raumes und eine Instabilität der Kehlkopfknorpel mit eventuellem Kollaps der Kehlkopfhöhle. Durch den Unterdruck würden die bereits vorgeschädigten Schleimhäute noch stärker entzündlich verändert. Das überlange Gaumensegel behindere zudem den Schluckakt, sodass häufiger Futter regurgitiert werde. Einen überlangen weichen Gaumen beschreibt ebenfalls HENDRICKS (2004).



Textabb. 2: Extreme Reduktion des Kopfprofils einer Perserkatze mit abnorm plattem Gesicht, so genannte „peke-faced“-Variante. Es sind deutliche Tränenstraßen mit Fellverfärbungen erkennbar. Bei der Atmung hechelt das Tier und auf der Zunge sowie an der Nasenspitze sind braune Stellen erkennbar, die auf Nekrosen in diesen Bereichen schließen lassen.

Bei brachyzephalen Hunden erläuterten LORINSON et al. (1997) das „Brachycephalic airway obstruction syndrome“, bei dem oft eine Verlängerung des weichen Gaumens und eine Nasenstenose vorlagen. REESE und GERLACH (2004) beschreiben eine auffällig große Zungenwurzel bei brachyzephalen Hunderassen, die mit einer Einengung und Behinderung der Atmung einhergeht. Die auf extreme Brachyzephalie gezüchteten Hunderassen sind insbesondere an warmen Tagen laut WEGNER (1986) prädisponiert für Dyspnoe, da der Nasen-, Gaumen-, und Rachenbereich fehlgebildet sind. Diese atembehinderten, extrem kurznasigen Kurzköpfe neigten außerdem vermehrt zu Geschwülsten der Chemorezeptoren, die als Atmungsregulatoren eine zentrale Rolle spielten. RADFORD et al. (2003) berichten von verengten Nasenöffnungen, die bei Perserkatzen vorkämen und zu deutlichen inspiratorischen Geräuschen führten. Insbesondere „peke-faced“- Perserkatzen zeigen eine vermehrte Beeinträchtigung der Atmung (CASE, 2003). Die Diagnose wird adspektorisch gestellt und die Therapie besteht in der Reduktion des dorsolateralen (parietalen) Nasenknorpels (HEDLUND und TABOADA, 2002). Im Gegensatz zum weichen Gaumen und Kehlkopf des Hundes seien diese Organe bei der brachyzephalen Katze in der Regel unverändert. Entgegengesetzter Meinung ist BALLAUF (1996). Danach bedecke das

Gaumensegel häufig den Kehlkopfeingang, und es bestehe ein Missverhältnis zwischen der relativen Enge des Rachens und Kehlkopfes sowie der Länge des Gaumensegels.

Laut WEGNER (1986) seien extrem brachycephale Bulldoggen, Chihuahuas und andere Defektrassen kaum noch normal gebärfähig und neigen zu **Wasserköpfen**. Auch bei Perserkatzen zeichne sich heute die bedenkliche Entwicklung dahingehend ab, dass auch hier der geforderte Rassestandard diese hereditäre Anomalie hervorbringt. Das Syndrom des Hydrozephalus zeigt sich oft bei Toy-Rassen, Beageln und brachycephalen Rassen (RICHARDSON, 1978). Röntgenologisch erkenne der Betrachter nach Kontrastmittelgabe vergrößerte Gehirnentrikel.

PRESCOTT (1973) verglich die Mortalität zwischen Perserkatzenwelpen und Siamkatzenwelpen bis zum Zeitpunkt der Entwöhnung von der Mutter. Dabei zeige die Perserkatze eine höhere Totgeburtenrate als Siamkatzen. Ursachen hierfür seien **Schweregeburten** und Geburtsverzögerungen, die aufgrund des breiten, platten Gesichts bei Perserwelpen entstünden. Auch POVEY (1978) bestätigte eine höhere Mortalität bei Perserkatzen, Himalajakatzen und Manxkatzen, verglichen mit Kurzhaarkatzen, wobei vor allem die Totgeburt der häufigste Grund sei. LOTT (1977) beobachte eine höhere Totgeburtenrate bei Himalajakatzen gegenüber Siamkatzen und wies darauf hin, dass die Weite des Kopfes bei der Perserkatze zu Schweregeburten und Verzögerungen bei der Geburt führen könne. GUNN-MOORE und THRUSFIELD (1995) fanden heraus, dass dolichocephale und brachycephale Katzen zu einer signifikant höheren Schweregeburtenrate neigten als mesozephe Katzen.

MARTIN und DIETRICH (2003) und KÜPPER (1973) beschreiben, dass die Gesichtsform mancher Katzen, wie sie bei extrem kurznasigen Perserkatzen vorliegt, zur Ausbildung einer **Epiphora (Tränenträufeln)** beitragen kann. Bei Epiphora handelt es sich um pathologisches Tränenträufeln mit Überfließen von Tränen auf die Wangen, was ein besonderes Merkmal kurznasiger Perserkatzen ist (HERZOG, 2001). Dieses Symptom kann seine Ursache im sekretorischen Anteil des Tränenapparates haben (PEIFFER et al., 1987). So käme es beispielsweise durch ein Entropium, Trichiasis, Districhiasis, eine ektopische Wimper oder durch einen Fremdkörper zu einer erhöhten Reizung der Hornhaut und damit zu einer erhöhten Tränenproduktion. Aufgrund dieser Überproduktion könne der Abfluss der Tränenflüssigkeit nicht mehr ausreichend gewährleistet werden. Auf der anderen Seite könne auch ein mangelhafter Abfluss (Problem im exkretorischen Anteil) zur Ausbildung des Tränenträufelns führen (PEIFFER et al., 1987; HERZOG, 2001). WEGNER (1986) meint, dass Epiphora ihre Ursache in einer Verlegung oder Aplasie des Tränennasengangs haben könne. Pathologisches Tränenträufeln wird auch von GRÄNITZ und SCHMIDT (2003) beschrieben und die Disposition der Perserkatzen zu Atresien (angeborener Verschluss) im Bereich der ableitenden Tränenwege betont. Die Gesichtsform kann zur Ausbildung des Tränenträufelns bei kurznasigen Perserkatzen beitragen, da diese Tiere häufig ein Entropium (Einrollung des Augenlides) haben und einen nur winzigen Tränensee besitzen (HERZOG, 2001). Bei den Erkrankungen im exkretorischen System des Tränenapparates handelt es sich um Obstruktionen der Tränenpünktchen, Tränenkanälchen, des Tränennasenganges oder um das Fehlen des präokularen Tränenfilmes (PEIFFER et al., 1987). Die Tränenflüssigkeit fließe über das Gesicht ab und enthalte Porphyrine, die mit Sonnenlicht reagierten. Dabei entstünden durch die Nässe Farbflecken in den Gesichtshaaren und eine Prädisposition zu einer Dermatitis. Bei Untersuchungen von MICHEL (1955) konnte jedoch keine Verengung oder Blockade der Tränenwege bei

Perserkatzen belegt werden. Allerdings beschreiben BREIT et al. (2003) einen geknickten Verlauf des Tränennasenganges bei Katzen mit kurzem Gesichtsschädel, der die Drainage der Tränenflüssigkeit behindern könne. Andere Hindernisse, die den Abfluss des Sekretes behindern können, seien nicht beobachtet worden.

Bei Tieren mit einem kugeligen Kopf kann es durch die großen Augen zu einem partiellen Bulbusvorfall kommen (BMELF, 2000). Eine weitere negative Konsequenz der brachycephalen Kopfform sind Irritationen der Hornhaut des Auges (WEGNER, 1986). Durch die Brachycephalie der Katze können oberflächliche **Ulzera der Hornhaut des Auges** entstehen (GRÄNITZ und SCHMIDT, 2003). Bei diesen sei das Hornhautepithel samt Basalmembran geschädigt. Ursächlich liege ein Benetzungsdefekt der Hornhaut vor. Die Erosio corneae (indolentes Ulcus) der brachycephalen Katze sei ein über lange Zeit persistierender Epitheldefekt mit geringer Heilungstendenz, der aus einem protraahierenden Reiz auf die Hornhaut resultiere. Zur permanenten Reizung der Hornhaut kommt es, wenn Gesichtshaare ständig in Kontakt mit ihr stehen, was bei Brachycephalie der Fall ist (BMELF, 2000).

2.1.3 Qualzuchtungen und Tierschutzrelevanz

Nach § 11b des Tierschutzgesetzes ist der Tatbestand der Qualzucht erfüllt, wenn bei Wirbeltieren die durch Zucht geförderten oder geduldeten Merkmalsausprägungen zu Minderleistungen bezüglich Selbstaufbau, Selbsterhaltung und Fortpflanzung führen und sich in züchtungsbedingten morphologischen und/ oder physiologischen Veränderungen oder Verhaltenstörungen äußern, die mit Schmerzen, Leiden oder Schäden verbunden sind (BMELF, 2000). Vererbte Merkmale im Sinne des §11b Tierschutzgesetz seien züchterisch geduldete, gewollte oder sogar als Zuchtziel (Rassestandard) festgelegte Merkmale, die tierschutzrelevant sind. Bei Perserkatzen, Exotic Shorthair u.a. gelte die Brachycephalie mit einer kurzen breiten Nase und einem ausgeprägten Stopp als Merkmal (Leitsymptom). Für Züchter bedeute dies, dass laut Gesetz ein Zuchtverbot für **extrem kurznasige Tiere** (der obere Rand des Nasenspiegels läge über dem unteren Lidrand, vgl. Textabb. 2 S. 4) und brachycephale Katzen mit Geburtsstörungen oder Anomalien im Bereich des Gesichtsschädels (Oberkieferverkürzung, Verengung der Tränennasenkanäle oder/ und der oberen Atemwege) bestünde. Ferner existiere ein Zuchtverbot für Katzen mit Entropium. Unter dem Begriff „tierschutzrelevant“ werden Handlungen verstanden, die gegen den Tierschutz verstoßen und um die sich der Tierschützer und somit der Tierarzt kümmern muss (WEGNER, 1979).

2.2 Klinisch- funktionelle Anatomie

2.2.1 Orientierung über den Zahnapparat der Katze

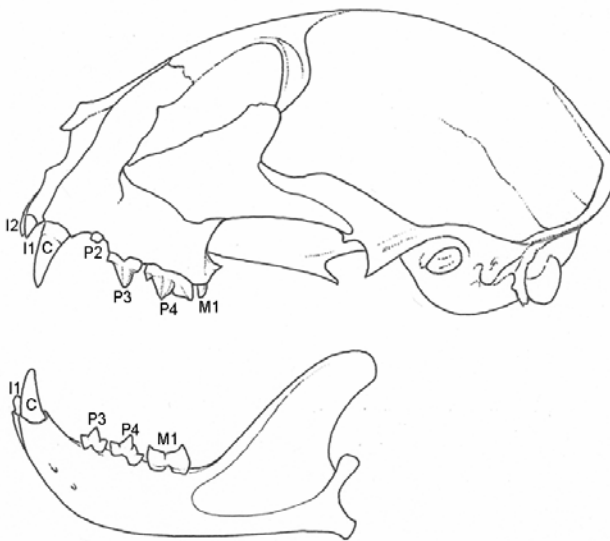
Im Folgenden wird kurz auf den Zahnapparat der Katze eingegangen, da dieser bei der Betrachtung von Schnittbildern als Orientierung über die Schnittebene an äußerlich gut erkennbaren Strukturen eine wichtige Rolle spielt und zudem eine enge topographische Beziehung zur Nasenhöhle aufweist.

Das Gebiss der Katze ist durch Reduktion im Bereich der prämolaren Backenzähne (FREWEIN und VOLLMERHAUS, 1994) noch weniger zum Kauen geeignet, als das des Hundes (WEGNER, 1995). Durch die Reduktion der Backenzähne hat das Katzengebiss eine nur noch schneidende Funktion (DYCE et al., 1991). Im Oberkiefer fehlt der erste prämolare Backenzahn, P1 (DYCE et al., 1991; FREWEIN und VOLLMERHAUS, 1994,

KÖNIG, 1992) sowie der erste molare Backenzahn, M1 (DYCE et al., 1991). KÖNIG (1992) stellt allerdings in seinen Abbildungen einen M1 im Oberkiefer der Katze dar. Im Unterkiefer fehlen der P1, der P2, der M2 und der M3 (DYCE et al., 1991; KÖNIG, 1992). Der Katzenwelpen hat 26 Milchzahnanlagen, die sich embryonal ab dem 21. Tag entwickeln und nach der Geburt mit 5-6 Wochen vollständig ausgebildet sind. Die Entwicklung des Dauergebisses, welches 30 Zähne umfasst, beginnt mit 4 Monaten und ist meist im Alter von 6 Monaten abgeschlossen (CASE, 2003).

Milchgebiss: $\underline{3i\ 1c\ 3p}$
 $3i\ 1c\ 2p$

Dauergebiss: $\underline{3I\ 1C\ 3P\ 1M}$
 $3I\ 1C\ 2P\ 1M$



Textabb. 3: Der Zahnapparat der ausgewachsenen Katze nach König (1992).

Zeichnung: Gisela Jahrmärker
 (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Im Gegensatz zur Hauskatze zeigt die **Perserkatze** einen verkürzten Kiefer mit dicht stehenden Zähnen, wobei der Unterkiefer den Oberkiefer überragt (CASE, 2003). Ferner leide häufig die „peke-faced“-Perserkatze an einer Fehlstellung der Zähne.

2.2.2 Übersicht: Obere Atemwege

Der Atmungsapparat beginnt mit der **Äußeren Nase** (Nasus externus) und reicht bis in die Lungen, wo der Gasaustausch zwischen Sauerstoff und Kohlendioxid stattfindet (NICKEL und WILKENS, 1995). Damit erfüllt das Atmungssystem die Aufgabe, den Gesamtorganismus mit Sauerstoff zu versorgen (GRAUMANN und SASSE, 2004). Man unterscheidet die oberen Luftwege (Nase, Rachen) von den unteren Luftwegen (Kehlkopf, Luftröhre, Bronchialbaum). In der **Nase** (Nasus) erfolge die Kontrolle und Adaptation der Einatemluft bei der Inspiration, womit sie die primäre Abwehreleinrichtung des Organismus gegen schädliche Stoffe aus der Atmosphäre sei. Sie enthalte die beiden **Nasenhöhlen** (Cava nasales), die durch eine **Scheidewand** (Septum nasi) voneinander getrennt seien. Dieses Septum ist nur im kaudalen und dorsalen Abschnitt verknöchert (DYCE et al., 1991). Die Nasenhöhle selbst erstreckt sich nach kaudal bis zur Höhe der Augen. Von vorn nach hinten sind die beiden Nasenhöhlen wie folgt gegliedert: **Nasenvorhof** (Vestibulum nasi) und die **eigentliche Nasenhöhle** (Cavum nasi proprium) mit dem **Nasengrund** (BUDRAS et al., 2004). Der Nasenvorhof sei mit kutaner Schleimhaut ausgekleidet und das anschließende

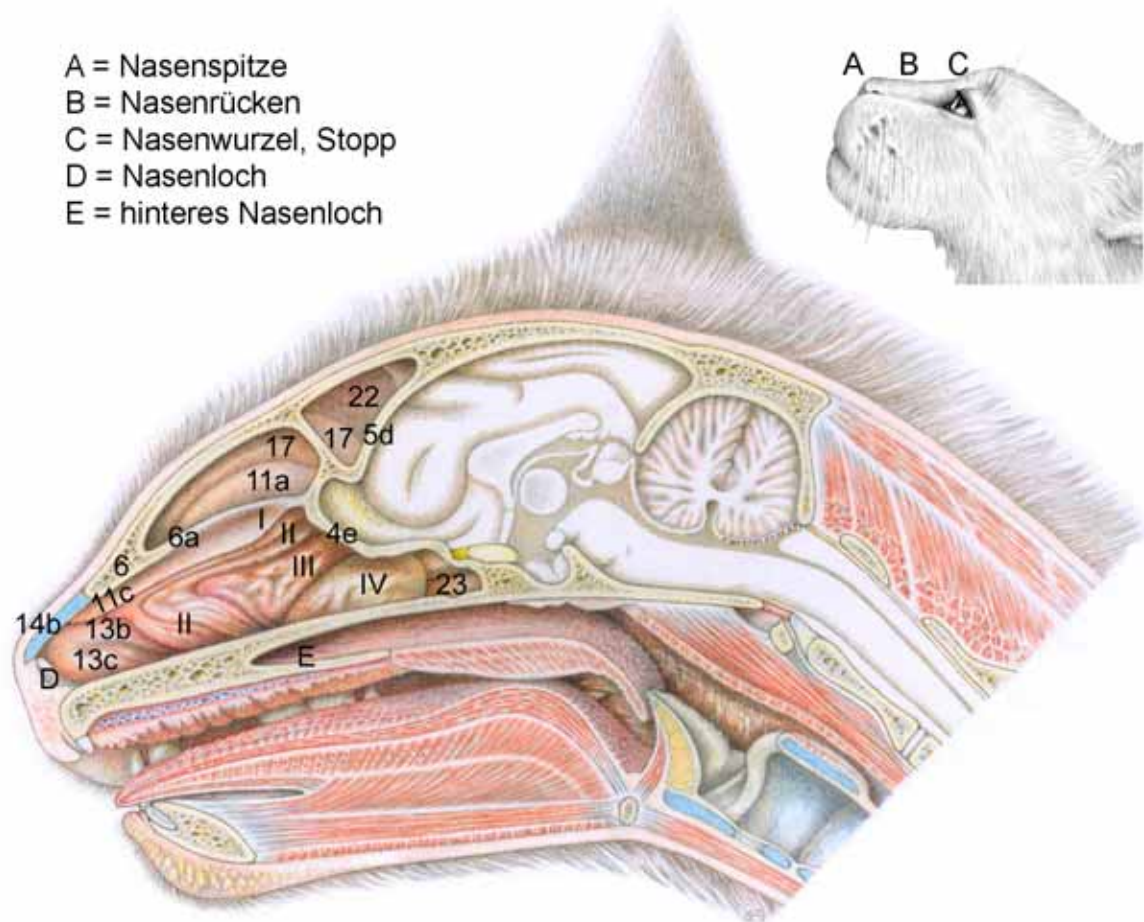
Cavum nasi proprium mit Atmungsschleimhaut. Ferner beherberge der Nasengrund das Siebbeinlabyrinth mit auskleidender Riechschleimhaut.

An die Nasenhöhle angeschlossen sind pneumatisierte Räume, die sog. **Nasennebenhöhlen** (Sinus paranasales) (LOEFFLER, 1959).

Über die im Bereich der Äußeren Nase liegenden **Nasenlöcher** (Nares, Textabb. 4 S. 9, — D) gelangt die Einatemluft in die Nasenhöhlen und von dort aus weiter in den Rachenraum (GRAUMANN und SASSE, 2004). Dieser Nasenausgang wird von den **Hinteren Nasenlöchern** (Choanae, Textabb. 4 S. 9, —E) gebildet (BUDRAS et al., 2004; GRAUMANN und SASSE, 2004). In die Nasenhöhle ragen beim Fleischfresser, ausgeprägter als bei anderen Spezies, die vergleichsweise großen **Nasen- bzw. Siebbeinmuscheln** (Conchae nasales bzw. ethmoidales), sodass die zwischen den Muscheln liegenden **Nasengänge** (Meatus nasi) entsprechend eng sind (DYCE et al., 1991). Die **Nasenschleimhaut** (Tunica mucosa) wird als die funktionell bedeutendste Gewebskomponente angesehen und hat – durch Faltenbildung und Ausbreitung bis in die Nasennebenhöhlen – ihre Oberfläche erheblich vergrößert (GRAUMANN und SASSE, 2004). Ihre **Regio respiratoria** sei für die Atemfunktion verantwortlich und ihre **Regio olfactoria** stelle das zum Riechen dienende (olfactorische) Sinnessystem dar.

2.2.3 Äußere Nase (Nasus externus) und Naseneingang (Apertura nasi)

Die Äußere Nase (vgl. Textabb. 4 S. 9) überragt beim Fleischfresser die Gesichtskontur und reicht von der rostral gelegenen **Nasenspitze** (Apex nasi, —A) über den **Nasentrücken** (Dorsum nasi, —B) bis hin zur **Nasenwurzel** (Radix nasi oder auch „Stopp“, —C) (NICKEL und WILKENS, 1995). Das zwischen den Nasenlöchern gelegene spezialisierte Hautgebiet nenne man beim Fleischfresser **Nasenspiegel** (Planum nasale), der unbehaart und leicht angeraut sei. Die Befeuchtung des Nasenspiegels erfolge über Drüsen der Septumschleimhaut, die lateralen Nasendrüsen sowie durch die Tränendrüsen über den Tränennasengang. Eine tiefe mediane **Lippenrinne** (Philtrum) greife beim Fleischfresser auf die Nase über. Das rostrale Ende des Nasenseptums ist häutig bzw. knorpelig, was eine Voraussetzung für die leichte Beweglichkeit der Nasenspitze darstellt (DYCE et al. 1991; NICKEL und WILKENS, 1995). Seitlich werden die Nasenlöcher durch **Nasenflügel** (Ala nasi lateralis und medialis) begrenzt (NICKEL und WILKENS, 1995). Den Bereich der Nasenlöcher mit seinen stützenden Nasenknorpeln bezeichne man als **Naseneingang**. Die knorpeligen Fortsätze des dorsalen und ventralen Randes der Nasenscheidewand begrenzen bei der Katze die Seitenwände des Naseneinganges (POPOVIC, 1964). Durch ihre Verbreiterung in diesem Bereich nach lateral entstehen die Cartilagine nasi parietales dorsales resp. ventrales. Am ventralen Nasenloch komme zusätzlich eine Cartilago nasi accessoria lateralis vor. Ein weiterer Bestandteil sei die von den Nasenbeinen gebildete Cartilago nasi cuneiformis (—14b).



Textabb. 4: Medianschnitt durch die Nasenhöhle nach Entfernung der Nasenscheidewand und der Falx cerebri. Darstellung der Endoturbinalia (I bis IV) und des Ektoturbinale 2, (—17), die als Siebbeinmuscheln an der Lamina cribrosa entspringen. Im vorderen Bereich der Nasenhöhle entspringt die ventrale Nasenmuschel an der Maxilla, die mit ihrer Plica alaris, —13b und Plica basalis, —13c) in den Nasenvorhof ausläuft. Der bräunliche Nasenschleimhautbereich markiert die Regio olfactoria im Vergleich zur rosa dargestellten Regio respiratoria (weitere Zahlenidentifikationen in der Klapplegende). Zeichnung: Gisela Jahrmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Im Naseneingang sind drei Schleimhautfalten vorzufinden: Die aus der dorsalen Nasenmuschel hervorgehende **gerade Falte** (Plica recta, —11c) (LECHNER, 1932), die in dorsale Richtung aus der ventralen Nasenmuschel hervorgehende **Flügel falte** (Plica alaris, —13b) und die ebenfalls aus dieser Muschel ventral hervorgehende **Boden falte** (Plica basalis, —13c) (LOEFFLER, 1959; NICKEL und WILKENS, 1995).

Bei brachycephalen **Perserkatzen** kommen verengte Nasenöffnungen vor (BALLAUF, 1996; HEDLUND und TABOADA, 2002; RADFORD et al., 2003; HENDRICKS, 2004).

2.2.4 Nasenhöhle (Cavum nasi) und knöcherne Nasenkapsel

Die Nasenhöhle wird in der Mitte durch eine **Scheidewand** (Septum nasi) getrennt und erstreckt sich von der knöchernen Nasenöffnung kaudal bis zur quergestellten Siebbeinplatte, der Lamina cribrosa, die sich gegen die Nasenhöhle vorwölbt (LECHNER, 1932). Den Großteil der Nasenscheidewand bildet die senkrechte Platte (Lamina

perpendicularis) des Siebbeins. An diese schließe sich der kleinere, knorpelige Teil an. Das Dach der Nase erreiche mit Ausnahme des Naseneinganges das Septum im größten Teil der Nasenhöhle nicht. In diesem oberen Bereich werde bis zum Nasendach das Septum durch senkrechte Teile des Stirn- und Nasenbeines gebildet.

Eine ethmoidale Bodenplatte bildet die basale Begrenzung gegen den **Nasentrachengang** (Meatus nasopharyngeus) (NICKEL und WILKENS, 1995).

Bei der Katze wird das **Lumen der Nasenhöhle** fast vollständig von Nasen- und Siebbeinmuscheln ausgefüllt (LOEFFLER, 1959). Somit stünden der Atemluft nur noch relativ enge Nasengänge zur Verfügung. Die Platzverhältnisse in der Nasenhöhle sind stark von der Schädelform abhängig und führen bei Katzen mit **Brachycephalie** zu erheblichen Beeinträchtigungen für die Siebbein- und Nasenmuscheln, sowie für das ableitende Tränensystem (OPPEL, 2002).

Wie in der Textabbildung 5 S. 12 dargestellt, wird die Nasenhöhle von den Ossa incisiva, nasalia, maxillaria, palatina, lacrimalia, frontalia, dem Vomer und durch das Os ethmoidale knöchern begrenzt (LECHNER, 1932).

Das **Tränenbein** (Os lacrimale, Textabb. 5 S. 12, —2) liegt zwischen Os frontale, Os zygomaticum und Os maxillare (KÖNIG, 1992). Es bildet mit seiner Augenhöhlenfläche, Facies orbitalis, einen Tränentrichter, Fossa sacci lacrimalis, der in den Tränennasengang führt (KÖNIG, 1992; SEIFERLE und BÖHME, 1992). Über das Foramen lacrimale wird die Tränenflüssigkeit im Ductus nasolacimalis in den knöchernen Tränennasengang, Canalis nasolacimalis, geführt (BREIT et al., 2003). Die laterale Grenze des Tränennasenganges werde von der Maxilla gebildet, während die mediale Begrenzung die Basallamelle des Maxilloturbinate darstelle. Der Tränennasengang mündet im Nasenvorhof (DYCE et al., 1991). Der Verlauf des Tränennasenganges steht in enger Relation zur Schädelform (BREIT et al., 2003). Meso- und dolichocephale Katzenrassen zeigten einen ventral des Foramen lacrimale beginnenden absteigenden Verlauf des Tränennasenganges parallel zum harten Gaumen. Bei **Brachycephalie** verlaufe der größte Teil des Tränennasenganges aufsteigend, recht- bzw. spitzwinklig gewunden und dorsal des Foramen lacrimale durch die Nasenhöhle.

Das **Oberkieferbein** (Os maxillare, Textabb. 5 S. 12, —3) beteiligt sich am Aufbau der Nasen-, Mund- und Augenhöhle und bildet einen Großteil der Seitenfläche des Gesichtes (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1999). Es bildet mit der Gegenseite den größten Teil des harten Gaumens und geht kaudal in die Horizontalplatte des Gaumenbeines (Textabb. 5 S. 12, —8) über (KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1999). An der Innenfläche der Maxilla befindet sich die Crista conchalis, (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1999) die der Befestigung des ventralen Nasenmuschelbeines dient (KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1999). Die dorsale Nasenmuschel inseriert an der Crista ethmoidalis der Maxilla (NAV, 2005).

Das **Siebbein** (Os ethmoidale, vgl. Abb. 138 S. 32 im Bildband, in oberer Skizze rot eingezeichnet) füllt den größten Teil der Nasenhöhle aus (LECHNER, 1932), ist paarig angelegt und wurde durch Fusion vereinheitlicht (NICKEL und WILKENS, 1999). Es liegt im kaudalen Teil der Nasenhöhle, dem Nasengrund (Fundus nasi) und grenzt das Cavum nasi gegen die Stirnhöhle ab (NICKEL und WILKENS, 1999). Das Os ethmoidale weise die Form

eines Rohres auf, welches schädelhöhlenwärts durch die Siebbeinplatte¹ (Lamina cribrosa) geschlossen werde. Bei brachycephalen Tieren läge die Lamina cribrosa viel weiter rostroventral und bedinge eine zunehmende Überlagerung des Gesichtsschädels durch den Gehirnschädel, was besonders bei brachycephalen Tieren der Fall ist (OPPEL, 2002).

Von der sich vorwölbenden Siebbeinplatte (Lamina cribrosa) her ragt eine senkrechte Platte (Lamina perpendicularis) zwischen beide Siebbeinhälften und bildet somit einen großen Teil der Nasenscheidewand (LECHNER, 1932). Da diese nicht ganz das Dach der Nase erreiche, schiebe sich eine vom Stirnbein gebildete Scheidewand über eine dorsale Spalte des Siebbeins hinweg. Beide Platten, die Lamina perpendicularis und die senkrechte Platte des Stirnbeines, verbänden sich zum medianen knöchernen Nasenseptum. Somit wird der einheitliche Hohlraum des Rohres halbiert (NICKEL und WILKENS, 2001). Die Außenwand des Siebbeins werde Lamina externa genannt, die in dorsale Richtung (zur Stirnhöhle hin) als Dachplatte (Lamina tectoria), in laterale Richtung als Lamina orbitalis und in ventrale Richtung als Lamina basalis bezeichnet werde. Die Seitenplatte ist bilateral sehr dünn und porös (NICKEL und WILKENS, 2001) und hat sich fast ganz zurück gebildet (LECHNER, 1932). Umgebende Knochen verschließen die porösen Bereiche und beteiligen sich ergänzend an der Bildung der Außenwand des Siebbeins (NICKEL und WILKENS, 2001). Die Pars orbitalis des Stirnbeins ersetzt die stark reduzierte Seitenplatte des Siebbeins und zwar in dem Bereich, wo auch die Ektoturbinalia 3 bis 5 inserieren (LOEFFLER, 1959). Lediglich zwei rundliche Knochenflächen, die von der Lamina orbitalis des Siebbeins ausgehen und die Außenwand erreichen, kommen somit an der medialen Augenwand zum Vorschein (LECHNER, 1932). CROUCH (1969) bezeichnet eine dieser Platten als „Os planum“ (Textabb. 5 S. 12, —4c). LECHNER (1932) benennt zwei rundliche Knochenstellen mit Os planum. Am kaudalen Rand der Lamina perpendicularis vereinigen sich Knochenbälkchen median und geben den Beginn der Siebbeinmuscheln an (LECHNER, 1932). Um diese Bälkchen herum sowie an ihnen selbst fänden sich verstreute Sieblöcher. Durch sie ziehen olfactorische Nervenfäden (Fila olfactoria) des ersten Gehirnnerven (Nn. olfactorii) (CROUCH, 1969). Dorsal und ventral überragen die Siebbeinmuscheln die Lamina cribrosa, wobei die freien Enden in Richtung der Stirn- und Keilbeinhöhle hervorragen (LECHNER, 1932).

Das **Stirnbein** (Os frontale, Textabb. 5 S. 12, —5) beteiligt sich an der Begrenzung der Augenhöhle, der Schläfengrube und mit einem kurzen Nasenfortsatz (Pars nasalis) an jeder Nasenhöhle (ELLENBERGER und BAUM, 1943). Es besteht aus der Stirnbeinschuppe, Augenhöhlenplatte sowie der Schläfenfläche (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001) und liegt beiderseits zwischen Scheitel und Nase (KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001). Ein Processus septalis formt gemeinsam mit dem gleichnamigen Processus des Nasenbeins den dorsalen Teil des Nasenseptums (SCHALLER, 1992).

Das **Nasenbein** (Os nasale, Textabb. 5 S. 12, —6) bildet auf beiden Seiten das Dach der Nasenhöhle (NICKEL und WILKENS, 2001) und ist somit die knöcherne Grundlage des Nasenrückens (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992). An die Crista ethmoidalis des Nasenbeines (Textabb. 4 S. 9; —6a) heftet sich die dorsale Nasenmuschel (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001). Das Os nasale ist in seiner Erscheinungsform stark von der Schädelform abhängig (OPPEL, 2002).

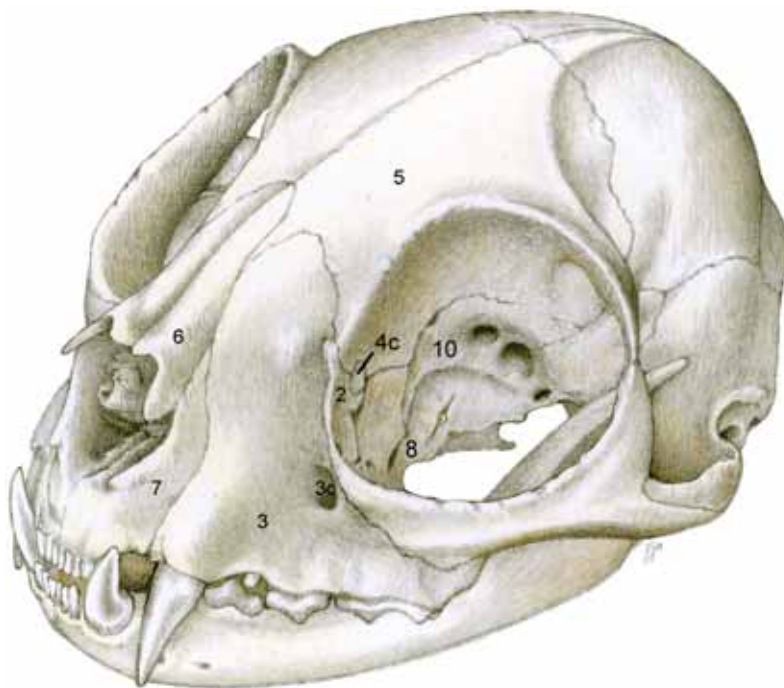
¹ Unterstrichene Begriffe ordnen sich in ihrer Zugehörigkeit dem vorher fett markierten Begriff unter.

Bei **brachycephalen Katzen** werde von dem sonst geringgradig konvexen bis geraden Verlauf des Os nasale eine zunehmend konkave Krümmung vermittelt. Ferner sei das Nasenbein bei diesen Tieren stark verkürzt.

Das **Zwischenkieferbein** (Os incisivum, Textabb. 5 S. 12, —7) ist mit dem Os nasale und dem Os maxillare verbunden (KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001) und beteiligt sich an der Bildung des harten Gaumens und dem Eingang zur Nasenhöhle (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001).

Das **Gaumenbein** (Os palatinum, Textabb. 5 S. 12, —8) vervollständigt den harten Gaumen (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001) und schiebt sich zwischen Os maxillare und Os sphenoidale (ELLENBERGER und BAUM, 1943; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 2001). Der harte Gaumen ist bei Katzen mit **brachycephaler Schädelform** verkürzt, was zusammen mit der starken Verkürzung des Nasenbeines einen sehr kurzen Gesichtsschädel ergibt (OPPEL, 2002). Außerdem sei der Gesichtsschädel dieser Katzen nicht nur sehr kurz, sondern auch verhältnismäßig schmal.

Das **Pflugscharbein**, Vomer, ist unpaar und durchzieht mit seinen Seitenplatten das Choanengebiet in Form einer nach oben geöffneten Hohlsonde (KÖNIG, 1992). Es hefte sich als Basalplatte dem Nasenboden an, von der aus die zwei Seitenplatten nach dorsal reichten und eine Rinne bildeten, die die Nasenscheidewand aufnehme. In der Region des Vomer ist das Organum vomeronasale gelegen (NEGUS, 1958). Weiter kaudal liegen die verbreiterten Abschnitte des Vomer horizontal unter der Bodenplatte des Siebbeines und umfassen teilweise das Präsphenoide des **Keilbeins** (Os sphenoidale, Textabb. 5 S. 12, —10)(KÖNIG, 1992).



Textabb. 5: Darstellung der knöchernen Begrenzungen der Nasenhöhle (Nasenkapsel) bei der Hauskatze in seitlicher Ansicht (vgl. auch Klapplegende).

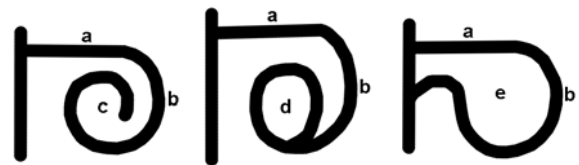
Zeichnung: Gisela Jahrmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

2.2.4.1 Muscheln (Conchae)

Der Begriff Muschel darf nur im beschreibenden Sinne verstanden werden und weniger als passender Ausdruck für die eigenartig gebogenen lamellenförmigen Vorsprünge (KILLIAN 1896). Muschelbeine sind tütenförmige (Textabb. 6 und 7 S. 13), mit Luft gefüllte Knochenblasen bzw. -spalten, die an beiden Flächen mit Schleimhaut überzogen sind (ELLENBERGER und BAUM, 1943). Die Muscheln im Siebbeinlabyrinth sind aufgerollt (NICKEL und WILKENS, 2001; CROUCH, 1969) und sehen aus wie aufgerollte Platten bzw. Scheiben (CROUCH, 1969). CROUCH (1969) stellt dies in Abbildungen im Medianschnitt dar. LIPPERT (1992) kann die Vorstellung einer papierrollenartigen Eindrehung der Muscheln nicht bestätigen, da sich in Transversalschnitten, an denen dieser Aufbau hätte beobachtet werden können, keine solche Strukturen zeigten. Bei LECHNER (1932) ist ferner von einer tütenförmigen Formation der dorsalen Nasenmuschel die Rede. LOEFFLER (1959) beispielsweise beschreibt in der medialen Ansicht die vielen Lamellen, der sich aufzweigenden mittleren Nasenmuschel, als Blättchen.



Textabb. 6: Darstellung des papierrollenartigen Einrollens der Muscheln in der Nasenhöhle



Textabb. 7: Transversalschnitt
a = Basallamelle, b= Spirallamelle,
c= Recessus conchalis, d= Bulla, e = Sinus

Als Muscheln bezeichnet man Strukturen, die in die Nasenhöhle hineinragen und deren Grundlage knöcherne Muschelbeine sind, die von beiden Seiten mit Schleimhaut bedeckt sind (NICKEL und WILKENS, 1995). Diese **Muschelbeine** seien an den angrenzenden Schädelknochen durch eine Basallamelle (Textabb. 7 S. 13, —a) befestigt und entließen Spirallamellen (—b), die sich dorsal bzw. ventral einrollen. Dadurch entstünden Buchten (Recessus, —c), die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen. Rollten sich die Lamellen noch weiter ein, käme es zur Blasenbildung (Bullae, d). Bei einer Unterteilung der Bullae durch quer verlaufende Septen spräche man von Zellen (Cellulae). Würde jedoch der freie Rand einer Spirallamelle mit einer Basallamelle oder auch einem benachbarten Kopfknochen verwachsen, entstünden Muschelhöhlen, sogenannte Sinus (—e).

Nasenmuscheln sind von einer verhältnismäßig dicken **Schleimhaut** überzogen (GRAUMANN und SASSE, 2004). Jedoch variiert die Dicke der Schleimhaut in Abhängigkeit von ihrer Lokalisation (NEGUS, 1958). In der Literatur werden die Muscheln der Nasenhöhle uneinheitlich und unterschiedlich benannt, was die eindeutige Zuordnung erschwert und zu Missverständnissen führen kann. Eine Aufzählung über die in der Literatur zu findenden Namen gibt Tabelle 1 im Anhang (S. 142).

Bei einer Unterteilung der Nasenmuscheln nach ihrer Insertion an der Wand ist zwischen den Siebbeinmuscheln (Ethmoturbinalia) und einer Oberkiefermuschel (Maxilloturbinalia) zu unterscheiden (SCHWALBE, 1882). Hiernach gehörten alle Muscheln außerhalb des stärker markierten Tabellenbereiches zu den Siebbeinmuscheln (Ethmoturbinalia).

Ebenso bestehen in der anatomischen Benennung der Nasenhöhle, v. a. des Siebbeinlabyrinths des Menschen gravierende Unterschiede und Unklarheiten (PEDZIWIATR, 1972).

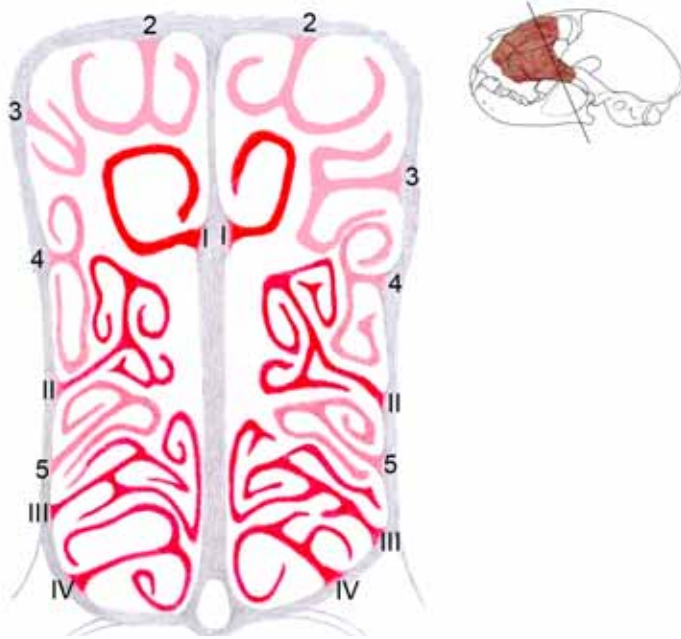
2.2.4.1.1 Das Siebbeinlabyrinth (Labyrinthus ethmoidalis)

In diesem Abschnitt werden alle, dem Siebbein entspringenden Muscheln bis in den rostralen Nasenbereich abgehandelt. Dies sind die:

- Concha nasalis dorsalis (Concha nasalis) mit ihrer knöchernen Grundlage, dem Endoturbinale I (Concha ethmoidalis)
- Concha nasalis media (Concha nasalis) mit ihrer knöchernen Grundlage, dem Endoturbinale II (Concha ethmoidalis)
- alle weiteren Endo- sowie Ektoturbinalia (Conchae ethmoidales)

Das Siebbeinlabyrinth umfasst die aufgerollten Siebbeinmuscheln (NICKEL und WILKENS, 2001), die wie aufgerollte Platten bzw. Scheiben aussehen (CROUCH, 1969). Diese ragen von der Seitenplatte, der Dachplatte und teilweise von der medianen Scheidewand in das Lumen des Siebbeins vor (NICKEL und WILKENS, 2001). Die Siebbeinmuscheln sind in Reihen angeordnet (PEDZIWIATR, 1972). Die größten von ihnen reichen weit ins Lumen der Nasenhöhle vor und heißen Endoturbinalia (NICKEL und WILKENS, 2001). Die kleineren von ihnen befinden sich weiter außen und heißen Ektoturbinalia. Insgesamt sind bei der Katze 4 Endoturbinalia und 4-5 Ektoturbinalia vorhanden (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959). Die Position der Endoturbinalia wird mit römischen Zahlen bezeichnet (PEDZIWIATR, 1972). Die Gestalt der Hauptmuscheln (Endoturbinalia) ändert sich bei Lageveränderung der Siebbeinlamelle im Raum des Schädels (SEYDEL, 1891). Das Siebbeinlabyrinth ist bei Katzen mit **brachycephalem Kopftyp** durch die beengten Platzverhältnisse innerhalb des Gesichtsschädels rostradorsal ansteigend ausgerichtet (OPPEL, 2002).

In seiner Arbeit zur Differenzierung und Systematisierung der knöchernen Hauptelemente des Siebbeinlabyrinths bei Säugetieren kommt PEDZIWIATR (1972) zu folgenden Ergebnissen: Das Siebbeinlabyrinth sei das charakteristische Knochensystem in jeder Gattung der Säugetiere und kennzeichne sich dadurch aus, dass es eine reihenförmige Anordnung der Hauptmuscheln (Endoturbinalia) zeige, bei denen man 4 Typen von Basallamellen unterscheide. Die Wandansätze der Basallamellen der Hauptmuscheln, mit Ausnahme der ersten, fließen in Bezug auf die Siebbeinplatte strahlenförmig zusammen (SEYDEL, 1891; PEDZIWIATR, 1972). Dabei stelle man fest, dass dies das einzige konstante Merkmal der Hauptmuscheln der Säugetiere sei. Dies sei zudem eine Unterscheidung zu den muschelähnlichen anderen Elementen im Knochengerüst des Siebbeinlabyrinths. Jede Basallamelle einer Muschel ist an den Außenwänden und kaudal an der Siebbeinplatte befestigt (NICKEL und WILKENS, 2001).



Textabb. 8: Schematischer Querschnitt des Siebbeins der Hauskatze. Die römischen Zahlen bezeichnen die inneren Siebbeinmuscheln (Endoturbinale) und die arabischen Zahlen die Äußeren (Ektoturbinale). Zeichnung: Gisela Jahrmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Die knöcherne Grundlage der **dorsalen Nasenmuschel** (Concha nasalis dorsalis, Nasoturbinale, Textabb. 4 und 8 S. 9 und 15, —I) ist das **Endoturbinale I** (LOEFFLER, 1959). Es hat seinen Ursprung an der Lamina cribrosa des Siebbeins (LOEFFLER, 1959; NICKEL und WILKENS, 1995) und reicht bis in den Nasenvorhof (NICKEL und WILKENS, 1995). Diese Muschel liegt weit dorsal und entspringt nach OPPEL (2002) an der Crista ethmoidalis des Os nasale sowie an der Lamina cribrosa. In Schallers „Illustrated Veterinary Anatomical Nomenclature“ wird diese Kante (Crista ethmoidalis, Textabb. 4 S. 9, —6a) als Ansatz (!) für die dorsale Nasenmuschel beschrieben (SCHALLER, 1992). Dies berichten ebenso LECHNER (1932) und LOEFFLER (1959). Die Basallamelle wende sich in ihrem weiteren Verlauf nach dorsal und lateral und setze am Nasenbein an. Nach ihrem Ursprung an der Siebbeinplatte heftet sich die Basallamelle ferner medial an die Nasenscheidewand an (LOEFFLER, 1959). Die Basallamelle inseriere genau am ventralen Rand der dort hinein ragenden Stirnbeinfortsätze. Diese bilden in diesem Bereich den dorsalen Teil des knöchernen Nasenseptums (LECHNER, 1932). Am Ursprung der Basallamelle besitze diese ferner eine Spirallamelle, die sich über lateral nach dorsal aufwindet (Textabb. 4 S. 9, —11a und Textabb. 8 S. 15, —I)(LOEFFLER, 1959). Nach den Angaben von LIPPERT (1992) lässt sich die von anderen Autoren beschriebene Sekundärlamelle des Endoturbinale I, die zur Lamina cribrosa ziehe, nicht finden. In Richtung Nasenspitze seien die Spirallamellen immer unvollständiger und fehlten weiter rostral ganz. Damit stellt die dorsale Nasenmuschel im vorderen Bereich nur mehr einen schleimhautüberzogenen Knochenstab dar (Textabb. 4 S. 9, —11c) (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959). Diese Falte wird als gerade Falte, bzw. Plica recta bezeichnet (LECHNER 1932; LOEFFLER, 1959; NICKEL und WILKENS, 1995). Die Muschel vollzieht eine Einrollung, die letztlich wie eine Tüte aussieht und in Richtung Nasenspitze immer niedriger wird (LECHNER, 1932). Von der dorsalen Nasenmuschel spaltet sich im Bereich des nasalen Augenwinkels eine dünne Knochenlamelle ab (LOEFFLER, 1959). Diese ziehe lateral zur Nasenkapsel und hefte sich zum einen am Oberkieferknochen medial an und zum anderen werde eine kleine Sekundärlamelle zur Lamina orbitalis (papyracea, die pergamentartige) abgegeben. Mit dem Ansatz am Os maxillare bilde die dorsale Nasenmuschel, ähnlich wie beim Hund, einen Processus

uncinatus. Dies ist nach OPPEL (2002) eine dünne Knochenlamelle, die sich in Höhe des medialen Augenwinkels vom Endoturbinale I abspaltet.

Die knöcherne Grundlage der **mittleren Nasenmuschel** (Concha nasalis media, Textabb. 4 und 8 S. 9 und 15, —II) ist das **Endoturbinale II** (LOEFFLER, 1959). Die mittlere Nasenmuschel schiebt sich zwischen die dorsale und ventrale Nasenmuschel und reicht rostral bis zur Höhe des Hakenzahnes (Caninus) (LOEFFLER, 1959). Laut OPPEL, (2002) reicht die Muschel bis in Höhe des P2 oder des Dens caninus. Das Endoturbinale II ragt frei in die Nasenhöhle hinein und bekommt dabei keinen Anschluss zur lateralen Nasenwand (LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). LIPPERT (1992) beobachtet eine regelmäßige Insertion der Muschel am Nasenseptum. Dabei verdeckt sie in der Ansicht von medial völlig die ventrale Nasenmuschel (LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Sie ist eine in Lamellen gegliederte und sehr stark gefaltete Muschel, die zusammen mit dem Endoturbinale III ein Lamellensystem bildet (LOEFFLER, 1959). Dies sähe dem Maxilloturbinale des Hundes sehr ähnlich und könne zu Verwechslungen führen. In den Ausführungen von LECHNER (1932) und auch BÖHME (1959) wird diese Muschel im Medianschnitt auch irrtümlich Maxilloturbinale genannt. Das Endoturbinale II entspringt an der Lamina cribrosa, dessen Basallamelle auch an der Lamina orbitalis des Os ethmoidale ansetzt (LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Direkt nach ihrem Ursprung teilt sich die Basallamelle in zwei Lamellen (Basallamellen) auf (LOEFFLER, 1959), die ebenfalls doppelblättrig sind (OPPEL, 2002). Eine der Basallamellen richtet sich dorsomedial (LOEFFLER, 1959) bzw. dorsal (OPPEL, 2002), die andere ventromedial (LOEFFLER, 1959) bzw. ventral (OPPEL, 2002). Diese beiden (Basal)lamellen tragen im hinteren Bereich der Nase je eine sich aufrollende Spirallamelle (LOEFFLER, 1959). An der dorsalen (Basal)lamelle reiche die dazugehörige Spirallamelle erst nach dorsal und dann über lateral nach ventral. Die Spirallamelle der ventralen Lamelle des Endoturbinale II reiche über ventral und lateral nach dorsal. Verfolge man die Muschel noch weiter rostral, so zeige sich noch eine zweite Spirallamelle je an der dorsalen bzw. ventralen (Basal)lamelle, die entgegengesetzte Aufrollungen zeige. Diese Aufrollungen zeichnete in dieser Weise auch LECHNER (1932). Beide medialen Spirallamellen schieben sich weit in Richtung Nasenspitze vor und weisen dabei mehrfache Sekundär- bzw. Tertiärlamellen auf (LOEFFLER, 1959). Die dorsale Spirallamelle, die aus der dorsalen (Basal)lamelle hervorgehe, reiche noch weiter vor (circa 0,5 cm) als die ventrale. Bei einer Ansicht von lateral auf das Endoturbinale II seien die Lamellen parallel zueinander nach kaudoventral gerichtet. Dies sähe aus, wie ein rostral konkaver Bogen, sodass die Atmungsluft in den Nasenrachengang hinab geleitet werden könne. Dem von LOEFFLER (1959) angegebenen Verteilungsmuster widerspricht LIPPERT (1992) ganz und gar und weist darauf hin, dass sich bei verschiedenen Katzen unterschiedliche individuelle Verzweigungsmuster erkennen ließen. Uneinigkeit besteht bei dieser Muschel in der Frage, ob die dorsale und ventrale (Basal)lamelle zwei verschiedenen Endoturbinalia angehören oder nicht. LECHNER (1932), LOEFFLER (1959) und OPPEL (2002) vertreten die Auffassung, dass diese beiden Lamellen zu einer Muschel gezählt werden sollten, da sie den gleichen Ursprung haben. PEDZIWIATR (1972) benennt in seiner Abbildung insgesamt fünf Endoturbinalia, wobei die dorsale Basallamelle das Endoturbinale II sei und die ventrale Basallamelle das Endoturbinale III. CROUCH (1969) beschrieb nur Ethmoturbinalia und zählte insgesamt sieben Aufrollungen. LECHNER (1932) bringt die Problematik mit der Angabe auf den Punkt, dass das Siebbein vier Endoturbinalia mit 5-6 Riechwülsten besitze. Bei Katzen mit dreieckiger und keilförmiger Kopfform sieht das Endoturbinale II langgestreckt

und geradlinig aus (OPPEL, 2002). Wohingegen bei **brachycephalen Katzen** das Endoturbinale II durch die engen Platzverhältnisse rostradorsal ansteige und stärker gekrümmt sei.

Das **Endoturbinale III** ist die knöcherne Stütze der gleichnamigen Siebbeinmuschel. Es legt sich dem Endoturbinale II von medial eng an (LOEFFLER, 1959; LIPPERT, 1992) und entspringt an der Lamina cribrosa (OPPEL, 2002). Sie reicht nicht so weit rostral wie die vorher beschriebenen Siebbeinmuscheln (OPPEL, 2002). An ihrer Basallamelle befinden sich zwei kleine laterale Spirallamellen und eine große mediale Spirallamelle (LOEFFLER, 1959). Eine der beiden lateralen Spirallamellen zeige nach dorsal, die andere nach ventral. Allerdings kämen bezüglich der Spirallamellen gelegentlich Variationen in mediale und ventrale Richtung vor. Bei Katzen mit dreieckiger und keilförmiger Schädelform befindet sich das Endoturbinale III auf Höhe des ersten molaren Backenzahnes (OPPEL, 2002). Bei **brachycephalen Katzen** käme diese Muschel weiter kaudal zu liegen. Eine seltene Variation stelle, ebenfalls bei brachycephalen Tieren, eine Verlagerung der Lamellen nach ventral in den Nasenrachengang dar.

Das **Endoturbinale IV** ist ebenfalls die knöcherne Stütze der gleichnamigen Siebbeinmuschel. Es ist relativ kurz (LECHNER, 1932) und entspringt mit seiner Basallamelle am weitesten basal an der Lamina cribrosa (LECHNER, 1932; OPPEL, 2002). Sie ist schräg abwärts gerichtet (LECHNER, 1932) und besitzt zwei Spirallamellen, die auf der Basallamelle sitzen (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Eine von ihnen rollt sich ventrolateral (LECHNER, 1932) bzw. ventral (OPPEL, 2002) und die andere dorsomedial (LECHNER, 1932) bzw. dorsal ein (OPPEL, 2002). LOEFFLER (1959) beschreibt den Verlauf etwas genauer: Die dorsal gelegene Spirallamelle rolle sich über dorsal nach lateral ein und die ventral gelegene rolle sich über ventral nach lateral auf. Die dorsale Spirallamelle ist zudem mächtiger entwickelt als die ventrale (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Laut LIPPERT (1992) und OPPEL (2002) erstreckt sich die dorsale Spirallamelle in den Sinus sphenoidalis und engt diesen beträchtlich ein. In LECHNERS (1932) Ausführungen ist von einem „rückwärtigen Ende der Einrollung“ die Rede, welches verschieden weit in die Keilbeinhöhle hinein rage und die Kommunikationsöffnung mit begrenze. LOEFFLER (1959) beschreibt wiederum, dass sich die ventrale Spirallamelle des Endoturbinale IV bis zu 4mm weit in die Keilbeinhöhle vorstülpe und deren Eingang damit beträchtlich einenge. Bei röntgenanatomischen Untersuchungen erkennt BÖHME (1959), dass sich das Endoturbinale IV bis zu einem Drittel in die Keilbeinhöhle hinein verlagere und auch an der Begrenzung der Kommunikationsöffnung beteiligt sei. Auch KÜNZEL et al. (2002) und KOCH et al. (2002) dokumentieren ein Hineinragen des Endoturbinale IV in die Keilbeinhöhle. Jedoch beschreiben KOCH et al. (2002) im Gegensatz zu KÜNZEL et al. (2002), dass es sich dabei um die ventrale Spirallamelle des Endoturbinale IV handele. Nach KÜNZEL et al. (2002) ragt die dorsale Spirallamelle in die Öffnung hinein und füllt die Keilbeinhöhle vor allem bei Katzen mit **brachycephalem Kopf** partiell aus. Gemäss OPPEL (2002) ragt das Endoturbinale IV bei dreieckiger und keilförmiger Kopfform etwa bis zur Höhe des Choanenrandes. Bei brachycephalen Katzen komme die Muschel jedoch noch weiter kaudal zu liegen.

Über das Vorhandensein eines **Ektoturbinale 1** gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben. Es ist die kleinste der äußeren Siebbeinmuscheln und weist nur eine einfache

Einrollung über lateral nach dorsal auf (LECHNER, 1932). Ferner habe es nur einen kleinen Raum zur Verfügung, der sich zwischen dem Endoturbinale I und der medialen Spirallamelle des Ektoturbinale 2 befände. Es könne aber auch häufig fehlen. LIPPERT (1992), LOEFFLER (1959) und OPPEL (2002) konnten es jedoch an keinem, der von ihnen untersuchten Tiere, nachweisen.

Das **Ektoturbinale 2** (Textabb. 4 S. 9, —17 und Textabb. 8 S. 15, —2) ist die größte der äußeren Siebbeinmuscheln (LECHNER, 1932). Sie entspringt mit ihrer Basallamelle an der Pars frontalis des Stirnbeins (LOEFFLER, 1959; LIPPERT, 1992) oder ist am Stirnbein befestigt (OPPEL, 2002). Einen alternativen Ursprung gibt LOEFFLER (1959) an. Demnach komme die Muschel aus dem lateralen Winkel der Lamina cribrosa zwischen Pars frontalis und Pars orbitalis des Os frontale. Beide, Pars frontalis und Pars orbitalis bildeten in diesem Bereich die Begrenzung des Nasengrundes. Die Basallamelle des Ektoturbinale 2 spaltet sich in zwei Spirallamellen auf (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959). Eine Lamelle rollt sich über dorsal nach lateral ein und die zweite über ventral nach lateral und dorsal (LOEFFLER, 1959). Dabei ragt die laterale Spirallamelle in die Stirnhöhle hinein und hilft diese zu begrenzen (LECHNER, 1932). Somit stehe auch der dadurch gebildete Hohlraum des Lamellenblattes mit der Stirnhöhle in Verbindung. LOEFFLER (1959) gibt an, dass sich die laterale Spirallamelle und die Basallamelle an der Begrenzung der Stirnhöhle beteiligen. Die Basallamelle bilde dabei den größten Teil der medialen Wand der Kommunikationsöffnung. Von ventral und teilweise auch von lateral helfe die laterale Spirallamelle die Öffnung der Stirnhöhle zu begrenzen, die sich dann aber von der Wand ablöse und in der Öffnung weiter einrolle. Vorwölbungen des Ektoturbinale 2 in die Stirnhöhle beschreiben auch KÜNZEL et al. (2002).

Die **Ektoturbinalia 3, 4 und 5** entspringen an der Lamina cribrosa und an der Lamina orbitalis des Siebbeins bzw. an der Pars orbitalis des Stirnbeins (LOEFFLER, 1959). Ektoturbinalia 3 und 4 sind kleiner als das Ektoturbinale 2 und erreichen die Lamina lateralis des Siebbeins (Lamina orbitalis) (LECHNER, 1932). Nach LIPPERT (1992) und OPPEL (2002) entwickeln sich die Ektoturbinalia 3 bis 5 alle an der Lamina orbitalis des Siebbeins. Alle drei Muscheln besitzen je zwei Spirallamellen (LOEFFLER, 1959; LIPPERT, 1992; OPPEL, 2002) und stehen untereinander in einer Reihe (LOEFFLER, 1959). Laut LIPPERT (1992) lägen allerdings nur die Ektoturbinalia 3 und 4 untereinander und das Ektoturbinale 5 befände sich zwischen Endoturbinale II und III.

2.2.4.1.2 Die ventrale Nasenmuschel (Concha nasalis ventralis)

Die knöcherne Stütze der ventralen Nasenmuschel ist das Maxilloturbinale (Os conchae nasalis dorsalis, vgl. Textabb. 11 S. 35) (LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Es ist ein selbstständiger Knochen, der in keinem Zusammenhang mit dem Siebbein steht (OPPEL, 2002). Seine Basallamelle entspringe an der Crista conchalis der Maxilla. Die Muschel ist viel kleiner und weniger kompliziert aufgebaut als die mittlere Nasenmuschel (LOEFFLER, 1959). Seine Basallamelle läge dem Os maxillare breit an und bilde dort die mediale Wand des knöchernen Tränennasenganges (Canalis lacrimalis). Auch BREIT et al. (2003) geben als mediale Grenze des Tränennasenganges die Basallamelle des Maxilloturbinale an. Diese Basallamelle hat einen schrägen Verlauf von rostrodorsal nach kaudoventral (OPPEL, 2002) und ist dorsal und ventral des Tränennasenganges am Os maxillare befestigt (BREIT et al., 2003). Allerdings gibt es auch Fälle, in denen im kaudalen Bereich der Basallamelle die laterale Wand (Sutura lacrimomaxillaris) nicht erreicht wird (BREIT et al., 2003). Somit

verläuft dieser Teil der Basallamelle (auch Basalplatte) der ventralen Nasenmuschel parallel zur lateralen Grenze der Nasenhöhle und senkrecht zum Rest der Basallamelle dieser Muschel (LOEFFLER, 1959). Dieser Rest der Basallamelle reiche frei in die Nasenhöhle vor und sei die eigentliche Basallamelle. Diese freie Lamelle verlaufe in ihrem Ansatz am Os maxillare schräg von aboral und ventral nach oral und dorsal. Sie weise eine Spirallamelle mit 1 bis 1,5 Windungen auf und sei der freien Basallamelle aufgelagert. Die Windungen verliefen über ventral und lateral nach dorsal. Genau diese Spirallamelle trenne auch einen sogenannten Recessus maxilloturbinalis von der Nasenhöhle ab. Ferner gäbe die Spirallamelle Sekundär- und Tertiärlamellen ab, die sich weniger aufspalten als dies beim Hund der Fall sei. Bei Tieren mit **brachycephaler Kopfform** ist das Maxilloturbinale viel steiler gestellt als bei Katzen mit keil- bzw. dreieckiger Kopfform (OPPEL, 2002). Die ventrale Nasenmuschel läuft in Richtung Nasenspitze in die Flügelfalte aus und vereinigt sich im Nasenvorhof (Nasenlochbereich) mit der Bodenfalte (LOEFFLER, 1959).

2.2.4.2 Nasengänge (Meatus nasales)

Durch Nasenmuscheln, die von lateral in die Nasenhöhle hineinragen, werden Nasengänge (Meatus nasi) gebildet, die Luftwege mit unterschiedlicher Weite darstellen (NICKEL und WILKENS, 1995). Bei der Katze stehen der Atemluft nur relativ enge Nasengänge zur Verfügung, da das Lumen der Nasenhöhle fast vollständig von den Muscheln ausgefüllt wird (LOEFFLER, 1959). Von den Muscheln werden drei Nasengänge abgegrenzt (BÖHME, 1959). Nach KÖNIG (1992) mündet der dorsale und mittlere Nasengang röhrenförmig in die Choanen. Ein nur spaltförmiger Meatus nasi communis wird von RICHTER (1962) erwähnt.

Der **dorsale Nasengang** (Meatus nasi dorsalis) öffnet sich dorsal der Flügelfalte und trennt sich von diesem durch die gerade Falte ab, die vom Nasoturbinale (Concha nasalis dorsalis) kommt (LECHNER, 1932). Er verläuft in einem dorsal konvexen Bogen, der sich parallel dem Processus nasalis des Nasenbeins erstreckt (BÖHME, 1959). Aus den Abbildungen von LOEFFLER (1959) geht hervor, dass der Meatus nasi dorsalis insgesamt dorsal der Concha nasalis dorsalis und ventral des Nasendaches verläuft. Er führt beim Hund die eingeatmete Luft zum Riechorgan (Organum olfactus) und wird deshalb auch als Riechgang bezeichnet (BUDRAS et al., 2004). Nach BÖHME (1959) führt er in die Hohlräume der dorsalen Nasenmuschel, in der die Ektoturbinalia 1 bis 3 liegen sowie in den Sinus frontalis.

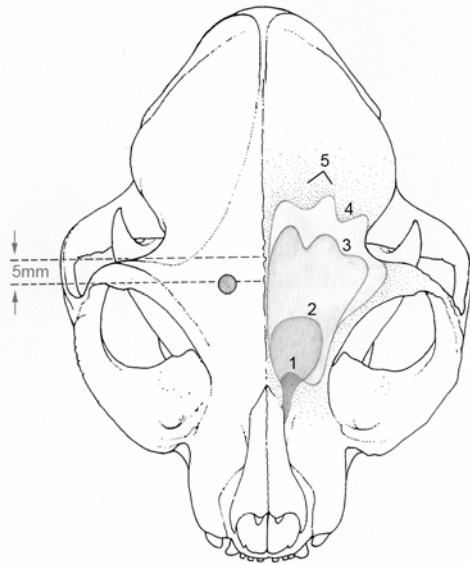
Der **mittlere Nasengang** (Meatus nasi medius) beginnt, wie schon beschrieben, gemeinsam mit dem dorsalen Nasengang oberhalb der Flügelfalte (LECHNER, 1932). Dieser Gang, der wegen seines Anschlusses an die Nasennebenhöhlen auch als Sinusgang bezeichnet wird (BUDRAS et al., 2004; NICKEL und WILKENS, 1995), spaltet sich bei der Katze bald in zwei Schenkel (BÖHME, 1959; LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959). Die beiden Schenkel, ein dorsaler und ein ventraler, entstehen dadurch, dass sich die mittlere Nasenmuschel sehr weit nach rostral erstreckt und sich zwischen die dorsale und ventrale Nasenmuschel schiebt (LOEFFLER, 1959). Der obere (dorsale) Teil zieht am Rand des Nasoturbinale (Concha nasalis dorsalis) zur Siebbeinplatte und verbreitert sich schließlich stark. Er führe die meisten Siebgänge. Nach BÖHME (1959) läuft er unter der dorsalen Nasenmuschel und führt als Meatus ethmoidalis in die Siebbeinmuscheln. Der untere (ventrale Schenkel) des mittleren Nasenganges führt entlang der ventralen Nasenmuschel zum ventralen Nasengang und vereinigt sich mit ihm (LECHNER, 1932; BÖHME, 1959). Aus diesem ventralen Schenkel geht zusätzlich eine weite Verbindungsöffnung zur Kieferhöhle (Kieferbucht) hervor (LECHNER, 1932).

Der **ventrale Nasengang** (Meatus nasi ventralis) öffnet sich basal am Nasenhöhlenboden zwischen Bodenfalte und Flügelfalte und zieht in Richtung der Choanen (LECHNER, 1932). Das Dach des ventralen Nasenganges bilde das Maxilloturbinale. Dieser Nasengang führt in die Hohlräume der erwähnten Muschel (LECHNER, 1932) und über den Meatus nasopharyngeus in die Rachenhöhle (BUDRAS et al., 2004). Der bei anderen Haussäugetieren sehr geräumige Meatus nasi ventralis, auch als Atmungsgang bezeichnet (BÖHME, 1959; BUDRAS et al., 2004; LOEFFLER, 1959), ist bei der Katze durch Schwellkörper eingengt (LOEFFLER, 1959). Diese Schwellkörper lägen an der Basis des Nasenseptums und werden als Septumschwellkörper bezeichnet. Nach LECHNER (1932) sei der ventrale Nasengang anfänglich weit und in seinem weiteren Verlauf nahezu vollständig von der ventralen Nasenmuschel überdeckt. Bei **brachycephalen Katzen** verursacht die steilere Ausrichtung der Concha nasalis ventralis (Maxilloturbinale) eine funktionell ungünstige Doppelneigung des ventralen Nasenganges (KÜNZEL et al., 2003). **Siebbeingänge** (Meatus ethmoidales) sind Passagen zwischen den Siebbeinmuskeln im hinteren Bereich der Nasenhöhle (LOEFFLER, 1959).

2.2.5 Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales)

Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte und mit respiratorischer Schleimhaut ausgekleidete Räume, die mit der Nasenhöhle in Verbindung stehen (PSCHYREMBEL, 2001). Sie haben als Resonanzräume eine Bedeutung bei der Funktion der Stimmbildung und seien eine Art Dämmstoff zur Verhütung des Hitzeverlustes (NEGUS, 1958). Ferner spielten gewisse Sinus eine Rolle zum Schutz der Gehirnbasis vor dem Einwirken der kalten Luft, die die Nase durchlaufe. Durch die Pneumatisierung der Knochen wird das spezifische Gewicht des Schädels reduziert (NEGUS, 1958; NICKEL und WILKENS, 1995). Dabei können die großen Ansatzflächen für Muskeln und ein ausreichender Raum für die Unterbringung der Zähne erhalten bleiben (NICKEL und WILKENS, 1995).

Die sehr früh angelegten und sich sehr spät entfaltenden Nasennebenhöhlen entstehen als blindsackartige Taschen (STARCK, 1975; vgl. Textabb. 9 S. 21). Mit dem 49. Tag beginnt am Katzenembryo die Pneumatisierung des Os frontale (DREWS, 1933). Dies entspräche auch dem Zeitpunkt, an dem die Ausbildung einer Lamina perpendicularis des Stirnbeins aus der Innenfläche der Pars nasalis in der Mittelebene erfolge. Zwischen Ethmoturbinale I und Maxilloturbinale erstreckt sich als Vorläufer der Kiefer- bzw. Stirnhöhle nach kaudoventral der Recessus maxillaris und nach rostrorodorsal der Recessus frontalis (STARCK, 1975). Beide mündeten stets zwischen Concha ventralis und media in die eigentliche Nasenhöhle. Ein flüssigkeitsreiches Gallertgewebe (Diploë) befände sich als Platzhalter zwischen Schleimhauttasche und Knochengewebe. Durch Resorption entfalte sich die Schleimhauttasche in mechanisch nicht beanspruchte Räume derart, dass die Mukosa schließlich dem Knochengewebe eng anliege und sich zwischen die tragenden Skelettverstreben einschiebe. Der Sinus sphenoidalis sei beim Menschen und Primaten genetisch von den Sinus maxillares und frontales abzutrennen, da es sich um einen Hauptraum der Nasenhöhle (Cavum nasi proprium) selbst handele, der im Zusammenhang mit der Rückbildung der Nase im Ganzen ausgegliedert werde. Er münde von hinten her in den Hauptraum der Nasenhöhle ein und könne sich sekundär bis in die postselläre Schädelbasis ausdehnen.



Textabb. 9: Etwaige flächenhafte Ausprägung der Stirnhöhle bei der Hauskatze mit 3 Monaten (1), mit einem Jahr (2; Angaben nach WINSTANLEY, 1974), als ausgewachsene, weibliche Katze (3) und als Kater (4), sowie gegenüberliegend eine zusätzliche Darstellung der Trepanationsstelle nach KOCH et al. (2002). Die Nasenschleimhaut schiebt sich zwischen Lamina interna und externa des Stirnbeins und verdrängt dabei nach und nach die gallertartige Masse, Diploë (5). Geschlechtsspezifische Proportionen am Schädel sind in dieser Skizze unberücksichtigt geblieben.
Zeichnung: Gisela Jahrmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Katzen besitzen zwei Paar Nasennebenhöhlen: Den Sinus sphenoidalis und den Sinus frontalis (LOEFFLER, 1959; KOCH et al., 2002). Das Vorhandensein eines Recessus maxillaris wird kontrovers diskutiert (LECHNER, 1932; NEGUS, 1958; BÖHME, 1959; LOEFFLER, 1959; KÖNIG, 1992; LIPPERT, 1992; KOCH et al., 2002).

Die Zahl der sich von der Nasenhöhle aus entwickelnden pneumatischen Räume ist bei der Katze sehr groß und umfasst Muschel-, Stirn-, Kiefer-, Keilbein-, und Siebbeinhöhlen (LECHNER, 1932). Bei den Muschelhöhlen rollt sich zartes, plättchenartiges Knochengewebe mit Schleimhautüberzug vom Siebbein und der ventralen Nasenmuschel tütenförmig ein. Beispielhaft sei das laterale Blatt des Ektoturbinale 2, welches einen Hohlraum birgt. Dieser Hohlraum steht mit der Stirnhöhle in Verbindung und krümmt sich sichelförmig. Er sei 1,7 bis 2 cm lang und 0,4 cm breit und hoch. Weiterhin existiere ein zweiter Hohlraum, der vom Endoturbinale IV gebildet werde und ähnlich wie es bei der Stirnhöhle der Fall ist mit der Keilbeinhöhle kommuniziert.

Sogenannte „echte“ Nasennebenhöhlen (Sinus paranasales) liegen zwischen der externen und der internen Platte eines Schädelknochens im Gegensatz zu einem Recessus, der sich als Nasennebenhöhle zwischen benachbarte Schädelknochen zwängt (KOCH et al., 2002). Somit bildet die Lamina externa des Schädelknochens im Bereich der Stirnhöhle die Stirnbeinschuppe und die Außenwand sowie die Lamina interna den Boden der Stirnhöhle (KÜNZEL et al., 2002; vgl. auch Textabb. 4 S. 9, —5d). Durch Pneumatisierung der Knochen verringert sich das spezifische Gewicht des Kopfes, dennoch wird eine breite Fläche für die Muskelinsertion sowie für die Unterbringung der Zähne ermöglicht (NICKEL und WILKENS, 1995).

2.2.5.1 Recessus maxillaris (Kieferbucht)

Das Vorhandensein eines Sinus bzw. eines Recessus maxillaris wird in der Literatur zum großen Teil bestätigt (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1995; KOCH et al., 2002). Jedoch konnten ihn BÖHME (1959) und BURK und ACKERMANN (1996) im Röntgenbild und LIPPERT (1992) makroskopisch- anatomisch und per Mikrofokus- Röntgentechnik nicht identifizieren. Auch NEGUS (1958) verneint das

Vorhandensein einer Kieferbucht bei Katzen, Bären und Hunden. Allerdings hätten einige Carnivoren schon eine schmale Bucht, die lateral zum ethmoturbinalen System läge, aber nicht in der Region des Maxilloturbinals.

LOEFFLER (1959) beschreibt den Recessus maxillaris als enge, blind endende Bucht in der lateralen Nasenhöhlenwand auf der Höhe des nasalen Augenwinkels. Dicht über dem Beginn des Jochbogens auf der aboralen Seite der Maxilla befindet sich dieser kleine, spaltförmige Hohlraum, der wegen seiner Zugangsöffnung, die relativ groß ist, dem Sinus maxillaris anderer Tiere entspricht (LECHNER, 1932). KOCH et al. (2002) beschreiben seinen Aditus nasomaxillaris als schrägstehende ovale Öffnung. Die Kieferbucht werde medial durch die freie Lamina orbitalis des Os ethmoidale, lateral von der Innenfläche des Os lacrimale und ventral vom Os palatinum begrenzt. LECHNER (1932) spricht in diesem Zusammenhang von einer Spalte, bei der sich die laterale und mediale Wand in einem spitzen Winkel vereinigen. Der Zugang zum Recessus maxillaris wird durch den Processus uncinatus des Endoturbinale I verengt (DYCE et al., 1991; NICKEL und WILKENS, 1995; KOCH et al., 2002). Dem widersprechen jedoch LECHNER (1932) und LOEFFLER (1959) mit der Angabe, dass der Processus uncinatus nicht in den Eingang der Kieferbucht hineinragt. Der Aditus nasomaxillaris wird ferner in einen rostralen und kaudalen Abschnitt unterteilt (NICKEL und WILKENS, 1995). Eine rostrolaterale Ausdehnung verneinen jedoch KOCH et al. (2002). Sie weisen auf Schwierigkeiten in der Definition der rostralen Ausdehnung hin. Die Kieferbucht steht mit dem mittleren Nasengang in Verbindung und beherbergt die winzige laterale Nasendrüse (Glandula nasalis lateralis) (KÖNIG, 1992). Diese münde allerdings weiter rostral in der Nähe des Nasenloches in den mittleren Nasengang, um den Nasenspiegel zu befeuchten.

Luftgefüllte Räume, insbesondere der maxilläre, sollen als eine Art Dämmstoff dienlich sein, der vor Wärmeverlust schützen soll (NEGUS, 1958).

2.2.5.2 Sinus frontalis (Stirnhöhle)

Die paarigen Stirnhöhlen (vgl. Textabb. 4 S. 9, —22) der Katze sind im Gegensatz zu denen des Hundes einheitlich und durch ein median gelegenes Septum sinuum frontium voneinander getrennt (LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959; WINSTANLEY, 1974; KÖNIG, 1992; NICKEL und WILKENS, 1995; KOCH et al., 2002; MATHEWS, 2004). Sie pneumatisieren die Stirnbeinschuppe (Squama frontalis) (LOEFFLER, 1959; KÜNZEL et al., 2003) und den Processus zygomaticus des Os frontale (BÖHME, 1959; KÜNZEL et al., 2002). Das Volumen der Stirnhöhle beträgt im Durchschnitt 1cm³ (LECHNER, 1932). Die Sinus frontales der Katze werden in der Literatur sehr unterschiedlich in ihrer Ausdehnung, Form, Lage und in der Gestaltung ihrer Zugänge beschrieben. Die Stirnhöhle ist ein pyramidenförmiger Raum (KOCH et al., 2002; LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959), der durch die Ausbildung deutlicher Buchten imponiert und medial des dorsalen Augenbogens zu liegen kommt (KOCH et al., 2002). Katzen zeigen eine sehr unterschiedlich ausgeprägte Formen der Sinus frontales (LIPPERT, 1992).

KNOSPE (1988) beschreibt zwischen männlichen und weiblichen Katzen Unterschiede am Os frontale und Os parietale. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der kaudalen **Ausdehnung** der Stirnhöhlen formulieren auch KOCH et al. (2002). So sei bei weiblichen Tieren das kaudale Ende im Durchschnitt nur 2,5mm hinter dem Processus zygomaticus des Stirnbeins gelegen. Beim Kater jedoch läge dieses Ende durchschnittlich 8,5mm weiter kaudal des Stirnbeinfortsatzes. Die Wand der kaudalen Ausdehnung werde durch sagittal

gestellte Knochenleisten in zwei bis vier kleine Buchten unterteilt, deren Zahl und Größe variere. Auch die ventrale Bucht der Stirnhöhle unterscheidet sich in ihrer Ausdehnung und sei beim Kater deutlich größer. Diese Bucht erstreckt sich kaudolateral der Lamina cribrosa des Siebbeins in Richtung Orbitawand. Eine weitere Ausdehnung nach rostral läge lateral der Zugangsöffnung der Stirnhöhle, der Apertura sinus frontalis, die vorbei am lateralen Orbitarand in die laterale Ausbuchtung übergehe. LIPPERT (1992) beschreibt nur zwei Ausbuchtungen, nämlich eine ventrale und eine lateral am Cavum nasi verlaufende Ausbuchtung (Recessus nasalis), die bis zu diesem Zeitpunkt (1992) in der Literatur noch nicht beschrieben wurden. In seltenen Fällen kann ein Sinus frontalis fehlen (LECHNER, 1932; KOCH et al., 2002).

Bei **brachycephalen Katzen** reicht die Ausdehnung der Stirnhöhle rostral bis zu einer Querebene in Höhe des mesialen Randes des dritten Oberkieferprämolaren (KÜNZEL et al., 2002). In einigen Fällen seien die Stirnhöhlen asymmetrisch, von geringer Tiefe und reichen in ihrer kaudalen Ausdehnung auch in das Os parietale hinein. Innerhalb des Sinus frontalis gäbe es sagittale und horizontale Kompartimentierungen. Knochensepten trügen vor allem kaudal und lateral zu einer partiellen Kammerung bei. Es kämen aber auch Septen vor, die die Höhle in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt teilten. Eine vollständige Trennung könne in einem Falle beidseitig, in einem weiteren einseitig, nachgewiesen werden. Hierbei entstünden durch die Teilung ein medialer und ein lateraler Abschnitt. Auch sei die Lamina externa der Squama frontalis bei diesen rundschädelligen Tieren zunehmend konvex und falle in Richtung Nase bei „peke-faced“-Katzen steil ab.

Die **Kommunikationsöffnung** zur Nasenhöhle (Apertura sinus frontalis, Apertura nasofrontalis) wird zum Großteil vom Ektoturbinale 2 ausgefüllt (BÖHME, 1959; KOCH et al., 2002; KÜNZEL et al., 2002; LECHNER, 1932; LOEFFLER, 1959). Diese schmale Öffnung ist ungefähr 2mm weit und führt in die obere (superiore) Muschel oder in das Nasoturbinale (WINSTANLEY, 1974). MATHEWS (2004), beschreibt eine rostrale und eine ventrale Kommunikationsöffnung über verschiedene Öffnungen zur Nasenhöhle. Nach LÖFFLER (1959) steht die Stirnhöhle vorwiegend mit dem Recessus ektotubinalis 2 der Nasenhöhle in Verbindung. Das Ektoturbinale 2 beteilige sich an der Begrenzung der Stirnhöhle in der Art, dass die Basallamelle den größten Teil der Medialwand der Öffnung bildet. Zum gleichen Ergebnis kommt auch OPPEL (2002). Eine laterale Spirallamelle derselben Muschel begrenzt die Öffnung zusätzlich von ventral. (LOEFFLER, 1959; OPPEL, 2002). Diese Spirallammelle löst sich schließlich von der Wand ab und rollt sich weiter in die Öffnung ein, wodurch die oben genannte Verbindung in den Recessus ektotubinalis 2 entsteht (LOEFFLER, 1959). Eine weitere Verbindung sei ein schmaler Spalt entlang der Außenwand der Spirallamelle des Ektoturbinale 2. LECHNER (1932) weist darauf hin, dass sich durch Ektoturbinalia die Wand der Stirnhöhle verschieden stark vorwölbt. Die Kommunikationsöffnung liege im medialen Teil der Nasalwand der Stirnhöhle und werde von der Außenlamelle des Ektoturbinale 2 zum Großteil umschlossen. Diese Verbindung sei oval und führe in einen Hohlraum des Ektoturbinale 2. Die Autoren BÖHME (1959), KOCH et al. (2002) und LECHNER (1932) beschreiben ein Hineinragen des Ektoturbinale 2 in die Stirnhöhle.

KÜNZEL et al. (2002) beschreiben die Apertura nasofrontalis als schmale schlitzförmige oder ovale bis runde Öffnung, wobei Größe und Form des Zugangs erheblich variieren. Bei 15 **brachycephalen Katzen** und zweien mit einer anderen Schädelform ragen das Ektoturbinale

2 durch diese Öffnung in die Stirnhöhle vor und fülle diese partiell aus. Bei brachycephalen Individuen läge die Vermutung nahe, dass sich die Lamina interna des Stirnbeins aufgrund veränderter Proportionen des Gesichtsschädels zunehmend über das Ektoturbinale 2 stülpen muss. Somit würde die Verbindung zur Nasenhöhle zunehmend eingeengt. Auch BÖHME (1959) beschreibt die Möglichkeit der Ausfüllung der Stirnhöhle durch diese Siebbeinmuschel am Katzenschädel.

2.2.5.3 Sinus sphenoidalis (Keilbeinhöhle)

Die paarige Keilbeinhöhle (Textabb. 4 S. 9, —23) füllt das Os präsphenoideale (KOCH et al., 2002) bis zu einer Grenze zum Basisphenoid aus (LOEFFLER, 1959). Den Angaben von LECHNER (1932) zufolge sei die Keilbeinhöhle ungeteilt. Bei **brachycephalen Katzen** kann sie sich auch regelmäßig bis in das Basisphenoid erstrecken (KÜNZEL et al., 2002). Sie unterlagert die Fossa chiasmatis und den Canalis opticus (LOEFFLER, 1959). Nach KOCH et al. (2002) umgibt die ventrale Bucht des Sinus sphenoidalis die knöcherne Wand des Canalis opticus und erreicht auch die Medialwand der Fissura orbitalis. Laut KÜNZEL et al. (2002) verläuft der Canalis opticus in der lateralen Wand der Keilbeinhöhle. Beide Strukturen seien durch eine dünne, aber solide Wand voneinander getrennt. Vornehmlich bei **brachycephalen Katzen** unterlagere die Keilbeinhöhle durch die Pneumatisierung des Basisphenoids auch die Fossa hypophysealis.

Die rechte und die linke Keilbeinhöhle werden durch ein schräg verlaufendes Septum voneinander getrennt (KOCH et al., 2002; KÜNZEL et al., 2003; LIPPERT, 1992; LOEFFLER, 1959). Beide Höhlen sind verschieden groß (KOCH et al., 2002; LOEFFLER, 1959). Diese Ungleichheiten zeigen sich vor allem am kaudalen Ende der Höhle, wo zwei unterschiedlich geformte Ausbuchtungen vorkommen (KOCH et al., 2002). Eine ventrale Bucht (s.o.) und eine dorsolateral vorkommende Bucht, die die Basis der Ala ossis praesphenoidalis pneumatisiere. KÜNZEL et al. (2002) betont, dass die Trennwand die Keilbeinhöhle nicht nur in eine rechte und linke Bucht unterteilt, sondern auch rostrale und kaudale Kompartimentierungen zu beobachten waren. Diese seien jedoch ohne Rassebezug.

Vor allem bei **brachycephalen Katzen** rage die dorsale Spirallamelle des Endoturbinale IV in die Keilbeinhöhlenöffnung hinein und fülle diese partiell aus. Auch LOEFFLER (1959) und KOCH et al. (2002) beschreiben ohne Rassebezug das Hineinragen des Endoturbinale IV, allerdings mit der ventralen Spirallamelle, welche den eigentlich weiten Zugang sehr stark einenge.

Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Größe der Keilbeinhöhle beschreiben KOCH et al. (2002). Bei weiblichen Katzen sei die Höhle im Verhältnis zum Schädel etwas größer.

2.2.6 Mikroanatomie der Nasenschleimhaut (Tunica mucosa nasi)

Die Nasenschleimhaut hat die bedeutende Aufgabe der Klimatisierung der Einatemluft (GRAUMANN und SASSE 2004). Dies geschehe mittels Filtration, Anfeuchtung und Anwärmung. Die luftleitenden Abschnitte des Atmungstraktes werden vorwiegend von einem respiratorischen Epithel mit Becherzellen ausgekleidet, das an der Grenze zwischen Nasenvorhof und eigentlicher Nasenhöhle beginnt (LIEBICH, 2004). Der größte Teil der Epithelzellen hat an seiner Oberfläche Kinozilien, die eingedrungene Fremdstoffe abtransportieren können (GRAUMANN und SASSE, 2004; LIEBICH, 2004). Unterstützt wird diese Selbstreinigungsfunktion durch die Haftung der Teilchen am Schleim, der von

Becherzellen produziert wird (LIEBICH, 2004). Die Kontaktstelle für Duftstoffe erfolgt in der Riechschleimhaut, die tief in der Nase liegt (AXEL, 1995). Entsprechend unterscheidet man zwischen respiratorischem Epithel und Riechepithel und unterteilt die Nasenhöhle in eine **Regio respiratoria** und eine **Regio olfactoria** (LIEBICH, 2004). Bei allen Säugetieren stehen beide Regionen in einer engen Wechselbeziehung (NEGUS, 1958). Demnach sei für die Wahrnehmung von Gerüchen die Anfeuchtung der Schleimhautoberfläche essentiell.

Die Nasenschleimhaut reagiert auf viele innere und äußere Faktoren und wird vom **vegetativen Nervensystem** innerviert (GRAUMANN und SASSE, 2004).

Venenplexus in der Nasenschleimhaut bewirken durch Entleerung und Füllung das An- bzw. Anschwellen der Schleimhaut und beeinflussen so die Luftströmung in der Nase (GRAUMANN und SASSE, 2004).

Zur Befeuchtung der Nasenspitze befindet sich im Recessus maxillaris eine winzige Drüse, die **laterale Nasendrüse** (Glandula lateralis nasi) (KÖNIG, 1992).

2.2.6.1 Regio respiratoria

Die Schleimhaut der **Regio respiratoria** bedeckt die Oberflächen der Nasenmuscheln und des Nasenseptums und beherbergt im subepithelialen Bindegewebe Drüsen (Gll. nasales) (LIEBICH, 2004). Dieser größere Teil der Nasenschleimhaut dient dem Befeuchten und Erwärmen der Atemluft (AXEL, 1995; GRAUMANN und SASSE, 2004; NEGUS, 1958). Bei einigen Spezies kann man sich das Maxilloturbinale wie einen stark verzweigten Heizkörper vorstellen, der so eine größere Oberfläche verursacht (NEGUS, 1958). Diese Fläche sei mit einer dünnen Schleimhaut überzogen, die über einem ausgeprägten Blutgefäßsystem mit Blutsinus läge. Dieses System sei nicht nur geeignet Wärme abzugeben, sondern im Bedarfsfall auch zurückzuhalten. Die Anwärmung und Anfeuchtung der Luft vor allem im Bereich der Nasenmuscheln beschreiben auch GRAUMANN und SASSE (2004) und betonen, dass durch Turbulenzen des Luftstromes fast alle Muscheln mit der eingeatmeten Luft in Kontakt stehen. Dieser Wärmeaustausch in der Nase spielt bei der Katze eine wichtige Rolle bei der Wärmeregulation und Kontrolle für das Gehirn (BAMFORD und ECCLES, 1983). Die Funktion der Wärmeabgabe, speziell zur Kühlung des Gehirns beschreiben PARMEGGIANI et al. (1998).

Die **Schleimhaut in den Nasennebenhöhlen** (im frontalen und sphenoidalen Bereich der Nase) ist dünn und nur spärlich mit Schleim produzierenden Drüsen besetzt (NEGUS, 1958). Dennoch beteilige sie sich partiell an der Anfeuchtung der Schleimhaut im hinteren Bereich der Nase und damit an der Identifikation der olfaktorischen Moleküle. Sie wirkte aber weniger an der Luftaufbereitung mit. Sie enthält keine venösen Schwellkörper (GRAUMANN und SASSE, 2004).

2.2.6.2 Regio olfactoria

Die Schleimhaut in der **Regio olfactoria** bedeckt die Ethmoturbinalia sowie Teile des hinteren Nasenseptums und dient der Wahrnehmung von Gerüchen (LIEBICH, 2004). Man bezeichnet Spezies mit einem reduzierten Geruchssinn (z. B. Mensch) als „Mikrosmatiker“ und Spezies mit einem ausgeprägten Geruchssinn als „Makrosmatiker“ (NEGUS, 1958; SMITH und BHATNAGAR, 2004). Für den überwiegenden Teil der Säugetiere, die häufig auch viel besser riechen können als der Mensch, ist der olfaktorische Sinn in den meisten Lebensbereichen der primäre und wichtigste Sinneseindruck (AXEL, 1995). Bei Fleischfressern ist der Geruchssinn wegen der Nahrungssuche (LIEBICH, 2004), der

erfolgreichen Nahrungsidentifikation (AXEL, 1995), der Jagd, dem Erkennen von Freund und Feind (NEGUS, 1958; AXEL, 1995) sowie für das Sexualverhalten sehr wichtig (AXEL, 1995; LIEBICH, 2004) und auch besonders stark ausgebildet (NEGUS, 1958). Säugetiere machen mit eigenen Ausscheidungen und Duftmarken auf ihre Anwesenheit und ihr Befinden aufmerksam und sind somit in ihrem gesamten Verhalten vorrangig von Geruchswahrnehmung und Geruchssignalen geleitet (AXEL, 1995). Die Riechschleimhaut der Regio olfactoria ist viel dicker als die Schleimhaut in der Regio respiratoria, enthält aber weniger Blutgefäße (NEGUS, 1958). Die Zellen der Riechschleimhaut sind die Sinnesnervenzellen, die auf Geruchsreize ansprechen und diese Erregung entsprechend weiterleiten (AXEL, 1995). Die Sinnesnervenzellen seien zwischen Stützzellen eingebettet und direkte Bindeglieder zwischen Außenwelt und Gehirn. An ihrer äußeren Spitze rage jeweils ein Büschel feiner Zilien in die Nasenhöhlen vor, welches dort in einer schleimigen Schicht liege. Der Schleim um die Büschel sei für das Lösen der Geruchsmoleküle aus der Luft wichtig. Zellausläufer der Sinnesnervenzellen (Axone) zögen durch die Poren des Siebbeins und würden im Rhinencephalon gebündelt. Weiter ginge es über Glomeruli, in denen die Impulse, die über die Riechbahn laufen, erstmals umgeschaltet werden. Schließlich würden sie im Gehirn verarbeitet. Eine Besonderheit sei zudem, dass sich die Riechzellen lebenslang aus neuronalen Stammzellen (Basalzellen) neu bilden können, was für die meisten Nervenzellen des Körpers nicht zuträfe.

Bei Katzen sieht man eine Ausbreitung der Ethmoturbinalia zur Vergrößerung des Riechfeldes (NEGUS, 1958). Sie besitzt nach den Untersuchungen von LAURUSCHKUS (1942) einen größeren Riechfeldkoeffizienten als die untersuchten Hunderassen. Der Riechfeldkoeffizient gäbe an, in welchem Verhältnis das Riechfeld zur Körperoberfläche stehe und betrage bei der Katze 1,78%. Die Riechfeldgröße betrage bei den von LAURUSCHKUS (1942) untersuchten Katzen 37,38 bzw. 32,65 cm². NEGUS (1958) gibt 20,8 cm² für die Ausdehnung der olfactorischen Schleimhaut bei Katzen an. Eine Verringerung der Längsausdehnung des Riechfeldes in der Nasenhöhle folgt nur zögerlich einer **Verkürzung des Gesichtsschädels** (LAURUSCHKUS, 1942). Beim Windhund nehme das Riechfeld ein Drittel der gesamten Nasenlänge ein. Erst wenn die Verkürzung zu einer wesentlichen Einengung des Raumes für die Riechschleimhaut führe, trete eine Abnahme der Riechfeldgröße ein. Dies sei beim brachycephalen Pekinesen der Fall.

2.2.6.3 Blutversorgung und Innervation

Die Nasenschleimhaut ist mit **Blutgefäßen** variabel versorgt, wobei der vordere Bereich der Nasenhöhle stärker vaskularisiert ist als der hintere (NEGUS, 1958; RICHTER, 1962). Bei allen Säugetieren kommen Bluträume vor, die geeignet sind, sich zu dehnen und somit die Wärme- und Feuchtigkeitsabgabe zu variieren (NEGUS, 1958). Arteriolen lägen tiefer in der Tunica propria mucosa und seien in parallel verlaufenden, longitudinalen Reihen angeordnet. Sie versorgten Drüsen und gingen in ein kapilläres Netzwerk über. Efferente Gefäße aus diesem Kapillarbett seien große sinusoide Räume, in deren Wand sich elastische Fasern befänden. Diese Sinusoide führten in noch tiefer gelegene Venenplexus, die wiederum für den venösen Abfluss in Venolen mündeten.

Arterien: Die arterielle Blutversorgung der Nasenhöhle der Katze umfasst zwei Hauptzuflüsse, nämlich einen intrakraniellen und einen extrakraniellen Zufluss (RICHTER, 1962). Der intrakranielle Zufluss sei die indirekte Fortsetzung der A. carotis interna aus dem Cavum cranii nasalis durch die Forr. cribrosa in die Nasenhöhle. Der extrakranielle Zufluss

erreiche von außen die Nasenhöhle und käme aus der A. maxillaris (interna). Eine Übersicht hierzu gibt Tabelle 2 im Anhang (S. 143).

Intrakranielle Zuflüsse: Nach RICHTER (1962) zweigt die A. ethmoidea interna bei der Katze aus der A. corporis callosi kurz über dem Schädelhöhlenboden ab. Sie teile sich noch vor Erreichen der Lamina cribrosa in drei gleichstarke Äste auf und versorge das Septum nasi und die dorsale Nasenmuschel. Seine Äste bestehen aus einem dorsalen, einem mittleren und einem ventralen Ast. Der *dorsale*¹ Ast versorge den Riechkolben und die Innenplatte des Os frontale. Eine Versorgung der Nasenschleimhaut fände mit diesem dorsalen Ast nicht statt. *Der mittlere Ast* durchziehe die Siebbeinplatte und versorge den dorsalen Bereich der Nasenschleimhaut, Teile der dorsalen Nasenmuschel sowie den dorsalen Bereich des Nasenseptums. Es gäbe von diesem Ast keine Abzweigung zum Rete ethmoideum. *Der ventrale Ast* ziehe zur Siebbeinplatte und ist maßgeblich an der Bildung eines Gefäßnetzes (Rete ethmoideum) beteiligt, welches auf der Schädelhöhlenseite der Lamina cribrosa läge. Einige kleinere Ästchen gingen auch durch die Siebbeinplatte in die Nasenhöhle und versorgten die Schleimhaut.

Aus der A. maxillaris, die bei der Katze in der Nähe des Foramen ovale ein Wundernetz (Rete mirabile) bildet, geht die A. ophthalmica externa hervor (RICHTER, 1962). Aus dieser entspringt die A. ethmoidalis externa und gelange durch das Foramen ethmoideum in die Schädelhöhle bis hin zur Fossa ethmoidea. Von hier aus ziehe sie weiter zur Siebbeinplatte und entlasse kleine Gefäße und Äste zur Versorgung von folgenden Teilen der Nasenhöhle: Das Endoturbinale III, die mittlere Nasenmuschel und die dorsale Nasenmuschel. Letztlich verzweige sich der Endstamm der A. ethmoidea externa mit einem Ast der A. ethmoidea interna im Rete ethmoideum.

Das Gefäßnetz, Rete ethmoideum, das sich auf der Schädelhöhlenseite der Lamina cribrosa des Os ethmoidale befände, gäbe mehrere kleine Gefäße zum Zentrum der Siebbeinplatte ab, die durch die Forr. cribrosa in die Nasenhöhle eintreten. Diese versorgen die Endoturbinalia I bis IV und die Ektoturbinalia 2 bis 5.

Extrakranielle Zuflüsse: Die A. sphenopalatina tritt durch das For. sphenopalatinum kaudal in die Nasenhöhle ein (RICHTER, 1962) und versorgt mit ihren Ästen sowie deren Abzweigungen die in Tabelle 2 aufgeführten Anteile der Nasenhöhle (RICHTER, 1962).

Die A. palatina major zieht durch den Canalis palatinus major zur Fissura palatina und versorgt hauptsächlich die Schleimhaut des harten Gaumens und das Zahnfleisch im Bereich der Backenzähne und des Eckzahnes (RICHTER, 1962). Jedoch gelangten durch die Fissura palatina auch einige Äste in die Nasenhöhle (siehe Tabelle 2 im Anhang).

Auch die A. infraorbitalis beteiligt sich nach RICHTER (1962) an der Versorgung der Nasenhöhle (siehe Tabelle 2 im Anhang).

Venen: Bei den **Venen der Nasenschleimhaut** unterscheidet man die der Nasenscheidewand, die der Nasenmuscheln und die des Nasenhöhlenbodens (RICHTER, 1962). In allen Bereichen der Nasenhöhle fände sich zunächst ein oberflächliches Venennetz (= Rindenschicht), das unter der subepithelialen Kapillarschicht läge. Für die Bereiche der Nasenschleimhaut, die abseits des Luftstromes lägen, sei dies die einzige Venenschicht. An den Stellen, die der Atemluft unmittelbar ausgesetzt sind, seien die Venengeflechte zwei- oder mehrschichtig. Dies gelte vor allem für Bereiche am Naseneingang und an den

¹ Kursiv dargestellte Begriffe ordnen sich in ihrer Zugehörigkeit unterstrichenen Begriffen unter.

Nasengängen. In den Venen der Nasenschleimhaut gäbe es keine Venenklappen. In der Nasenschleimhaut kommen arterio-venöse Anastomosen zwischen dem Arteriennetz und den tiefen venösen Bluträumen regelmäßig vor (NEGUS, 1958; RICHTER, 1962). Die venösen Abflüsse aus der Nasenhöhle erfolgten in die V. lateralis nasi, die V. dorsalis nasi, die V. sphenopalatina und zu geringen Teilen in die V. palatina major. Venen bildeten das später beschriebene Schwellgewebe aus.

Die Anordnung der Venengeflechte des **Nasenseptums** sind in der Anzahl ihrer Venenschichten, ihrer Stärke und ihrer Verlaufsrichtung unterschiedlich (RICHTER, 1962).

Das **Jakobsonsche Organ** sei in seiner ganzen Länge medial von einem einschichtigen, langgestreckten Venennetz bedeckt. Lateral gäbe es eine zweischichtige Lage mit Venennetzen, bis das Organ letztlich in kaudaler Richtung noch mehr an Dicke mit enthaltenen Venengeflechten zunehme, wobei jedoch die Merkmale eines Schwellgewebes fehlten.

Das **Venengeflecht** der **dorsalen Nasenmuschel** sei mit ihrem gesamten aboralen Bereich inklusive der kurzen Spirallamelle nur mit einem einschichtigen Venengeflecht ausgestattet. Das rostrale Ende der dorsalen Nasenmuschel komme lateral der Flügelfalte zu liegen. Diese bilde die Ventralwand des dorsalen Nasenganges und enthalte Schwellgewebe, welches fähig sei, den dorsalen Nasengang zu verschließen.

Die **Venenschicht** der medialen Fläche der **mittleren Nasenmuschel** sei nur eine einfache, die allerdings dorsal dichter werde. In Richtung Muschelspitze würden die Venenschichten in ihrer Zahl steigen. Die dorsale Begrenzung des ventralen Schenkels des mittleren Nasenganges zeige bis zu seiner Mündung in den Atmungsgang ein mehrschichtiges Venennetz. Die ventrale Fläche der mittleren Nasenmuschel sei durchweg mit einer einschichtigen Venenlage überzogen.

Die **Endoturbinalia III und IV** sowie die **Ektoturbinalia** sind alle von einem **einschichtigen Venennetz** umgeben, welches sich auch auf die Siebbeinplatte umschlüge. Der Abfluss werde über die V. ethmoidea und V. sphenopalatina gewährleistet.

Die **Schichten der Venengeflechte** der **ventralen Nasenmuschel** nähmen in kaudaler Richtung zu. Im aboralen Drittel der ventralen Nasenmuschel läge eine relativ starke Rindenschicht, unter der weitlumige Sammelvenen, aus den Spirallamellen gesteckt, verliefen.

Am rostralen Beginn des **Nasenhöhlenbodens** läge in der Nähe der Bodenfalte typisches **Schwellgewebe** mit zur Schleimhaut gerichteten Kapillarschlingen. In der Tiefe befänden sich hier dichte Venengeflechte und weitlumige Venen. Ansonsten enthalte die Schleimhaut des Nasenhöhlenbodens nur eine zweischichtige Venenlage.

Nerven: Für die **sensorische Nervenversorgung** ist der erste Gehirnnerv mit seinen Fila olfactoria verantwortlich (GRAUMANN und SASSE, 2004). Die Fila olfactoria leiten den Geruchseindruck vom Riechfeld über die Lamina cribrosa ossis ethmoidalis in den Bulbus olfactorius des Riechhirns (SCHALLER, 1992; BUDRAS et al., 2004). Ein im Bulbus olfactorius accessorius (medial des eigentlichen Bulbus) endender Nerv ist der N. vomeronasalis, der seinen Ursprung im Organum vomeronasale hat (SCHALLER, 1992). Ein weiterer Nerv, der am Organum vomeronasale beginne, sei der N. terminalis, der im oder in der Nähe vom Pedunculus olfactorius ende (verbindet Bulbus olfactorius mit den Hemisphären) (SCHALLER, 1992).

Das **autonome (vegetative) Nervensystem** hat die Kontrolle über den Füllungszustand der Blutgefäße und damit über den Blutbedarf in der Nasenschleimhaut (NEGUS, 1958). Allgemein sei im hinteren Teil der Nase, im olfaktorischen Epithel, weniger Platz für Blutgefäße, als im vorderen Bereich. Somit spräche der hintere Teil der Nasenhöhle auch weniger auf Vasokonstriktoren oder Vasodilatoren an. Vasokonstriktorisches, v.a. im Bereich der Schwellkörper, wirke Adrenalin, wohingegen beispielsweise Histamin eine Vasodilatation der Schwellkörper hervorrufe. Die submucösen Blutsinus der Atemwege werden sympathisch, parasympathisch sowie peptinerg innerviert und somit die Durchblutung reguliert (OLSON und STROHL, 1987). Bei Beanspruchung resultierten aus einer sympathischen Stimulation eine Vasokonstriktion und eine Abnahme des Strömungswiderstandes sowie eine Zunahme des Atemvolumens.

Auch die Drüsen der Nasenschleimhaut werden **parasympathisch** über den N. petrosus major, einem Ast des N. facialis, versorgt (SCHALLER, 1992; BUDRAS et al., 2004; GRAUMANN und SASSE, 2004). Diese parasympathischen Anteile werden der Nasenschleimhaut über den N. facialis, speziell seinem parasympathischen Anteil, N. intermedius, zugeführt (SEIFERLE und BÖHME, 1992). Der N. facialis entspringe am hinteren Rand der Brücke der Medulla oblongata und verlasse die Schädelhöhle durch das For. stylomastoideum am Felsenbein. Innerhalb dieses Facialiskanals gäbe der N. facialis unter anderem den N. petrosus major ab, der mit den anderen im Kanal abzweigenden Nerven den parasympathischen Anteil repräsentiert (N. intermedius) und auch die Drüsen der Nasenschleimhaut innerviert. Über Verbindungsäste des N. facialis zum N. pterygopalatinus (bzw. zum Ganglion pterygopalatinum) versorge der N. pterygopalatinus (aus N. maxillaris V2) auch Teile der Nasenschleimhaut und der Tränendrüse parasympathisch. Die Fasern bewirken eine Vasodilatation an den „Widerstandsgefäßen“ und blutspeichernden Venen (LUNG, 1995). Dies geschehe aber vor allem im hinteren Venensystem der Nase.

Die **sympathische Innervation** der Nasenhöhle erfolgt über den entsprechenden Teil des Truncus vagosympathicus des Halses (BAMFORD und ECCLES, 1983; GRAUMANN und SASSE, 2004). Er hat eine über einen alpha-adrenergen Mechanismus vasokonstriktorische Wirkung auf arterielle „Widerstandsgefäße“ (Arteriolen vom muskulösen Typ) und ebenso auf blutgefüllte Venen (LUNG, 1995). Dabei habe der Sympathicus eine höhere Wirkung auf die Venen als auf die „Widerstandsgefäße“. Eine bilaterale Stimulation des cervicalen Truncus sympathicus reduziert den Kühlungseffekt der nasalen Luftströmungen bei Katzen, oder hebt ihn sogar ganz auf (BAMFORD und ECCLES, 1983). Damit seien eine Vasokonstriktion und Schrumpfung der Schleimhaut vergesellschaftet. Bei den Spezies, die ein gut ausgebildetes arterielles Rete mirabile aufweisen, werde der Blutfluss zur Kühlung des Gehirns vermutlich durch die Gefäße in der Nasenschleimhaut reguliert, die auf die sympathischen Einflüsse reagierten.

Die **sensible Nervenversorgung** der Nase erfolgt über den N. trigeminus (SEIFERLE und BÖHME, 1992, GRAUMANN und SASSE, 2004). Sein N. ophthalmicus (V1) gibt den N. nasociliaris und der wiederum den N. ethmoidalis ab (SEIFERLE und BÖHME, 1992). Über letzteren werden folgende Strukturen versorgt: Riechschleimhaut, Schleimhaut des dorsalen Nasenganges, dorsale Nasenmuschel und Teile der Stirnhöhlschleimhaut. Über den N. infratrochlearis, der aus dem N. nasociliaris hervorgehe, würden die Tränenkarunkel, der Tränensack, das Tränenröhrchen, die Haut des Nasenrückens und Teile der Stirnhöhlschleimhaut versorgt werden. Der N. maxillaris (V2) gäbe den N.

pterygopalatinus und weiter den N. nasalis caudalis ab, über den die Schleimhaut des ventralen und mittleren Nasenganges sowie die ventrale Nasenmuschel versorgt werde. Als weiteren Ast gäbe der N. pterygopalatinus den N. palatinus major ab, der die Schleimhaut des Nasenhöhlenbodens versorge. Über Rami nasales interni (→ N. infraorbitalis → N. maxillaris (V2) → N. trigeminus) werde die Haut im Bereich des Nasenloches, -vorhofes und die Schleimhaut des rostralen Randes der ventralen Nasenmuschel sensibel versorgt. Entsprechende Rami nasales externi versorgten die Haut des Nasenrückens und der Nasenseitenwand.

Im N. maxillaris verlaufen beim Menschen in der Nasenhöhle afferente Nervenbahnen, durch die ein Schutzreflex (z. Bsp. Niesen) ausgelöst werden kann (GRAUMANN und SASSE, 2004).

2.2.6.4 Die laterale Nasendrüse

Da dem Fleischfresser die Nasenspiegeldrüsen fehlen, erfolgt bei ihm die Anfeuchtung der Nasenspitze über das Sekret der Drüsen der Septumschleimhaut, der Tränendrüsen und über die lateralen Nasendrüsen (NICKEL und WILKENS, 1995). Der Drüsenkörper der lateralen Nasendrüse liegt bei der Katze im Recessus maxillaris (KÖNIG, 1992; SCHALLER, 1992). Ihr Ausführungsgang mündet im mittleren Nasengang, in der Nähe des Nasenloches (KÖNIG, 1992).

2.2.6.5 Schwellkörper und Schwellgewebe

Schwellkörper befinden sich bei vielen Tieren auf beiden Seiten des Nasenseptums, die durch eine Vielzahl von Gefäßräumen geformt werden (NEGUS, 1958). Die Katze besitzt mehrere Schwellkörper in der Nasenhöhle (LOEFFLER, 1959), die durchweg im Anfangsbereich der einzelnen Nasengänge angeordnet sind (RICHTER, 1962). Einer liegt an der Basis der Nasenscheidewand und wird als Septumschwellkörper (LOEFFLER, 1959) bzw. ventraler Septumschwellkörper (RICHTER, 1962) bezeichnet. Ein zweiter kleinerer Schwellkörper befindet sich am dorsalen Nasenhöhlendach im Bereich des dorsalen Nasenganges und der dritte ist lateral in der Wand des Atmungsganges in der Bodenfalte zu finden (LOEFFLER, 1959). Letzterer ergänze laut RICHTER (1962) den Septumschwellkörper.

Der **ventrale Septumschwellkörper** ist der größte und in der Lage, die Weite des ventralen Nasenganges zu verändern (RICHTER, 1962). Er beginne in Form einer Rinne zwischen der Flügelfalte und der Bodenfalte am Naseneingang und verlaufe in kaudoventraler Richtung. Seine größte Dicke erreiche er an der Stelle, an der sich der mittlere Nasengang in einen ventralen und einen dorsalen Schenkel aufspaltet. Er laufe schließlich in Höhe des zweiten Backenzahnes allmählich aus. Der Schwellkörper neige sich nach ventral weit über den Nasenhöhlenboden und in das Lumen des Atmungsganges hinein und könne bei maximalem Schwellungszustand den ventralen Nasengang komplett verschließen. An den Schwellkörper grenzen das Schwellgewebe der ventralen Nasenmuschel und das des Nasenhöhlenbodens, die beim Verschluss des Ganges unterstützend wirken.

Der **dorsale Septumschwellkörper** im Bereich des dorsalen Nasenganges sei, entgegen den Behauptungen von LOEFFLER (1959), von beträchtlichem Ausmaß (RICHTER, 1962). Er beginne an der geraden Falte und erreiche etwa auf Höhe des Hakenzahnes (Dens caninus) seine größte Dicke. Seine kaudale Grenze liege etwa in Höhe des zweiten Backenzahnes. Auf der Dorsalfläche des Endoturbinale I befinde sich in diesem Bereich

ebenfalls Schwellgewebe, welches sich so von ventral gegen den dorsalen Schwellkörper drücken könne. Auf diese Art und Weise sei es möglich, in gefülltem Zustand eine weitgehende Einengung des Riechganges hervorzurufen.

Zwischen dem dorsalen und ventralen Septumschwellkörper befände sich in der Schleimhaut zwar kein typisches Schwellgewebe, jedoch sei das Venennetz in diesem Gebiet sehr dicht und verenge bei einer Schwellung auch den Bereich um die **Septumschleimhaut**. Damit werde auch der ohnehin nur spaltförmige Meatus nasi communis weiter verengt.

Des Weiteren kämen im Bereich des noch ungeteilten mittleren Nasenganges und auch in seinem dorsalen sowie ventralen Schenkel intramurale **Venenpolster** vor. Auch die Spitze der mittleren Nasenmuschel beherberge Gefäßpolster, mit deren Unterstützung alle Schleimhäute dieses Areals, die Venenpolster aufweisen, den mittleren Nasengang verengen können.

Bei der Katze käme nur in den Bereichen Schwellgewebe vor, die auch der Luft des Inspirationsstromes direkt ausgesetzt seien. Abseits des Luftstromes gäbe es durchweg nur ein einschichtiges dünnes Venennetz. Eine **Funktion dieser Schwellkörper** besteht darin, die Weite der Nasengänge zu regulieren (NEGUS, 1958) und bei Bedarf vollständig zu verschließen (RICHTER, 1962). Auch leistet das Schwellgewebe einen kleinen Beitrag zur Erwärmung und Anfeuchtung der Inspirationsluft (NEGUS, 1958; RICHTER, 1962). Mit zunehmender Füllung der Venenplexus stellt sich zusätzlich eine gesteigerte Entleerung von zähflüssigem Sekret ein (RICHTER, 1962). Eine Blutfülle der Schwellkörper in dem extremen Maße, dass der mittlere und ventrale Nasengang vollständig verschlossen werde, sei zum Schutz des Sinnesepithels vor schädlichen Stoffen denkbar.

Schwellkörper in der Nase der Katze bestünden aus mehrfach ausgebuchteten venösen **Bluträumen**, die dem periostalen bzw. perichondralen Kapillarsystem direkt auflügen. In der Wand der Bluträume befänden sich Ringmuskelwülste (Sphinkteren).

Der **Zufluss** zu den Bluträumen erhöhe sich beim Schwellvorgang. Er erfolge über dünnwandige Venen, die zu parallel laufenden Arterien Anastomosen ausbilden.

Der **Abfluss** aus diesen Räumen erfolge über starke Drosselvenen, die in der Lage seien den Blutfluss zu verringern und damit den Blutsinus zu füllen.

Zum **Anschwellen** des Venenplexus im Schwellkörper käme es, wenn die Drosselvenen den Abfluss des Blutes verringern und eine Verlangsamung des Blutflusses stattfinde. Diese Drosselung erfolge in der Hauptabflussvene (V. sphenopalatina). Sie erfahre kurz vor ihrem Eintritt ins For. sphenopalatinum eine Einengung des Lumens, wodurch es zusätzlich zu einer Rückstauung des Blutes käme.

Das **Abschwellen** käme durch Drosselung des erhöhten Blutzustromes und der Öffnung der Sphinkteren zustande.

Beide Nasenhälften schwellen beim Menschen ganz physiologisch abwechselnd an und ab (GRAUMANN und SASSE, 2004). Die An- und Abschwellung ist ein **nervös gesteuerter** Vorgang, der den Strömungswiderstand im nasalen Atemweg beeinflusst (RICHTER, 1962; GRAUMANN und SASSE, 2004).

2.2.6.6 Zusammenfassung der wichtigsten Funktionen der Nasenschleimhaut

- 1. Regulation des Atemvolumens** durch neuronale Regulation der Vasomotorik und lokale Gefäßmechanismen (GRAUMANN und SASSE, 2004; RICHTER, 1962).

2. **Reinigungsfunktion** durch hohes Filtrationsvermögen und durch Zusammenwirken von Schleimüberzug und Zilienschlag (GRAUMANN und SASSE, 2004; LIEBICH, 2004; NEGUS, 1958).
3. **Befeuchtungsfunktion**, da die Schleimhautoberfläche wie ein Verdampfer wirkt und in der Lage ist, die relative Luftfeuchtigkeit bei der Inspiration zu erhöhen (GRAUMANN und SASSE, 2004; NEGUS, 1958).
4. **Erwärmungsfunktion** durch variable Durchblutung (GRAUMANN und SASSE, 2004; NEGUS, 1958; RICHTER, 1962), da unterkühlte Luft für die Lunge schädlich ist (GRAUMANN und SASSE, 2004).
5. **Schutzreflexe**, die von Sensoren in der Nasenschleimhaut gesteuert werden und bei der Einatmung von Reizstoffen reflektorisch den Zugang zum Riechfeld und die Stimmritze verschließen sowie den Niesreflex auslösen (GRAUMANN und SASSE, 2004).

2.2.7 Weitere Anteile der Nasenhöhle

2.2.7.1 Nasenbodenorgan (Organum vomeronasale)

Säugetiere haben neben dem wichtigen olfaktorischen System in der Riechschleimhaut noch ein weiteres akzessorisches olfaktorisches System: Das Organum vomeronasale (BUDRAS et al., 2004; EVANS, 2003; LOBKO et al., 1997). Es ist ein spezialisiertes Organ, das vom hauptsächlichsten Riechorgan separiert ist und sich in der vorderen Region des Pflugscharbeins, Vomer, befindet (NEGUS, 1958). Es wird auch nach seinem Entdecker Jacobson (BUDRAS et al., 2004) von Dänemark im Jahre 1844 benannt und besteht je Nasenhöhlenseite aus einer blind endenden, tubenförmigen sowie sackartigen Ausstülpung (NEGUS, 1958). Es ist in das Gewebe der Nasenscheidewand ventral eingebettet (NEGUS, 1958), liegt am Nasenboden (BUDRAS et al., 2004; NEGUS, 1958) und reicht bis zum rostralen Ende der Fissura palatina, wo es Verbindung zum Ductus incisivus (s.u.) hat (SCHALLER, 1992). Bei der Katze ist dies etwa auf der Höhe des ersten prämolaren Backenzahnes der Fall (SEIFERLE und BÖHME, 1992). Eine außen anliegende, knorpelige Hülle (**Cartilago vomeronasalis**) bzw. eine knöchernerne, dem Vomer zugehörige Hülle, stützt das Jacobsonsche Organ (NICKEL und WILKENS, 1995).

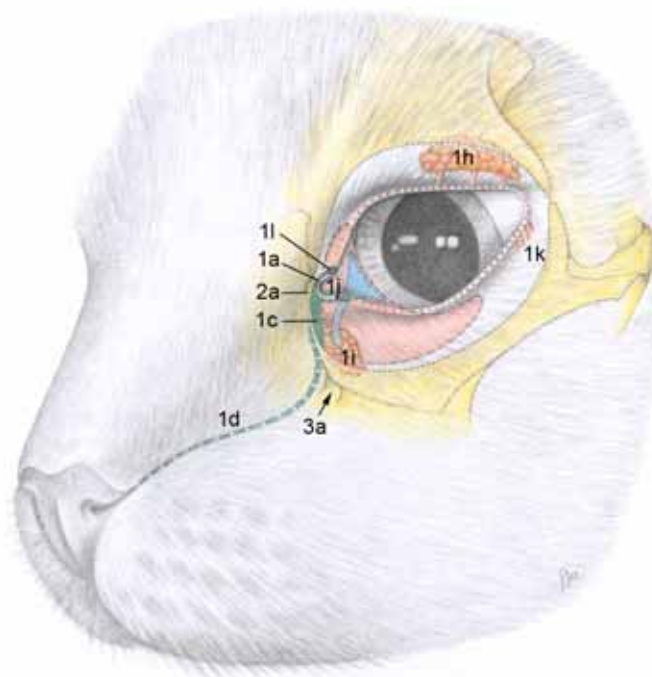
Die Gesamtheit aller Strukturen wird als Organum vomeronasale bezeichnet. Betrachtet man allerdings nur den blind endenden Schleimhautsack, der mit Riechepithel ausgekleidet ist und in den Ductus incisivus mündet, so spricht man vom **Ductus vomeronasalis**. Weitere Bezeichnungen für den Ductus vomeronasalis sind auch Ductus nasalis des Jacobsonschen Organs, olfaktorischer Kanal oder Jacobsonscher Gang (NEGUS, 1958). Er formt mit seinen Axonen den N. vomeronasalis (siehe Punkt „Leitungsbahnen der Nasenhöhle“) (SCHALLER, 1992). Im Jacobsonschen Organ lösen **Pheromone** an chemischen Rezeptoren Signale aus, die über nervale Verbindungen zum Gehirn weitergeleitet werden (NICKEL und WILKENS, 1995). Das erfolgt über den N. terminalis, der sich sowohl im Organum vomeronasale als auch in der Nasenschleimhaut ausbreitet. Der Ductus vomeronasalis erhält bei den Haussäugetieren Anschluss an den Nasen- Gaumenkanal (Ductus nasopalatinus, **Ductus incisivus**) (NEGUS, 1958; SCHALLER, 1992; SMOLLICH und MICHEL, 1992). Der Ductus incisivus verläuft rostroventral von der Nasenhöhle durch die Fissura palatina zur Mundhöhle (Ausnahme Pferd) und mündet in einer Grube der Papilla incisiva (SCHALLER, 1992). Er verbindet die Nasen- und Mundhöhle und liegt rostral im Nasenhöhlenboden (NICKEL und

WILKENS, 1995). Somit bekommt das Organum vomeronasale indirekt Anschluss sowohl zur Mund- als auch zur Nasenhöhle (NEGUS, 1958).

Bei der **Katze** ist das Organum vomeronasale 10,4mm lang und hat einen Durchmesser von 31-40µm (NEGUS, 1958). Die Hauptblutversorgung wird von Ästen der A. sphenopalatina übernommen (SALAZAR et al., 1997). Es sei mit anderen erektilen Geweben (Schwelligeweben) vergleichbar und könne als physiologische Pumpe wirken.

Die **Funktion** des Jacobsonschen Organs besteht darin, nichtflüchtige Duftstoffe, die die Riechschleimhaut nicht erreichen, zu verarbeiten (SEIFERLE und BÖHME, 1992). Funktionell scheine auch das **Flehmen** eine Rolle zu spielen, wodurch nicht nur nichtflüchtige Substanzen in das Organ transportiert würden, sondern durch das Hochschieben der Oberlippe werde die Nasenhöhle verschlossen und der Geruchssinn ausgeschaltet. Dies begünstige die Wahrnehmung durch das Organ. Auch Katzen zeigen dieses Verhalten (Flehmen) (HART und LEEDY, 1987). Wie bei Huftieren, die auf Stimuli wie Pheromone reagierten, flehmen vor allem Kater bei Begegnungen mit dem anderen Geschlecht. Aber auch bei der Kätzin sei dieses Verhalten, zum Beispiel bei Uringeruch, wahrnehmbar. Das Flehmen sei ferner nicht nur von Stimuli beeinflusst, sondern auch von der gleichzeitigen Hormonlage.

2.2.8 Anatomie der ableitenden Tränenwege



Textabb. 10: Anatomie der ableitenden Tränenwege bei der Katze. (vgl. Klapplegende)
Zeichnung: Gisela Jahrmärker
(fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Die ableitenden Tränenwege (vgl. Textabb. 10 und 11 S. 33 und 35) gehören zur Gesamtheit des Tränenapparates, der aus Sekret produzierenden und Sekret ableitenden Anteilen besteht (PEIFFER et al., 1987; POELS und SIMOENS, 1994). Aus Gründen der Funktionalität und Verständlichkeit sei an dieser Stelle auch kurz auf den Drüsenanteil eingegangen.

Zu den Tränenflüssigkeit produzierenden (sekretorischen) Anteilen gehören bei der Katze die **Tränendrüse** (Glandula lacrimalis, —1h) (MICHEL, 1955; KÖNIG, 1992; SCHALLER,

1992; SEIFERLE und BÖHME, 1992; SCHILLER, 1998), die **Nickhautdrüse** (Glandula superficialis, —1i) (MICHEL, 1955; SCHILLER, 1998), die bei der Katze gut ausgebildet ist, (BARNETT und CRISPIN, 1998) sowie die **Tränenkarunkel** (Carunculae lacrimalis, Textabb. 10 S. 33, —1j) (MICHEL, 1955; SCHALLER, 1992). Das Sekret dieser Drüsen dient der Feuchterhaltung der Bindehaut und Bulbusoberfläche sowie der Reinigung des Konjunktivalsackes (SMOLLICH und MICHEL, 1992). Die neuronale Kontrolle für die Sekretion der Glandula lacrimalis umfasst corneale und konjunktivale afferente Fasern des N. trigeminus (→N. trigeminus → N. ophthalmicus (V1) → N. lacrimalis) und efferente parasymphatische Fasern, die über den N. facialis kommen und die Tränendrüse erreichen (PEIFFER et al., 1987). Die Blutversorgung dieser Drüse erfolgt über die A. lacimalis, die einen Ast der A. ophthalmica externa darstellt (SCHILLER, 1998). Die **Tränenflüssigkeit** ist farblos, eiweißarm und enthält etwa 1% NaCl, was zum salzigen Geschmack des Sekretes beiträgt (SMOLLICH und MICHEL, 1992). Bei der Katze fehlt dem Sekret das Enzym Lysozym (SCHILLER, 1998). Die Flüssigkeit entweicht bei der Tränendrüse durch zwei bis drei Ausführungsgänge bzw. bei der Nickhautdrüse durch zwei bis drei Ausführungsgänge, welche in den Konjunktivalsack (Fornix conjunctivae) des jeweiligen Augenlides münden (MICHEL, 1955). Durch den Lidschlag verteilt sich das Sekret über die gesamte Hornhautoberfläche (SMOLLICH und MICHEL, 1992). Zum sog. Tränenfilm (Öl in Wasser-Emulsion) tragen neben den Tränendrüsen auch noch Meibomsche Drüsen (SCHILLER, 1998), (= Tarsaldrüsen, Glandulae tarsales, Textabb. 10 S. 33, —1k) und die übrigen Lidranddrüsen, wie zum Beispiel Glandulae ciliares und Glandulae sebaceae, bei (SCHALLER, 1992).

Die **ableitenden Tränenwege** bestehen aus den Tränenpunkten, den Tränenröhrchen, dem Tränensack und dem Tränennasenkanal (KÖNIG, 1992; SCHILLER, 1998; SEIFERLE und BÖHME, 1992). Im medialen Augenwinkel sammelt sich die von den Drüsen abgegebene Tränenflüssigkeit wieder (SCHILLER, 1998) und wird über die **Tränenpunkte** (Puncta lacrimalia, Textabb. 10 S. 33, —1l) abgeleitet (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003). Diese liegen unpigmentiert mit einer spitzovalen Öffnung seitlich der Tränenkarunkel (MICHEL, 1955), am Innenrand des oberen und unteren Augenlides (KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003), etwa 2mm vom medialen Kantus entfernt (BARNETT und CRISPIN, 1998). Sie haben einen Durchmesser von ca. 0,7mm (BREIT et al., 2003) bzw. eine durchschnittliche Länge von 1,1mm und können fehlen (POELS und SIMOENS, 1994).

Die sich anschließenden **Tränenröhrchen** (Canaliculi lacrimales) laufen konvergierend weiter zum Tränensack (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973; OPPEL, 2002) und sind je 2 bis 4mm lang, mit einem Lumen von 0,4-0,6mm (MICHEL, 1955). Das Tränenröhrchen im oberen Augenlid (Canaliculus lacimalis superior, Textabb. 10 S. 33, —1a) zeigt einen stärkeren Bogen in seinem Verlauf als das untere (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973). Bei den Untersuchungen von BREIT et al. (2003) war das untere (4-5mm lange) Tränenröhrchen länger als das obere (2-3mm) und in seinem Verlauf bogenförmig, während das obere ziemlich gerade zum Tränensack verlief.

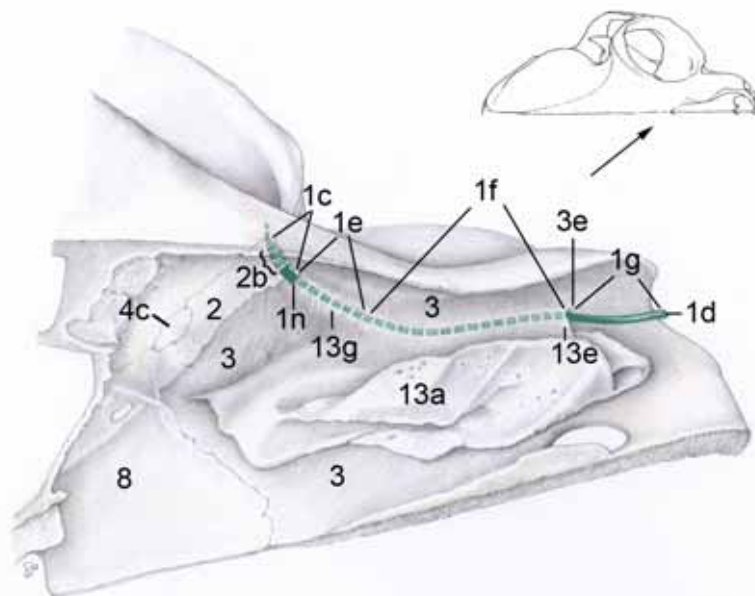
Beide Tränenkanälchen münden in den **Tränensack** (Saccus lacimalis, Textabb. 10 S. 33, —1c), der in dem knöchernen Tränentrichter (Fossa sacci lacimalis, Textabb. 11 S. 35, —2b) liegt (SCHALLER, 1992; BREIT et al., 2003). Der Tränensack ist kegelförmig (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973). BREIT et al. (2003) beschrieben, dass der Tränensack in seiner Größe von länglich über kegelförmig bis annähernd rund variiert, was nicht von der Schädelform abhängt. Sein Durchmesser beträgt ungefähr 1,5mm (MICHEL, 1955;

KÜPPER, 1973; OPPEL, 2002). Er sei nur rudimentär angelegt (BARNETT und CRISPIN, 1998) und nicht eindeutig vom Tränennasengang abgrenzbar (POELS und SIMOENS, 1994).

Der am Tränensack entspringende **Tränennasengang** (Ductus nasolacrimalis, Textabb. 11, —1d) kann in drei unterschiedliche Abschnitte eingeteilt werden (BREIT et al., 2003). Im ersten Abschnitt (Textabb. 11, —1e) umgibt ein knöcherner Kanal (Canalis lacrimalis) den Tränennasengang (BREIT et al., 2003), der mit dem Foramen lacrimale beginnt (SCHALLER, 1992; BREIT et al., 2003). Dieser knöcherne Kanal wird zu einem großen Teil von der Maxilla (Os maxillare, Textabb. 11, —3) gebildet (POELS und SIMOENS, 1994). An der Crista conchalis (Textabb. 11, —3e) der Maxilla entspringt das ventrale Nasenmuschelbein (Os conchae nasalis ventralis, Textabb. 11, —13a) (SCHALLER, 1992) mit seiner Basallamelle (Textabb. 11, —13e). Diese Basallamelle bildet im hinteren Bereich der Nasenhöhle die mediale Wand des Tränennasengangskanals (LOEFFLER, 1959; BREIT et al., 2003) und liegt der Innenfläche des Os maxillare breit an (LOEFFLER, 1959).

Im zweiten Abschnitt (Textabb. 11, —1f) liegt der Tränennasengang ventral der Basallamelle der Concha nasalis ventralis und wird außen von der Maxilla begrenzt (BREIT et al., 2003).

Im dritten Abschnitt (Textabb. 11, —1g) fehlt die dorsale Begrenzung der ventralen Nasenmuschel und der Tränennasengang wird medial ausschließlich von Schleimhaut bedeckt (BREIT et al., 2003).



Textabb. 11: Darstellung der ableitenden Tränenwege bei der Hauskatze und deren Bezug zu angrenzenden knöchernen Strukturen im Medianschnitt nach Entfernung des Nasenseptums und der Siebbeinmuscheln. Dorsomediale Ansicht. Zeichnung: Gisela Jahrmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

Lokalisiert ist der Beginn des Tränennasenganges etwa in Höhe des zweiten prämolaren Backenzahnes (KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003). Die Länge des knöchern verlaufenden Kanals betrage ca. 1/3 der Gesamtlänge (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003). Lateral ist das erste Drittel des Kanals somit knöchern von der Maxilla und dorso- sowie ventromedial von der Basallamelle der Concha nasalis ventralis (Textabb. 11, —13g, Maxilloturbinale) begrenzt, wodurch die Kanalform zustande kommt (BREIT et al., 2003). Bei 50% der Katzen sei allerdings am kaudalen Ende der Basallamelle nur eine Schleimhautbedeckung anstelle des knöchernen Verschlusses durch die Concha nasalis ventralis zu verzeichnen, was nicht von der Schädelform abhängig war. Anschließend verläuft der Tränennasengang durch ein waagerechtes Rohr, das nur noch aus Schleimhaut besteht (KÜPPER, 1973). BREIT et al. (2003) beschreiben die letzten zwei Drittel genauer, wonach das zweite, mittlere Drittel des Tränennasenganges ventral der Basallamelle der

Concha nasalis ventralis (Maxilloturbinale) gelegen sei. Im letzten Drittel, rostral dieser Muschel, sei der Tränennasengang medial ausschließlich von Schleimhaut bedeckt gewesen. Er senkt sich auf Höhe des Caninus in den Nasenknorpel ein (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973). Unter der Flügelfalte verläuft der Gang ventral und mündet im Nasenvorhof unterhalb dieser Falte (KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003) am Übergang zwischen pigmentierter und unpigmentierter Schleimhaut (MICHEL, 1955; OPPEL, 2002). Bei der Katze verläuft der Tränennasengang ununterbrochen bis zum Nasenvorhof (MICHEL, 1955; KÜPPER, 1973; BREIT et al., 2003). Im gesamten Verlauf zeigt der Tränennasengang einen Winkel von etwa 90° (KÜPPER, 1973). Allerdings ist der Verlauf des Ganges stark von der Schädelform abhängig (BREIT et al., 2003). Ein wie von KÜPPER (1973) angegebener rechtwinkliger Verlauf wird von OPPEL (2002) nur bei Katzen mit keilförmiger Kopfform bestätigt. BREIT et al. (2003) beschreiben einen dorsal geöffneten Bogen bei meso- und dolichocephalen Katzenrassen, wobei der absteigende Ast rostroventral gerichtet sei und der Hauptteil eher parallel und horizontal zum harten Gaumen verlaufe. Demnach sei das Foramen lacrimale bei diesen Katzenrassen oberhalb des Hauptteiles des Tränennasenganges situiert.

Bei Tieren mit einem verkürzten Gesichtsschädel, **Brachycephalie**, käme eine rechtwinklige bis spitzwinklige Neigung des Tränennasenganges zustande. Die Biegung verlaufe zwischen dem absteigenden Ast (vom Foramen lacrimale aus) und dem Hauptast, der von der Concha nasalis ventralis (Maxilloturbinale) begrenzt sei. Dieser Teil sei gegenüber dem harten Gaumen enorm verbogen und würde bei höhergradiger Brachycephalie sogar über dem Level des Foramen lacrimale aufsteigen, sodass die Nasenhöhle oberhalb des Levels des Foramen lacrimale erreicht werde. Demnach stimme der Verlauf des Ductus nasolacrimonalis mit der steileren Ausrichtung der Concha nasalis ventralis überein.

Durch die Lage der Mündung des Tränennasenganges kann es bei entzündlichen Schwellungen der Nasenschleimhaut zu einer Behinderung beim Abfluss der Tränenflüssigkeit kommen (GRAUMANN und SASSE, 2004). Ein Rückstau der Flüssigkeit könne zum Tränen der Augen führen.

2.2.8.1 Untersuchungen der ableitenden Tränenwege

Allgemein gehören Untersuchungen der ableitenden Tränenwege zur Routinediagnostik in der tierärztlichen Praxis (KÜPPER, 1973; BARNETT und CRISPIN, 1998). Hierbei gibt man eine Farblösung (Fluoreszein) in den Konjunktivalsack, oder kanalisiert die einzelnen Tränenpunkte und prüft die Durchlässigkeit des Tränennasenganges (KÜPPER, 1973; MARTIN und DIETRICH 2003). Erscheint der Farbstoff am Nasenloch ist eine ungehinderte Passage bewiesen (KÜPPER, 1973; BARNETT und CRISPIN, 1998; MARTIN und DIETRICH, 2003). Erscheint es jedoch nicht am Nasenloch, so bedeutet dies nicht zwingend, dass der Tränennasengang verstopft ist (BARNETT und CRISPIN, 1998). Eine Erweiterung der Untersuchungsmethode stellt die **Dakryographie** dar, bei der der Tränennasengang nach Kontrastmittelapplikation röntgenologisch dargestellt wird (GELATT et al., 1972; KÜPPER, 1973). Die Untersuchung ermöglicht die Lokalisation von Obstruktionen, die Differenzierung einer partiellen oder kompletten Obstruktion und die Visualisierung von Veränderungen wie Dilatationen, Abweichungen, Konstriktionen und Agenesie der Tränenwege (GELATT et al., 1972). Für die bei extrem kurzschädelligen Rassen häufig auftretende Epiphora (siehe Punkt „Gesundheitliche Leiden bei Brachycephalie“) bietet die röntgenologische Darstellung des Tränennasenganges die

diagnostische Möglichkeit, Verlegungen und Atresien auszuschließen (KÜPPER, 1973). Ferner wird die Dakryoskopie bei der Diagnose von Stenosen, Ektasien, Fisteln (KÜPPER, 1973), Entzündungen und Tumoren (GELATT et al., 1972) angewendet. Sie erleichtert außerdem die Untersuchung vor einer anstehenden Operation in diesem Bereich (GELATT et al., 1972). Dakryographische Untersuchungen liegen bei der Katze beispielsweise von GELATT et al., (1972), KÜPPER (1973), LIPPERT (1992), BREIT et al. (2003) und OPPEL (2002) vor. LIPPERT (1992) beschreibt allerdings erhebliche Probleme in der Durchführung, sodass nur ein kleiner Abschnitt des ableitenden Tränensystems, nämlich ein Teil des Ductus nasolacrimalis, dargestellt werden konnte. Bei GELATT et al. (1972) gelang die Dakryographie nur bei der Kurzhaar- Hauskatze und nicht bei der **Perserkatze**, was er auf Variationen im Vergleich zur Kurzhaar- Hauskatze zurückführte. Die ableitenden Tränenwege der Perserkatze wurden bisher nur röntgenologisch im Rahmen einer Doktorarbeit (OPPEL, 2002) mit anschließender Veröffentlichung (BREIT et al., 2003) untersucht.

In der Humanmedizin ist die Nutzung der Computertomographie zur Darstellung des ableitenden Tränensystem gängige Praxis und wird als „**Computed tomographic-dacryocystography (CT-DCG)**“ bezeichnet (ASHENHURST et al., 1991; WAITE et al., 1993; GLATT, 1996). In der Veterinärmedizin beschreiben NYKAMP et al. (2004) erstmals diese Anwendung bei drei Hunden und einem Pferd. Bei der **Katze** liegen computertomographische Untersuchungen des ableitenden Tränenapparates bis jetzt noch nicht vor.

Bei der **röntgenologischen Darstellung** der ableitenden Tränenwege (**Dakryographie, bzw. Dakryozystographie**) der Katze stellt sich der mit Kontrastmittel (Bariumsulfat) gefüllte Tränennasengang als Verschattung dar (OPPEL, 2002). Im laterolateralen (lateralen) Strahlengang projiziert sich der Tränennasengang auf der Hälfte zwischen Os nasale und Os palatinum (BREIT et al., 2003). Er sei durch das Siebbeinlabyrinth, die Concha nasalis ventralis (Maxilloturbine) und das Os maxillare überlagert gewesen. Auch die Tränennasengänge der rechten und linken Seite überlagern sich häufig (OPPEL, 2002). Zur Abbildung kommen die Canaliculi lacrimales, der Saccus lacrimalis (OPPEL, 2002), der in Richtung P2 verlaufende Teil des Tränennasenganges, die erste Biegung und der anschließende leichte Bogen zum Oberkiefertrand, über die Wurzelspitze des Caninus hinweg (KÜPPER, 1973). Der kürzere, absteigende Abschnitt des Tränennasenganges verläuft in ventrale Richtung zum P2, wobei der weitere Verlauf von der Schädelform abhängig ist (OPPEL, 2002) (siehe „Anatomie der ableitenden Tränenwege“). Bei der Röntgenaufnahme sollte der Kiefer möglichst offen sein, da sich der Tränennasengang sonst nur undeutlich von den Schädelknochen und der Knorpelmasse der Nase absetzt (KÜPPER, 1973). Bei Darstellungen im dorsoventralen (sagittalen) Strahlengang war der Tränennasengang hauptsächlich vom Unterkiefer, den prämolaren Backenzähnen und der Caninuswurzel überlagert (BREIT et al., 2003). Auf den beginnenden Teil des absteigenden Astes projiziert sich der P3. Danach verlief der Gang medial zur Außengrenze des P2 in Richtung Caninus und ende annähernd auf halbem Weg zwischen Caninus und I3. Im sagittalen Strahlengang ergibt sich nur vom letzten Teil des Tränennasenganges ein befriedigendes Bild (KÜPPER, 1973). Der übrige Teil des Ganges werde völlig vom Schatten des Caninus überdeckt.

Bei **brachycephalen Katzenrassen** ist der Winkel zwischen auf- und absteigendem Ast des Tränennasenganges direkt mit der Verkürzung des Gesichtsschädels assoziiert, wobei mit

zunehmendem Grad der Verkürzung auch der Winkel beider Äste immer spitzer wird (BREIT et al., 2003). Dieser spezifische spitzwinklige Verlauf könne den Abfluss der Tränenflüssigkeit ungeachtet des Lumendurchmessers behindern.

2.2.9 Lymphabfluss aus dem Bereich der Nase

Am Kopf werden drei Lymphzentren unterschieden, das Lymphocentrum parotideum, das Lymphocentrum mandibulare und das Lymphocentrum retropharyngeum (VOLLMERHAUS und ROOS, 1996). Alle Lymphknoten am Kopf der Katze seien mehr oder weniger miteinander verbunden. Dem Lymphocentrum parotideum würde über die Ohrspeicheldrüsenlymphknoten (**Lnn. parotidei**), die ventral des Kiefergelenkes oder in der Glandula parotis liegen, die Lymphe aus dem Tränenapparat zugeführt werden. Dem Lymphocentrum mandibulare würde über die Kehlganglymphknoten (**Lnn. mandibulares** und **Lnn. mandibulares accessorius**) die Lymphe sämtlicher Kopfdrüsen, der Haut der Nase, des Naseneinganges und des vorderen Teils der Nasenhöhle zugeführt werden. Im Lymphocentrum retropharyngeum liefe über die seitlichen und mittleren Schlundkopflymphknoten (**Lnn. retropharyngei laterales et mediales**) die Lymphe des Nasengrundes und der Nasennebenhöhlen zusammen. Der Truncus jugularis beginne bei der Katze am Ln. retropharyngeus medialis und transportiere die Lymphe zum Venenwinkel.

2.3 Bildgebende Diagnostik zur Darstellung der Nasen- und Nasennebenhöhlen

Erkrankungen der oberen Atemwege bei der Katze, insbesondere im Nasenbereich werden in der tierärztlichen Praxis häufig vorgestellt (KRESKEN et al., 2000) und ausführlich in den klinischen Lehrbüchern beschrieben (BALLAUF, 1996; HEDLUND und TABOADA, 2002; RADFORD et al., 2003; KRAFT, 2003; KING, 2004). Die Krankheitssymptome, -ursachen und -therapien sind mannigfaltig. Eine kurze Übersicht über Erkrankungen der Nasen- und Nasennebenhöhlen gibt folgende Zusammenstellung:

- Rhinitis
- Sinusitis
- Pilzinfektionen
- Fremdkörper
- Traumen
- Tumore
- Polypen
- Stenosen der Nasenlöcher und des Nasopharynx
- Brachycephalic Airway (Obstruction) Syndrome
- Parasiten
- Zahnerkrankungen (oronasale Fisteln u.a.)
- Kongenitale Missbildungen
- Dyskinesie der Zilien

Die bildgebende Diagnostik ist bei den meisten Erkrankungen unerlässlich. Sie ist als weiterführende Untersuchung hervorragend geeignet, eine differentialdiagnostische Abgrenzung vorzunehmen (HENNINGER, 2001). Zum Beispiel durch die Autoren FARROW et al. (1994), HENNINGER (1997), HENNINGER (2001); KITTNER et al. (2001), KRESKEN et al. (2000) und WHITE (2001) steht vielfältige Literatur über pathologische Veränderungen der Nasen- und Nasennebenhöhlen in der bildgebenden Diagnostik beim Kleintier zur

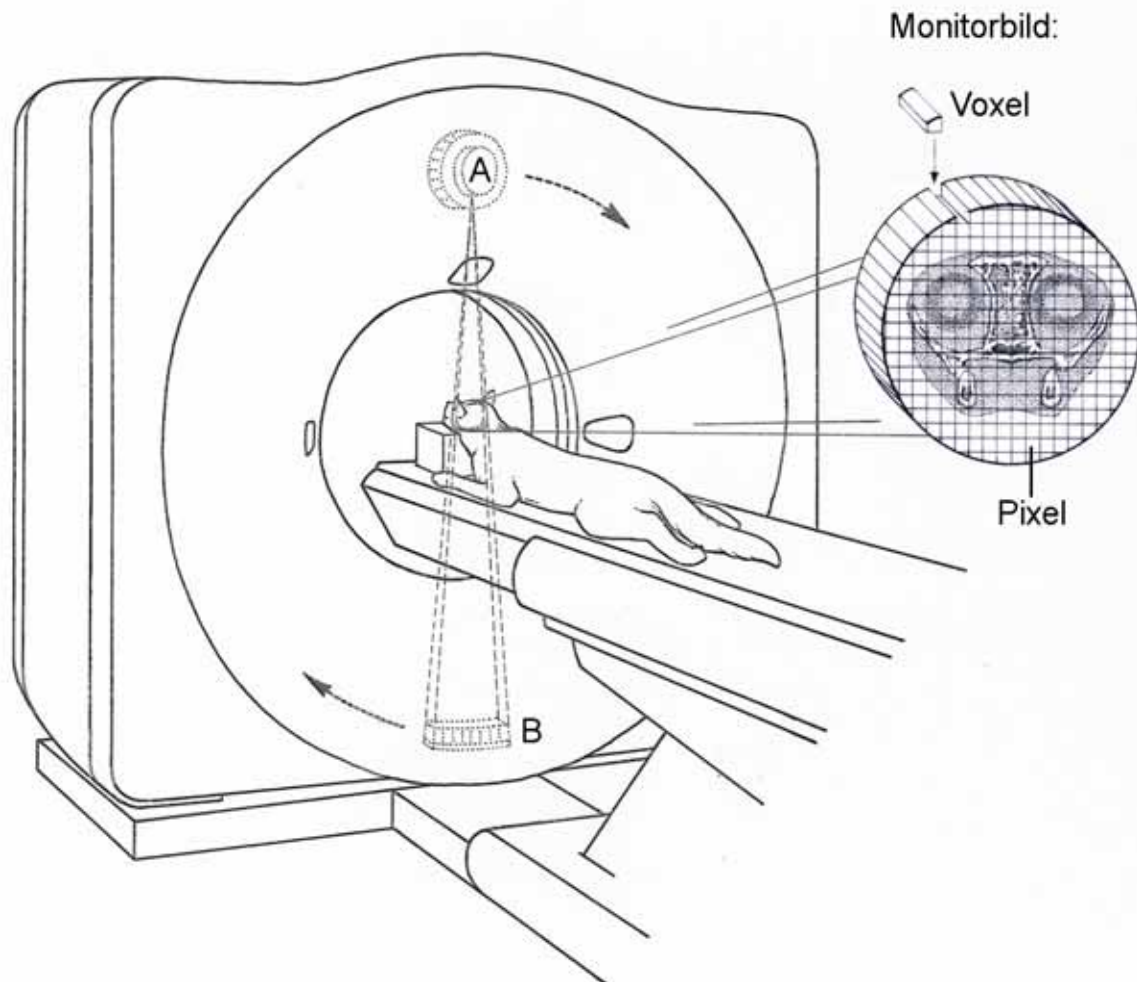
Verfügung. Man nutzt einerseits die auf Röntgenstrahlung basierenden, nicht invasiven Verfahren, wie die **Röntgenuntersuchung** und die **Computertomographie (CT)**. Andererseits steht die ebenfalls nicht invasive Methode der Kernspintomographie (**Magnetresonanztomographie, MRT**) zur Verfügung, die auf kernmagnetischer Resonanz beruht. Bei der **Rhinoskopie** wird die Nasenhöhle mit Hilfe von optischen Instrumenten untersucht, wodurch dieses Verfahren einen invasiven Eingriff darstellt. Für alle Schnittbildverfahren (BURK und ACKERMANN, 1996; HENNINGER, 2001) sowie für die Rhinoskopie (KITNER et al., 2001) ist eine Allgemeinnarkose unverzichtbar. Bei der Röntgenaufnahme trägt eine Sedierung dazu bei, rascher und präziser zu lagern und somit das Untersuchungsziel besser zu erreichen (HENNINGER, 2001). Bei einer Spezialaufnahme der Stirnhöhlen in rostro-kaudaler Projektion sei ferner eine tiefe Sedierung oder Narkose erforderlich. Die Reihenfolge der Untersuchungen spielt für die Beurteilbarkeit eine wichtige Rolle (HENNINGER, 2001; KITNER et al., 2001). Die Röntgenuntersuchung dient als Basisuntersuchung und erfolgt zu Beginn der Diagnostik durch bildgebende Verfahren (HENNINGER, 2001). Im Anschluss würden als äußerst sensitive Verfahren die CT und/oder die MRT angewendet werden. Erst nach diesen Untersuchungsmethoden sollte die Endoskopie durchgeführt werden, da mögliche Blutungen oder andere Manipulationen Ursachen von Fehlinterpretationen sein können (HENNINGER, 2001; KITNER et al., 2001).

2.3.1 Computertomographie (CT) der Nasen- und Nasennebenhöhlen

Die vielseitigen **klinischen Anwendungsmöglichkeiten** in der Diagnostik der Nasen- und Nasennebenhöhlen mittels CT wurde in der Literatur bereits von einigen Autoren beschrieben. Als Beispiele seien hier die Diagnostik intranasaler Neoplasien (HENNINGER, 2001; OHLERT und KASER-HOTZ, 2001; MERTENS, 2002; SCHOENBORN et al., 2003) und Entzündungen (HENNINGER, 2001; SCHOENBORN et al., 2003), Aspergillose, Fremdkörper, der Übergriff von Zahnerkrankungen sowie Traumata und Nasenbluten genannt (HENNINGER, 2001). Auch in Bezug auf die Operationsplanung ist die CT durch ihre Genauigkeit bei der Lokalisation von Tumoren sehr nützlich (THRALL et al., 1989).

Zur besseren Veranschaulichung und Übersicht soll an dieser Stelle auch auf die **Funktionsweise und Nomenklatur der CT** eingegangen werden. Für die Einarbeitung in die Computertomographie, ihre physikalischen Grundlagen, Untersuchungsstandards beim Kleintier sowie für ihre Funktionsweise steht eine große Literaturliste zur Verfügung (HENNINGER, 2001; HENNINGER und PAVLICEK, 2001; HENNINGER, 2002; HOFER, 2000, SCHWARZ, 2002). In der Textabbildung 12 (S. 40) wird dargestellt, dass eine Röntgenröhre zu zahlreichen gegenüberliegenden Detektoren angeordnet ist und mit dieser in Verbindung steht (HOFER, 2000). Die Röhre rotiere im Kreis um den Patienten und gebe dabei kontinuierlich Röntgenstrahlung in Form eines Fächerstrahles mit voreingestellter Breite (Schichtdicke) ab. Der zwischen Röntgenröhre und Detektoren gelagerte Patient absorbiere einen Teil der Strahlung, wodurch nur noch ein abgeschwächter Strahlenanteil auf die Detektorreihen treffe (= Schwächungsprofile). Diese ankommenden Daten würden mehr oder weniger schnell, in Abhängigkeit der Rechenleistung, ausgewertet und das entsprechende Monitorbild rekonstruiert. Auf diese Art und Weise gelangt das Bild, (wie etwa beim Schneiden eines Brotes „Scheibchen für Scheibchen“) auf den Monitor zur bildlichen Darstellung. Diese „Brotscheibe“ (Körperschicht mit einer festzulegenden Dicke,

=Schichtdicke) werde in der Auflösung von 512x512 Bildpunkten (Pixel) als CT-Bild dargestellt. Dabei sei jedoch zu beachten, dass eine solche „Scheibe“ zwar als Bildpunkt dargestellt werde, sich dahinter aber gemittelte Dichtewerte von Volumenelementen (Voxel) verbergen, die zweidimensional zur Abbildung gebracht werden müssen.



Textabb. 12: Darstellung der Funktionsweise des Computertomographen in Anlehnung an Hofer (2000). A = Röntgenröhre; B = gegenüberliegende Detektoren.
Zeichnung: Gisela Jahmärker (fachliche Betreuung: Claudia Nöller)

In der anschließenden Befundung werden Veränderungen oder Strukturen im Vergleich zur Umgebung im CT-Bild bezeichnet (ROTHER, 2001). So werde eine Veränderung mit einem geringeren Absorbtiionsverhalten als die Umgebung als **hypodens**, eine mit gleichartigem Absorbtiionsverhalten als **isodens** und eine mit erhöhtem Absorbtiionsverhalten als **hyperdens** bezeichnet.

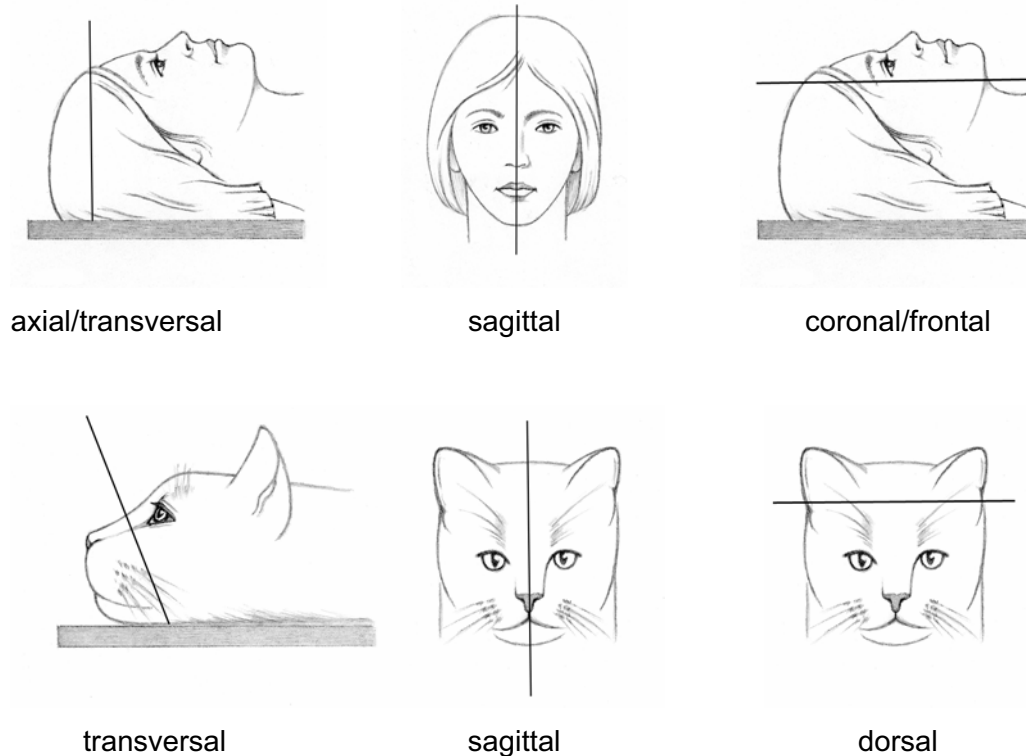
Bei der Art der Darstellung von CT-Bildern werden **drei Ebenen im Raum** unterschieden (vgl. Textabb. 13 S. 41). In der Regel werden transversale Bilddatensätze im CT aufgenommen und die weiteren Ebenen aus diesem Datensatz mittels Multiplanarer Rekonstruktion (MPR) errechnet (GLENN et al., 1979; HOFER, 2000).

Die Schnitfführung am Kopf des Kleintieres erfolgt in der Computertomographie überwiegend **transversal** (HENNINGER, 1997; SCHWARZ, 2002). Man könne auch von einer axialen

Schnittebene (axial plan) sprechen (HENNINGER, 1997; SCHWARZ, 2002), obwohl dies der in der Humanmedizin üblichen Nomenklatur am Kopf entspricht.

Die sogenannte **sagittale** Schnittführung entspricht einer Positionierung des Patienten quer zur Längsachse des CT-Tisches (HENNINGER, 1997).

Die dritte Ebene im Raum wird **dorsale** Schnittführung genannt (SCHWARZ, 2002) und entspricht der coronalen (frontalen) Schnittebene beim Menschen (HOFER, 2000).



Textabb. 13: Gegenüberstellung der Unterschiede in der Bezeichnungen der Schnittebenen beim Menschen im Vergleich zum Tier.

Die **computertomographische Untersuchung** der Nase- und Nasennebenhöhlen erfolgt bei der Katze in Narkose und bevorzugt in Brust-Bauchlage (LOSONSKY et al., 1997; HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Der Kopf wird symmetrisch und der harte Gaumen parallel zum CT-Tisch gelagert, sodass eine Aufnahme 90° zum Os palatinum erfolgen kann (LOSONSKY et al., 1997; HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Alle bisher publizierten CT-Untersuchungen im Untersuchungsgebiet der Nasen- und Nasennebenhöhlen bei der Katze (LOSONSKY et al., 1997; HENNINGER, 1997; KOCH et al., 2002; KÜNZEL et al., 2002; SHOJAEI et al., 2003) wurden im perpendicularen Strahlengang, mit 90° auf den harten Gaumen gescannt, was dem Strahlengang wie er beim Hund angewendet wird, entspricht (HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Die Untersuchungsregion der Nase und deren Nebenhöhlen wird für die CT-Untersuchung beim Hund genau beschrieben und standardisiert (HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Für die Katze fehlen diese Angaben in der Literatur.

Zu Beginn der CT-Untersuchung der Nasen- und Nasennebenhöhlen werden zwei **Topogramme** (Scout, Pilot) erstellt (HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Die **Schnittbreite** und der **Tischvorschub** seien beim kleinen Hund (5kg) 2mm. LOSONSKY et al. (1997) beschreiben bei der Katze eine Schnittbreite und einen Tischvorschub von 1,5mm. Das bedeutet, dass der Röntgenstrahl auf 1,5mm gebündelt wird (= Schnittbreite,

"Scheibchenbreite") und sich der Tisch nach einem Röhrenumlauf um 1,5mm vorschiebt (= Tischvorschub/Schnittintervall), um dann die nächste Aufnahme zu machen (HENNINGER und KNEISSL, 2004). Dies passiere etwa wie beim "Stop and go" auf der Autobahn und entspräche einer Schnittführung Schicht an Schicht. Im Gegensatz dazu erfolgt bei der Spiral-CT-Technologie ein kontinuierlicher Tischvorschub (= Helix oder Spirale) mit überlappenden Schichten (HOFER, 2000). Der Vorteil dieser Methode läge vor allem darin, dass nur ein einziger Volumendatensatz akquiriert wird, der eine eventuell folgende Nachberechnung lückenlos möglich mache.

Die Strahlung, die nach Resorption durch das Gewebe auf die Detektoren trifft, wird im resultierenden Monitorbild als Grauwert dargestellt (vgl. Textabb. 13 S. 41; HOFER, 2000). Heutige Geräte stellen so bis zu 4096 verschiedene Grauwerte dar, die die unterschiedlichen Dichtewerte des Gewebes in Hounsfield-Einheiten (HE) repräsentierten. Das menschliche Auge könne jedoch, in Abhängigkeit der Lichtverhältnisse in der Umgebung, nur 20-50 Grauwerte unterscheiden, obwohl am Monitor bis zu 256 Grauwerte dargestellt würden. Die im Körper vorkommenden Dichtewerte beschränkten sich jedoch auf einen engen Bereich, der mit einer speziellen Technik, **Fenstertechnik**, betrachtet werden könnte. Die mittlere Fensterlage (Window level; WL) werde dort gewählt, wo der Dichtebereich des zu untersuchenden Gewebes läge. Die Fensterbreite (Window width, WW) habe Einfluss auf den Kontrast des Bildes. Bei der folgenden Bildbeurteilung sollte der Befunder darauf achten, dass die Bilder in mindestens zwei verschiedenen Fenstern betrachtet werden (HENNINGER und PAVLICEK, 2001; HOFER, 2000).

Für viele CT-Untersuchungen sind **Kontrastmittelserien** unmittelbar an die Nativserie erforderlich (HENNINGER und PAVLICEK, 2001) und erlauben dem Tierarzt Rückschlüsse auf die Natur von pathologischen Veränderungen (HENNINGER, 1997). Bei der Verwendung eines Kontrastmittelinjektors könne dieser bei der Untersuchungsregion der Nase- und der Nasennebenhöhlen direkt mit dem Schichtbeginn der Kontrastserie gestartet werden.

Bei der **Auswertung der CT-Bilder** stellen sich die Nase und die Nasennebenhöhlen beim Kleintier als gut luftgefüllte Bereiche dar (HENNINGER, 1997). Die Gewebedichtemessung in Hounsfield-Einheiten (HE) ergebe für die Nasenschleimhaut einen Wert von +45 bis +60 HE in der Nativ-Untersuchung (ohne Kontrastmittel). Bei Entzündungen der Nasenschleimhaut (Rhinitis, Sinusitis) komme es zu Schwellungen und somit zu einer Dickenzunahme der betroffenen Schleimhaut. In chronischen Fällen seien ein Verlust der Nasenmuschelstruktur und ein vermehrter Luftgehalt zu verzeichnen, wobei die Diagnose aufgrund ihrer Ähnlichkeit zu neoplastischen Veränderungen durch eine Biopsie abgeklärt werden solle. Tumore der Nasenschleimhaut seien zum einen durch Kontrastmitteluntersuchungen zu erkennen und zum anderen dadurch, dass sie die Nasenhöhle und deren Nebenhöhlen unilateral ausfüllen, bzw. durch die Scheidewand durchbrechen.

2.3.2 CT-Schnittbildanatomie der Nasen- und Nasennebenhöhlen bei der Katze

Obwohl in der Literatur diverse pathologisch veränderte CT-Darstellungen im Bereich der Nasen- und der Nasennebenhöhlen zu finden sind (siehe oben), besteht ein Defizit in der exakten Darstellung der computertomographisch- anatomischen Verhältnisse dieser Region, insbesondere bei der Perserkatze.

Eine umfangreiche schnittbildanatomische Arbeit zur Anatomie der Nase- und der Nasennebenhöhlen sowie der ableitenden Tränenwege bei der Hauskatze mittels direktvergrößernder Mikrofokus- Röntgentechnik liegt von **LIPPERT (1992)** vor (vgl. auch

Tab. 2-6). In der Arbeit werden sowohl transversale, sagittale als auch dorsale Mikrofokus-Röntgen-Schnittbilder zur Abbildung gebracht und beschriftet. Des Weiteren ergänzen Fotos ebenfalls in allen drei Ebenen die Schnittbilder.

Jedoch gab es bis 1997 von der Katze noch kein publiziertes Material der normalen Anatomie in der Computertomographie (LOSONSKY et al., 1997). Deshalb dokumentierten **LOSONSKY et al. (1997)** die Anatomie der Katzennase von drei lebenden Hauskatzen mit gleicher Kopfform. Es kamen hauptsächlich transversale, jedoch auch je zwei sagittale, bzw. dorsale CT-Bilder zur Abbildung. Die Autoren wiesen außerdem schon 1997 darauf hin, dass sich die anatomischen Verhältnisse der Nasen- und Nasennebenhöhle bei der Perserkatze von der „Normal- Anatomie“ unterscheiden würden.

Danach erarbeiteten **KOCH et al. (2002)** eine morphologische Dokumentation der Nasennebenhöhlen bei der Katze, die jedoch nur drei CT-Abbildungen von rein knöchernen Schädelpräparaten enthielt. Sie gingen in ihrer Studie insbesondere auf geschlechtliche Unterschiede ein, wobei brachycephale Tiere hierbei nicht berücksichtigt wurden.

KÜNZEL et al. (2002) untersuchten zwar morphologische Besonderheiten bei brachycephalen Rassekatzen, zeigen aber nur je zwei computertomographische Abbildungen einer Perserkatze und einer Europäischen Kurzhaarkatze aus dem Bereich der Stirn- bzw. Keilbeinhöhle.

Ferner veröffentlichten **SHOJAEI et al. (2003)** eine sehr grobe Darstellung der Kopfgregion bei der Hauskatze, die nur vier CT-Bilder enthielt.

Die empfohlenen **Schichtdicken** bei den bisherigen CT-Untersuchung in der Region der Nase- und der Nasennebenhöhlen bei der Katze variieren zwischen 10mm (SHOJAEI et al., 2003), 2-10mm in Abhängigkeit des Gerätes (HENNINGER, 1997), 3mm (LIPPERT, 1992), 2mm (KÜNZEL et al., 2002), 1,5mm (LOSONSKY et al., 1997) sowie 1mm (KOCH et al., 2002).

Die **Fensterung** (Art der Grauwert-, bzw. Dichtedarstellung für den Betrachter) der CT-Bilder variiert in den Publikationen zwischen weichteilbetonten (LOSONSKY et al., 1997; SHOJAEI et al., 2003) und knochenbetonten (KOCH et al., 2002; KÜNZEL et al., 2002) Abbildungen. Hierbei enthielt jede Publikation jedoch entweder die eine oder die andere Fensterung, ohne dass ein direkter Vergleich beider Modi möglich war. Beim Hund wird jedoch empfohlen, bei jeder Untersuchung die gleiche Schichtfolge mit zwei Fenstervarianten zu betrachten (HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Hierbei handele es sich um ein schmales Weichteilfenster und ein weites Knochenfenster.

Beim Hund wird außerdem geraten, bei jeder Untersuchung die Region zuerst nativ und danach die gleiche Schichtabfolge nochmals mit **Kontrastmittel** zu untersuchen (HENNINGER und PAVLICEK, 2001). Jedoch sind in der Literatur bis zum jetzigen Zeitpunkt weder Kontrastmitteldarstellungen noch ausreichende Fensterdarstellungen der Region der Nasen- und Nasennebenhöhlen bei der Katze zu finden.

Im Vergleich zur Vielzahl der Erkrankungen und der diagnostischen Vorteile sowie Möglichkeiten der Schnittbildverfahren stehen nur sehr wenige bzw. gar keine Veröffentlichungen mit genauen anatomischen Darstellungen und standardisierten CT-Untersuchungen bei der Katze, insbesondere der Perserkatze, zur Verfügung. Einen Überblick über die bisher in der Literatur abgebildeten und beschrifteten schnittbildanatomischen Strukturen und die Defizite geben die Tabellen 3 bis 7 im Anhang wieder.