

Aus der Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde  
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. J. A. Werner  
des Fachbereichs Medizin der Philipps-Universität Marburg  
in Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Gießen und Marburg GmbH,  
Standort Marburg

**Analyse der radiologischen Anatomie  
der unteren Nasenmuschel in Relation zum Nasenseptum  
und der Nasenhaupthöhle mittels digitaler Volumentomographie**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin

dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

**Lena Balbach**

aus Nürtingen

Marburg 2012

Angenommen vom Fachbereichsrat Medizin der Philipps-Universität Marburg  
am: 21.02.2012

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. M. Rothmund

Referent: Prof. Dr. J. A. Werner

1. Korreferent: Prof. Dr. H. Korbmacher-Steiner

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>3</b>
<b>2. FRAGESTELLUNG</b>	<b>7</b>
<b>3. PATIENTEN UND METHODEN</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Patienten</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Die digitale Volumentomografie</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Methoden</b>	<b>12</b>
<b>4. ERGEBNISSE</b>	<b>17</b>
<b>4.1. Die Nasenmuschel</b>	<b>17</b>
4.1.1. Länge der Nasenmuschel in sagittaler Ausdehnung	17
4.1.2. Überstehende Mukosa am anterioren und posterioren Muschelende	18
4.1.3. Überstehende Mukosa nach caudal	19
4.1.4. Knochenlänge der Nasenmuschel in cranio-caudaler Richtung	20
4.1.5. Knochendicke der Nasenmuschel	21
4.1.6. Gesamtdicke der Nasenmuschel	22
4.1.7. Dicke der medialen Schleimhaut	23
4.1.8. Dicke der lateralen Schleimhaut	24
4.1.9. Ansatzwinkel	25
4.1.10. Überlegungen zum Nasenseptum	25
4.1.11 Dicke des knöchernen Septums	26
4.1.12. Dicke der Septumschleimhaut zur Seite der vermessenen Nasenmuschel	26
4.1.13. Gesamtdicke des Septums	27
4.1.14. Deviation des Septums	27
4.1.15. Die Dicke der gesamten Nasenmuschel in Korrelation zur Septumdeviation	28

<b>4.2. Das Nasenseptum</b>	<b>29</b>
4.2.1. Sagittale Septumlänge	29
4.2.2. Septumhöhe	29
4.2.3. Dicke des knöchernen Septums	30
4.2.4. Gesamtdicke des Septums	30
4.2.5. Seitliche Mukosadicke des Septums	31
4.2.6. Septumsporn	31
4.2.7. Septumdeviation	32
<b>4.3. Die Nasenhaupthöhle</b>	<b>33</b>
4.3.1. Höhe der Nasenhaupthöhle	33
4.3.2. Weite der Nasenhaupthöhlen auf Höhe des mittleren Nasengangs	34
4.3.3. Weite der Nasenhaupthöhlen an ihrer breitesten Stelle	34
4.3.4. Weite der rechten und linken Nasenhaupthöhle	35
<b>4.4. Besonderheiten</b>	<b>36</b>
<b>5. DISKUSSION</b>	<b>39</b>
5.1. Die Nasenmuschel	40
5.2. Das Nasenseptum	50
5.3. Die Nasenhaupthöhle	53
5.4. Die digitale Volumetomografie	57
<b>6. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>59</b>
<b>7. LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>63</b>
<b>8. ANHANG</b>	<b>70</b>
AKADEMISCHE LEHRER	
DANKSAGUNG	

## 1. Einleitung

Im Jahre 1882 beschrieb der österreichische Mediziner und Anatom Emil Zuckerkandl [49] als einer der Ersten die Anatomie der Nase und Nasennebenhöhlen in einer bis dahin noch nicht da gewesenen Ausführlichkeit. Seinen Ergebnissen konnte bis heute nur wenig Neues hinzugefügt werden [43]. Dabei untersuchte und verglich er nicht nur die unterschiedliche Anatomie der verschiedenen ethnischen Volksgruppen miteinander, sondern zog auch Vergleiche zu zahlreichen Tierarten, vor allem Primaten. Nach diesen Aufzeichnungen Ende des 19. Jahrhunderts wurden nur noch sehr wenige Berichte über die anatomischen Größen der unteren Nasenmuschel und der Nasenhöhle veröffentlicht. Zudem basieren die meisten Analysen auf Leichenstudien, die die Ausdehnungen der Weichteile nicht in vivo wiedergeben können. Vor allem jedoch wurden die radiologischen Dimensionen bisher noch nicht ausreichend bewertet.

Die radiologische Bildgebung der Nasenhöhle und der Nasennebenhöhlen ist heutzutage ein fester Routinebestandteil der Diagnostik in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Ein ganz alltägliches Problem ist hierbei die Verlegung der oberen Atemwege. Diese kann durch hypertrophe Nasenmuscheln und/oder Septumdeviationen begünstigt werden. Was früher lediglich mit konventionellen Röntgenaufnahmen oder Tomogrammen möglich war, kann heutzutage hochauflösend und in 3 Dimensionen mithilfe von Computertomografie (CT) und digitaler Volumetomografie (DVT) umgesetzt werden. Die digitale Volumetomografie ist eine Weiterentwicklung der Panoramaschichtaufnahme, die vor allem in der Zahnheilkunde genutzt wird. Heutige Systeme zeichnen sich durch schnelle Datenverarbeitung und geringe Strahlenbelastung aus. Somit kann meist mittels der digitalen Volumetomografie eine eindeutige Aussage über die exakten anatomischen Verhältnisse der knöchernen Strukturen gemacht werden. In den letzten Jahren war festzustellen, dass die digitale Volumetomografie auch in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde mehr und mehr Verbreitung fand. Weichteile, entzündliche und tumoröse Prozesse werden jedoch mit der Magnetresonanztomografie (MRT) genauer dargestellt.

Savvateeva und Mitarbeiter [41] berichteten über die gute Eignung der DVT bei der Vermessung der vorderen Riechrinne und Riechspalte. Bremke [11] zeigte, dass es mittels digitaler Volumetomografie möglich ist, alle wesentlichen chirurgischen

Landmarken der Nasennebenhöhlen und der vorderen Schädelbasis (Processus uncinatus, mittlere Nasenmuschel, Hallerzellen, Recessus frontalis, Arteria ethmoidalis anterior, Sinus sphenoidalis, Arteria carotis interna) in nur einer Aufnahme darzustellen. Dies bedeutet, dass die DVT ein geeignetes Mittel zur Vermessung der Nasenhöhle ist, da sie in der Lage ist, die komplexe Morphologie der Kopf-Hals-Region aufzuzeigen.

Die genaue anatomische Ausdehnung der unteren Nasenmuschel in Relation zum Nasenseptum sowie die Größenausdehnung der Nasenhaupthöhlen sollen im Folgenden dargestellt werden. Die diagnostische und therapeutische Relevanz der Anatomie wird anschließend diskutiert. Diese Ergebnisse können neue Hinweise für die Auswahl und gegebenenfalls Weiterentwicklung von Operationstechniken in der Nasenhaupthöhle geben, wie zum Beispiel Ausmaß und Lokalisation von Nasenmuschelreduktionen oder einer zusätzlich nötigen Septumplastik.

### **1.1. Die Anatomie und Physiologie der Nasenhaupthöhle**

Die Nasenhaupthöhle schließt nach ventral an das Vestibulum nasi an, das von den knorpeligen Teilen der äußeren Nase und dem Os nasale begrenzt wird. Die anteriore Öffnung eines mazerierten Schädels wird Apertura piriformis genannt. Die Nasenklappe oder das „innere Nasenloch“ ist die engste Stelle der Nasenwege und befindet sich am Übergang zwischen Naseneingang und Nasenhaupthöhle [38]. Die kraniale Begrenzung der Nasenhaupthöhle besteht aus dem Os frontale, das den Sinus frontalis birgt, dem Os ethmoidale mit der Lamina cribrosa und dem Os sphenoidale, das nach dorsal hin den Sinus sphenoidalis ausbildet. Hier mündet die Nasenhaupthöhle durch die Choanen in den Nasopharynx. Der Boden der Cavitas nasi wird von dem Os palatinum und der Maxilla gebildet. An der lateralen Nasenwand befindet sich das Os lacrimale, das Os ethmoidale, die Maxilla, das Os palatinum und das Os sphenoidale. Hier entspringt auch die untere Nasenmuschel als eigenständiger Knochen (Os turbinale), während die mittlere und obere Nasenmuschel zum Os ethmoidale gehören. Eine Concha nasalis suprema kann ebenso angelegt sein. Unter der unteren Nasenmuschel verläuft der Meatus nasi inferior, in den der Ductus nasolacrimalis mündet. Im Meatus nasi medius unter der mittleren Nasenmuschel liegt der Hiatus semilunaris. Hier, im Infundibulum ethmoidale drainieren die vorderen Siebbeinzellen sowie Kiefer- und Stirnhöhle.

Unterhalb der oberen Nasenmuschel im oberen Nasengang münden die hinteren Siebbeinzellen. Das Septum nasi, bestehend aus dem knöchernen Vomer, der knöchernen Lamina perpendicularis (Os ethmoidale) sowie dem knorpeligen Cartilago septi nasi, teilt die Nase medial in zwei Nasenhaupthöhlen.

Die Nase übernimmt als Eingang zu den Atemwegen die erste Filterfunktion der Atemluft. An den Vibrissen werden größere Schwebeteilchen abgefangen, kleinere Partikel bleiben an der Schleimschicht der Mukosa kleben und werden mit dem Zilienschlag rachenwärts befördert und verschluckt. Des Weiteren sorgt der Gefäßplexus für die Erwärmung der eingeatmeten Luft, die Sekrete der Glandulae nasales und der Becherzellen befeuchten diese. Neben dem Geruchseindruck ist die Nase außerdem für die Klangqualität von Sprache und Lauten mitverantwortlich. Die Nasenmuscheln dienen zum einen der Oberflächenvergrößerung und damit der Verbesserung der Klimafunktion und zum anderen der Erzeugung von turbulenten Strömungen innerhalb der Nase [37, 39]. Dadurch kann die Luft optimal erwärmt und befeuchtet werden. Der nasale Zyklus beschreibt das zyklische und seitenungleiche An- und Abschwollen der Nasenmuschelschleimhaut. Er dauert im Mittel etwa 3–4 Stunden [12].

Die Pars respiratoria der Nasenhöhle, die im Wesentlichen aus unterer und mittlerer Nasenmuschel sowie dem caudalen Teil des Septums besteht, ist von einem mehrreihigen zilientragenden Zylinderepithel mit schleimproduzierenden Becherzellen bedeckt. Der Zilienschlag befördert Staub und Sekret mit 700–1.000 Schlägen pro Minute rachenwärts [22]. Subepithelial finden sich die Glandulae nasales und ein dichtes Kapillarnetz, das in den Plexus cavernosus mündet. Dieser dient der Erwärmung der Atemluft und besitzt die Fähigkeit eines Schwellkörpers. Die Pars olfactoria findet sich vor allem auf der oberen Nasenmuschel, dem Nasendach und dem oberen Teil des Septums. Sie besteht ebenfalls aus mehrreihigem Zylinderepithel, jedoch ohne Zilien und Becherzellen. Dafür enthält sie die bipolaren Riechzellen, die das erste Neuron der Riechbahn darstellen.

Die Gefäßversorgung der inneren Nase erfolgt cranial durch die Arteria ethmoidalis anterior und Arteria ethmoidalis posterior (aus der Arteria carotis interna). Der untere Abschnitt der Nasenhaupthöhle ist Versorgungsgebiet der Arteria sphenopalatina, ein Endast der Arteria maxillaris (aus der Arteria carotis externa). Die sensible Innervation

der Nasenhaupthöhle erfolgt über den Nervus ophthalmicus und den Nervus maxillaris. Sekretorisch werden die Glandulae nasales durch den Nervus petrosus major (aus dem Ganglion pterygopalatinum) und den Nervus petrosus profundus (Ganglion cervicale) versorgt. Diese beiden Nerven werden zum Nervus vidianus zusammengefasst. Die Nervi olfactorii sind die ersten Neuronen der Riechbahn.

## **1.2. Die Geschichte der Nasenmuschelchirurgie**

Eine der ersten Aufzeichnungen über die Behandlung von Erkrankungen der Nase stammt aus dem Papyrus Ebers des alten Ägyptens. Es wird auf das letzte Viertel des 16. Jahrhunderts vor Christus datiert und ist mit ca. 3.600 Jahren einer der ältesten medizinischen Texte überhaupt. Es beinhaltet eine umfangreiche Rezept- und Formelsammlung unter anderem über die Behandlung von Schnupfen und anderen schmerzhaften Krankheiten in der Kopfregion. Außerdem berichtet es über die transnasale Entfernung des Gehirns vor der Mumifizierung eines Pharaos, ohne die Oberfläche des Kopfes zu beschädigen. Dies bedeutet, dass die Topografie des Gehirns, des Ethmoids und der Lamina cibrosa schon damals bekannt gewesen sein musste [43].

Im Jahre 1609 führte der Anatom Julius Casserius (Giulio Casserio) den Begriff „turbينات“ als Bezeichnung der Nasenmuscheln ein (lateinisch: Os turbinale; turbinate (engl. = gewunden), wobei er sich von der karibischen Auster (Caribbean conch shell; concha (lat. = Muschel) inspirieren ließ. Im Jahre 1879 entdeckte Vasili von Anrep die schmerzlindernde Wirkung des Kokains, das im Jahr 1884 von Carl Koller als Lokalanästhetikum eingeführt wurde. Dies vereinfachte die chirurgischen Eingriffe in der Nase erheblich.

Jones war im Jahre 1895 einer der Ersten, der eine Turbinektomie durchführte. Killian beschrieb 1900 die Entfernung von Teilen der mittleren Nasenmuschel bei chronischen Sinusitiden. Die Einführung der Röntgentechnik konnte zwar keine wesentlichen Erkenntnisse in der Anatomie liefern, jedoch wurde die Diagnostik von pathologischen Prozessen erheblich verbessert [43]. Mit der Erfindung des Endoskops und des Operationsmikroskops wurden der endonasalen Chirurgie ganz neue Möglichkeiten eröffnet.



## 2. Fragestellungen

Ziel der retrospektiven Analyse der Schnittbilder ist es, folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie groß ist die Längenausdehnung des Knochens und der Mukosa der unteren Nasenmuschel in antero-posteriorer Richtung?
2. Wie groß ist die Höhengausdehnung der unteren Nasenmuschel in cranio-caudaler Richtung, gemessen an vier definierten Messpunkten im antero-posterioren Verlauf?
3. Wie groß ist die Dicke des Knochens der unteren Nasenmuschel, bestimmt an der dicksten Stelle an den oben genannten Messpunkten?
4. Besteht eine Seitendifferenz zwischen rechter und linker Nasenmuschel sowohl in Bezug auf die Länge als auch auf die Höhe?
5. Wie groß ist die Dicke der Schleimhaut lateral und medial des Os turbinale sowie in der Gesamtdicke der Nasenmuschel an den oben genannten Messpunkten?
6. Besteht eine Seitendifferenz zwischen rechter und linker Nasenmuschel in Bezug auf die Schleimhautdicken?
7. Wie groß ist die Dicke des Nasenseptums an den genannten Punkten, gemessen auf Höhe des mittleren Nasengangs?
8. Wie groß ist die Dicke der Septumschleimhaut zur Seite der vermessenen Muschel sowie die gesamte Septumschleimhaut an den genannten Punkten, gemessen auf Höhe des mittleren Nasengangs?
9. Wie ist der Nasenseptumverlauf? Besteht eine Deviation? Wenn ja, zu welcher Seite und in welcher Auslenkung?

10. Besteht eine Korrelation zwischen der Größe der Nasenmuschel und einer eventuell vorhandenen Septumdeviation?
11. Wie groß ist der Ansatzwinkel der Nasenmuscheln an der lateralen Nasenwand, gemessen an den vier zuvor erwähnten Punkten?
12. Wie lang ist das Septum im antero-posterioren Verlauf?
13. Wie groß ist die Dicke des Septumknochens an vier definierten Punkten auf Höhe des mittleren Nasengangs?
14. Wie groß ist die Gesamtdicke und die Dicke der Mukosa zu jeder Seite des Septums?
15. Besteht eine Deviation an den oben genannten Messpunkten?
16. Ist ein Septumsporn zu erkennen und wenn ja, wie groß ist dieser sowohl an den erwähnten Punkten als auch an seiner größten Ausdehnung?
17. Wie groß ist die Höhe der Nasenhaupthöhle an den definierten Messpunkten des Septums?
18. Wie groß ist der Abstand von der rechten und linken lateralen Nasenwand zum Septum, gemessen auf Höhe des mittleren Nasengangs?
19. Wie groß ist der Abstand von der lateralen Nasenwand zur kontralateralen Nasenwand auf Höhe des mittleren Nasengangs sowie an der breitesten Stelle der Nasenhöhle an den vier vorgenannten Messpunkten des Septums in antero-posteriorer Richtung?
20. Sind sonstige anatomische Auffälligkeiten zu erkennen?
21. Sind geschlechtsspezifische Unterschiede erkennbar?

### **3. Patienten und Methoden**

#### **3.1. Patienten**

Insgesamt wurden 100 Patienten, davon jeweils 50 Frauen und 50 Männer, in die Untersuchung eingeschlossen. Die Schnittbilder der analysierten Patienten sind zwischen März 2008 und März 2009 angefertigt worden. Die Indikation für die radiologische Untersuchung bestand vor allem im Verdacht auf eine chronische Sinusitis sowie auf eine Nasenbein- oder Mittelgesichtsfraktur. Ausschlusskriterien waren Voroperationen wie vorausgegangene Eingriffe an den Nasennebenhöhlen, Septumplastiken und Nasenmuschelchirurgie. Die Daten von Patienten mit akuter oder chronischer Rhinosinusitis konnten wegen der unklaren Begrenzung der Mukosa zur Umgebung ebenfalls nicht verwendet werden. Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren wurden von der Studie ausgeschlossen. Das Durchschnittsalter der Patienten lag zum Zeitpunkt der Anfertigung der Schnittbilder bei 38,6 Jahren: ♀ 38,6 Jahre (zwischen 19 und 73 Jahren), ♂ 38,6 (zwischen 19 und 83 Jahren).

#### **3.2. Die digitale Volumentomografie**

Zur Erstellung der Schnittbilder wurde der 3D Accuitomo, Modell MCT-1, Typ EX-2 F17 (Morita, Kyoto, Japan) (Abb. 1) verwendet. Es besitzt eine D-051-Röntgenröhre von Toshiba. Die Röhrenspannung ist von 60–90 kV in 0,1-kV-Schritten einstellbar. Hier wurde diese auf 80 kV eingestellt. Die Stromstärke kann zwischen 1 und 10 mA (in 0,1-mA-Schritten) variiert werden. Für diese Aufnahmen betrug sie 8 mA. Die Fokusgröße des Gerätes beträgt 0,5 mm. Die Schnittbreite kann auf 0,08–2,0 mm eingestellt werden, wobei die Auflösung von 80 µm einem Voxel (Volumenpixel) entspricht. Das Gerät verfügt über einen 3,1-Al-Filter. Die effektive Strahlendosis einer 10x10-cm-Aufnahme liegt bei 7,6 mGy. Die Datenübertragung ist mithilfe des DICOM-Exports möglich.

Während der Aufnahme sitzt der Patient auf dem höhenverstellbaren Stuhl in einer aufrechten Position. Der Kopf kann mittels separat einstellbarer Kopf- und Kinnstütze fixiert werden. Die Region, von der die Aufnahme erstellt werden soll (ROI = region of

interest), kann manuell eingestellt werden und wird mit Laserhilfslinien auf die Haut des Patienten projiziert (Abb. 2).



Abb. 1: Accuitomo, Modell MCT-1, Typ EX-2 F17 (Morita, Kyoto, Japan)

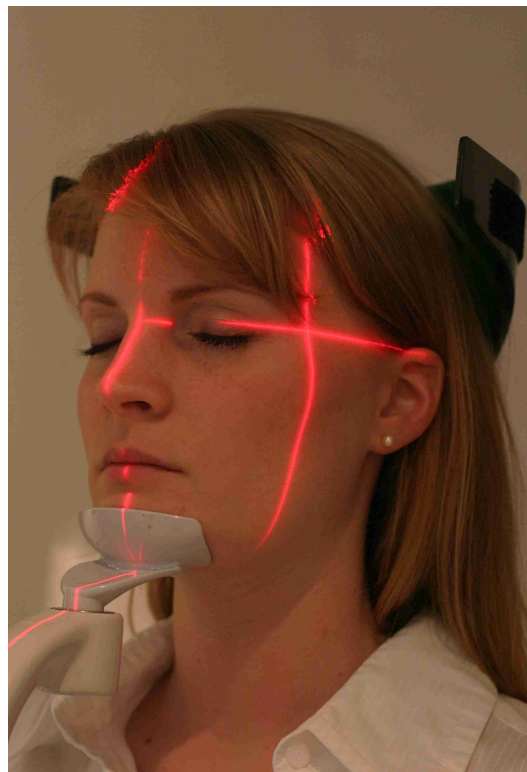


Abb. 2: Markierung der ROI mit Laserhilfslinien

Die Bildaufnahmeeinheit aus Emittor und Detektor rotiert im 360°-Modus während der Aufnahme in 17,5 Sekunden einmal um das Untersuchungsvolumen (Abb. 3). Dabei werden etwa 580 zweidimensionale Einzelbilder angefertigt. Die Rotation während der Aufnahme ermöglicht es, mittels spezieller Software ein zylindrisches Volumen aus den Einzelbildern zu errechnen, das in 3 orthogonalen Ebenen (frontal, axial, sagittal) auf dem Bildschirm befundet werden kann.

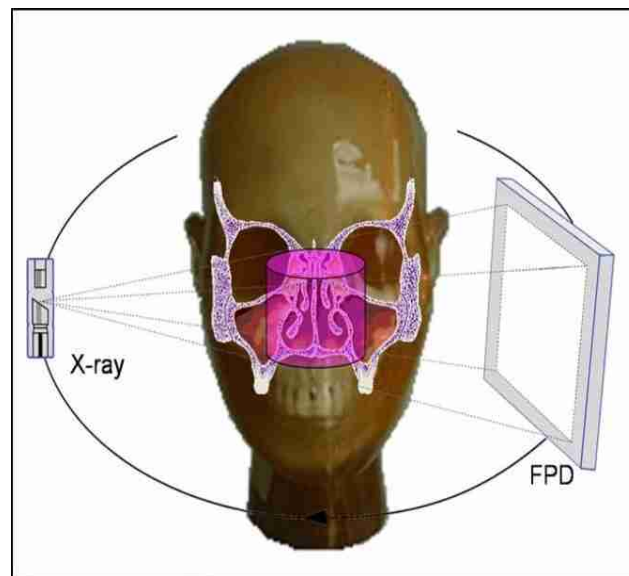


Abb. 3: Kegelförmige Ausbreitung des Röntgenstrahls. Das zylindrische Volumen entsteht durch die 360°-Rotation.

Die Größe des Volumens kann in Abhängigkeit der Größe der zu befundenden Region auf 4 x 4 cm, 6 x 6 cm, 8 x 8 cm, 10 x 10 cm oder 12 x 17 cm (Höhe x Durchmesser) eingestellt werden. Für diese Analyse reichte ein Volumen von 10 x 10 cm aus, um die Nasenhöhle und die angrenzenden Nasennebenhöhlen darzustellen. Zur Befundung und Auswertung wurde die handelsübliche Software (Idixel, Morita, Kyoto, Japan) in der Version 1.74 verwendet.

### 3.3. Methoden

Nach Durchsicht des von März 2008 bis März 2009 mittels DVT an der Marburger Universitäts-Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde untersuchten Patientengutes wurden die Daten der Patienten, welche die oben genannten Einschlusskriterien erfüllten, ausgewertet. Mithilfe der Zoomfunktion konnte die Messung präzisiert werden. Zur Bildoptimierung wurden Helligkeit und Kontrast mittels Histogramm angeglichen und optimiert.

Die Messungen wurden im sagittalen Verlauf der unteren Nasenmuschel an vier Punkten durchgeführt. Der erste Punkt liegt am anterioren knöchernen Ende (M1), der letzte am posterioren knöchernen Ende (M4) und die zwei übrigen Punkte liegen dazwischen (M2, M3). Diese vier Punkte teilen die Nasenmuschel in 3 gleich große Teile (Abb. 4).

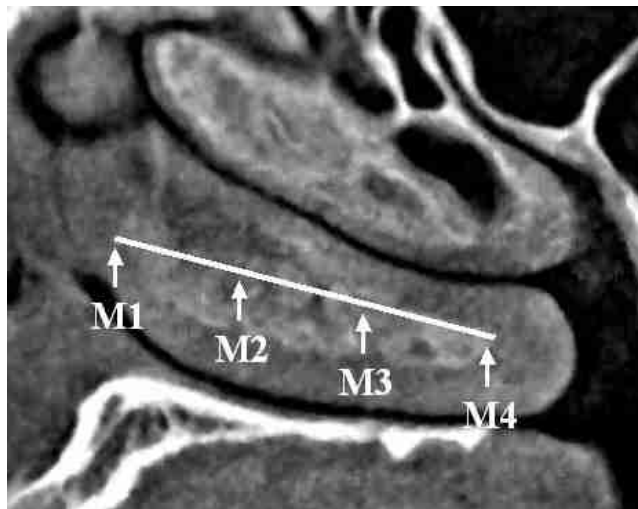


Abb. 4: Sagittalschnitt durch die untere Nasenmuschel mit den eingezeichneten Messpunkten M1–M4

Die Koordinaten dieser Punkte wurden dokumentiert. Messpunkte M1 und M4 wurden im sagittalen Verlauf nicht schon an der knöchernen Verdickung der lateralen Nasenwand platziert, sondern erst dort, wo von jener Wand die Knochenlamelle des Os turbinale deutlich in die Nasenhöhle hineinragte. Da der Anfangs- und Endpunkt der schleimhautbedeckten Nasenmuschel und des Os turbinale nicht immer in derselben sagittalen Ebene darstellbar und demnach die Längen nicht als Strecke messbar waren, wurden diese über das Koordinatensystem des zylindrischen Volumens errechnet. Analog dazu wurde die Dicke der anterior und posterior überstehenden Mukosa ermittelt (Abb. 5).

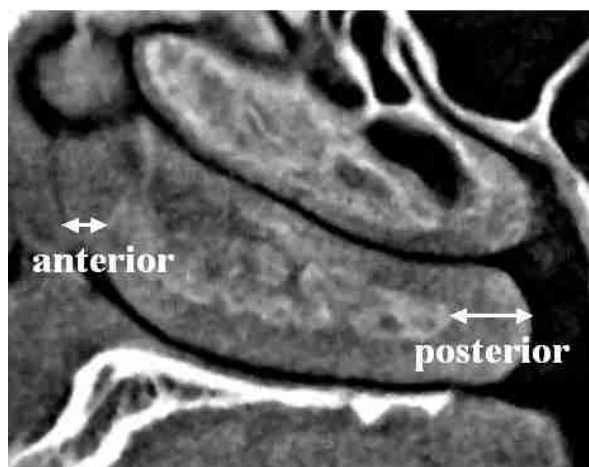


Abb. 5: Anterior und posterior überstehende Schleimhaut

Die Höhe der Muschel wurde vom Ursprung an der lateralen Nasenwand bis zum caudalen Ende des Knochens gemessen (Abb. 6). Die Dicke des Knochens wurde an der dicksten Stelle ermittelt (Abb. 6).

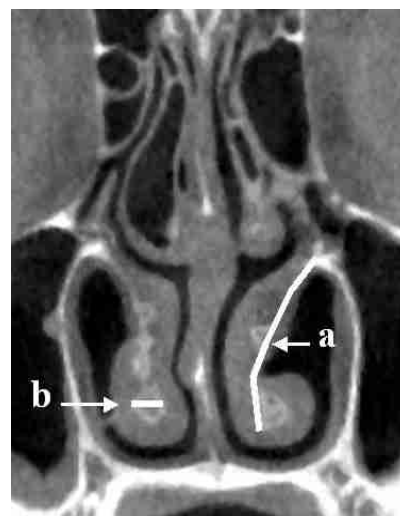


Abb. 6: Höhe der Nasenmuschel (a) und Dicke des Knochens (b)

An dieser Stelle wurden auch die Dicke der Mukosa lateral und medial gemessen (Abb. 7). Die Gesamtdicke der Nasenmuschel wurde an ihrer dicksten Stelle eruiert. Des Weiteren wurde ermittelt, wie groß die Dicke der Mukosa caudal des Os turbinale ist (Abb. 7).

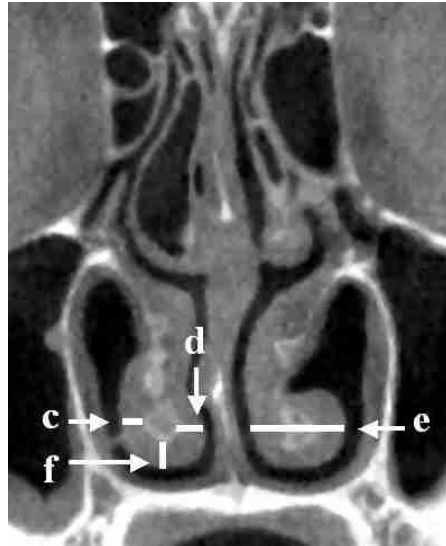


Abb. 7: Dicke der Mukosa lateral (c), medial (d), total (e) und caudal (f)

Die Messwerte des Septums wurden auf Höhe des mittleren Nasengangs erhoben. Gemessen wurde die Knochendicke, die gesamte Mukosadicke und die Mukosadicke auf der Seite der zu vermessenden Muschel (Abb. 8). War kein Septumknochen vorhanden, konnte lediglich die gesamte Septumdicke ermittelt werden, da der Knorpel nicht von der Mukosa zu differenzieren war.

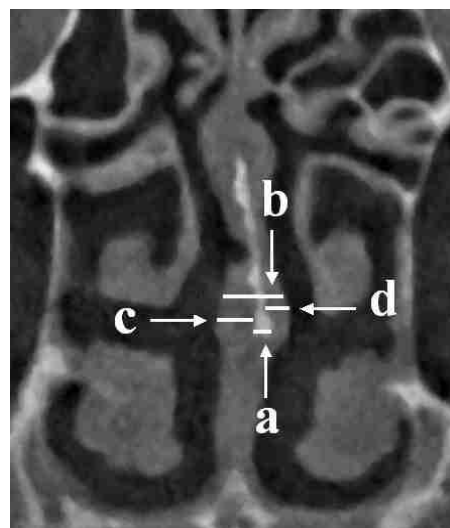


Abb. 8: Knochendicke (a), totale Septumdicke (b), rechte und linke Mukosadicke (c, d)



Die Deviation des Nasenseptums wurde als Abweichung von der senkrechten Linie durch den cranialen und caudalen Ursprung des Septums ermittelt (Abb. 9). Ausgewertet wurden alle Deviationen deren Betrag  $\geq 3$  mm war. Zusätzlich wurden die Winkel an den Messpunkten M1–M4 gemessen, in dem die Nasenmuschel aus der lateralen Nasenwand entspringt (Abb. 9).

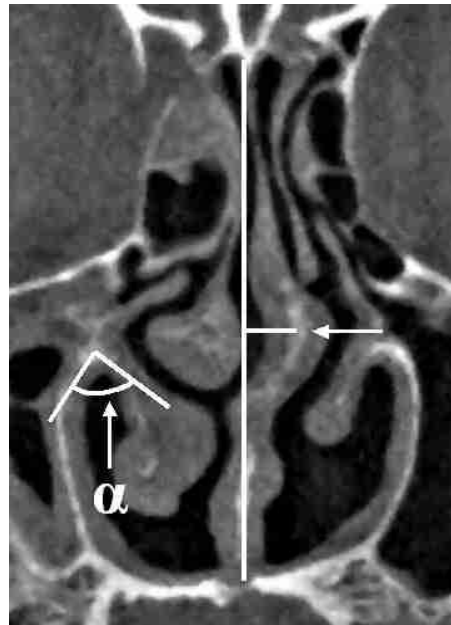


Abb. 9: Deviation (Pfeil), Winkel ( $\alpha$ )

In ähnlicher Weise wie die Nasenmuscheln wurde das Septum mit vier Punkten versehen. Der anteriore Messpunkt befindet sich an der Wurzel der Spina nasalis anterior (S1), der posteriore am dorsalen unteren Rand des knöchernen Septums (S4) und die beiden anderen Punkte (S2, S3) liegen in gleichem Abstand dazwischen (Abb. 10).

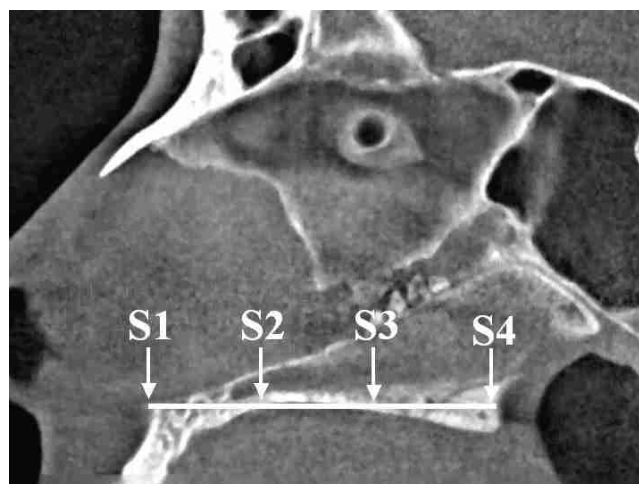


Abb. 10: Messpunkte S1–S4

Die sagittale Länge wurde wie oben beschrieben errechnet. An den vier Punkten wurde die Höhe des Septums, die Knochendicke auf Höhe des mittleren Nasengangs, die Gesamtdicke der Mukosa und die Mukosa zu beiden Seiten gemessen. Außerdem wurde auch hier eine eventuell vorhandene Deviation festgehalten.

Im Bereich der Nasenhöhle wurde die Höhe, die vollständige Breite (laterale Nasenwand zur kontralateralen Nasenwand) an ihrer breitesten Stelle und auf Höhe des mittleren Nasengangs an allen vier Messpunkten (S1–S4) ermittelt. Zudem wurde die Strecke von der lateralen Nasenwand zum Septum auf der Höhe des mittleren Nasengangs gemessen (Abb. 11).

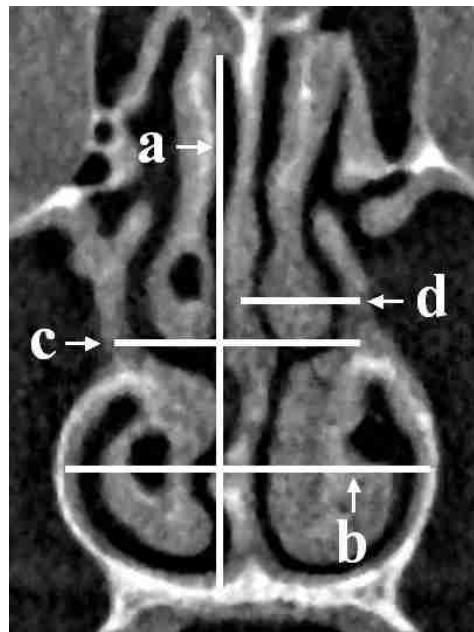


Abb. 11: Höhe der Nasenhöhle (a), breiteste Stelle (b), Breite auf Höhe des mittleren Nasenganges (c), Breite einer Nasenhöhle (d)

Wenn im anterioren Bereich keine knöchernen Strukturen an Septum oder Nasenwand zu erkennen waren, so konnte lediglich die gesamte Breite des Septums gemessen werden. Anatomische Besonderheiten, wie zum Beispiel eine pneumatisierte untere Nasenmuschel, wurden dokumentiert. Auch die Ausdehnung eines eventuell vorhandenen Septumsporns oder einer Septumperforation wurde festgehalten. Die gemessenen Werte wurden für jeden Patienten in eine standardisierte Tabelle aufgenommen (siehe Anhang). Mit dem Programm Microsoft Excel wurden die Daten ausgewertet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Die Nasenmuschel

#### 4.1.1. Länge der Nasenmuschel in sagittaler Ausdehnung

Der Durchschnittswert ( $\pm$  der Standardabweichung) der Länge des Os turbinale beträgt  $39,0 \pm 4,0$  mm ( $\text{♀}$ :  $38,6 \pm 3,9$  mm;  $\text{♂}$ :  $39,3 \pm 4,2$  mm). Es wurde ein Minimum von 25,8 mm und ein Maximum von 49,9 mm gemessen. Das weibliche Patientengut weist zwischen rechter und linker Nasenmuschel einen Längenunterschied von 0,7 mm auf (rechts:  $39,0 \pm 3,8$  mm; links  $38,3 \pm 4,0$  mm). Die männlichen Patienten weisen keine Unterschiede über 0,5 mm auf.

Die Länge der schleimhautbedeckten Muschel beträgt für beide Geschlechter  $51,0 \pm 5,1$  mm. Die Nasenmuschel der weiblichen Patienten ist 1,9 mm kürzer als die der männlichen ( $\text{♀}$ :  $50,1 \pm 5,5$  mm;  $\text{♂}$ :  $52,0 \pm 4,5$  mm). Die Messergebnisse des weiblichen Patientenguts zeigen eine Seitendifferenz von 0,6 mm zwischen rechts ( $50,4 \pm 5,1$  mm) und links ( $49,8 \pm 5,9$  mm). Das Minimum ist 31,3 mm und das Maximum ist 60,6 mm, beides bei Patientinnen gemessen.

		Knochen	Mukosa
Total	rechts	$39,1 \pm 4,0$	$51,3 \pm 5,0$
	links	$38,8 \pm 4,1$	$50,8 \pm 5,2$
	bilateral	$39,0 \pm 4,0$	$51,0 \pm 5,1$
weibliche Patienten	rechts	$39,0 \pm 3,8$	$50,4 \pm 5,1$
	links	$38,3 \pm 4,0$	$49,8 \pm 5,9$
	bilateral	$38,6 \pm 3,9$	$50,1 \pm 5,5$
männliche Patienten	rechts	$39,2 \pm 4,2$	$52,1 \pm 4,7$
	links	$39,3 \pm 4,2$	$51,8 \pm 4,3$
	bilateral	$39,3 \pm 4,2$	$52,0 \pm 4,5$

Tab. 1: Muschellänge Knochen, Mukosa in mm

#### 4.1.2. Überstehende Mukosa am anterioren und posterioren Muschelende

Die Dicke der anterior überstehenden Mukosa beträgt durchschnittlich für beide Geschlechter  $4,6 \pm 2,0$  mm. Dies entspricht etwa 9 % der Gesamtlänge der Nasenmuschel. Seitenspezifische oder geschlechtsspezifische Unterschiede über 0,5 mm sind nicht vorhanden. Es wurde ein Maximum von 14,6 mm und ein Minimum von 0,4 mm ermittelt.

Die Mukosa steht am posterioren Ende der Nasenmuschel  $7,6 \pm 2,9$  mm über das Os turbinale, was etwa 15 % der Gesamtlänge der unteren Nasenmuschel ausmacht. Sie ist bei der männlichen Population etwa 1,0 mm dicker als bei der weiblichen. Das dorsal gemessene Minimum ist 0,6 mm (♂), das Maximum ist 16,4 mm (♂).

		anterior	posterior
Total	rechts	$4,6 \pm 2,1$	$7,5 \pm 3,0$
	links	$4,6 \pm 2,0$	$7,7 \pm 2,9$
	bilateral	$4,6 \pm 2,0$	$7,6 \pm 2,9$
weibliche Patienten	rechts	$4,5 \pm 2,2$	$6,9 \pm 2,8$
	links	$4,5 \pm 1,8$	$7,2 \pm 2,7$
	bilateral	$4,5 \pm 2,0$	$7,1 \pm 2,7$
männliche Patienten	rechts	$4,7 \pm 2,0$	$8,1 \pm 3,0$
	links	$4,7 \pm 2,2$	$8,2 \pm 3,1$
	bilateral	$4,7 \pm 2,1$	$8,1 \pm 3,1$

Tab. 2: Anterior und posterior überstehende Mukosa in mm

### 4.1.3. Überstehende Mukosa nach caudal

Die Dicke der Mukosa, die am caudalen Ende der Nasenmuschel übersteht, ist an Messpunkt M4 am größten ( $5,8 \pm 2,1$  mm). Das Durchschnittsergebnis ( $\pm$  der Standardabweichung) von Messpunkt M1 ist  $4,4 \pm 1,5$  mm, von M2  $3,6 \pm 1,5$  mm und von M3  $3,8 \pm 1,5$  mm. Seitenspezifische Unterschiede fanden sich nicht. Auch der Vergleich von weiblichem und männlichem Patientengut zeigt keine Unterschiede über 0,5 mm. Der kleinste gemessene Wert beträgt 0,3 mm (M2) und der größte gemessene Wert ist 11,6 mm (M4).

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$4,5 \pm 1,4$	$3,5 \pm 1,7$	$3,8 \pm 1,5$	$5,8 \pm 2,0$
	links	$4,4 \pm 1,5$	$3,7 \pm 1,3$	$3,9 \pm 1,6$	$5,7 \pm 1,8$
	bilateral	$4,4 \pm 1,5$	$3,6 \pm 1,5$	$3,8 \pm 1,5$	$5,8 \pm 1,9$
weibliche Patienten	rechts	$4,5 \pm 1,3$	$3,3 \pm 1,4$	$3,9 \pm 1,6$	$5,6 \pm 2,1$
	links	$4,3 \pm 1,5$	$3,6 \pm 1,4$	$3,6 \pm 1,6$	$5,7 \pm 1,8$
	bilateral	$4,4 \pm 1,4$	$3,4 \pm 1,4$	$3,8 \pm 1,6$	$5,7 \pm 2,0$
männliche Patienten	rechts	$4,6 \pm 1,5$	$3,8 \pm 1,9$	$3,7 \pm 1,4$	$6,1 \pm 2,0$
	links	$4,4 \pm 1,6$	$3,8 \pm 1,3$	$4,1 \pm 1,5$	$5,7 \pm 1,7$
	bilateral	$4,5 \pm 1,5$	$3,8 \pm 1,6$	$3,9 \pm 1,5$	$5,9 \pm 1,8$

Tab. 3: Mukosa caudal überstehend in mm

#### 4.1.4. Knochenlänge der Nasenmuschel in cranio-caudaler Richtung

An Messpunkt M2 hat der Knochen mit  $20,8 \pm 5,2$  mm die größte Länge. Hier besteht eine Differenz von 1,4 mm zwischen weiblicher ( $19,6 \pm 4,0$  mm) und männlicher ( $22,0 \pm 6,1$  mm) Population. Der Durchschnittswert ( $\pm$  der Standardabweichung) beträgt überdies an M1  $4,0 \pm 2,0$  mm, an M3  $13,7 \pm 3,2$  mm und an M4  $4,0 \pm 2,0$  mm. Das männliche und weibliche Patientengut weist eine größere Knochenlänge der linken Nasenmuschel auf (ausgenommen ♀ an M2) (siehe Tab. 4). Der maximale Wert beträgt 48,5 mm (M2) und der minimale 1,1 mm (M1).

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$3,7 \pm 1,4$	$20,9 \pm 4,4$	$13,4 \pm 3,1$	$3,6 \pm 1,8$
	links	$4,3 \pm 2,5$	$20,8 \pm 6,0$	$14,0 \pm 3,3$	$4,3 \pm 2,2$
	bilateral	$4,0 \pm 2,0$	$20,8 \pm 5,2$	$13,7 \pm 3,2$	$4,0 \pm 2,0$
weibliche Patienten	rechts	$3,9 \pm 1,4$	$20,1 \pm 3,1$	$13,6 \pm 3,0$	$3,6 \pm 1,3$
	links	$4,3 \pm 1,5$	$19,1 \pm 4,7$	$14,2 \pm 2,6$	$4,1 \pm 2,0$
	bilateral	$4,1 \pm 1,5$	$19,6 \pm 4,0$	$13,9 \pm 2,8$	$3,8 \pm 1,7$
männliche Patienten	rechts	$3,6 \pm 1,4$	$21,6 \pm 5,4$	$13,1 \pm 3,1$	$3,7 \pm 2,1$
	links	$4,1 \pm 1,6$	$22,4 \pm 6,7$	$13,8 \pm 4,0$	$4,5 \pm 2,4$
	bilateral	$3,9 \pm 1,5$	$22,0 \pm 6,1$	$13,5 \pm 3,6$	$4,1 \pm 2,3$

Tab. 4: Muschel Knochenhöhe cranio-caudal in mm

#### 4.1.5. Knochendicke der Nasenmuschel

Die Knochendicke am anterioren und posterioren Muschelende ist kleiner als die der mittleren Messpunkte (M1:  $0,9 \pm 0,4$  mm; M2:  $2,7 \pm 1,1$  mm; M3:  $2,3 \pm 1,0$  mm; M4:  $1,1 \pm 0,5$  mm). Das Maximum beträgt 6,2 mm (M3), das Minimum beträgt 0,3 mm. Es gibt keine nennenswerte Seitendifferenz oder sonstige Unterschiede über 0,5 mm zwischen weiblichem und männlichem Patientengut.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$0,9 \pm 0,4$	$2,6 \pm 1,0$	$2,3 \pm 1,1$	$1,1 \pm 0,5$
	links	$0,9 \pm 0,4$	$2,8 \pm 1,2$	$2,2 \pm 1,0$	$1,1 \pm 0,5$
	bilateral	$0,9 \pm 0,4$	$2,7 \pm 1,1$	$2,3 \pm 1,0$	$1,1 \pm 0,5$
weibliche Patienten	rechts	$0,9 \pm 0,4$	$2,8 \pm 1,1$	$2,3 \pm 1,0$	$1,1 \pm 0,5$
	links	$0,9 \pm 0,5$	$2,9 \pm 1,3$	$2,1 \pm 1,0$	$1,1 \pm 0,5$
	bilateral	$0,9 \pm 0,4$	$2,9 \pm 1,2$	$2,2 \pm 1,0$	$1,1 \pm 0,5$
männliche Patienten	rechts	$0,9 \pm 0,3$	$2,5 \pm 1,0$	$2,4 \pm 1,2$	$1,1 \pm 0,5$
	links	$0,9 \pm 0,4$	$2,6 \pm 1,2$	$2,3 \pm 1,0$	$1,2 \pm 0,6$
	bilateral	$0,9 \pm 0,4$	$2,5 \pm 1,1$	$2,4 \pm 1,1$	$1,1 \pm 0,5$

Tab. 5: Muschel Knochendicke in mm

#### 4.1.6. Gesamtdicke der Nasenmuschel

Die größten Werte der Gesamtdicke der unteren Nasenmuschel weist der Messpunkt M4 auf ( $10,9 \pm 2,9$  mm). Die Werte der Messpunkte M1, M2 und M3 sind ähnlich groß (M1:  $8,6 \pm 2,5$  mm; M2:  $8,1 \pm 2,4$  mm; M3:  $8,2 \pm 2,5$  mm). Die linke Nasenmuschel ist insgesamt dicker als die rechte (siehe Tab. 6). Geschlechtsspezifische Tendenzen sind nicht zu erkennen. Das männliche Patientengut weist ein Minimum von 3,0 mm (M2) und ein Maximum von 17,2 mm (M4) auf. Die weiblichen Patienten weisen Extremwerte von 2,5 mm (M4) und 16,3 mm (M4) auf.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	8,4 ( $\pm 2,5$ )	7,8 ( $\pm 2,2$ )	8,2 ( $\pm 2,4$ )	10,8 ( $\pm 2,9$ )
	links	8,9 ( $\pm 2,5$ )	8,3 ( $\pm 2,6$ )	8,3 ( $\pm 2,6$ )	10,9 ( $\pm 3,0$ )
	bilateral	8,6 ( $\pm 2,5$ )	8,1 ( $\pm 2,4$ )	8,2 ( $\pm 2,5$ )	10,9 ( $\pm 2,9$ )
weibliche Patienten	rechts	8,3 ( $\pm 2,2$ )	8,0 ( $\pm 2,0$ )	8,4 ( $\pm 2,1$ )	10,7 ( $\pm 2,7$ )
	links	8,9 ( $\pm 2,2$ )	8,6 ( $\pm 2,4$ )	8,1 ( $\pm 2,7$ )	11,3 ( $\pm 2,7$ )
	bilateral	8,6 ( $\pm 2,2$ )	8,3 ( $\pm 2,2$ )	8,2 ( $\pm 2,4$ )	10,9 ( $\pm 2,9$ )
männliche Patienten	rechts	8,4 ( $\pm 2,7$ )	7,8 ( $\pm 2,2$ )	8,1 ( $\pm 2,6$ )	11,0 ( $\pm 3,0$ )
	links	9,0 ( $\pm 2,8$ )	8,1 ( $\pm 2,7$ )	8,4 ( $\pm 2,4$ )	10,7 ( $\pm 3,0$ )
	bilateral	8,7 ( $\pm 2,7$ )	7,9 ( $\pm 2,5$ )	8,3 ( $\pm 2,5$ )	10,9 ( $\pm 2,9$ )

Tab. 6: Gesamtdicke der Nasenmuschel in mm



#### 4.1.7. Dicke der medialen Schleimhaut

An den Messpunkten M1 und M4 liegt die größte Dicke der medialen Schleimhaut vor (M1:  $5,1 \pm 1,8$  mm; M4:  $4,7 \pm 1,6$  mm). Das Durchschnittsergebnis ( $\pm$  der Standardabweichung) ist an Messpunkt M2  $3,5 \pm 1,5$  mm und an Messpunkt M3  $3,7 \pm 1,6$  mm. Ein deutlicher Unterschied zwischen rechter und linker Nasenmuschel ist nicht zu erkennen. Ebenso sind keine auffälligen Differenzen zwischen weiblichen und männlichen Patienten ersichtlich. Es wurde ein Minimum von  $0,3$  mm (♀, ♂) und ein Maximum von  $9,8$  mm (♂) erhoben.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$5,1 \pm 1,7$	$3,5 \pm 1,5$	$3,6 \pm 1,5$	$4,7 \pm 1,6$
	links	$5,2 \pm 1,9$	$3,6 \pm 1,5$	$3,8 \pm 1,7$	$4,8 \pm 1,6$
	bilateral	$5,1 \pm 1,8$	$3,5 \pm 1,5$	$3,7 \pm 1,6$	$4,7 \pm 1,6$
weibliche Patienten	rechts	$5,3 \pm 1,5$	$3,3 \pm 1,3$	$3,7 \pm 1,4$	$4,5 \pm 1,4$
	links	$5,2 \pm 1,7$	$3,6 \pm 1,4$	$3,7 \pm 1,6$	$4,9 \pm 1,7$
	bilateral	$5,3 \pm 1,6$	$3,5 \pm 1,3$	$3,7 \pm 1,5$	$4,7 \pm 1,6$
männliche Patienten	rechts	$4,9 \pm 1,9$	$3,6 \pm 1,6$	$3,5 \pm 1,6$	$4,8 \pm 1,8$
	links	$5,1 \pm 2,1$	$3,7 \pm 1,6$	$3,9 \pm 1,8$	$4,7 \pm 1,5$
	bilateral	$5,0 \pm 2,0$	$3,6 \pm 1,6$	$3,7 \pm 1,7$	$4,8 \pm 1,8$

Tab. 7: Dicke der medialen Schleimhaut in mm

#### 4.1.8. Dicke der lateralen Schleimhaut

Die Dicke der Mukosa ist an Messpunkt M4 am größten ( $4,9 \pm 1,9$  mm), an Messpunkt M1 etwas geringer ( $3,5 \pm 1,6$  mm) und an den Messpunkten M2 und M3 am geringsten (M2:  $1,9 \pm 1,1$  mm; M3:  $2,2 \pm 1,5$  mm). Es sind keine eindeutigen Unterschiede oder Tendenzen sowohl im Seitenvergleich als auch zwischen den Geschlechtern ersichtlich. Der kleinste gemessene Wert beträgt 0,3 mm, der größte beträgt 10,5 mm.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$3,4 \pm 1,7$	$1,9 \pm 1,1$	$2,2 \pm 1,5$	$4,9 \pm 2,1$
	links	$3,5 \pm 1,5$	$1,9 \pm 1,1$	$2,2 \pm 1,4$	$4,8 \pm 1,8$
	bilateral	$3,5 \pm 1,6$	$1,9 \pm 1,1$	$2,2 \pm 1,4$	$4,9 \pm 1,9$
weibliche Patienten	rechts	$3,2 \pm 1,5$	$2,0 \pm 1,2$	$2,2 \pm 1,5$	$5,0 \pm 2,1$
	links	$3,3 \pm 1,4$	$2,1 \pm 1,2$	$2,1 \pm 1,3$	$4,8 \pm 1,7$
	bilateral	$3,3 \pm 1,4$	$2,0 \pm 1,2$	$2,1 \pm 1,4$	$4,9 \pm 1,9$
männliche Patienten	rechts	$3,6 \pm 1,9$	$1,8 \pm 0,9$	$2,2 \pm 1,5$	$4,8 \pm 2,1$
	links	$3,6 \pm 1,5$	$1,7 \pm 0,9$	$2,4 \pm 1,4$	$4,8 \pm 1,9$
	bilateral	$3,6 \pm 1,7$	$1,7 \pm 0,9$	$2,3 \pm 1,5$	$4,8 \pm 2,0$

Tab. 8: Dicke der lateralen Schleimhaut in mm

#### 4.1.9. Ansatzwinkel

Die Winkel der beiden anterioren Messpunkte sind deutlich kleiner (M1:  $57,0 \pm 14,5^\circ$ ; M2:  $63,6 \pm 22,5^\circ$ ) als die der posterior gelegenen Messpunkte (M3:  $83,2 \pm 22,4^\circ$ ;  $84,2 \pm 16,7^\circ$ ). Es wurde ein Minimum von  $12^\circ$  und ein Maximum von  $163^\circ$  ermittelt. Es gibt keine auffälligen seitenspezifischen oder geschlechtsspezifischen Unterschiede.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$58,1 \pm 15,3$	$63,0 \pm 24,2$	$83,0 \pm 20,3$	$81,9 \pm 16,9$
	links	$55,9 \pm 13,6$	$64,1 \pm 20,7$	$84,0 \pm 23,2$	$86,6 \pm 16,2$
	bilateral	$57,0 \pm 14,5$	$63,6 \pm 22,5$	$83,2 \pm 22,4$	$84,2 \pm 16,7$
weibliche Patienten	rechts	$56,8 \pm 15,1$	$67,8 \pm 22,8$	$85,1 \pm 22,4$	$83,2 \pm 17,4$
	links	$53,6 \pm 13,5$	$62,7 \pm 17,3$	$87,0 \pm 22,6$	$87,4 \pm 15,0$
	bilateral	$55,2 \pm 14,3$	$65,2 \pm 20,3$	$86,1 \pm 22,4$	$85,3 \pm 16,3$
männliche Patienten	rechts	$59,3 \pm 15,6$	$58,3 \pm 24,8$	$80,9 \pm 18,0$	$80,6 \pm 16,4$
	links	$58,2 \pm 13,3$	$65,5 \pm 23,7$	$80,9 \pm 23,6$	$85,7 \pm 17,4$
	bilateral	$58,8 \pm 14,4$	$61,9 \pm 24,4$	$80,9 \pm 20,9$	$83,2 \pm 17,0$

Tab. 9: Ansatzwinkel der Nasenmuschel in Grad

#### 4.1.10. Das Septum

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden in Kapitel 4.1.11., 4.1.12., 4.1.13., 4.1.14. und 4.1.15. die Ergebnisse des Septums nur analog zu den Messpunkten der rechten Nasenmuschel M1–M4 angegeben. Im Kapitel 4.15 wird die Deviation an den Messpunkten M1–M4 der rechten Nasenmuschel in Korrelation zur Gesamtdicke der rechten Nasenmuschel gesetzt.

#### 4.1.11. Dicke des knöchernen Septums

Auf Höhe des mittleren Nasenganges ist an Messpunkt M1 bei 43 Patienten (♀: 19; ♂: 24) ein knöchernes Septum vorhanden, an Messpunkt M2 bei 90 Patienten (♀: 43; ♂: 47), an Messpunkt M3 bei 99 Patienten (♀: 50; ♂: 49) und an Messpunkt M4 bei 94 Patienten (♀: 47; ♂: 47). Das Septum hat an dem am weitesten ventral gelegenen Messpunkt (M1:  $3,0 \pm 0,9$  mm) eine deutlich größere Dicke als an dem am weitesten dorsal gelegenen Messpunkt (M4:  $1,0 \pm 0,5$  mm). Die Werte der Messpunkte M2 und M3 liegen mit  $1,4 \pm 0,8$  mm (M2) und  $1,8 \pm 0,9$  mm (M3) dazwischen. Auffällige Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Patienten sind nicht zu erkennen. Es wurden Extremwerte von 0,3 mm (M4) und 4,8 mm (M1) gemessen.

	M1	M2	M3	M4
Total	$3,0 \pm 0,9$	$1,4 \pm 0,8$	$1,8 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,5$
weibliche Patienten	$2,9 \pm 0,9$	$1,3 \pm 0,7$	$1,8 \pm 0,8$	$1,0 \pm 0,5$
männliche Patienten	$3,1 \pm 0,9$	$1,5 \pm 0,9$	$1,7 \pm 0,9$	$1,0 \pm 0,5$

Tab. 10: Knochendicke des Septums an M1–M4 der rechten Nasenmuschel in mm

#### 4.1.12. Dicke der Septumschleimhaut zur Seite der vermessenen Nasenmuschel

Die Dicke der Septumschleimhaut ist  $3,9 \pm 1,2$  mm an M1,  $2,5 \pm 1,1$  mm an M2,  $1,6 \pm 0,7$  mm an M3 und  $2,5 \pm 1,1$  mm an M4. Die Mukosa der männlichen Patienten ist an den Messpunkten M2, M3 und M4 etwas dicker als die der weiblichen (siehe Tab. 11).

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$3,9 \pm 1,2$	$2,5 \pm 1,1$	$1,6 \pm 0,7$	$2,5 \pm 1,1$
weibliche Patienten	rechts	$3,9 \pm 1,1$	$2,1 \pm 0,9$	$1,4 \pm 0,6$	$2,1 \pm 0,8$
männliche Patienten	rechts	$3,9 \pm 1,3$	$2,8 \pm 1,2$	$1,8 \pm 0,8$	$2,8 \pm 1,3$

Tab. 11: Dicke der Septumschleimhaut an M1–M4 der rechten Nasenmuschel in mm

#### 4.1.13. Gesamtdicke des Septums

Das Septum ist an Messpunkt M1 mit  $10,6 \pm 1,6$  mm am dicksten. Die männliche Population weist an allen vier Messpunkten eine größere Dicke auf als die weibliche Population (siehe Tab. 12). Das Maximum beträgt 16,0 mm, das Minimum 0,5 mm.

		M1	M2	M3	M4
Total	rechts	$10,6 \pm 1,6$	$5,9 \pm 2,2$	$4,5 \pm 1,3$	$5,4 \pm 1,6$
weibliche Patienten	rechts	$10,2 \pm 1,5$	$5,1 \pm 1,5$	$4,4 \pm 1,1$	$4,9 \pm 1,5$
männliche Patienten	rechts	$11,0 \pm 1,6$	$6,7 \pm 2,5$	$4,6 \pm 1,5$	$5,9 \pm 1,7$

Tab. 12: Gesamtdicke des Septums in mm

#### 4.1.14. Deviation des Septums

16 weibliche und 20 männliche Patienten weisen eine Deviation  $\geq 3$  mm auf. 36 % der Patienten haben also an M1–M4 mindestens einmal eine Deviation  $\geq 3$  mm. An Messpunkt M1 wurden 8 Deviationen (4 nach rechts, 4 nach links) ermittelt, an M2 19 Deviationen (6 nach rechts, 13 nach links), an M3 16 Deviationen (6 nach rechts, 10 nach links) und an M4 4 Deviationen (1 nach rechts, 3 nach links). Tabelle 13 zeigt, dass die weiblichen Patienten weniger Deviationen (insgesamt 16 Mal gemessen an M1–M4) aufweisen als die männliche Population (insgesamt 31 Mal gemessen an M1–M4). Des Weiteren ist der Anteil der Deviationen nach rechts geringer ( $\text{♀}$ : 2;  $\text{♂}$ : 15) als die Zahl der Auslenkungen nach links ( $\text{♀}$ : 14;  $\text{♂}$ : 16). Das weibliche Patientengut weist an M2 rechts und M4 rechts keine Deviationen  $\geq 3$  mm auf (siehe Tab. 13).

		M1	M2	M3	M4
Total	nach rechts	4	6	6	1
	nach links	4	13	10	3
weibliche Patienten	nach rechts	1	0	1	0
	nach links	2	6	5	1
männliche Patienten	nach rechts	3	6	5	1
	nach links	2	7	5	2

Tab. 13: Anzahl n der Septumdeviationen  $\geq 3$  mm

Der durchschnittliche Wert der Septumdeviationen ( $\pm$  Standardabweichung [Stabw]) nach rechts beträgt an M1  $3,4 \pm 0,3$  mm, an M2  $3,8 \pm 0,8$  mm, an M3  $3,8 \pm 0,6$  mm und an M4 4,0 mm (ohne Stabw). Die Deviationen nach links wurden mit  $3,5 \pm 0,3$  mm an M1,  $4,0 \pm 0,9$  mm an M2,  $3,4 \pm 0,7$  mm an M3 und  $3,1 \pm 0,7$  mm ermittelt. Die maximale Auslenkung einer gemessenen Deviation beträgt 6,3 mm.

		M1	M2	M3	M4
Total	nach rechts	$3,4 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,8$	$3,8 \pm 0,6$	4,0
	nach links	$3,5 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,9$	$3,4 \pm 0,7$	$3,1 \pm 0,1$
weibliche Patienten	nach rechts	3,5	-	3,8	-
	nach links	$3,4 \pm 0,5$	$4,1 \pm 1,1$	$3,1 \pm 0,1$	3,2
männliche Patienten	nach rechts	$3,3 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,8$	$3,8 \pm 0,6$	4,0
	nach links	$3,6 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,7$	$3,7 \pm 0,9$	$3,0 \pm 0,0$

Tab. 14: Durchschnittliche Deviation des Septums  $\geq 3$  mm

#### 4.1.15. Die Dicke der gesamten Nasenmuschel in Korrelation zur Septumdeviation

Bei dem männlichen Patientengut besteht an den Messpunkten M1–M4 31 Mal eine Septumdeviation  $\geq 3$  mm (siehe Kap. 4.1.14.). Davon ist 21 Mal eine Korrelation zwischen der Auslenkung und der Gesamtdicke der rechten unteren Nasenmuschel ersichtlich. Bei einer Deviation zur ipsilateralen Seite ist die rechte untere Nasenmuschel unterdurchschnittlich groß, bei einer Deviation zur kontralateralen Seite ist die rechte untere Nasenmuschel überdurchschnittlich groß. Von 20 männlichen Patienten mit Deviationen  $\geq 3$  mm weisen 15 einen solchen Zusammenhang auf (75 %).

Bei dem weiblichen Patientengut besteht an den Messpunkten M1–M4 16 Mal eine Septumdeviation  $\geq 3$  mm (siehe Kap. 4.1.14.). Davon ist an 7 Messstellen eine Korrelation zwischen der Auslenkung und der Gesamtdicke der rechten unteren Nasenmuschel erkennbar. Von 16 Patientinnen mit einer Deviation  $\geq 3$  mm weisen 10 Patientinnen einen solchen Zusammenhang auf (62,5 %).

Insgesamt weisen demnach 69,4 % einen solchen Zusammenhang auf.

## 4.1. Das Nasenseptum

### 4.2.1. Sagittale Septumlänge

Die durchschnittliche sagittale Länge des knöchernen Septums beträgt  $50,4 \pm 4,4$  mm. Die Septumlänge der weiblichen Patienten ist etwa 4 mm kürzer als die der männlichen Patienten (Tab. 15). Die Messergebnisse der weiblichen Population bewegen sich zwischen 35,5 mm und 55,8 mm, die der männlichen zwischen 44,4 mm und 61,5 mm.

	Länge
Total	$50,4 \pm 4,4$
weibliche Patienten	$48,1 \pm 4,1$
männliche Patienten	$52,1 \pm 3,5$

Tab. 15: Sagittale Septumlänge in mm

### 4.2.2. Septumhöhe

Die Höhe des Nasenseptums ist an den Messpunkten S2 und S3 deutlich größer (S2:  $45,5 \pm 4,2$  mm; S3:  $44,2 \pm 3,8$  mm) als an den Messpunkten S1 und S4 (S1:  $37,7 \pm 3,7$  mm; S4:  $35,8 \pm 10,5$  mm). Die Werte von Messpunkt S4 bewegen sich zwischen 16,0 mm und 52,3 mm (Standardabweichung = 10,5 mm) und haben damit die größte Streubreite. Des Weiteren sind die Werte der weiblichen Patienten kleiner als die der männlichen. An Messpunkt S1 sind dies etwa 3 mm, an S3 etwa 2 mm und an S2 sowie S4 etwa 1 mm (Tab. 16). Das Maximum beträgt 60,5 mm (S2) und das Minimum beträgt 16,0 mm (S4).

	S1	S2	S3	S4
Total	$37,7 \pm 3,7$	$45,5 \pm 4,2$	$44,2 \pm 3,8$	$35,8 \pm 10,5$
weibliche Patienten	$36,2 \pm 3,5$	$45,1 \pm 3,3$	$43,3 \pm 3,4$	$34,9 \pm 10,7$
männliche Patienten	$39,1 \pm 3,3$	$45,9 \pm 4,9$	$45,1 \pm 4,0$	$36,3 \pm 10,4$

Tab. 16: Septumhöhe in mm

### 4.2.3. Dicke des knöchernen Septums

Der Knochen besitzt an Messpunkt S1 seine größte Dicke ( $2,9 \pm 0,5$  mm) und verjüngt sich nach dorsal auf  $1,1 \pm 0,6$  mm (S4) (siehe Tab. 17). Im Vergleich zu den weiblichen Patienten zeigt die männliche Population die größeren Werte an den Messpunkten S1 und S2 sowie kleinere Werte an den Messpunkten S3 und S4 (siehe Tab. 17). An Messpunkt S1 konnte lediglich bei 12 Patienten die Dicke bestimmt werden (♀: 4, ♂: 8), an Messpunkt S2 war dies bei 65 Patienten möglich (♀: 27, ♂: 38), an Messpunkt S3 bei 99 Patienten (♀: 50, ♂: 49) und an Messpunkt S4 bei 98 Patienten (♀: 48, ♂: 50).

	S1	S2	S3	S4
Total	$2,9 \pm 0,5$	$2,2 \pm 1,0$	$1,7 \pm 0,8$	$1,1 \pm 0,6$
weibliche Patienten	$2,6 \pm 0,4$	$1,9 \pm 0,9$	$1,8 \pm 0,7$	$1,1 \pm 0,7$
männliche Patienten	$3,0 \pm 0,5$	$2,4 \pm 1,1$	$1,6 \pm 0,8$	$1,0 \pm 0,5$

Tab. 17: Dicke des Septumknochens in mm

### 4.2.4. Gesamte Dicke des Septums

Das Septum hat an Messpunkt S2 seine größte ( $8,6 \pm 2,7$  mm) und an S3 seine geringste ( $4,6 \pm 1,3$  mm) Dicke. An den Messpunkten S2 und S4 ist das Septum der männlichen Population deutlich dicker als das der weiblichen (S2 ♀:  $7,7 \pm 2,2$  mm; ♂:  $9,6 \pm 2,8$  mm) (S4 ♀:  $5,1 \pm 1,8$  mm; ♂:  $6,3 \pm 1,9$  mm). Das gemessene Maximum beträgt 16,0 mm, das Minimum beträgt 2,0 mm.

	S1	S2	S3	S4
Total	$7,7 \pm 1,6$	$8,6 \pm 2,7$	$4,6 \pm 1,3$	$5,7 \pm 1,9$
weibliche Patienten	$7,7 \pm 1,6$	$7,7 \pm 2,2$	$4,3 \pm 1,1$	$5,1 \pm 1,8$
männliche Patienten	$7,6 \pm 1,6$	$9,6 \pm 2,8$	$4,9 \pm 1,4$	$6,3 \pm 1,9$

Tab. 18: Septum gesamte Dicke in mm



#### 4.2.5. Seitliche Mukosadicke des Septums

Die laterale Dicke der Mukosa ist an S1  $2,7 \pm 0,9$  mm, an S2  $3,1 \pm 1,3$  mm, an S3  $1,6 \pm 0,6$  mm und an S4  $2,3 \pm 1,0$  mm. Es gibt keine geschlechts- oder seitenspezifischen Tendenzen. Der größte gemessene Wert beträgt 6,7 mm an S2, der kleinste Wert beträgt 0,4 mm an S3.

		S1	S2	S3	S4
Total	Rechts	$2,7 \pm 1,1$	$3,2 \pm 1,4$	$1,6 \pm 0,7$	$2,3 \pm 1,0$
	Links	$2,7 \pm 0,8$	$3,1 \pm 1,2$	$1,5 \pm 0,5$	$2,3 \pm 1,0$
	Bilateral	$2,7 \pm 0,9$	$3,1 \pm 1,3$	$1,6 \pm 0,6$	$2,3 \pm 1,0$
weibliche Patienten	Rechts	$3,3 \pm 1,6$	$2,8 \pm 1,3$	$1,5 \pm 0,6$	$2,0 \pm 0,8$
	Links	$2,8 \pm 0,9$	$2,7 \pm 1,1$	$1,3 \pm 0,4$	$2,1 \pm 1,0$
	Bilateral	$3,0 \pm 1,2$	$2,7 \pm 1,2$	$1,4 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,9$
männliche Patienten	Rechts	$2,6 \pm 0,9$	$3,5 \pm 1,4$	$1,7 \pm 0,7$	$2,6 \pm 1,1$
	Links	$2,7 \pm 0,8$	$3,4 \pm 1,2$	$1,7 \pm 0,6$	$2,6 \pm 1,0$
	Bilateral	$2,6 \pm 0,8$	$3,4 \pm 1,3$	$1,7 \pm 0,7$	$2,6 \pm 1,0$

Tab. 19: Laterale Mukosadicken des Septums in mm

#### 4.2.6. Septumsporn

18 weibliche und 30 männliche Patienten (insgesamt 48 % des Patientenguts) weisen einen Septumsporn auf. Davon sind 28 (♀: 13, ♂: 15) Sporne auf der linken und 21 (♀: 5, ♂: 16) auf der rechten Seite des Septums lokalisiert (Abb. 15). Ein männlicher Patient hat einen Septumsporn zu beiden Seiten des Septums. Die größte Ausdehnung der Septumsporne ist 8 Mal im anterioren Drittel des Septums, 11 Mal im mittleren Drittel und 30 Mal im posterioren Drittel. Es wurde ein Maximalwert von 7,8 mm gemessen.

#### 4.2.7. Septumdeviation

20 weibliche (rechts: n = 5; links: n = 15) und 26 männliche (rechts: n = 12; links: n = 15) Patienten weisen eine Septumdeviation von  $\geq 3$  mm auf. Damit haben insgesamt 46 % des Patientenguts an S1–S4 mindestens ein Mal eine Deviation von  $\geq 3$  mm. An Messpunkt S3 sind am häufigsten Deviationen  $\geq 3$  mm (n = 58) zu finden (siehe Tab. 20). Die größte gemessene Deviation ist 6,3 mm nach links an Messpunkt S2 bei einer Patientin. Ein männlicher Patient hat eine S-förmige Deviation mit dem Wert  $\geq 3$  mm zu beiden Seiten.

		S1	S2	S3	S4
Total	nach rechts	2	5	11	3
	nach links	2	20	18	5
weibliche Patienten	nach rechts	1	0	4	0
	nach links	0	12	9	1
männliche Patienten	nach rechts	1	5	7	3
	nach links	2	8	9	4

Tab. 20: Anzahl n der Septumdeviationen  $\geq 3,0$  mm

Die durchschnittliche Septumdeviation ist  $3,5 \pm 0,5$  mm an S1,  $3,7 \pm 0,9$  mm an S2,  $3,9 \pm 0,8$  mm an S3 und  $3,4 \pm 0,3$  mm an S4.

		S1	S2	S3	S4
Total	nach rechts	$3,6 \pm 0,4$	$3,3 \pm 0,7$	$4,1 \pm 0,9$	$3,7 \pm 0,2$
	nach links	$3,5 \pm 0,7$	$3,7 \pm 0,9$	$3,8 \pm 0,8$	$3,2 \pm 0,2$
	bilateral	$3,5 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,9$	$3,9 \pm 0,8$	$3,4 \pm 0,3$
weibliche Patienten	nach rechts	3,3	-	$3,5 \pm 0,7$	-
	nach links	-	$3,7 \pm 1,0$	$3,7 \pm 0,7$	3
	bilateral	3,3	$3,7 \pm 1,0$	$3,6 \pm 0,7$	3
männliche Patienten	nach rechts	3,8	$3,3 \pm 0,7$	$4,5 \pm 0,8$	$3,7 \pm 0,2$
	nach links	$3,5 \pm 0,7$	$3,8 \pm 0,8$	$3,9 \pm 0,8$	$3,2 \pm 0,2$
	bilateral	$3,6 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,8$	$4,2 \pm 0,8$	$3,4 \pm 0,3$

Tab. 21: Deviationen des Septums  $\geq 3,0$  mm

## 4.2. Die Nasenhaupthöhle

### 4.3.1. Höhe der Nasenhaupthöhle

Die knöcherne Höhe der Nasenhaupthöhle ist an Messpunkt S1 bei 98 Patienten messbar (49 weiblich, 49 männlich), an Messpunkt S2 und S3 bei allen Patienten und an Messpunkt S4 bei 99 Patienten (49 weiblich, 50 männlich). Tabelle 22 zeigt, dass die Durchschnittswerte des weiblichen Patientengutes etwa 2 mm kleiner sind als die der männlichen Population. Die Nasenhaupthöhle ist an Messpunkt S1  $37,2 \pm 3,5$  mm, an Messpunkt S2  $46,5 \pm 4,1$  mm, an Messpunkt S3  $45,7 \pm 4,6$  mm und an Messpunkt S4  $38,6 \pm 8,2$  mm hoch. Der kleinste Wert wurde mit 22,0 mm an Messpunkt S4 erhoben, der größte Wert mit 62,0 mm an S2. Die rechte Nasenhöhle ist an Messpunkt S4 0,5 mm höher als die linke (siehe Tab. 22).

		S1	S2	S3	S4
Total	rechts	$37,2 \pm 3,5$	$46,4 \pm 3,9$	$45,7 \pm 4,4$	$38,9 \pm 8,0$
	links	$37,1 \pm 3,5$	$46,6 \pm 4,2$	$45,8 \pm 4,7$	$38,4 \pm 8,4$
	bilateral	$37,2 \pm 3,5$	$46,5 \pm 4,1$	$45,7 \pm 4,6$	$38,6 \pm 8,2$
weibliche Patienten	rechts	$35,9 \pm 3,6$	$45,4 \pm 3,7$	$45,1 \pm 3,4$	$37,8 \pm 8,1$
	links	$36,0 \pm 3,6$	$45,7 \pm 4,4$	$44,9 \pm 3,7$	$37,1 \pm 8,8$
	bilateral	$36,0 \pm 3,6$	$45,5 \pm 4,0$	$45,0 \pm 3,5$	$37,4 \pm 8,4$
männliche Patienten	rechts	$38,5 \pm 3,0$	$47,4 \pm 3,8$	$46,3 \pm 5,1$	$39,9 \pm 7,7$
	links	$38,2 \pm 3,0$	$47,5 \pm 4,0$	$46,7 \pm 5,5$	$39,6 \pm 7,8$
	bilateral	$38,4 \pm 3,0$	$47,5 \pm 3,9$	$46,5 \pm 5,3$	$39,8 \pm 7,7$

Tab. 22: Höhe der Nasenhaupthöhle in mm

#### 4.3.2. Weite der Nasenhaupthöhlen auf Höhe des mittleren Nasengangs

Die Weite der Nasenhaupthöhle divergiert im antero-posterioren Verlauf von  $15,7 \pm 2,9$  mm (S1) über  $23,4 \pm 5,0$  mm (S2) und  $24,2 \pm 4,1$  mm (S3) auf  $27,7 \pm 3,9$  mm (S4). Die Breite der Nasenhaupthöhle der weiblichen Population ist im anterioren Bereich (S1, S2) größer und im posterioren Bereich (S3, S4) kleiner als die der männlichen. Das Maximum ist 36,0 mm (S3) und das Minimum ist 7,3 mm (S1).

	S1	S2	S3	S4
Total	$15,7 \pm 2,9$	$23,4 \pm 5,0$	$24,2 \pm 4,1$	$27,7 \pm 3,9$
weibliche Patienten	$16,0 \pm 3,4$	$24,6 \pm 5,9$	$23,9 \pm 3,7$	$27,2 \pm 4,5$
männliche Patienten	$15,3 \pm 2,1$	$22,3 \pm 3,7$	$24,5 \pm 4,5$	$28,2 \pm 3,1$

Tab. 23: Breite der Nasenhaupthöhle auf Höhe des mittleren Nasengangs in mm

#### 4.3.3. Weite der Nasenhaupthöhlen an ihrer breitesten Stelle

Die Weite der Nasenhaupthöhlen an ihrer breitesten Stelle ist im anterioren Bereich (S1) mit  $18,4 \pm 2,5$  mm am kleinsten und an S3 mit  $31,3 \pm 3,3$  mm am größten. Das männliche Patientengut weist mit Ausnahme von S2 größere Werte als das weibliche Patientengut auf. Die Werte wurden zumeist auf Höhe des unteren Nasengangs ermittelt. Der maximale Wert beträgt 51,5 mm (S2), der minimale Wert ist 13,5 mm (S1).

	S1	S2	S3	S4
Total	$18,4 \pm 2,5$	$29,0 \pm 4,2$	$31,3 \pm 3,3$	$29,6 \pm 3,3$
weibliche Patienten	$18,3 \pm 2,6$	$29,4 \pm 5,0$	$30,8 \pm 3,4$	$29,0 \pm 3,7$
männliche Patienten	$18,6 \pm 2,4$	$28,6 \pm 3,2$	$31,8 \pm 3,1$	$30,2 \pm 2,7$

Tab. 24: Breite der Nasenhaupthöhle an ihrer breitesten Stelle in mm

#### 4.3.4. Weite der rechten und linken Nasenhaupthöhle

Die Messergebnisse der Weiten der Nasenhaupthöhlen sind im Durchschnitt  $6,0 \pm 1,6$  mm (S1),  $10,2 \pm 3,4$  mm (S2),  $11,3 \pm 3,0$  mm (S3) und  $13,3 \pm 2,1$  (S4). Die Seitenunterschiede sind hier unter 0,5 mm. Die Breite der Nasenhaupthöhlen des weiblichen Patientenguts sind im vorderen Abschnitt (S1, S2) größer als die der männlichen Patienten und im dorsalen Abschnitt (S3, S4) kleiner (siehe Tab. 25). Die weibliche Population weist im Seitenvergleich eine größere rechte Nasenhaupthöhle auf, während die männliche eine größere linke Nasenhaupthöhle hat.

		S1	S2	S3	S4
Total	rechts	$5,8 \pm 2,6$	$10,3 \pm 3,6$	$11,3 \pm 3,2$	$13,4 \pm 2,1$
	links	$6,1 \pm 1,6$	$10,0 \pm 3,3$	$11,4 \pm 2,9$	$13,3 \pm 2,2$
	bilateral	$6,0 \pm 2,1$	$10,2 \pm 3,4$	$11,3 \pm 3,0$	$13,3 \pm 2,1$
weibliche Patienten	rechts	$8,4 \pm 2,8$	$11,0 \pm 3,5$	$11,5 \pm 3,0$	$13,0 \pm 2,0$
	links	$7,0 \pm 1,1$	$10,1 \pm 3,8$	$10,9 \pm 2,7$	$12,8 \pm 2,4$
	bilateral	$7,7 \pm 2,1$	$10,6 \pm 3,6$	$11,2 \pm 2,9$	$12,9 \pm 2,2$
männliche Patienten	rechts	$4,7 \pm 1,5$	$9,7 \pm 3,6$	$11,0 \pm 3,3$	$13,7 \pm 2,0$
	links	$5,7 \pm 1,6$	$9,9 \pm 2,8$	$11,8 \pm 3,1$	$13,7 \pm 1,9$
	bilateral	$5,2 \pm 1,6$	$9,8 \pm 3,2$	$11,4 \pm 3,2$	$13,7 \pm 2,0$

Tab. 25: Breite der rechten und linken Nasenhaupthöhle in mm

#### 4.4. Besonderheiten

Eine Patientin hat eine pneumatisierte rechte untere Nasenmuschel (mittleres Drittel) von 2,7 mm Länge, 4,3 mm Breite und 3,8 mm Höhe (Abb. 12). Ein weiterer männlicher Patient hat ebenfalls im mittleren Drittel beidseitig pneumatisierte Nasenmuscheln mit den Maßen 2,6 mm Länge, 2,7 mm Breite und 5,7 mm Höhe auf der rechten Seite (Abb. 13) sowie mit 2,6 mm Länge, 1,8 mm Breite und 1,8 mm Höhe auf der linken Seite (Abb. 14). Eine andere Patientin hat im vorderen Drittel des Septums eine Perforation von 11,4 mm Länge und 6,3 mm Höhe (Abb. 15). Abbildung 16 zeigt einen Septumsporn rechts.



Abb. 12: Pneumatisierte untere Nasenmuschel rechts



Abb. 13: Pneumatisierte untere Nasenmuschel rechts



Abb. 14: Pneumatisierte untere Nasenmuschel links (gleicher Patient wie Abb. 13)



Abb. 15: Perforation des Nasenseptums

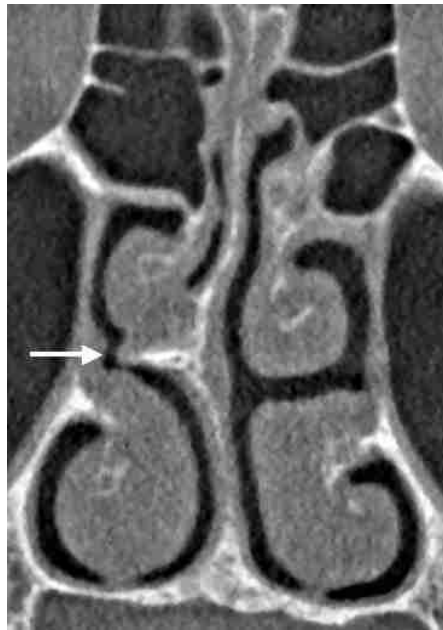


Abb. 16 : Septumsporn (Pfeil)



## 5. Diskussion

In der internationalen Literatur sind nur wenige Berichte über die anatomischen Eckdaten der unteren Nasenmuschel und der Nasenhaupthöhle zu finden. Diese Ergebnisse basieren jedoch nahezu vollständig auf Leichenstudien. Die Datenlage ist spärlich. In den letzten 130 Jahren hat sich auf dem Gebiet der Anatomie der Nasenhöhle aufgrund der überaus präzisen Untersuchungen des Anatomen Zuckerkandl [49] nichts Wesentliches verändert. Überdies lag die Nasenmuschel nicht im Mittelpunkt des chirurgischen Interesses. Vor diesem Hintergrund soll die vorliegende Arbeit Auskunft über die radiologischen Größenausdehnungen des Knochens und der Mukosa der unteren Nasenmuschel, des Nasenseptums sowie der Nasenhaupthöhlen geben. Des Weiteren versucht diese Analyse aufzuzeigen, ob es eine Korrelation zwischen der Größe der Nasenmuschel und einer Deviation des Nasenseptums gibt. Ziel ist es, repräsentative Durchschnittswerte der Anatomie der unteren Nasenmuschel und der Nasenhaupthöhle zu gewinnen, um das jeweils geeignete chirurgische Verfahren individuell daran anpassen zu können. Die digitale Volumetomografie ist hierbei ein geeignetes Mittel, die Ausdehnungen darzustellen und zu vermessen. Im Folgenden sollen nun die Ergebnisse sowohl mithilfe aktueller als auch historischer Literatur diskutiert werden.

Zunächst wird auf die Anatomie und auf pathologische Veränderungen der unteren Nasenmuschel eingegangen und geeignete Therapiemöglichkeiten dargelegt. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse bezüglich des Nasenseptums, die mögliche Problematik von Septumdeviationen, deren Behandlungsmöglichkeiten sowie die Größenausdehnung der Nasenhaupthöhle beschrieben und diskutiert. Danach folgt eine Auseinandersetzung mit der digitalen Volumetomografie als Werkzeug zur Vermessung der knöchernen und mukosalen Strukturen.

Eine Analyse mit 100 Patienten kann zwar nur eingeschränkt eine Aussage bezüglich der Gesamtbevölkerung geben, jedoch war nur eine limitierte Anzahl von sinnvoll auszuwertenden Schnittbildern verfügbar, welche die Einschlusskriterien (keine vorausgegangenen Operationen, keine Rhinosinusitis, Patienten älter als 18 Jahre) erfüllten.

Die digitale Volumetomografie wurde bereits in vorausgegangenen Publikationen als ein geeignetes Mittel für die systematische Vermessung von anatomischen Strukturen im Bereich der vorderen Schädelbasis beschrieben [10, 11, 41]. Dank der hohen Auflösung ist es möglich, selbst Strukturen geringer Größenausdehnung zu erkennen und zu vermessen. Des Weiteren ist es im Gegensatz zu Leichenstudien möglich, die radiologische Anatomie in vivo und ohne jegliche Fixationsschrumpfung oder sonstige fixationsbedingte Artefakte zu bewerten. Jedoch konnte zirkadianen Veränderungen der Schwellkörper keine Beachtung geschenkt werden.

### **5.1. Die untere Nasenmuschel**

Im Jahr 1882 veröffentlichte der Anatom Zuckerkanndl [49] seine auf Leichenstudien basierende Monografie über die Anatomie der Nasenhöhlen, in der er über die Sektion und Vermessung von 370 Schädeln von Europäern berichtet. Er beschreibt die untere Nasenmuschel als einen eigenständigen Knochen und als „eine dünne, gewölbte, leicht eingerollte Knochenplatte, die mit einem Rande am Kiefergerüste befestigt ist, im Uebrigen aber frei in die Nasenhöhle hineinragt“ [49, S. 54]. Die Anheftung der Nasenmuschel an die Maxilla gliedert er in einen vorderen, mittleren und hinteren Abschnitt, von denen der mittlere den längsten Teil darstellt. „Der mittlere, zugleich der längste Abschnitt, verläuft horizontal und bildet in situ naturali den unteren Rand des Hiatus maxillaris; von seinen beiden Endpunkten gehen unter stumpfen Winkeln die anderen Abschnitte ab (...)“ [49, S. 55] Überdies wird die Gestalt des Muschelbeines im anterioren Bereich als breit und flach und posterior als schmal und gewölbt beschrieben. Es werden zahlreiche den Knochen durchsetzende sagittale Arterienfurchen und Poren angegeben. „Die Poren führen (...) theils in enge Gefässcanäle, theils in unregelmässig geformte, vielfach miteinander communicierende Räume, die, ähnlich wie die Lücken im spongiösen Knochengewebe, Markgewebe enthalten.“ [49, S. 55] „Nicht selten ist die Muschel missbildet. Sie zeigt grubige oder rinnenartige Vertiefungen an der convexen Fläche oder randständige Einschnitte, die theils angeboren sind, theils in Folge von mechanischen Einflüssen, welche von Seite der Nasenscheidewand auf die Muschel einwirken, entstehen. (...) Die angeborenen Einschnitte der Muschelbeine können eine Länge von 7–13 mm erreichen.“ [49, S. 56] Dadurch bekommt die

Muschel ein gelapptes Aussehen. „Verwachsung der Muschelbeine mit dem Boden der Nasenhöhle und Perforation werden gleichfalls beobachtet.“ [49, S. 57]

Zuckerkandl gibt die Länge des schleimhautüberzogenen Muschelbeins variierend zwischen 25 mm und 49 mm und dessen Breite zwischen 5 mm und 16 mm an. Es werden folglich ein Mindest- und ein Höchstwert, jedoch kein Mittelwert angegeben. In der vorliegenden Analyse ist das Durchschnittsergebnis der Länge der Concha inferior mit Schleimhaut gemessen ( $\pm$  der Standardabweichung)  $51,0 \pm 5,1$  mm mit einem Minimum von 31,3 mm und einem Maximum von 60,6 mm. Ein möglicher Grund für die geringeren Werte Zuckerkandls könnten postmortale Veränderungen des Weichgewebes, wie zum Beispiel Wasserverlust, sein. Der Anatom verwendete für seine Untersuchungen frische Leichen, die mit größter Wahrscheinlichkeit nicht fixiert wurden. Dabei ist es möglich, dass sich Weichgewebe und Schleimhäute durch Dehydratation, Absinken der kapillaren Blutsäule der Schwerkraft folgend (analog der Ausbildung von Leichenflecken), Abnahme des Zellurgors oder beginnende Verwesungsprozesse verändern. Es ist nicht berichtet, in welchem Zeitraum die Sektion vorgenommen wurde. Es können auch während einer Fixation von Präparaten, beispielsweise mit Formalin, Volumenveränderungen oder gar Artefakte auftreten. Weitere Ungenauigkeiten können bei der Vermessung der Leichenpräparate entstehen, indem Messlehren nicht immer genau gleich angelegt werden beziehungsweise nicht immer der gleiche Druck auf die Schleimhaut bei der Vermessung ausgeübt wird. Aber auch systematische Messfehler oder Unterschiede in der Definition der Anfangs- und Endpunkte sind denkbar. Eine weitere Überlegung ist, ob auch das deutliche Größenwachstum des Menschen in den letzten 100 Jahren ein Grund für die größeren Werte sein kann.

Mithilfe der digitalen Volumetomografie ist es möglich, die Schleimhäute in vivo und ohne Veränderungen der Gewebe durch Wasserverlust oder sonstige postmortale Veränderungen zu befunden und zu vermessen. Die Präzision der Messungen ist durch die Möglichkeit des Vergrößerungsmodus als sehr hoch einzuschätzen. In dieser Arbeit beträgt die Gesamtdicke der Nasenmuschel  $8,6 \pm 2,5$  mm an M1,  $8,1 \pm 2,4$  mm an M2,  $8,2 \pm 2,5$  mm an M3 und  $10,9 \pm 2,9$  mm an M4. Dabei wurde ein Minimum von 2,5 mm und ein Maximum von 17,2 mm eruiert. Diese Ergebnisse decken sich in etwa mit den Werten Zuckerkandls.

„Die Krümmung des Muschelbeines wechselt sehr mannigfach und ist selbst in den beiden Nasenhöhlen eines und desselben Kopfes nicht stets gleich. Die untere Nasenmuschel ist häufig flach, in welchem Falle von der Seitenwand der Nasenhöhle unter spitzem Winkel eine dünne Knochenplatte abgeht; in anderen Fällen hingegen ist sie in solcher Weise gewölbt, dass man an der Muschel zwei Antheile unterscheiden kann, einen oberen horizontalen, rechtwinkelig von der Seitenwand abbiegend, der den unteren Nasengang überdacht, und einen absteigenden Antheil, der eine mehr verticale Richtung einhält.“ [49, S. 56] Auch in der vorliegenden Arbeit besitzt der Winkel, in dem das Os turbinale aus der lateralen Nasenwand ragt, eine Streubreite zwischen  $12^\circ$  und  $163^\circ$ . An Messpunkt M1 beträgt er  $57,0 \pm 14,5^\circ$ , an M2  $63,6 \pm 22,5^\circ$ , an M3  $83,2 \pm 22,4^\circ$  und an M4  $84,2 \pm 16,7^\circ$ . Auch die hohen Werte der Standardabweichungen deuten auf eine große Variabilität hin.

In den Jahren 1981 und 1982 veröffentlichte Lang [26, 27] zwei ausführliche Publikationen über die Anatomie der Nasenhöhle. In der ersten Arbeit vermaß er 95 Kopfhälften (Feuchtpräparate) mittels eines Gleit- und Tasterzirkels. Die Messgenauigkeit gibt er mit 0,5 mm an. Nach seinen Aufzeichnungen verläuft die untere Nasenmuschel annähernd parallel zum Nasenhöhlenboden. „Seltener steigt sie von vorne oben nach hinten und unten mit einem Winkel von bis zu  $20^\circ$  ab. (...) Keulenförmige Verdickungen liegen bevorzugt in rostralen und dorsalen Teilen, gelegentlich jedoch auch im mittleren Drittel. (...) Der Vorderrand der unteren Muschel liegt im Mittel 4,14 mm hinter der Vertikalen durch das Subspinale.“ [26, S. 308] Das Subspinale ist der am weitesten dorsal gelegener Punkt der anterioren Kontur des Processus alveolaris im Oberkiefer. „Der Hinterrand der Concha nasalis inferior liegt im Mittel 4,4 mm vor der Vertikalen durch das Staphylion.“ [26, S. 308] Das Staphylion ist der posteriore Rand des harten Gaumens. Die durchschnittliche Länge der unteren Nasenmuschel gibt Lang mit 47,74 mm (35–58 mm) an. Die männlichen Leichen haben dabei eine mittlere Länge von 47,95 mm (rechts: 48,71 mm, links: 46,98 mm) und die weiblichen Leichen 46,63 mm (rechts: 47,3 mm; links: 45,89 mm).

In dieser Analyse beträgt die durchschnittliche Länge der schleimhautbedeckten Muschel  $51,0 \pm 5,1$  mm. Die weiblichen Patienten haben eine Länge von  $50,1 \pm 5,5$  mm (rechts:  $50,4 \pm 5,1$  mm; links:  $49,8 \pm 5,9$  mm) und die männlichen von  $52,0 \pm 4,5$  mm

(rechts:  $52,1 \pm 4,7$  mm; links:  $51,8 \pm 4,3$  mm). Die Werte bewegen sich zwischen 31,3 mm (♀) und 60,6 mm (♀). Die von Lang erhobenen Messwerte weisen im Vergleich zur vorliegenden Arbeit kleinere Werte auf. Gründe dafür können die, wie schon bei Zuckermandl erwähnten, fixationsbedingten bzw. postmortal aufgetretenen Veränderungen sein sowie Messungenauigkeiten oder Abweichungen der festgelegten Messpunkte. Außerdem vermaß Lang nur etwa halb so viele Nasenhöhlen wie in der vorliegenden Arbeit.

Die Höhe der Concha nasalis inferior erhob Lang in einem rostralen Abschnitt mit 13,6 mm (6–21 mm), einem Mittelbezirk mit 12,9 mm (4–24,5 mm) und einem dorsalen Abschnitt mit 10,3 mm (5–17 mm). Er entdeckte keine signifikanten Geschlechtsunterschiede. Dies ist nur bedingt mit den Ergebnissen dieser Untersuchung vergleichbar, da Lang das volle Ausmaß mit Schleimhaut erfasste und hier die knöcherne Länge bestimmt wurde. Außerdem stimmen die festgelegten Messpunkte nicht überein. Der Durchschnittswert ( $\pm$  Stabw) der Höhe des Os turbinale beträgt an M1  $4,0 \pm 2,0$  mm und an M2  $20,8 \pm 5,2$  mm. An Messpunkt M3 ist das Os turbinale  $13,7 \pm 3,2$  mm lang und an M4  $4,0 \pm 2,0$  mm.

Überdies beschreibt Lang die Anheftungszone der unteren Nasenmuschel im vorderen Bereich nach dorsal in einem Winkel von  $30^\circ$  bis  $45^\circ$  gegenüber dem Palatum durum ansteigend. „Der hintere Muschelanhftungsteil fällt gegenüber dem Nasenhöhlenboden mit Winkeln von  $15^\circ$  bis  $30^\circ$  ab.“ [26, S.309] Des Weiteren ermittelte er die Strecke zwischen den oberen bzw. unteren Muschelrändern und dem Nasenhöhlenboden. Demzufolge liegt die Mitte des oberen Muschelrandes im Durchschnitt 17,68 mm über dem Nasenhöhlenboden. Bei den männlichen Leichen beträgt der Mittelwert der Distanz zwischen oberem Muschelrand und Nasenhöhlenboden 17,88 mm, bei den weiblichen Leichen 17,33 mm. Auf der rechten Seite ermittelte Lang einen Durchschnittswert von 17,82 mm und auf der linken Seite von 17,94 mm. Die Mitte des Unterrandes der unteren Nasenmuschel ist im Schnitt 5,37 mm vom Nasenhöhlenboden entfernt (♀: 4,93 mm; ♂: 5,57 mm). Auf der rechten Seite beträgt der Abstand 4,92 mm, auf der linken Seite beträgt er 5,62 mm.

In seiner zweiten Arbeit über die Anatomie der Nasenhöhle vermaß und bewertete Lang [27] 138 adulte Schädelhälften mit modifizierten Schublehren und Stechzirkeln. Die sagittale Länge des Os turbinale wird mit einem Durchschnittswert von 43,43 mm (Minimum: 35,0 mm; Maximum: 51,0 mm) angegeben. Lang konnte keine signifikanten Seitenunterschiede feststellen. Der Abstand vom knöchernen Unterrand der Concha nasalis inferior zum Boden der Nasenhöhle beträgt 6,79 mm (rechts: 6,67 mm, links: 6,93 mm). [27, S. 172–4]

In der vorliegenden Arbeit ist der Durchschnittswert der Länge des Os turbinale ( $\pm$  Stabw)  $39,0 \pm 4,0$  mm ( $\text{♀}$ :  $38,6 \pm 3,9$  mm;  $\text{♂}$ :  $39,3 \pm 4,2$  mm) und ist damit etwa 4 mm kleiner als der von Lang ermittelte. Es wurde ein Minimum von 25,8 mm und ein Maximum von 49,9 mm gemessen. Die Minima unterscheiden sich demnach um etwa 9 mm.

In Langs Publikation [27] ist aus den Wertetabellen erkennbar, dass er die Strecken der knöchernen Strukturen auf halbe Millimeter rundete. Messfehler und Ungenauigkeiten können dabei beim Anlegen der Schublehre bzw. der Stechzirkel entstehen. Die Längenausdehnung eines gekrümmten Verlaufes kann nicht oder nur schwer ermittelt werden. Auch ein Verrutschen ist bei dieser Art und Weise der Messung möglich.

Die pneumatisierte untere Nasenmuschel ist eine seltene anatomische Variation der Nasenmuscheln. Sie wurde 1988 von Zinreich [48] zum ersten Mal beschrieben. Göçmen [19] berichtete 2005 von nur 10 Fällen in der Literatur. Yang [47] fand 2008 unter 59.238 koronalen CT-Datensätzen lediglich 16 Patienten mit insgesamt 18 pneumatisierten unteren Nasenmuscheln.

In der internationalen Literatur sind mehrere Theorien zur Entstehung dieser Variation angegeben. Die erste besagt, dass die untere Nasenmuschel in ihrer Entwicklung zwei chondrale Lamellen besitzt und damit zwei getrennte Ossifikationszentren, die im 9. fetalen Monat aufeinanderstoßen. Während dieser Entwicklungsphase ist es möglich, dass das respiratorische Epithel zwischen den beiden Lamellen einwächst und eine belüftete Höhle bildet [12, 14, 19]. Eine weitere Theorie geht davon aus, dass die Luftzelle von einer Kieferhöhlenerkrankung herrühren könnte. Damit wäre sie mit der Aufhängung der unteren Nasenmuschel assoziiert [33]. Die dritte Theorie besagt, dass

sich die Pneumatisation der Kieferhöhle während der fetalen Entwicklung auf die untere Nasenmuschel ausdehnen kann [35].

Bolger [8] teilte den Grad der Pneumatisation der mittleren Nasenmuschel in drei verschiedene Kategorien ein. Yang [47] verwendete diese Einteilung analog für die pneumatisierte untere Nasenmuschel. Der bulbosartige Typ ist nur an dem unteren verdickten Teil des Os turbinale pneumatisiert. Der lamellenartige Typ weist eine Pneumatisation in der vertikalen Lamelle der Muschel auf. In der dritten Kategorie finden sich alle ausgedehnten pneumatisierten unteren Nasenmuscheln, deren Belüftung sowohl den unteren Teil der Nasenmuschel als auch die vertikale Lamelle umfasst. In den Patientendatensätzen der vorliegenden Arbeit konnten drei bullöse untere Muscheln identifiziert werden. Nach der Einteilung von Bolger [8] ist davon eine dem bulbosartigen Typ und zwei dem lamellenartigen Typ zuzuordnen.

Durch die damit verbundene Hypertrophie kann die pneumatisierte untere Nasenmuschel Ursache von rezidivierenden Obstruktionen sein, sie kann überdies bei Verlegung des Ostiums auch Kopf- und Gesichtsschmerzen auslösen [8, 12]. Im Falle einer Entzündung der pneumatisierten unteren Nasenmuschel wird oftmals eine chirurgische Eröffnung zur Drainage des purulenten Inhaltes notwendig. Um weiteren inflammatorischen Prozessen vorzubeugen, kann die laterale Lamelle des Os turbinale unter Erhalt der Mukosa reseziert werden [9, 19]. Allerdings ist die pneumatisierte untere Nasenmuschel nicht als ein pathologischer Befund anzusehen, sondern vielmehr als eine anatomische Variation. Der mukoziliäre Transport von Sekret findet wie auch in den Nasennebenhöhlen in Richtung des Ostiums statt [9].

Eine weitere sehr seltene anatomische Variation stellt die geteilte untere Nasenmuschel dar. In der internationalen Literatur sind bis heute nur drei dieser Fälle bekannt [34, 42]. Es wird vermutet, dass der obere Teil der geteilten Muschel durch eine starke Verlagerung nach medial und eine nach unten gerichtete Rotation des Processus uncinatus entsteht. Damit könnte die geteilte untere Nasenmuschel eine anatomische Abnormität des Processus uncinatus sein, der in allen diesen Fällen fehlt [42]. In dieser Untersuchung wurde keine geteilte untere Nasenmuschel gefunden.

Häufigere Ursachen für eine hypertrophe Nasenmuschel können chronische Schleimhaut-schwellungen sein, wobei das Anpassungsvermögen an physiologische Bedingungen gestört ist und zu irreversiblen Schwellungszuständen führen kann [28]. Bekanntestes Beispiel ist die allergische Rhinitis, die sich durch eine pathologische Reaktion des Immunsystems auf körperfremde Allergene auszeichnet. Diese kann saisonal durch Pollenflug oder ganzjährig durch Milben, Tierepithelien oder Schimmelpilze hervorgerufen werden. Klinisch zeigt sich ein Anschwellen der Nasenmuscheln, das zur Obstruktion der Nasenatmung führen kann, häufig in Kombination mit heftigem Niesen und/oder Rhinorrhoe.

Nasenatmungsbehinderungen können auch durch eine Kombination aus Septumdeviation und Hypertrophie der unteren Nasenmuschel ausgelöst werden. Dabei befindet sich die vergrößerte Nasenmuschel meist kompensatorisch auf der konkaven kontralateralen Seite des Septums [28, 5, 36]. Berger [5] konnte nachweisen, dass diese kompensatorische Hypertrophie meist eine Verdickung des Os turbinale zur Ursache hat. Auch dieser Zusammenhang wurde in dieser Arbeit untersucht, wird jedoch an späterer Stelle genauer beschrieben.

Folgen einer Nasenmuschelhypertrophie können Obstruktionen der Nasenatmung sein, die Tagesmüdigkeit und eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit mit sich bringen können. Des Weiteren kann eine nasale Obstruktion Schlafapnoe begünstigen [3, 30, 31]. Dreher [15] beschrieb, dass eine komplette Obstruktion durch Tamponade der Nase zu einer Zunahme der schlafbezogenen Atmungsstörungen führt.

Die Ursache einer Muschelhypertrophie kann demnach knöchern oder schleimhautbedingt sein. Dementsprechend ist eine geeignete Therapie zu wählen. Um die durch eine vergrößerte untere Nasenmuschel hervorgerufene Obstruktion zu behandeln, wurden in den letzten 150 Jahren in der internationalen Literatur zahlreiche Verfahren beschrieben.

Bei Nasenatmungsbehinderungen, die hauptsächlich durch eine verdickte Schleimhaut der unteren Nasenmuscheln bedingt sind, kann zunächst eine konservative Therapie eingeleitet werden. Bei einer allergischen oder vasomotorischen Rhinitis kann dies die



Vermeidung einer Exposition der Allergene oder anderer auslösender Stoffe sein. Auch eine Hyposensibilisierung kann zu einer Besserung führen. Eine weitere Maßnahme ist die Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung, die symptomatisch ein Abschwellen der Schleimhäute bewirkt. Zur Vasokonstriktion der Schwellkörper können auch Nasensprays mit  $\alpha$ -Sympatikomimetika verwendet werden. Durch die topische Applikation von Degranulationshemmern soll die Freisetzung von Histamin und damit ein allergisches Anschwellen der Schleimhäute verhindert werden. Antihistaminika können topisch und systemisch verabreicht werden. Glukokortikoide können bei allergischer oder vasomotorischer Rhinitis auch in die untere Nasenmuschel injiziert werden, deren Wirkung hält jedoch lediglich 3–6 Wochen an [28]. Weiterhin kann die topische Verabreichung von Steroiden eine langfristige Verbesserung der Nasenatmungsbehinderung bewirken. Arikian [2] konnte zeigen, dass das Glukokortikoid Fluticasonpropionat gute Ergebnisse in der Dickenreduktion der unteren Nasenmuschel liefert.

Lässt der Erfolg der konservativen Therapie zu wünschen übrig, ist es möglich, dass bereits irreversible Schwellungszustände vorliegen [28], die einer operativen Therapie bedürfen. Heute gibt es zahlreiche Möglichkeiten, die Schleimhaut chirurgisch zu verkleinern. Die submuköse Diathermie, auch Elektrostichkoagulation oder Muschelkaustik genannt, beruht auf dem Prinzip der thermischen Schädigung, Vernarbung und Obliteration des Schwellkörpers nach Stromapplikation. Sie wurde bereits 1907 von Neres [28] beschrieben. Dabei wird eine Elektrode in die nicht abgeschwollene Schleimhaut der unteren Nasenmuschel vorgeschoben und der Strom appliziert. Die Oberfläche bleibt weitgehend intakt. Die Kurzzeiterfolge liegen bei über 80 % [28], jedoch ist der Erfolg nach 2 Jahren nur noch bei 36 % der Patienten gegeben.

Im Gegensatz dazu wird bei der oberflächlichen Schleimhautkoagulation eine bipolare Koagulationspinzette auf der Oberfläche der Nasenmuschel angesetzt. Hierbei kommt es ebenfalls zu einer thermischen Schädigung und Vernarbung, die allerdings den verantwortlichen venösen Schwellkörper oftmals nicht erreicht [28]. Des Weiteren kann dieses Verfahren zu starken Blutungen sowie Verkrustungen durch die erheblichen Wundflächen führen.

Die Kryotherapie mit flüssigem Stickstoff bei einer Temperatur von  $-70\text{ °C}$  bewirkt eine Zerstörung der Zellmembran und eine Denaturierung von Zellproteinen durch die Bildung von intrazellulären Eiskristallen.

Eine weitere Therapiemöglichkeit stellt die Argon-Plasma-Therapie dar. Hierbei wird der Stromfluss über das ionisierte Argongas hergestellt. Die Koagulationstiefe beträgt nur etwa 1–2 mm. Im Gegensatz zu anderen stromapplizierenden Verfahren tritt aufgrund der zu niedrigen Temperaturen keine Verkohlung oder Verdampfung des Gewebes ein. Über die Erfolge dieser Therapie ist jedoch nur wenig bekannt, da Langzeitstudien rar sind. Bergler [6] berichtet, dass 12 Monate nach dem Eingriff bei 83 % der Patienten eine Verbesserung zu erkennen ist.

Auch die Radiofrequenztherapie beruht auf dem Prinzip der thermischen Schädigung des Gewebes, jedoch wird die Mukosa im Gegensatz zur submukösen Diathermie nur schrittweise auf etwa  $75\text{ °C}$  erhitzt. Mit einer Erfolgsrate von über 80 % scheint diese Therapiemöglichkeit sehr Erfolg versprechend zu sein [21, 28, 45].

Bei laserchirurgischen Verfahren werden das Schleimhautepithel und die Submukosa ebenfalls durch thermische Schädigung vernarbt. Es steht eine Vielzahl an Methoden, wie zum Beispiel der Argonlaser, der Diodenlaser oder der  $\text{CO}_2$ -Laser, zur Verfügung.

Eine konventionelle chirurgische Therapie wird vor allem dann angewendet, wenn die Ursache der Nasenmuschelhypertrophie von einem vergrößerten Os turbinale ohne oder mit nur geringer Schleimhautschwellung herrührt. Bei der Laterofrakturierung wird das Os turbinale frakturiert und nach lateral gedrängt. Dadurch soll medial mehr Raum für die Luftpassage geschaffen werden. Die Nasenmuschel hat jedoch die Tendenz, sich wieder nach medial zu repositionieren. Deshalb ist eine Kombination mit anderen chirurgischen Maßnahmen, wie der submukösen Turbinektomie, ratsam.

Bei der Konchomukotomie wird die hyperplastisch überstehende Mukosa am Unterrand der unteren Nasenmuschel reseziert. Das Os turbinale und sein umgebendes Periost dürfen dabei nicht touchiert werden. Ein Nachteil dieser Methode ist die teilweise starke

Blutung aus der entstehenden Wunde mit nachfolgenden Krustenbildung, die einer intensiven Pflege bedarf.

Das Verfahren der submukösen Turbinektomie beschreibt die Resektion des Os turbinale unter weitgehender Schonung der Mukosa. Durch einen anterioren Schnitt kann der Knochen präpariert und entfernt werden. Das Blutungsrisiko und die postoperative Krustenbildung sind gering.

Die Konchoantrumpexie sieht eine Resektion der lateralen Nasenwand vor. Dabei wird die Kieferhöhle eröffnet und die hypertrophe untere Nasenmuschel durch Laterofrakturierung in dem gewonnenen Raum repositioniert.

Bei der partiellen Konchektomie wird die Mukosa mit Teilen des Os turbinale reseziert. Ein Nachteil dieser Methode ist, wie bei der Konchomukotomie, eine große Wundfläche mit zusätzlich frei liegendem Knochen. Es besteht das Risiko von starken intra- und postoperativen Blutungen. Der Therapieerfolg ist jedoch als gut einzustufen. Die partielle Konchektomie wird eingeteilt in die anteriore Konchektomie, bei der Teile des Muschelkopfes reseziert werden, die inferiore Turbinoplastik, bei der Teile des Os turbinale und dessen laterale Mukosa entfernt werden, und die hintere Muschelkappung, die mithilfe einer scharfen Schlinge am posterioren Ende erfolgt.

Die totale Konchektomie sieht eine vollständige Entfernung der unteren Nasenmuschel vor. Als Komplikationen können starke intra- und postoperative Blutungen auftreten. Dies kann zu Krusten- und Synechienbildung führen. Als Komplikation ist das hohe Risiko der Entwicklung einer Ozäna zu erwähnen.

Im Jahre 2008 wurden in Deutschland über 139.000 operative Eingriffe an der unteren Nasenmuschel durchgeführt. Damit steht dieser Eingriff auf Rang 19 der häufigsten Operationen mit stationärem Aufenthalt noch vor der Appendektomie (Rang 25) [18].

## 5.2. Das Nasenseptum

Laut Zuckerkandl [49] besteht die Nasenscheidewand aus einem knöchernen (Septum osseum), einem knorpeligen (Septum cartilagosum) und einem membranösen (Septum membranaceum) Abschnitt. „Die knöcherne Partie wird nicht allein vom Pflugscharbein und der verticalen Platte des Siebbeines, sondern auch noch von der Crista palatina der Oberkiefergaumenfortsätze und von der Crista nasalis des knöchernen Nasenrückens gebildet.“ [49, S. 100] Von 370 untersuchten Leichen weisen 123 (33 %) eine symmetrische und 140 eine asymmetrische (38 %) Nasenscheidewand auf. In 57 Fällen ist die Deviation nach rechts, in 51 Fällen nach links geneigt und in 32 Fällen ist das Septum S-förmig verbogen. Demnach ist in mehr als der Hälfte der Fälle die Stellung des Septums asymmetrisch. Die Deviationen beobachtete Zuckerkandl lediglich in den ersten zwei Dritteln des Septums. Er entdeckte allerdings keine bemerkenswerte Asymmetrie an den Choanen. „Die Verbiegung kann einen so hohen Grad erreichen, dass die Wölbung des Buges die Nasenmuscheln berührt, und die betreffende Nasenhöhle ihre Durchgängigkeit einbüßt.“ [49, S. 103] Weiterhin beschreibt er, „dass diese Anomalie der Nasenscheidewand wegen der durch sie gesetzten Stenose der Nasenhöhle auf den Klang der Stimme sowie auf die Respiration einen ungünstigen Einfluss ausüben“ [49, S. 103] kann. In der vorliegenden Arbeit weisen 20 weibliche und 26 männliche Patienten (insgesamt 46, das entspricht 46 % aller Patienten) eine Septumdeviation  $\geq 3$  mm im Bereich der Messstellen S1–S4 auf. Davon deviiert das Septum 17 Mal nach rechts (♀: 5, ♂: 12) und 30 Mal nach links (♀: 15, ♂: 15). Ein männlicher Patient hat eine S-förmige Deviation mit einer Auslenkung von  $\geq 3$  mm zu beiden Seiten. Earwaker [16] untersuchte die anatomischen Variationen der Nasenhöhle anhand von CT-Bildern. Dabei entdeckte er bei 44 % der 800 ausgewerteten Patientendatensätze eine Septumdeviation. Die Geschlechtsverteilung ist 1:1. Kayalioglu [24] gibt in seiner Arbeit für Deviationen eine Prävalenz von etwa 22 % an.

Auch die Variation eines Septumsporns wird von Zuckerkandl [49] beschrieben. Die Größenausdehnung des sogenannten „Hakenfortsatzes“ wird an seiner größten Stelle zwischen 4 mm und 12 mm angegeben. An 370 Schädeln von Europäern fand Zuckerkandl in 107 Fällen (entspricht 29 %) einen solchen Sporn. Bei symmetrischem Septum ist dieser 22 Mal auf der rechten, 24 Mal auf der linken Seite und einmal beidseitig. Bei einer Deviation nach rechts finden sich 36 Septumsporne auf der rechten

Seite, bei einer Deviation nach links (24 Fälle) sind diese jeweils auf der linken Seite lokalisiert. „Bei der Combination mit Septumdeviation sitzt der Hakenfortsatz constant auf der convexen Septumseite.“ [49, S. 107] In der vorliegenden Untersuchung weisen 18 weibliche und 30 männliche Patienten (insgesamt 48 %) einen oder mehrere Septumsporne auf. Davon sind 28 (♀: 13, ♂: 15) Sporne auf der linken und 21 (♀: 5, ♂: 16) auf der rechten Seite des Septums lokalisiert. Ein männlicher Patient hat einen Sporn zu jeder Seite der Nasenscheidewand. Die größte Ausdehnung des Septums befindet sich in 8 Fällen im anterioren Drittel, 11 Mal im mittleren Drittel und 30 Mal im posterioren Drittel des Septums. Es wurde ein maximaler Wert des knöchernen Sporns in lateraler Ausdehnung von 7,8 mm gemessen. Zuckerkandls maximales Messergebnis von 12 mm ist (vermutlich) mit Schleimhautüberzug ermittelt worden. Earwaker [16] fand in seiner Untersuchung von 800 Patienten 146 Septumsporne, von denen 122 mit einer Septumdeviation assoziiert waren.

Bei einer Berührung der Deviation oder des Spornes mit den Nasenmuscheln würde laut Zuckerkandl [49] eine mehr oder weniger tiefe Grube mit atrophischer Schleimhaut auf der entsprechenden Concha nasalis entstehen. Die Muschel könne dadurch auch abgeplattet, sogar regelrecht an die laterale Nasenwand angedrückt werden. [49, S.107] Die vorliegende Arbeit zeigt, dass es bei 25 von 36 Patienten (69,4 %) mit einer Septumdeviation von  $\geq 3$  mm einen Zusammenhang zwischen der Auslenkung und der Gesamtdicke der unteren Nasenmuschel gibt. Auf der konkaven Seite des Septums ist die Nasenmuschel überdurchschnittlich groß, auf der konvexen Seite des Septums ist die Nasenmuschel unterdurchschnittlich groß.

Tatsächlich ist eine starke Deviation sehr häufig mit einer kompensatorischen Hypertrophie der unteren Nasenmuschel auf der konkaven Seite des Septums assoziiert. [17, 46] Jessen [23] beschreibt, dass 42 % der (schwedischen) Bevölkerung eine solche Septumdeviation mit kompensatorischer Nasenmuschel aufweisen, die jedoch in nur einem Viertel der Fälle zu Nasenatmungsbehinderungen führt. Wenn das Septum zu einer Seite deviiert, wird der entsprechend größere Raum auf der konkaven Seite von der Nasenmuschel kompensatorisch eingenommen. Es wird vermutet, dass diese Konstellation einen Schutzmechanismus darstellt, der verhindern soll, dass die größere Nasenhöhle auf der konkaven Seite des Septums durch den geringeren Widerstand von

mehr Luft durchströmt wird. Dies hätte eine Austrocknung und Krustenbildung zur Folge. [5, 46] Berger [5] beschreibt, dass das Os turbinale bei Patienten mit Septumdeviation und kompensatorisch hypertropher Nasenmuschel doppelt so dick ist, während die Dicke der Mukosa nur eine geringe Veränderung erfährt. Diese ossäre Vergrößerung besteht vor allem im anterioren und mittleren Teil der Nasenmuschel. [1, 46] Akoğlu [1] hingegen zeigte auf, dass sowohl der Knochen als auch die Mukosa vergrößert sind. Eine unbehandelte hypertrophe untere Nasenmuschel kann die Ursache der hohen Misserfolgsrate nach einer Septumplastik sein. [36, 46] Diese liegt bei etwa 20–30 %. [17, 46] Die Einengung auf der konvexen Seite des Septums wird zwar behoben, jedoch führt eine Dislokation des Septums in Richtung der hypertrophen Nasenmuschel zu einer Obstruktion auf dieser Seite der Nasenhöhle. [5, 46] Bei starker Deviation ist demzufolge zusätzlich eine Reduktion der Nasenmuschel empfehlenswert. [5, 20, 40]

Anteriore knorpelige Deformierungen des Septums in der Nähe der Nasenklappe stellen meist ein gravierenderes Atemhindernis dar als weiter dorsal gelegene. [17, 38] Beide machen jedoch oftmals eine operative Korrektur des Septums notwendig. In Deutschland wurden im Jahr 2008 über 99.000 submuköse Resektionen und plastische Rekonstruktionen des Nasenseptums vorgenommen. Damit belegen diese Eingriffe Rang 36 der häufigsten Operationen mit stationärem Aufenthalt. [18] Heute wird seltener die submuköse Septumresektion nach Killian, sondern vor allem die plastische Septumkorrektur nach Cottle angewendet. Die erste Methode sieht lediglich eine Resektion von zentralen Knochen- und Knorpelteilen des Septums vor, wie Septumleisten oder Septumsporne, wobei ein ausreichend großer stabiler Rahmen belassen wird. Bei der Septumplastik nach Cottle wird der Eingriff auch am Knorpelrahmen durchgeführt und ist insbesondere bei Septumdeviationen geeignet. [38] Zur Schonung der Schleimhaut wird ein subperiostaler bzw. subperichondraler Tunnel angelegt. Deviierte Septumteile können dann mit einem Ritzmesser oder einem Osteotom scharf exzidiert und entnommen werden. Dieses Material wird nun zum Wiederaufbau des Septums verwendet, indem es nach Begradigung reponiert wird. [25] Darauf kann zur Stabilisierung eine Tamponade der Nasenhöhlen folgen. Laut einer Langzeitstudie waren 10 Jahre nach alleiniger Septumplastik noch 84 % der Patienten mit dem Ergebnis der Operation zufrieden. [7] Andere Untersuchungen berichten von

einer Zufriedenheit zwischen 70,5 und 86 %. [4, 40] Allerdings ist der Erfolg einer Septumplastik in Kombination mit einer Nasenmuschelreduktion als größer einzustufen. [5, 20, 40]

Eine Septumperforation von 11,4 mm Länge und 6,3 mm Höhe wurde in dieser Untersuchung bei einer Patientin im vorderen Drittel des Septums gefunden. Die Ursache kann ein früherer Eingriff an der Nasenscheidewand sein. Auch eine anteriore Septumdeviation mit Rhinitis sicca anterior, darauffolgender Krustenbildung und digitaler Manipulation kann ein möglicher Grund sein, ebenso wie Systemerkrankungen (Morbus Wegener) oder Kokainkonsum. Ein typisches Beschwerdebild des perforierten Septums ist eine behinderte Nasenatmung, die durch den erhöhten Widerstand aufgrund von Wirbelbildung ausgelöst wird. Der hintere Perforationsrand kann oftmals durch Verkrustung Beschwerden auslösen und Epistaxis sowie Stirnkopfschmerzen verursachen. Bei kleineren Perforationen kann es zu pfeifenden Atemgeräuschen kommen. Ein Verschluss wird nur bei relevanten Beschwerden mittels eines oder mehrerer Verschiebelappen vorgenommen. [38] Teymoortash [44] beschreibt den Verschluss einer Septumperforation mit einem unilateralen Mukosalappen aus dem unteren Nasengang. Dabei erzielte er einen vollständigen Rückgang der Symptome bei allen 13 Patienten.

### **5.3. Die Nasenhaupthöhle**

Zucker кандl [49] ermittelte die Höhe der Nasenhaupthöhle im Bereich der Riech- und Respirationsspalte. Diese beträgt im Durchschnitt 44,0 mm mit einem Minimum von 38,0 mm und einem Maximum von 51,0 mm. Diese Messebene entspricht in etwa dem Messpunkt S3 in dieser Arbeit. Hier wurde eine Höhe von  $45,7 \pm 4,6$  mm ermittelt, was dem Ergebnis von Zucker кандl [49] entspricht. Überdies ist die Nasenhaupthöhle an Messpunkt S1  $37,2 \pm 3,5$  mm, an Messpunkt S2  $46,5 \pm 4,1$  mm und an Messpunkt S4  $38,6 \pm 8,2$  mm hoch. Der kleinste Wert wurde mit 22,0 mm an Messpunkt S4 erhoben, der größte Wert mit 62,0 mm an S2. Die rechte Nasenhöhle ist an Messpunkt S4 0,5 mm höher als die linke.

Des Weiteren gibt Zuckerkandl [49] die Breite der Nasenhaupthöhle auf Höhe des mittleren und unteren Nasengangs im Bereich des Siebbeines an. Die Ergebnisse sind 31,6 mm (Min.: 22 mm; Max.: 40 mm) im mittleren Nasengang und 35,1 mm (Min.: 27 mm; Max.: 42 mm) im unteren Nasengang. Der ermittelte Wert für die Breite der Nasenhöhle ist  $15,7 \pm 2,9$  mm an S1,  $23,4 \pm 5,0$  mm an S2,  $24,2 \pm 4,1$  mm an S3 und  $27,7 \pm 3,9$  mm an S4. Die Breite der Nasenhaupthöhle der weiblichen Patienten ist im anterioren Bereich (S1, S2) größer und im posterioren Bereich (S3, S4) geringer als die der männlichen. Die Weite der Nasenhaupthöhlen an ihrer breitesten Stelle ist an Messpunkt S1  $18,4 \pm 2,5$  mm, an S2  $29,0 \pm 4,2$  mm, an S3  $31,3 \pm 3,3$  mm und an S4  $29,6 \pm 3,3$  mm.

In Zuckerkandls Monografie [49] wird die Breite der Choanen mit durchschnittlich 15,5 mm angegeben (Min.: 13,0 mm; Max.: 20,0 mm) und deren Höhe mit 29,8 mm (Min.: 25,0 mm; Max.: 39,0 mm). Die am weitesten dorsal gelegene Messebene (S4) dieser Arbeit ist jene durch den dorso-caudalen Punkt des knöchernen Septums. Die Nasenhaupthöhle ist an Messpunkt S4 auf Höhe des mittleren Nasenganges  $27,7 \pm 3,9$  mm breit und  $38,6 \pm 8,2$  mm hoch. Diese Werte stellen die knöchernen Begrenzungen dar und nicht wie bei Zuckerkandl die schleimhautbedeckten Strukturen, was ein Grund für die deutlich größeren Messergebnisse der vorliegenden Arbeit ist. Weitere Gründe, die die postmortalen Veränderungen der Schleimhaut und die Methodik betreffen, wurden im Abschnitt über die Nasenmuschel bereits erwähnt.

1981 vermaß Lang [26] die Höhe der Nasenhaupthöhle an verschiedenen Punkten. An der Apertura piriformis beträgt die Höhe 34,59 mm (19–44 mm; rechts: 34,08 mm; links: 35,1 mm). Bei den Schädeln der männlichen Leichen beträgt der Mittelwert 34,59 mm (rechts: 34,02 mm; links: 35,15 mm), bei den Schädeln der weiblichen Leichen ermittelte Lang durchschnittlich 34,43 mm (rechts: 34,25 mm; links: 34,56 mm).

Entlang der Linie von Nasion (Sutura nasofrontalis) zu Palatum durum, die senkrecht zur Ohr-Augen-Ebene verläuft, ist die Nasenhöhle 38,95 mm (25–51 mm; rechts: 39,94 mm; links: 37,88 mm). Bei den Schädeln der männlichen Leichen wurde eine Höhe von 38,74 mm (rechts: 40,31 mm; links: 37,37 mm) und bei jenen der weiblichen von 40,27 mm (rechts: 39,25 mm; links: 36,05 mm) eruiert. Diese Stelle entspricht Messpunkt S1



der vorliegenden Arbeit. Die Höhe ist hier  $37,2 \pm 3,5$  mm ohne signifikanten Seitenunterschied. Bei dem weiblichen Patientengut ist sie  $36,0 \pm 3,6$  mm (rechts:  $35,9 \pm 3,6$  mm; links:  $36,0 \pm 3,6$  mm), bei dem männlichen Patientengut  $38,4 \pm 3,0$  mm (rechts:  $38,5 \pm 3,0$  mm; links:  $38,2 \pm 3,0$  mm). Die Durchschnittswerte des weiblichen Patientengutes sind etwa 2–2,5 mm geringer als die des männlichen. In Langs Untersuchung [26] hingegen ist die Nasenhöhle der weiblichen Leichen an dieser Stelle etwa 2,5 mm höher als die der männlichen. Außerdem ermittelte er für die Nasenhöhle auf der rechten Seite Werte, die durchschnittlich 2 mm größer sind als die der linken Seite.

Die Höhe über der Mitte des Palatum durum ist bei Lang [26] 45,71 mm (30–57 mm). Der Mittelwert beträgt rechts 46,21 mm, links 45,92 mm. Die Höhe der Nasenhöhle der weiblichen Leichen ist mit 46,94 mm (rechts: 47,2 mm; links 47,0 mm) durchschnittlich um etwa 1 mm höher als die der männlichen Leichen mit 45,81 mm (rechts: 46,3 mm; links: 45,68 mm). Für diesen Messpunkt gibt es in der vorliegenden Analyse kein Pendant, da er in etwa zwischen den Messpunkten S2 und S3 liegt.

Im Bereich des Recessus sphenothmoidalis ist die Cavitas nasi 44,47 mm hoch (30–52,5 mm). Auf der rechten Seite ist sie mit 44,06 mm niedriger als auf der linken Seite (44,88 mm). Beim männlichen Geschlecht ist die mittlere Höhe 44,51 mm (rechts: 44,38 mm; links: 44,6 mm), bei den Schädeln der weiblichen Leichen ist sie 44,26 mm (rechts: 42,85 mm; links: 45,65 mm).

Die Höhe über dem Staphylion (posteriorer Rand des harten Gaumens) ist 36,94 mm (14–52,5 mm; rechts: 37,02 mm; links: 37,07 mm). Dabei ist der Wert der männlichen Schädel 36,38 mm (rechts: 37,4 mm; links: 36,68 mm) und jener der weiblichen Schädel 36,52 mm (rechts: 34,55 mm; links: 38,66 mm). Das Staphylion liegt in etwa im Bereich des Messpunktes S4 der vorliegenden Untersuchung. Es wurde eine durchschnittliche Höhe von  $38,6 \pm 8,2$  mm (rechts:  $38,9 \pm 8,0$  mm; links:  $38,4 \pm 8,4$  mm) ermittelt. Es besteht eine Seitendifferenz von etwa 0,5 mm. Das weibliche Patientengut hat einen Mittelwert von  $37,4 \pm 8,4$  mm (rechts:  $37,8 \pm 8,1$  mm; links:  $37,1 \pm 8,8$  mm) und das männliche von  $39,8 \pm 7,7$  mm (rechts:  $39,9 \pm 7,7$  mm; links:  $9,6 \pm$

7,8 mm). Auch hier unterscheiden sich Langs Ergebnisse nur unwesentlich von jenen der vorliegenden Arbeit.

Auch die maximale Höhe der Cavitas nasi wurde von Lang [26] erhoben. Sie beträgt für beide Geschlechter 48,05 mm (37–59 mm; rechts: 48,35 mm; links: 47,81 mm) und „liegt zu etwa 60 % im Bereich seiner gewählten Messebenen“. In 39,5 % der Fälle befindet sich die größte Höhe jedoch im Bereich des ethmoidalen Dachabschnittes der Nasenhöhle. Bei den männlichen Schädeln beträgt der Durchschnittswert 48,15 mm (rechts: 48,59 mm; links: 47,71 mm), bei den weiblichen beträgt dieser 47,84 mm (rechts: 47,45 mm; links: 48,27 mm). In der vorliegenden Untersuchung wurden die größten Werte im Bereich von Messpunkt S2 und S3 eruiert. Der höchste Wert der rechten Seite ist der eines männlichen Patienten mit 62,0 mm an Messpunkt S2, der höchste Wert der Patientinnen ist 55,8 mm an S2. Auf der linken Seite ist das Maximum 61,0 mm an S3 (♂), der höchste Wert der Patientinnen ist 54,4 mm an S2. Das von Lang ermittelte Maximum ist wie bereits erwähnt 59 mm. Dies entspricht damit auch den Werten dieser Arbeit.

In Langs Untersuchung 1982 [27] bewertete er nochmals die anatomischen Größen der Nasenhöhle. Die Höhe der Apertura piriformis beträgt 29,08 mm (21,0–37,0 mm), deren Breite wird mit 23,63 mm (20,0–28,0 mm) angegeben. Für die Höhe der Choanen ermittelte Lang [27] 25,44 mm (21,0–33,0 mm) sowie für deren Breite 13,49 mm (10,5–19,0 mm). Die Höhe des am weitesten dorsal gelegenen Messpunktes S4 beträgt  $38,6 \pm 8,2$  mm und ist deutlich größer als die von Lang ermittelte, da er die Messebene noch weiter dorsal an den Vomerflügeln wählte. Die Breite an Messpunkt S4 ist  $13,3 \pm 2,1$  mm.

Die vordere Höhe der Nasenhöhle erhob er zwischen dem anterioren Punkt der Lamina cibrosa und Palatum durum. Diese beträgt 45,73 mm (38,0–52,0 mm). Die hintere Höhe ist jene zwischen dem posterioren Punkt der Lamina cibrosa und dem Palatum durum und misst 44,93 mm (36,0–52,0 mm). Diese Messpunkte liegen zwischen S2 und S3 beziehungsweise zwischen S3 und S4.

Des Weiteren beträgt in Langs [27] Untersuchung die untere Breite der Nasenhöhle zwischen der Seitenwand des Meatus inferior und dem Vomer oberhalb der Crista nasalis maxillae auf der rechten Seite 17,99 mm (13,0–23,0 mm) und auf der linken Seite 17,73 mm (13,0–24 mm). Die ermittelten Breiten der Nasenhöhle auf Höhe des mittleren Nasengangs ist an Messpunkt S1  $6,0 \pm 2,1$  mm, an S2  $10,2 \pm 3,4$  mm, an S3  $11,3 \pm 3,0$  mm und an S4  $13,3 \pm 2,1$  mm. Die Werte sind aufgrund der unterschiedlichen Messhöhen nicht miteinander vergleichbar.

#### **5.4. Die digitale Volumentomografie**

Heutzutage gilt die Computertomografie als Goldstandard in der radiologischen Nasenhöhlen- und Nasennebenhöhlendiagnostik. Durch die Möglichkeit der Computertomografie, feine anatomische Strukturen sehr präzise darzustellen, ist es ein unabdingbares präoperatives Mittel [13], um dem Operateur einen Überblick z. B. über die Qualität einer Nasenmuschelhypertrophie zu verschaffen und einen chirurgischen Eingriff daran anzupassen [1, 17]. Auch ist es mithilfe der digitalen Volumentomografie möglich, die radiologische Anatomie der Nasenmuschel, des Nasenseptums und der gesamten Nasenhöhle in vivo und ohne fixationsbedingte Artefakte der Mukosa zu bewerten. Es gibt jedoch nur wenige radiologisch-anatomische Publikationen über die untere Nasenmuschel. Die digitale Volumentomografie bietet im Vergleich zu einem konventionellen Computertomografen die gleiche Auflösung bei meist weniger Strahlenbelastung sowie geringeren Kosten. [13, 32]

Bremke [11] verwendete die digitale Volumentomografie, um die chirurgischen Landmarken der Nasennebenhöhlen und der vorderen Schädelbasis, wie den Processus uncinatus, die mittleren Nasenmuscheln, die Bulla ethmoidalis, die Hallerzellen, den Recessus frontalis, die Arteria ethmoidalis anterior, und ihre Beziehung zur vorderen Schädelgrube, den Sinus sphenoidalis und den Verlauf der Arteria carotis interna im Bereich der Keilbeinhöhle zu bewerten. Dabei konnte gezeigt werden, dass es mit einem Volumen von 10 x 10 cm in den meisten Fällen möglich ist, alle wichtigen anatomischen Orientierungspunkte der vorderen Schädelbasis und der Nasennebenhöhlen darzustellen. In einer weiteren Untersuchung über die Darstellung von Nasenbeinfrakturen [10] wurde die digitale Volumentomografie als eine

bedenkenswerte Alternative zur konventionellen Röntgentechnik beschrieben. Dabei wurden selbst feine Frakturlinien ohne oder mit geringer Dislokation aufgefunden, die auf dem konventionellen Röntgenbild nicht erkennbar waren.

Dalchow [13] konnte bei Patienten mit Schallleitungsschwerhörigkeit mithilfe der digitalen Volumentomografie präoperativ eine gegebenenfalls vorhandene Unterbrechung der Ossikelkette beurteilen und den Befund später intraoperativ verifizieren. Dies unterstreicht die hohe Auflösung und den daraus resultierenden diagnostischen Wert der digitalen Volumentomografie. Der verwendete 3D Accuitomo der Firma Morita besitzt nach Angaben des Herstellers ein maximales Auflösungsvermögen von 80  $\mu\text{m}$ . Durch die Möglichkeit des Vergrößerungsmodus ist die Präzision der Messungen als sehr hoch einzuschätzen. Auch die radiologische Anatomie der Riechgrube wurde mithilfe der digitalen Volumentomografie vermessen. Diese wurde dann sowohl mit Leichenstudien als auch mit computertomografischen Aufnahmen verglichen und lieferte jeweils ähnliche Ergebnisse. [41] Die Weite der Riechgrube variiert demnach zwischen 0 und 3,25 mm. Eine präoperative dreidimensionale Röntgendiagnostik wird aufgrund der geringen Größen und der Gefahr der Schädigung wichtiger benachbarter Strukturen (Lamina cibrosa) empfohlen.

## 6. Zusammenfassung

Im Jahre 1882 berichtete der Mediziner und Anatom Emil Zuckerkandl sehr ausführlich über die Anatomie der menschlichen Nasenhöhle. Seitdem wurden jedoch nur wenige weitere Arbeiten zu diesem Thema veröffentlicht, die zudem fast ausschließlich auf Leichenstudien basieren. Vor allem die radiologischen Dimensionen mit der Ausdehnung der Schleimhäute in vivo wurde bisher noch nicht ausreichend bewertet. Die Erlangung schnittbildbasierter anatomischer Standardwerte für die untere Nasenmuschel, das Nasenseptum und die Nasenhaupthöhle wäre wünschenswert. Die digitale Volumetomografie hat in den letzten Jahren für die radiologische Bildgebung in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde mehr und mehr an Bedeutung gewonnen. Die ständige Verbesserung der technischen Leistungen, wie die hohe Ortsauflösung bei sehr geringer Strahlenbelastung, sind Gründe für das immer größer werdende klinische Interesse. Sie ist in der Lage, die Strukturen der Knochen und der Schleimhäute äußerst präzise in 3-D wiederzugeben. Zur Ermittlung der Ursache von Nasenatmungsbehinderungen ist sie ergänzend zur Endoskopie in besonderem Maße geeignet. Diese können durch die Vergrößerung der Nasenmuscheln oder eine Septumdeviation hervorgerufen werden. In der Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde in Marburg steht dafür der 3D Accuitomo F17 (Morita, Japan) zur Verfügung.

Die retrospektive Vermessung von 100 Patientendatensätzen aus der Marburger Datenbank umfasst 50 Frauen und 50 Männer. Das Durchschnittsalter liegt bei 38,6 Jahren. Die Patienten sind zwischen 19 und 83 Jahren alt. Es wurden die radiologischen Größen von Knochen und Schleimhaut der unteren Nasenmuschel, des Nasenseptums und der Nasenhaupthöhle ermittelt. Die statistische Auswertung zeigt die anatomischen Eckdaten der Nasenhöhle sowie die Unterschiede sowohl zwischen Frauen und Männern als auch zwischen linker und rechter Nasenmuschel auf. Die Größenausdehnung der unteren Nasenmuschel wurde in Relation zu einer eventuell vorhandenen Septumdeviation gesetzt.

Die Länge des Os turbinale in sagittaler Richtung beträgt  $39,0 \text{ mm} \pm 4,0 \text{ mm}$ . Mit Schleimhautüberzug ist die untere Nasenmuschel  $51,0 \text{ mm} \pm 5,1 \text{ mm}$  lang. Die Knochenlänge in cranio-caudaler Richtung beträgt an Messebene M1  $4,0 \text{ mm} \pm 2,0 \text{ mm}$ , an M2  $20,8 \text{ mm} \pm 5,2 \text{ mm}$ , an M3  $13,7 \text{ mm} \pm 3,2 \text{ mm}$  und an M4  $4,0 \text{ mm} \pm 2,0 \text{ mm}$ . Die Knochendicke ist an M1  $0,9 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ , an M2  $2,7 \text{ mm} \pm 1,1 \text{ mm}$ , an M3  $2,3 \text{ mm} \pm$

1,0 mm und an M4 1,1 mm  $\pm$  0,5 mm. Die Messungen an den Messebenen M1–M4 ergaben 36 Patienten (36 %) mit einer Deviation des Septums  $\geq$  3 mm. Bei 69 % dieser Patienten mit Deviation  $\geq$  3 mm korreliert die Gesamtdicke der unteren Nasenmuschel mit der Richtung der Deviation. Das bedeutet, bei einer Deviation zur ipsilateralen Seite ist die untere Nasenmuschel unterdurchschnittlich groß, bei einer Deviation zur kontralateralen Seite ist die untere Nasenmuschel überdurchschnittlich groß. Die knöchernen Septumlänge in sagittaler Richtung beträgt 50,4 mm  $\pm$  4,4 mm. Die Höhe beträgt an Messebene S1 37,7 mm  $\pm$  3,7 mm, an S2 45,5 mm  $\pm$  4,2 mm, an S3 44,2 mm  $\pm$  3,8 mm und an S4 35,8 mm  $\pm$  10,5 mm. Des Weiteren ist das knöchernen Septum an S1 2,9 mm  $\pm$  0,5 mm, an S2 2,2 mm  $\pm$  1,0 mm, an S3 1,7 mm  $\pm$  0,8 mm und an S4 1,1 mm  $\pm$  0,6 mm dick. Insgesamt weisen 46 % der Patienten eine Septumdeviation  $\geq$  3 mm an den Messebenen S1–S4 auf. Die Höhe der Nasenhaupthöhle ist an Messpunkt S1 37,2 mm  $\pm$  3,5 mm, an S2 46,5 mm  $\pm$  4,1 mm, an S3 45,7 mm  $\pm$  4,6 mm und an S4 38,6 mm  $\pm$  8,2 mm. Die Weite beider Nasenhaupthöhlen beträgt auf Höhe des mittleren Nasengangs an S1 15,7 mm  $\pm$  2,9 mm, an S2 23,4 mm  $\pm$  5,0 mm, an S3 24,5 mm  $\pm$  4,5 mm und an S4 28,2 mm  $\pm$  3,1 mm. Sie ist an ihrer breitesten Stelle 18,4 mm  $\pm$  2,5 mm an S1, 29,0 mm  $\pm$  4,2 mm an S2, 31,3 mm  $\pm$  3,3 mm an S3 und 29,6 mm  $\pm$  3,3 mm an S4. Eine weibliche Patientin hat eine einseitig belüftete Nasenmuschel, ein männlicher Patient weist beidseitig eine belüftete Nasenmuschel auf. Bei einem weiteren Patienten ist das Septum perforiert. 48 % der Patienten haben einen Septumsporn.

Die Ergebnisse zeigen, dass vor jedem operativen Eingriff der Nasenhöhle eine Bildgebung und Bewertung der individuellen Anatomie ratsam ist. Je detailgetreuer diese ausfällt, desto besser kann sich der Operateur auf die vorliegenden Verhältnisse im Voraus einstellen. Es ist heutzutage möglich, die Ursache einer Nasenmuschelhypertrophie einer Vergrößerung des Knochens, der Mukosa oder beidem zuzuschreiben. Dieses Wissen ermöglicht eine gezielte konservative oder operative Therapie. Als Schwäche der digitalen Volumetomografie ist die mangelnde Differenzierung von Weichteilgeweben zu nennen. Hier bietet die Magnetresonanztomografie große Vorteile. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Werte stellen zwar keinen Querschnitt durch die ganze Bevölkerung dar, jedoch zeigen sie einen repräsentativen Eindruck der anatomischen Eckdaten auf. Sie können helfen, pathologische Veränderungen im Verhältnis zu erkennen, zu bewerten und einzuordnen. Auch können sie Grundlage für weitere multizentrische Studien sein.

## Summary

In 1882 Emil Zuckerkandl reported about the anatomy of the nasal cavity very precisely. Since this time there were only few descriptions of the anatomical sizes of the inferior turbinate in the literature. And those are mostly based on cadaveric preparation studies. Especially the radiological dimensions with the thickness of the mucosal parts in vivo were not evaluated sufficiently. It would be useful to achieve standard values of the inferior turbinate, the nasal septum and the nasal cavity.

In the last few years the digital volume tomography became more and more important for radiological imaging in the field of otorhinolaryngology. Permanent improvement of the technical capacity like higher resolution with lower radiation dose cause the rising of clinical interest. The digital volume tomography enables high quality 3D images of bony and mucosal structures. In addition to the endoscopic checkup it is also able to find out the reason for nasal obstruction. This can be caused by hypertrophy of the nasal turbinates, septal deviation or both. For this examination the 3D Accuitomo F17 (Morita, Japan) can be used in the Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck surgery in Marburg.

The data of 100 patients (50 men and 50 women) was measured retrospectively. The mean age is 38,6 years, range 19-83 years. The radiological sizes of the bone and the mucosa of the inferior turbinate, the nasal septum and the nasal cavity were collected. The statistical evaluation shows the differences both between men and women and between the left and the right inferior turbinate. Furthermore the size of the inferior turbinate was set in relation to an eventually existing septal deviation.

The bony length of the inferior turbinate in sagittal direction was found to be 39,0 mm  $\pm$  4,0 mm the mucosal length 51,0 mm  $\pm$  5,1 mm. The bony height at the four measuring points is at M1 4,0 mm  $\pm$  2,0 mm, at M2 20,8 mm  $\pm$  5,2 mm, at M3 13,7 mm  $\pm$  3,2 mm and at M4 4,0 mm  $\pm$  2,0 mm. The bony thickness is 0,9 mm  $\pm$  0,4 mm at M1, 2,7 mm  $\pm$  1,1 mm at M2, 2,3 mm  $\pm$  1,0 mm at M3 and 1,1 mm  $\pm$  0,5 mm at M4. There are 36 patients (36 %) with septal deviation  $\geq$  3mm at the measuring points M1-M4. In 69 % of these cases the total thickness of the inferior turbinate shows a correlation to the direction of the deviation. With a deviation to the ipsilateral side the

total thickness of the inferior turbinate is below the average value and with a deviation to the contralateral side the total thickness of the inferior turbinate is above the average value. The bony length of the nasal septum is 50,4 mm  $\pm$  4,4 mm. Its height is 37,7 mm  $\pm$  3,7 mm at measuring point S1, 45,5 mm  $\pm$  4,2 mm at S2, 44,2 mm  $\pm$  3,8 mm at S3 and 35,8 mm  $\pm$  10,5 mm at S4. Furthermore the thickness of the bony septum is 2,9 mm  $\pm$  0,5 mm at S1, 2,2 mm  $\pm$  1,0 mm at S2, 1,7 mm  $\pm$  0,8 mm at S3 and 1,1 mm  $\pm$  0,6 mm at S4. 46% of the Patients have a septal deviation  $\geq$  3mm. The bony height of the nasal cavity is 37,2 mm  $\pm$  3,5 mm at measuring point S1, 46,5 mm  $\pm$  4,1 mm at S2, 45,7 mm  $\pm$  4,6 mm at S3 and 38,6 mm  $\pm$  8,2 mm at S4. Its width on the level of the middle nasal meatus is 15,7 mm  $\pm$  2,9 mm at S1, 23,4 mm  $\pm$  5,0 mm at S2, 24,5 mm  $\pm$  4,5 mm at S3 and 28,2 mm  $\pm$  3,1 mm at S4. At its widest width the nasal cavity is 18,4 mm  $\pm$  2,5 mm at S1, 29,0 mm  $\pm$  4,2 mm at S2, 31,3 mm  $\pm$  3,3 mm at S3 and 29,6 mm  $\pm$  3,3 mm at S4. One female patient has an unilateral pneumatisation of the inferior turbinate. One male patient features a bilaterally pneumatised inferior turbinate. In one further patient the nasal septum is perforated. 48 patients (48%) have a septal spur.

The results of this radiological study are able to point out the importance of preoperative anatomical evaluation of the radiological images. The more detailed this exposure is, the better a surgeon is prepared for his invasion. Today it is possible to credit the reason for the hypertrophy of a turbinate with an enlargement of the bone, the mucosa or both. This knowledge enables a systematic conservative or surgical treatment. Limited display of soft tissue may be one disadvantage of the digital volume tomography. For differentiation the magnetic resonance tomography can afford more advantages.

The results of this study indeed cannot give an intersection through the whole population but it shows a representative impression of the anatomical mean data. They can help to find out, evaluate and classify pathological changes. They also can be the background for further multicenter studies.



## 7. Literaturverzeichnis

1. Akoğlu E, Karazincir S, Balci A, Okuyucu S, Sumbas H, Dağlı A. S. Evaluation of the turbinate hypertrophy by computed tomography in patients with deviated nasal septum. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007; 136: 380–4
2. Arikan OK, Koc C, Kendi T, Muluk NB, Ekici A. CT assessment of the effect of fluticasone propionate aqueous nasal spray treatment on lower turbinate hypertrophy due to vasomotor rhinitis. *Acta Otolaryngol.* 2006; 126: 37–42
3. Balcerzak J, Niemczyk K, Arcimowicz M, Gotlib T. The role of functional nasal surgery in the treatment of obstructive sleep apnea syndrome. *Otolaryngol Pol.* 2007; 61: 80–4
4. Baumann I. Lebensqualität vor und nach Septum- und Rhinoplastik. *Laryngo-Rhino-Otol* 2010; 89: 535–545
5. Berger G, Hammel I, Berger R, Avraham S, Ophir D. Histopathology of the inferior turbinate with compensatory hypertrophy in patients with deviated nasal septum. *Laryngoscope.* 2000; 110: 2100–5
6. Bergler WF, Sadick H, Hammerschmitt N, Olumi J, Hörmann K. Long-term results of inferior turbinate reduction with argon plasma coagulation. *Laryngoscope.* 2001; 111: 1593–8
7. Bohlin L, Dahlqvist A. Nasal airway resistance and complications following functional septoplasty: a ten-year follow-up study. *Rhinology.* 1994; 32: 195–7

8. Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 1991; 101: 56–64
9. Braun H, Stammberger H. Pneumatisation of turbinates. *Laryngoscope*. 2003; 113: 668–72
10. Bremke M, Wiegand S, Sesterhenn AM, Eken M, Bien S, Werner AJ. Digital volume tomography in the diagnosis of nasal bone fractures. *Rhinology*. 2009; 47: 126–31
11. Bremke M, Sesterhenn AM, Murthum T, Al Hail AA, Al Kadah BA, Bien S, Werner AJ. Digital volume tomography (DVT) as a diagnostic modality of the anterior skull base. *Acta Otolaryngol*. 2008; 31: 1–9
12. Çankaya H, Egeli E, Kutluhan A, Kiriş M. Pneumatisation of the concha inferior as a cause of nasal obstruction. *Rhinology*. 2001; 39: 109–11
13. Dalchow CV, Weber AL, Bien S, Yanagihara N, Werner AJ. Value of digital volume tomography in patients with conductive hearing loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2006; 263: 92–9
14. Doğru H, Döner F, Uygur K, Gedikli O, Cetin M. Pneumatized inferior turbinate. *Am J Otolaryngol*. 1999; 20: 139–41

15. Dreher A, de la Chaux R, Grevers G, Kastenbauer E. Influence of nasal obstruction on sleep-associated breathing disorders. *Laryngorhinootologie*. 1999; 78: 313–7
16. Earwaker J. Anatomic variants in sinonasal CT. *Radiographics*. 1993; 13: 381–415
17. Egeli E, Demirci L, Yazıcı B, Harputloughlu U. Evaluation of the inferior turbinate in patients with deviated nasal septum by using computed tomography. *Laryngoscope*. 2004; 114: 113–7
18. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Internet: [www.gbe-bund.de](http://www.gbe-bund.de) Stand: 15.03.2010
19. Göçmen H, Oğuz H, Ceylan K, Samim E. Infected inferior turbinate pneumatisation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2005; 262: 979–81
20. Grymer LF, Illum P, Hilberg O. Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy: a randomized study evaluated by acoustic rhinometry. *J Laryngol Otol*. 1993; 107: 413–7
21. Harrill WC, Pillsbury HC 3<sup>rd</sup>, McGuirt WF, Stewart MG. Radiofrequency turbinate reduction: a NOSE evaluation. *Laryngoscope*. 2007; 117: 1912–9

22. Hilger JA, Hilger PA. Physiology of the nose and paranasal sinuses. In: Goldmann JL The principles and practice of rhinology. Churchill Livingstone. New York, Edinburgh, London, Melbourne, 1987
23. Jessen M, Malm L. Definition, prevalence and development of nasal obstruction. Allergy. 1997; 52: 3–6
24. Kayalioglu G, Oyar O, Govsa F. Nasal cavity and paranasal sinus bony variations: a computed tomographic study. Rhinology. 2000; 38: 108–13
25. Kühnel T, Hosemann W. Nase und Nasennebenhöhlen. In: Strutz J, Mann W. Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. 2. Auflage. Stuttgart/New York: Thieme Verlag, 2010
26. Lang J, Skals E. Über die Höhe der Cavitas nasi, die Länge ihres Bodens und Maße sowie Anordnung der Conchae nasales und der Apertura sinus sphenoidalis. Anat Anz. 1981; 149: 297–318
27. Lang J, Baumeister R. Über das postnatale Wachstum der Nasenhöhle. Gegenbaurs Morphol Jahrb. 1982; 128: 354–93
28. Lippert BM, Werner AJ. Treatment of the hypertrophic inferior turbinate. 1. HNO. 2000; 48: 170–81
29. Lippert BM, Werner AJ. Treatment of the hypertrophic inferior turbinate. 2. HNO. 2000; 48: 267–74

30. Mirza N, Lanza DC. The nasal airway and obstructed breathing during sleep. *Otolaryngol Clin North Am.* 1999; 32: 243–62
31. Miyazaki S, Itasaka Y, Ishikawa K, Togawa K. Influence of nasal obstruction on obstructive sleep apnea. 1998; 537: 43–6
32. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8: 1558–64
33. Namon AJ. Mucocele of the inferior turbinate. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1995; 104: 910–2
34. Ozcan KM, Selcuk A, Ozcan I, Akdogan O, Dere H. Anatomical variations of the nasal turbinates. *J Craniofac Surg.* 2008; 19: 1678–82
35. Oztürk A, Alataş N, Oztürk E, San I, Sirmatel O, Kat N. Pneumatisation of the inferior turbinates: incidence and radiologic appearance. *J Comput Assist Tomogr.* 2005; 29: 311–4
36. Pollock RA, Rohrich RJ. Inferior turbinate surgery: an adjunct to successful treatment of nasal obstruction in 408 patients. *Plast Reconstr Surg.* 1984; 74: 227–36

37. Reinert S, Machtens E. Erkrankungen der Nasennebenhöhlen. In: Schwenzer N, Ehrenfeld M. Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde, Band 2, Spezielle Chirurgie. 3. Auflage. Stuttgart/NewYork: Thieme Verlag, 2002
38. Rettinger G. Eingriffe an der Nase. In Theissing J, Rettinger G, Werner JA. HNO-Operationslehre. 4. Auflage. Stuttgart/New York: Thieme Verlag, 2006
39. Ritter FN. Anatomy of the nose and paranasal sinuses. In: Goldmann JL. The principles and practice of rhinology. Churchill Livingstone. New York, Edinburgh, London, Melbourne, 1987
40. Samad I, Stevens HE, Maloney A. The efficacy of nasal septal surgery. J Otolaryngol. 1992; 21: 88–91
41. Savvateeva DM, Güldner C, Murthum T, Bien S, Teymoortash A, Werner AJ, Bremke M. Digital volume tomography (DVT) measurements of the olfactory cleft. Acta Otolaryngol. 2010; 130: 398–404
42. Selcuk A, Ozcan KM, Ozcan I, Dere H. Bifid inferior turbinate: a case report. J Laryngol Otol. 2008; 122: 647–9
43. Stammberger H. History of rhinology: anatomy of paranasal sinuses. Rhinology. 1989; 27: 197–210
44. Teymoortash A, Werner JA. Repair of nasal septal perforation using a simple unilateral inferior meatal mucosal flap. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2009; 62: 1261–4

45. Utley DS, Goode RL, Hakim I. Radiofrequency energy tissue ablation for the treatment of nasal obstruction secondary to turbinate hypertrophy. *Laryngoscope*. 1999; 109: 683–6
46. Uzun L, Savranlar A, Beder LB, Ugur MB, Cinar F, Ozdemir H, Gundogdu S. Enlargement of the bone component in different parts of compensatorily hypertrophied inferior turbinate. *Am J Rhinol*. 2004; 18: 405–10
47. Yang BT, Chong VF, Wang ZC, Xian JF, Chen QH. CT appearance of pneumatized inferior turbinate. *Clin Radiol*. 2008; 63: 901–5
48. Zinreich SJ, Mattox DE, Kennedy DW, Chisholm HL, Diffley DM, Rosenbaum AE. Concha bullosa: CT evaluation. *Comput Assist Tomogr*. 1988; 12: 778–84
49. Zuckerkandl E. Normale und pathologische Anatomie der Nasenhöhle und ihrer pneumatischen Anhänge. Vol 1. Vienna-Leipzig: Braunmüller W, 1882

## 9. Anhang

### Tabellen

<b>Untere Nasenmuschel rechts</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
Muschellänge antero-posterior					
Muschellänge cranio-caudal					
Mucosalänge anterior-posterior					
Mucosa überstehend					
Mucosalänge cranio-caudal					
Knochendicke					
Mucosadicke total					
Mucosadicke lateral					
Mucosadicke medial					
Septumdicke					
Mucosadicke total					
Mucosadicke rechts					
Ansatzwinkel					
Deviation	nach rechts				
	nach links				



<b>Untere Nasenmuschel links</b>		<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>
Muschellänge antero-posterior					
Muschellänge cranio-caudal					
Mucosalänge antero-posterior					
Mucosa überstehend					
Mucosalänge cranio-caudal					
Knochendicke					
Mucosadicke total					
Mucosadicke lateral					
Mucosadicke medial					
Septumdicke					
Mucosadicke total					
Mucosadicke links					
Ansatzwinkel					
Deviation	nach rechts				
	nach links				

<b>Septum</b>		<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
Septumlänge antero-posterior					
Septumlänge cranio-caudal					
Septumdicke (Knochen)					
Mucosadicke total					
Mucosadicke links					
Mucosadicke rechts					
Nasensporn rechts					
Nasensporn links					
<b>Septumdeviation</b>					
nach rechts					
nach links					
<b>Nasenhöhle</b>					
Höhe der Nasenhöhle rechts					
Höhe der Nasenhöhle links					
Breite weiteste Stelle					
Breite mittlerer Nasengang					
Breite rechte Nasenhöhle					
Breite linke Nasenhöhle					

## Meine akademischen Lehrer

Arweiler	Mengel
Czubayko	Mittag
Floress de Jacoby	Neff
Frankenberger	Neumüller
Gente	Pancherz
Häuser	Pieper
Höffken	Sonntag
Koolman	Stachniss
Korbmacher-Steiner	Stoll
Lill	Teymoostash
Löffler	Wennemuth
Lotzmann	Werner
Mandrek	

## **Danksagung**

Ich danke meinem Doktorvater Prof. Dr. Werner für die Idee des Themas und das Angebot, die Dissertation in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde durchzuführen. Weiterhin danke ich ihm für seine Begleitung in Rat und Tat.

Mein besonderer Dank geht an meinen Betreuer Dr. Martin Bremke für die außerordentliche Unterstützung. Er war jederzeit mit Rat und konstruktiver Kritik zur Stelle.

Weiterhin danke ich meinen Eltern, die mir das Zahnmedizinstudium ermöglichten und mich auch während meiner Doktorarbeit immer wieder motivierten.