

Aus dem Institut für 3D-Dentalradiologie MESANTIS Berlin

DISSERTATION

Nebenbefunde im Sinus maxillaris im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung - eine retrospektive Transversalstudie anhand von dentalen Volumentomographien

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae dentariae (Dr. med. dent.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Konstanze Gomolka
aus Torgau

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. A. Bumann
 2. Prof. Dr. Dr. B. Hoffmeister
 3. Prof. Dr. K.- H. Dannhauer

Datum der Promotion: 22.03.2013

Meinen Eltern, in großer Dankbarkeit für ihre Liebe und Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1. Anatomie der Nasen- und Kieferhöhle	1
1.2. Erkrankungen der Nasen- und Kieferhöhle	6
1.3. Bildgebende Diagnostik der Nasen- und Kieferhöhle	8
1.4. DVT und kieferorthopädische Behandlungsplanung	13
2. Fragestellung	16
3. Material und Methoden	18
3.1. Allgemeine Methoden und Material	18
3.1.1. Patientengut	18
3.1.2. DVT-Aufnahmen	19
3.1.3. Systematische Auswertung	19
3.1.3.1. Befundung von Verschattungen	21
3.1.3.2. Befundung von Schleimhautveränderungen	22
3.1.3.3. Befundung von Schleimhautverdickung	23
3.1.3.4. Befundung des Ostiums	24
3.1.3.5. Befundung von der Concha Bullosa media	25
3.2. Spezielle Methoden	26
3.2.1. Kieferhöhlenbefunde bei KFO-Behandlungsplanung	26
3.2.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter	28
3.2.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht	31
3.2.4. Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung	34
3.2.5. Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik	36
3.2.6. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundungsmethode	39
3.2.7. Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern	40
4. Ergebnisse	44
4.1. Kieferhöhlenbefunde bei KFO-Behandlungsplanung	44
4.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter	51
4.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht	57
4.4. Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung	64
4.5. Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik	69
4.6. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundungsmethode	74
4.7. Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern	76

5. Diskussion	83
5.1. Diskussion der Methoden	83
5.1.1. Befundung von Verschattungen	83
5.1.2. Befundung von Schleimhautveränderungen	84
5.1.3. Befundung von Schleimhautverdickung	84
5.1.4. Befundung des Ostiums	85
5.1.5. Befundung der Concha bullosa media	85
5.2. Diskussion der Ergebnisse	86
5.2.1. Kieferhöhlenbefunde bei KFO-Behandlungsplanung	86
5.2.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter	88
5.2.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht	90
5.2.4. Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung	92
5.2.5. Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik	94
5.2.6. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundungsmethode	96
5.2.7. Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern	96
5.3. Schlussfolgerung	99
6. Zusammenfassung	101
7. Abstract	103
8. Literaturverzeichnis	105
9. Anhang	121
9.1. Akürzungsverzeichnis	121
9.2. Liste der verwendeten Materialien	122
9.3. Danksagung	123
9.4. Lebenslauf	124
9.5. Eidesstattliche Erklärung	125

1. Einleitung

1.1. Anatomie der Nasen- und Kieferhöhle

Die Nasenhöhle (Cavitas nasi)

Die Nasenhöhle erfüllt bestimmte Aufgaben, um die Atemluft für die unteren Luftwege vorzubereiten. Die Schleimhaut der Nasenhöhlen besitzt die Funktion der Erwärmung, Befeuchtung und Reinigung der eingeatmeten Luft (Leopold 1992, Jones 2001, Van Cauwenberge et al. 2004). Das respiratorische Epithel der Schleimhaut transportiert Sekrete und Fremdkörper in Richtung Rachen. Als Nebenaufgabe wirkt die Nasenhöhle als Resonanzkörper für die Stimmbildung und Stimmmodifikation (Grevers 1998, Lippert 2007).

Die Nase wird durch die Nasenscheidewand (Septum nasi) in zwei Höhlen geteilt. Diese werden in einen vorderen Teil, dem Nasenvorhof (Vestibulum nasi), und einem hinteren Teil, die Cavitas nasi gegliedert. Die Grenze zwischen dem Vestibulum nasi und der Cavitas nasi wird durch eine bogenförmige Schleimhautleiste (Limen nasi) an der Nasenseitenwand gekennzeichnet. Die Nase besitzt zwei Öffnungen, einmal die Apertura piriformis, die die Nasenhöhlen mit der Außenwelt verbindet und zum anderen die Choanae nasi, die die Verbindung der Nasenhöhlen zum Nasenrachenraum herstellt (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Die Nase besteht aus einem knöchernen Anteil, die Nasenbeine (Ossa nasalia) und die Stirnfortsätze des Oberkiefers (Processus frontalis maxillae), und aus einem knorpeligen Anteil, die Cartilagine nasi. Für die vorliegende Arbeit ist der knöcherne Anteil der Nase von Bedeutung. Der untere Teil der Apertura piriformis wird nach ventral von der Spina nasalis anterior begrenzt. Die Ossa nasalia setzen sich aus zwei flachen und viereckigen Knochenteilen zusammen, die über die Sutura internasalis verbunden sind. Im unteren Teil werden Foramina nasalia beobachtet, die für den Durchtritt von Gefäßen und Nerven zuständig sind. Über die Sutura nasomaxillaris sind die Nasenbeine mit den Processus frontalis maxillae verbunden. Die Sutura nasofrontalis vereinigt die Ossa nasalia mit dem Os frontalis. (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Die paarige Nasenhöhle liegt unter der Fossa cranii anterior. Das Dach der Cavitas nasi wird von anterior nach posterior von folgenden knöchernen Strukturen gebildet: Os nasale, Pars nasalis ossis frontalis, Lamina cribrosa des Os ethmoidales. Der Boden der Cavitas nasi ist breiter als das Dach und wird von der Prämaxilla, den Processus palatini maxillae und der Lamina horizontales des Os palatinum gebildet. Im vorderen Bodendrittel der Nasenhöhle bewirken die zwei Fossa incisivi über die Canalis incisivi eine Verbindung zur Mundhöhle. Die Canalis incisivi vereinigen sich und enden in der Mundhöhle als Foramen incisivum. (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Das Relief der Seitenwände der Cavitas nasi wird von den drei übereinanderliegende Nasenmuscheln (Conchae nasales) gestaltet. Die Seitenwände werden von folgenden knöchernen Strukturen gebildet: Os nasale, Processus frontalis der Maxilla, Os lacrimale, Processus uncinatus und Concha nasalis superior und media des Os ethmoidale, Concha nasalis inferior und das Os palatinum mit der Lamina perpendicularis. Zwischen den Conchae nasales befinden sich die drei Nasengänge (Meatus nasi), die eine Verbindung zu den Nasennebenhöhlen ermöglichen. Der Meatus nasi inferior liegt zwischen der Concha nasalis inferior und dem Os palatinum. In seinem vorderen Teil befindet sich die Apertura ductus nasolacimalis. Beim Lebenden wird diese durch die Schleimhautfalte „Hasner- Klappe“ eingengt. Der Meatus nasi medius liegt zwischen der Concha nasalis media und der Concha nasalis inferior. Der Sinus maxillaris und der Sinus frontalis münden über die trichterförmige Rinne, das sogenannte Infundibulum ethmoidale, in den Meatus nasi medius ein. Die vorderen und mittleren Siebbeinzellen gelangen dorsal vom Infundibulum ethmoidale in den Meatus nasi medius. Der Meatus nasi superior befindet sich zwischen Concha nasalis media und Concha nasalis superior. Hier besteht eine Verbindung zu den hinteren Siebbeinzellen. In einer Rinne hinter dem Meatus nasi superior, bezeichnet als Recessus sphenoidales, öffnen sich die Keilbeinhöhlen in die Cavitas nasi (Waldeyer 2003).

Das Septum nasi besteht dorsal aus einem knöchernen Anteil, der aus der Lamina perpendicularis des Os ethmoidale und dem Vomer gebildet wird, und ventral aus Knorpel und scharfen Bindegewebe. Das Foramen sphenopalatinum wird aus dem Processus orbitalis des Os palatinum und aus dem Processus sphenoidales des Os sphenoidale gebildet. Es verbindet die Nasenhöhle mit der Fossa pterygopalatina und dient dem Durchtritt von Gefäßen und Nerven. (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebeler 2007).

Die Schleimhaut der Cavitas nasi wird in die zwei Bereiche – die Regio respiratoria und in die Regio olfactoria – unterteilt. Die Regio respiratoria umfasst den Bereich der Concha nasales inferior und media und ist mit respiratorischen Epithel ausgekleidet. Sie ist aus mehrreihigen Zylinderepithel aufgebaut, das mit Kinozilien bedeckt und deren Flimmerschlag rachenwärts gerichtet ist. In der Tunica mucosa respiratoria sind Becherzellen und mehrzellige endoepitheliale Schleimdrüsen (Gll. nasales), die gemischt seromukös sind, eingelagert. Zusammen bilden sie ein dünnflüssiges, schleimhaltiges Sekret, das zur Befeuchtung der Nasenschleimhaut dient und Immunglobuline (IgA), Proteasen und Zytokine enthält. Darüber hinaus sind in der Schleimhaut Abwehrzellen und z.T. auch Lymphfollikel und der kavernöse Schwellkörper vorzufinden. Zum Beispiel der Plexus cavernosi concharum in der unteren und mittleren Nasenmuschel, der zu den Drosselvenen gehört und zur Erwärmung der Atemluft dient.

Die Regio olfactoria befindet sich in der oberen Nasenmuschel, im Nasendach, und im oberen Teil des Septum nasi. Die Riechschleimhaut geht ohne Grenzen in die Regio respiratoria über und besteht aus mehrreihigen Zylinderepithel, das frei von Kinozilien und Becherzellen ist. In

der Riechschleimhaut sind die Riech-, Stütz-, Basal- und Ersatzzellen vorzufinden. Die Glandulae olfactorii (Bowmann-Drüsen) sind seröse Riechdrüsen und befinden sich in der Lamina propria der Riechschleimhaut. Ihr wässriges Sekret löst Geschmackstoffe auf und spült sie wieder weg (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Die arterielle Versorgung der Nasenhöhle wird im vorderen Versorgungsbereich über die A. ophthalmica aus der A. carotis interna und im hinteren Versorgungsbereich über die A. maxillaris aus der A. carotis externa gesichert. Das Septum nasi wird arteriell über die A. ethmoidales anterior und A. sphenopalatina versorgt. Die venöse Drainage der Nasenhöhle erfolgt über die Vv. maxillaris, V. ophthalmica superior zum Sinus cavernosus, V. facialis und Plexus pterygoideus. Regionäre Lymphknoten sind die Nodi lymphoidei submandibulares und die Nodi lymphatici retropharyngeales. Überregionale Lymphknoten sind die Nodi lymphoidei cervicales profundi (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Die sensorische Innervation wird über die Nn. olfactorii (N. I) geleitet, die das Riechepithel der oberen Nasenmuschel und den oberen Teil der Nasenscheidewand versorgen. Der N. ethmoidales anterior aus dem N. ophthalmicus (N. V1) innerviert sensibel die respiratorische Schleimhaut im oberen und vorderen Bereich der Nasenhöhle und die vordere laterale und mediale Nasenwand. Die Rr. nasales und der N. nasopalatinus aus dem N. maxillaris (N. V2) innervieren sensibel und sekretorisch die Nasenhöhle und die Nasenscheidewand im hinteren und unteren Bereich. Der N. infraorbitales aus dem N. maxillaris (N. V2) versorgt sensibel und sekretorisch den Naseneingang bis zum Übergang von Haut zu Schleimhaut. Die vegetativen Fasern der Sekretion für die Nasendrüsen begleiten auf ihrem Weg die sensiblen Trigemina-äste. Die parasymphatische Versorgung übernimmt der N. petrosus major aus dem N. facialis (N. VI) und die symphatische Versorgung wird vom N. petrosus profundus aus dem Geflecht der A. carotis interna gesteuert (Samandari 1993, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Kieferhöhle (Sinus maxillaris)

Die Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte Hohlräume in den Nachbarknochen der Nasenhöhle. Die Nasennebenhöhlen sind paarig angeordnet und kommen als Sinus maxillaris, Sinus frontalis, Cellulae ethmoidales und Sinus sphenoidales vor (Abb. 1). Sie werden embryonal angelegt und ihre größte Ausdehnung ist erst mit der abgeschlossenen Dentition vollständig. Die Nasennebenhöhlen werden von kräftigen Knochenpfeilern umgeben, die den Kaudruck ableiten. In den Höhlen ist kaum Druck vorhanden. Es wird daher vermutet, dass sich die Höhlen durch die fehlende Belastung gebildet haben. Gewichtsreduktion des Schädels, Anfeuchten und Erwärmung der Atemluft, Optimierung der Schädelarchitektur sowie Bildung eines Resonanzbodens dürften sekundäre Erscheinungen sein (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

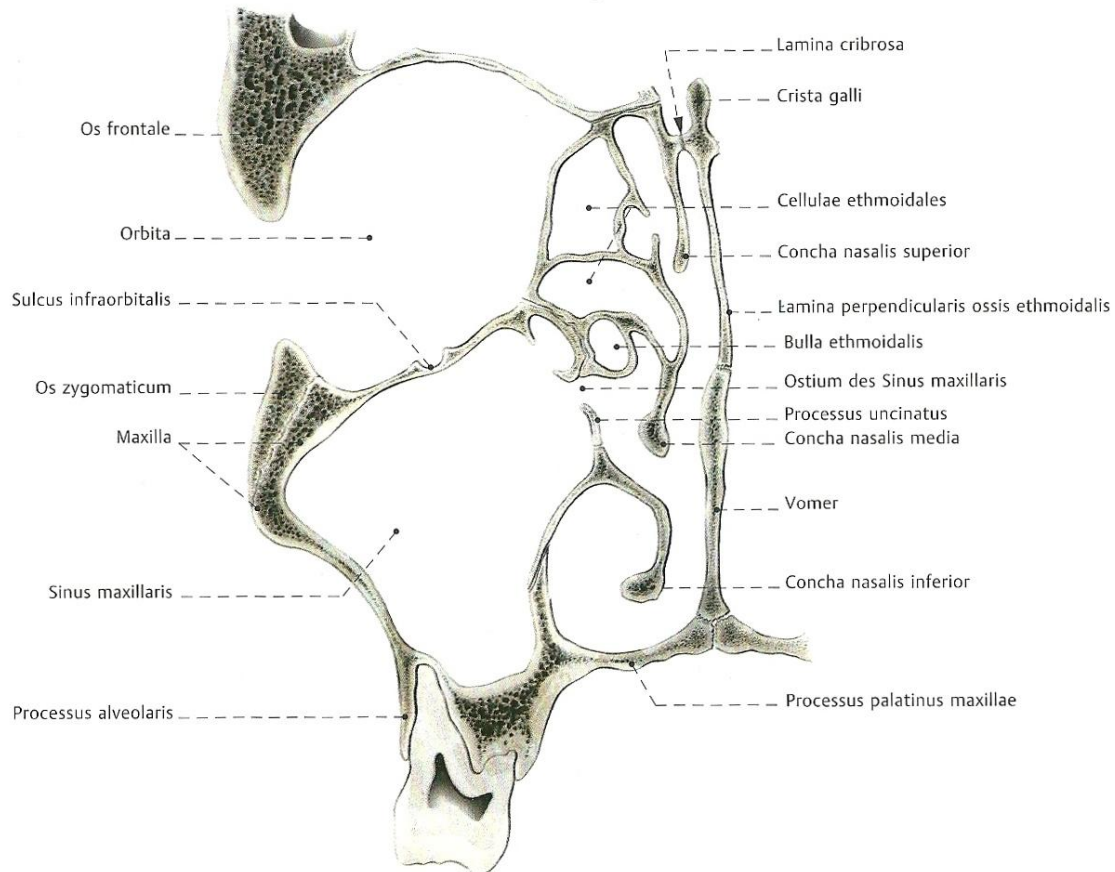


Abb. 1: Frontalschnitt durch den knöchernen Schädel, vordere Schnittfläche der rechten Seite. Abschnitt des Sinus maxillaris, der Cellulae ethmoidales und der Orbita. Die Lokalisation des Ostium erschwert den Sekretabfluss (Tillmann 1997).

Die Kieferhöhle ist mit einem Volumen von 12-15 cm³ die größte Nasennebenhöhle. Die Kieferhöhle hat die Form einer drei bzw. vierseitigen Pyramide. Bei Neugeborenen gleicht sie einer Kaffeebohne und der Kieferhöhlenboden ist zu der Zeit durch Knochen und Bindegewebe von den Ersatzkeimen getrennt. Ein intensives wachsen tritt mit dem Durchbruch des 1. Molaren ein und mit ca. 8 Jahren erkennt man die Gestalt einer Pyramide. Mit 12 Jahren hat die Kieferhöhle ihr volle Gestalt und Form angenommen. Die Kieferhöhle ist nicht nur für die Pneumatisation des Corpus maxillae zuständig, sondern kann durch verschiedene Recessus erweitert werden: Recessus zygomaticus, Recessus alveolaris, Recessus frontalis und Recessus palatinus (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Das Dach des Sinus maxillaris ist gleichzeitig der Boden der Orbita. Der Boden des Sinus maxillaris bildet der Processus alveolaris. Der tiefste Punkt des Sinus maxillaris liegt im Bereich des ersten bzw. zweiten Molaren. Die Wurzel kann in den Sinus maxillaris hineinreichen und ist von einer dünnen Knochenlamelle oder nur von der Schleimhaut bedeckt. Bei einem Zahnausfall kann sich der Boden noch weiter senken, das Bedeutet, dass eine Vertiefung des Recessus

alveolaris möglich ist. Der ventrale Anteil des Sinus maxillaris ist durch die Facies anterior der Maxilla und der hintere Anteil durch die Tuber maxillae begrenzt. Der Sinus maxillaris grenzt medial an den Meatus nasi inferior und medius (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Zum Sinus maxillaris gelangt man durch den trichterförmigen Infundibulum ethmoidale, der wiederum als Hiatus maxillaris im Meatus nasi medius zwischen der Concha nasalis inferior und medius endet (Abb. 2). Der Hiatus semilunaris bleibt nach starker Einengung des großen Hiatus maxillaris übrig. Die Einengung wird als osteomeatalen Komplexes bezeichnet und entsteht durch die Bulla ethmoidales, den Processus uncinatus, der Lamina perpendicularis des Os palatinum und der Concha nasalis inferior (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

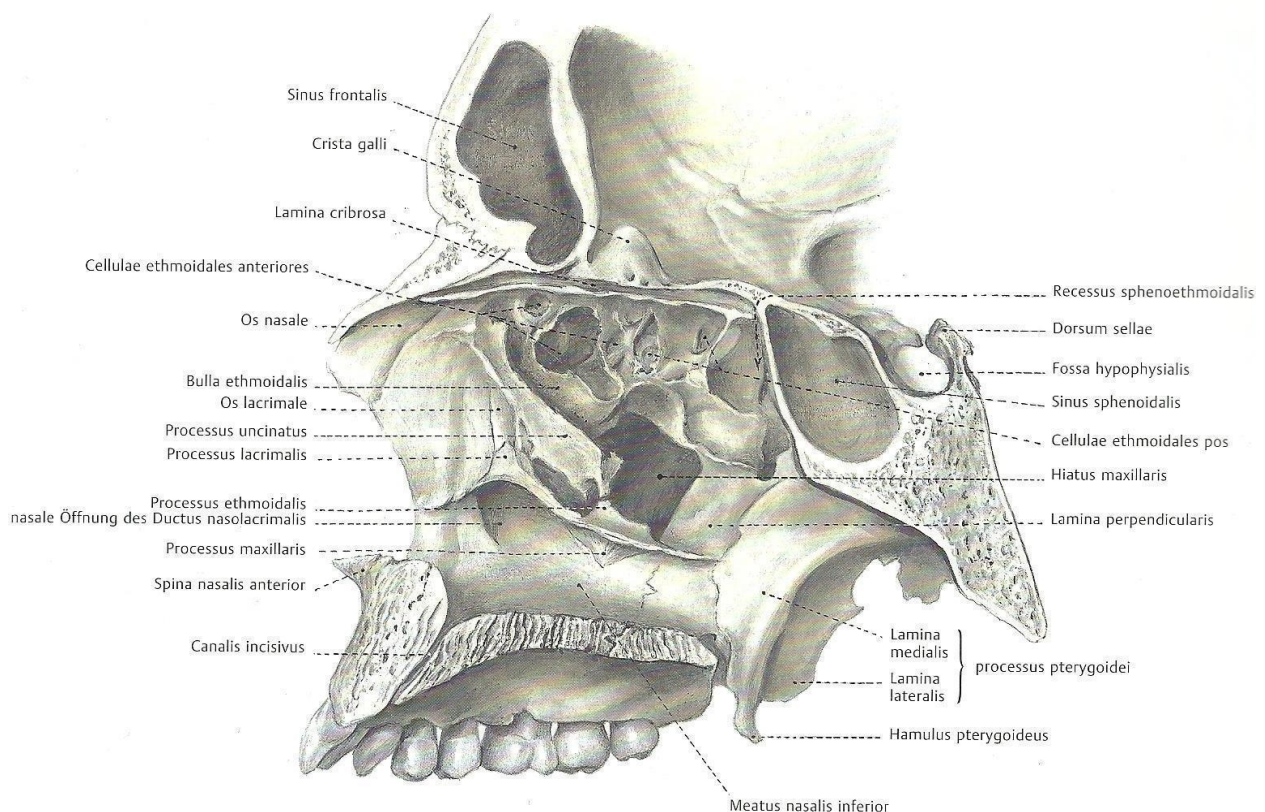


Abb. 2: Knöcherne Anteile einer rechten seitlichen Nasenhöhlenwand in der Ansicht von medial. Die mittlere und die untere Nasenmuschel wurden an ihrer Basis abgetragen. Einblick in den Hiatus maxillaris und in die eröffnete Cellulae ethmoidales (Tillmann 1997).

Der Sekretabfluss erfolgt durch den Hiatus semilunaris, der in Höhe des Orbitabodens liegt. Bei Vierfüßlern ist der Abfluss vom Sekret kein Problem, aber bei Menschen ergeben sich durch den aufrechten Gang bei starker Sekretbildung Abflussprobleme.

Die 1mm dicke Schleimhaut der Nasennebenhöhlen ähnelt der Schleimhaut der Nasenhöhle. Die Schleimhaut des Sinus maxillaris ist die dickste und weist einige Schleimhautfalten auf. Ein

flaches mehrreihiges Flimmerepithel sitzt einer dünnen Basalmembran auf und dessen Flimmerschlag leitet die Partikel Richtung Ostien weiter. Es gibt nur wenige Becherzellen und vereinzelte Gll. nasales, die beide hauptsächlich in der Nähe der Ostien vorzufinden sind. Die Lamina propria besteht aus lockerem Bindegewebe und deren elastischen Fasern strahlen in das Periost ein (Waldeyer 2003, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

Die arterielle Versorgung erfolgt im Sinus maxillaris über die Äste der A. maxillaris. In der Facies orbitales maxillae verläuft der N. infraorbitales im Sulcus infraorbitales und gelangt durch den Canalis infraorbitales und das Foramen infraorbitale mit seinem sensiblen Endast zur Haut der Nase. Im Sulcus infraorbitales, also im Dach des Sinus maxillaris, gibt der N. infraorbitales die Rr. alveolaris superior medius und anterior für die Zahnversorgung im Oberkiefer ab. Die Rr. alveolaris superior posterior zweigen auch vom N. infraorbitales ab, aber bevor dieser durch die Fissura infraorbitales in den Boden der Orbita gelangt. Die Rr. alveolaris superior posterior treten am Tuber maxillae durch die Foramina alveolaria in den Sinus maxillaris ein. Alle Äste (Rr. alveolaris superior posterior, medius, anterior) ziehen dann an der lateralen Wand des Sinus maxillaris zwischen Knochen und Schleimhaut (Schneider'sche Membran) zu den Zähnen. Die parasymphatische Innervation der Schleimhaut (Sekretbildung) erfolgt über den N. facialis, der als N. petrosus major weiterläuft und in der Fossa pterygopalatina im Ganglion pterygoidea auf postganglionäre parasymphatische Fasern umgeschaltet wird. Diese ziehen über die Rr. alveolares superior anterior, medius und posterior weiter zu der Schleimhaut des Sinus maxillaris. Die sympathische Versorgung der Schleimhautgefäße entsteht über den Gefäßplexus der A. carotis interna. Regionäre Lymphknoten sind die Nodi lymphoidei submandibulares und die Nodi lymphatici retropharyngeales. Überregionale Lymphknoten sind die Nodi lymphoidei cervicales profundi (Samandari 1993, Moll 2006, Lippert 2007, Schiebler 2007).

1.2. Erkrankungen der Nasen- und Kieferhöhle

Erkrankungen der Nasenschleimhäute und Nasennebenhöhlen treten mit einer hohen Prävalenz in der deutschen Bevölkerung auf. Im Zeitraum von Juli 2000 bis Juni 2001 wurde die Diagnose der akuten Sinusitis 6,3 Millionen Mal und die Diagnose der chronischen Sinusitis 2,6 Millionen Mal in Deutschland festgestellt (Lanza et al.1997, Berghaus 2005). In der amerikanischen Bevölkerung sind die allergische Rhinitis und die chronische Rhinosinusitis die zwei häufigsten Diagnosen. 20 bis 40 Millionen Amerikaner haben eine allergische Rhinitis und weitere 20 Millionen Amerikaner haben eine chronische Rhinosinusitis (Benson et al.1998, Agency of Health 2002). Die chronische Rhinosinusitis (CRS) ist ein häufig auftretendes Problem, dass die Lebensqualität vieler Betroffener beeinträchtigt. Ungefähr 10-15% der Bevölkerung in Zentraleuropa sind jährlich von CRS erkrankt (Grevers et al. 2002).

Bei einer Rhinitis sind die Nasenschleimhäute der Nasenhaupthöhle entzündet. Dies wird durch virale, bakterielle Infektionen oder aufgrund einer allergischen Reaktion verursacht (Zenner 1997, Krams et al. 2010). Klinische Symptome der entzündeten Nasenschleimhäute zeigen sich durch Nasenatmungsbehinderung, vermehrte Nasensekretion, Riechverminderung, Niesreiz, Druckgefühl und Schmerzen im Gesicht- Kopfbereich (Leunig et al. 2005, Lin et al. 2006).

Die DEGAM-Leitlinie "Rhinosinusitis" (2008) weist darauf hin, dass der Übergang von einem Schnupfen in eine Entzündung der Nasennebenhöhlen nicht sicher abgrenzbar ist. Bei über 80% der Erkältungskrankheiten („common cold“) finden sich Schleimhautschwellungen, gelegentlich sogar Schleim- bzw. Sekretspiegel in den paranasalen Sinus (Gwaltney 1994). Die Entzündungen in Nasennebenhöhlen werden als „Sinusitis“ bezeichnet und können sich aus einer „Rhinitis“ entwickeln (Puhakka et al.1998). Daher ist der Ausdruck „Sinusitis“ auch als „Rhinosinusitis“ zu bezeichnen (Gwaltney et al. 1995, Hickner et al. 2001).

Die häufigste betroffene Nasennebenhöhle mit einer Sinusitis ist die Kieferhöhle gefolgt von der Siebbeinhöhle, Stirnhöhle und zum Schluss die Keilbeinhöhle. Eine Schleimhautschwellung im Sinus kann auf eine Funktionsstörung der Flimmerepithelzellen oder auf einen Verschluss der Ostien beruhen und somit einen Sekretstau in dem Sinus verursachen (Dingle 1964, Draf 1983, Berg 1986, Alho et al. 2004, Brook 2009). Die häufigsten ätiologischen Faktoren für diese Anzeichen basieren auf virale und bakterielle Infektionen oder auf Ödeme, die durch allergische Reaktionen, Traumas, Polypen oder Tumore erfolgen (Brook 2009). Andere Faktoren, die eine Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris hervorrufen können, sind retinierte Zysten, Pseudozysten, Septumdeviation, Concha bullosa, vergrößerte Bulla ethmoidales, odontogene Behandlungen, Zahnimplantate und parodontale Erkrankungen (Melén et al.1986, Avrahami et al. 1991, Abrahms et al. 1996, Connor et al. 2000, Mehra et al. 2004, Brook 2006, Jung et al. 2007, Bomeli et al. 2009, Vallo et al. 2010).

Die Pathogenese einer akuten und einer chronischen Sinusitis wird als unterschiedlich angesehen (Poole 1999). Laut der DEGAM-Leitlinie „Rhinosinusitis“ (2008) entsteht die akute Rhinosinusitis (ARS) meist bei einer viralen Luftwegs-Entzündung mit Beteiligung der Nasennebenhöhlen (NNH), insbesondere durch Sekretstau. Mit CT-Aufnahmen waren Anzeichen einer ARS beim Sinus maxillaris zu 89%, beim Sinus ethmoidales zu 76%, beim Sinus frontales zu 39% und beim Sinus sphenoidales zu 27% nachweisbar. In nahezu allen Untersuchungen waren mehrere Sinus gleichzeitig betroffen (Lindbaek 1996).

Die chronische Rhinosinusitis (CRS) ist häufiger mit einer allergischen Rhinitis, anatomischen Abflussbehinderungen und Besiedlung mit Staphylokokkus aureus assoziiert (DEGAM-Leitlinie „Rhinosinusitis“ 2008). Die chronische Rhinosinusitis mit Polypen haben subjektiv und objektiv gesehen eine stärkere Ausprägung von Nasenverstopfung, Nasensekretion und Hyposmia (Dudvarski et al. 2008).

Neben der Anamnese und dem klinischen Befunden für die Diagnostik der ARS und CRS werden weitere Untersuchungsmethoden, wie Abstriche, Punktion, Bakteriologie, Entzündungsparameter, Allergietests, konventionelles Röntgen, Computertomographie oder Endoskopie, empfohlen.

1.3. Bildgebende Diagnostik der Nasen- und Kieferhöhle

In der bildgebenden Diagnostik der Nasen- und Kieferhöhlen stehen in der HNO-Heilkunde konventionelle Röntgenaufnahmen, Computertomographien und Kernspintomographien im Vordergrund. Im Rahmen der Basisuntersuchung der Nasen- und Kieferhöhlen werden konventionelle Röntgenaufnahmen, wie die okziptomentale Aufnahme, okzipitofrontale Aufnahme und Nasennebenhöhlenaufnahmen als einfache und schnelle Verfahren eingesetzt (Mazonakis et al. 2004, Ludlow et al. 2008, Kösling et al. 2010). Aber diese Verfahren treten langsam in den Hintergrund, weil schon seit vielen Jahren in der HNO-Heilkunde die Computertomographien gegenüber den konventionellen Röntgenbildern bei chronischen Sinusitiden präferieren (White et al. 1990, Ide et al. 1997, Serter et al. 2009). In der Zahnmedizin und in der Kieferorthopädie werden in der Routinediagnostik Panoramaschichtaufnahmen (PSA), Fernröntgenseitenbilder (FRS) und Zahnfilmaufnahmen verwendet (Müssig et al. 2005). Aber diese Verfahren sind nicht ausreichend, um Nasen- und Kieferhöhlen präzise zu diagnostizieren (Major et al. 2006, Jakobson et al. 2010, Lenza et al. 2010). Deshalb sollte neben den klassischen bildgebenden Verfahren die 3D-Bildgebung als zukünftiges bildgebendes Verfahren für die Diagnostik von Nasen- und Kieferhöhlen in Betracht gezogen werden.

In den folgenden Abschnitten wird ein Einblick in die Panoramaschichtaufnahme, die Computertomographie und die dentale Volumetomographie in Bezug auf die bildgebende Diagnostik der Nasen- und Kieferhöhlen gegeben.

Panoramaschichtaufnahme (PSA)

Die Entwicklung der Panoramaschichtaufnahme begann im Jahr 1922 (Zulauf 1922) und wurde anschließend von verschiedenen Wissenschaftlern stetig weiter vorangetrieben (Numata 1933, Heckmann 1939, Paatero 1949). Die Umstellung auf digitale Panoramaschichtaufnahmen begann in den 90er Jahren (Mouyen et al. 1989).

Die effektive Dosis – berechnet nach der International Commission on Radiological Protection (ICRP)-Richtlinien 2007 – beträgt für eine digitale Panoramaschichtaufnahme von 14,2 bis 24,3 μSv (Ludlow et al. 2008). Für analoge Panoramaschichtaufnahmen, wie sie immer noch in 70% der deutschen Zahnarztpraxen angefertigt werden, konnten effektive Dosen zwischen 45 und 54 μSv nachgewiesen werden (Kiefer et al. 2004).

Heutzutage ist die Panoramaschichtaufnahme daher ein gängiges bildgebendes Verfahren, um morphologische Veränderungen in der Nasen- und Kieferhöhle grob beurteilen zu können (Matthew et al. 2009). Damit werden die Dentition des Ober- und Unterkiefers, des linken und rechten Kiefergelenks und der nasomaxillären Region, sowie Jochbeine, untere Bereiche der Kieferhöhle, Nasenseptum, untere Nasenmuschel, Apertura piriformis und Gaumen dargestellt (Schopf 1969, Hirschfelder 1994, Dücker 2000). Im Seitenvergleich sind Abgrenzungen von Normvarianten und Überlagerungseffekten möglich (Spitzer et al 2000).

Nicht selten können behandlungsbedürftige Nebenbefunde in Panoramaschichtaufnahmen erhoben werden (Freitag et al. 1972, Rottke 1977, Nitsch 1979). Nebenbefunde im Bereich der Kieferhöhlen sind zum Beispiel Schleimhautverdickungen und antrale Schleimhautzysten im Sinus maxillaris (Vallo et al. 2010). In der Studie von Rahn et al. (1991) wiesen 30% der Panoramaschichtaufnahmen Nebenbefunde auf.

Ein grundsätzliches Problem der Panoramaschichtaufnahme ist die nicht maßstabgetreue und nicht verwischungsfreie zweidimensionale Darstellung der anatomischen Gegebenheiten. Aufgrund der divergierenden Ausbreitungen der Röntgenstrahlen werden alle Partien des Kopfes, die nicht vom Zentralstrahl getroffen werden, auf dem Film vergrößert dargestellt (Al Bourney 1999). Eine räumlich korrekte Information wird dadurch nicht gewährleistet (Hassfeld 2000).

Computertomographie (CT)

Die Computertomographie wurde von Cormack und Hounsfield in den 70er Jahren eingeführt. Über mehrere Jahre haben sich die CT-Scanner weiterentwickelt und sind eine bevorzugte Methode bei der Bildgebung von kraniofazialen Anomalien geworden (Kau et al. 2010). Die Computertomographie geht im Vergleich zu den zweidimensionalen Verfahren in jedem Fall mit einer erhöhten effektiven Dosis einher (Monsour 2008). Die effektive Dosis beträgt für eine hochmoderne Computertomographieaufnahme von 280 μSv bis 1410 μSv (Ludlow & Ivanovic 2008, Silva et al. 2008, Faccioli et al. 2009, Loubele et al. 2009, Okano et al. 2009, Suomalainen et al. 2009).

Die Computertomographie wurde in der HNO-Heilkunde die Bildgebung der Wahl für die radiologische Diagnostik der chronischen Rhinosinusitis (Zinreich 1997). Die hohe Sensitivität der CT-Aufnahmen ermöglicht präzise Informationen über Weich- und Hartgewebsteile der Nasenhöhle und der Nasenebenhöhlen, wie zum Beispiel die Schleimhautverdickung und dem osteomeatalem Komplex (Konen et al. 2000, Bhattacharyya et al. 2003, Bransletter et al. 2005, Fatterpekar et al. 2008, Shahizon et al. 2008, Sahlstrand-Johnson et al. 2011). Die Diagnose von CRS basiert hauptsächlich als erstes auf klinische Kriterien, aber die zusätzliche Untersuchung mit CT stellt einen objektiven Nachweis dar. Bei einem Verdacht auf Rhinosinusitis wird

die Computertomographie nachträglich herangezogen, um die Diagnose zu bestätigen (Bolger et al. 1991, Oluwoler et al. 1996, Stankiewicz et al. 2002).

Die Computertomographie zeigte im Sinus maxillaris gegenüber der Panoramaschichtaufnahme präzisere Wurzelprojektionen auf (Sharan et al. 2006). Bei der Befundung der Nasenscheidewand ergab die Panoramaschichtaufnahme gegenüber der Computertomographie zu 46,5% falsche Befunde (Maestre-Ferrin et al. 2011a). In einer weiteren Studie von Maestre-Ferrin et al. (2011b) wiesen 23 Kieferhöhlen radiologische Veränderungen auf, bei der die Panoramaschichtaufnahme nur einen Befund (4,3%) als pathologisch diagnostizierte. Des Weiteren wurden Anomalien in Nasennebenhöhlen bei konventionellen Röntgenbildern zu 40,5% und bei CT-Aufnahmen zu 56,7% beobachtet (Stelmach et al. 2011). Die zweidimensionale Darstellung der Panoramaschichtaufnahme kann bei Implantatinsertion nur das vertikale Knochenangebot beurteilen (Spitzer et al. 2000). Die Informationen über das horizontale Knochenangebot fehlen und somit wird die Implantatplanung erschwert (Marmulla 2002). Im Sinus maxillaris können Septen als anatomische Variation auftreten und für diese Befundung ist die Panoramaschichtaufnahme nicht ausreichend. Deshalb sollte unbedingt vor einem Sinuslift oder ähnlichen chirurgischen Eingriffen eine Kontrolle der Kieferhöhlen mit CT-Aufnahmen durchgeführt werden (Bhattacharyya et al. 2003, Rosano et al. 2010, Maestre-Ferrin et al. 2011b). 56% der New Yorker HNO-Ärzte ziehen die Computertomographie für die Diagnostik der Nasennebenhöhlen der konventionellen Röntgenverfahren vor. Bei diesen CT-Aufnahmen ergibt sich eine effektive Dosis von 600 μ Sv bis 900 μ Sv. Eine dentale Volumentomographie mit einer deutlich geringeren effektiven Dosis sollte daher für die Befundung der Nebenhöhlen bevorzugt werden (Yamauchi-Kawaura et al. 2009).

Dentale Volumentomographie (DVT)

Der erste dentale Volumentomograph, der New-Tom 9000 (Quantitative Radiology, Verona Italy) wurde 1996 hergestellt. Die Technik basiert auf die Kegelstrahlgeometrie (Cone Beam) und wird daher auch Cone Beam Computer Tomography genannt (Kau et al. 2010).

Die DVT-Geräte können bei der Strahlendosis abhängig vom System, vom „Field of View“ (FOV), der Röntgenröhrenspannung und des Röntgenröhrenstroms variieren (Silva et al. 2008, Hirsch et al. 2008). Das FOV kann in seiner Höhe und Durchmesser variieren und wird daher in ein großes, mittleres und kleines FOV eingeteilt. Somit kann das DVT für kraniofaziale und dentoalveoläre Behandlungsplanungen und kleinere, lokalisierte Bereiche im stomatognathen System eingesetzt werden (Lofthag-Hansen et al. 2008, Ludlow & Ivanovic 2008, Loubele et al. 2009, Okano et al. 2009, Roberts et al. 2009, Suomalainen et al. 2009, Pauweles et al. 2010, Qu et al. 2010, Ludlow et al. 2011, Davies et al. 2012, Grünheid et al. 2012).

In der Literatur findet man für die effektive Dosis - berechnet nach den ICRP-Richtlinien 2007 – je nach DVT-Gerät unter Berücksichtigung des Field of Views deutlich voneinander abweichende Werte (Abb. 3).

DVT-Geräte	Auflösungen →	Großes FOV			Mittlers FOV			Kleines FOV		
		hoch	normal	klein	hoch	normal	klein	hoch	normal	klein
Accuitomo 3D	Lofthag-Hansen et al. 2008								60	
	Loubele et al. 2009								29	
	Okano et al. 2009								60	
	Suomalainen et al. 2009								63	
	Pauweles et al. 2010					54			43	
NewTom VGi	Pauweles et al. 2010		139		256					
NewTom 3G	Ludlow & Ivanovic et al. 2008		68							
	Loubele et al. 2009		44							
Classic i-CAT	Ludlow & Ivanovic et al. 2008		235		102					
	Loubele et al. 2009		65						56	
Next Generation i-CAT	Ludlow & Ivanovic et al. 2008		74		87					
	Roberts et al. 2009		206		134		141		78	
	Pauweles et al. 2010		83		45					
	Davies et al. 2012		78		77					
	Grünheid et al. 2012	129	66		100					
Iluma Standard	Ludlow & Ivanovic et al. 2008			98						
Iluma Ultra	Ludlow & Ivanovic et al. 2008			498						
Promax 3D	Ludlow & Ivanovic et al. 2008								570	
	Suomalainen et al. 2009								269	
	Pauweles et al. 2010							122		28
	Qu et al. 2010		298		102				216	
PreXion 3D	Ludlow & Ivanovic et al. 2008						388	189		
Galileos Comfort	Ludlow & Ivanovic et al. 2008				128	70				
	Pauweles et al. 2010		84							
Kodak 9500	Pauweles et al. 2010		136		92					
	Ludlow et al. 2011		163		98					
Kodak 9000 3D	Pauweles et al. 2010								30	
Picasso Trio	Pauweles et al. 2010				123		81			
Scanora 3D	Pauweles et al. 2010		68		46					
Veraviewepocs 3D	Pauweles et al. 2010				73					
Cb MercurRay	Ludlow & Ivanovic et al. 2008	1073	569			560			407	
	Okano et al. 2009				511					

Abb. 3: Tabellarische Darstellung effektiver Dosen verschiedener DVT-Geräte. Die effektive Dosen wurden jeweils nach den ICRP-Richtlinien 2007 berechnet und in der Einheit μSv angegeben.

In der Studie von Ludlow und Ivanovic (2008) wurden für drei von acht DVT-Geräten für alle drei FOV hohe effektive Dosen von 407 bis $1073\mu\text{Sv}$ gemessen. Im Gegensatz dazu konnten zahlreiche andere Studien für weitere DVT-Geräte, die auch auf dem deutschen Markt erhältlich sind, effektive Dosen unter $100\mu\text{Sv}$ nachweisen (Lofthag-Hansen et al. 2008, Ludlow & Ivanovic 2008, Loubele et al. 2009, Okano et al. 2009, Roberts et al. 2009, Suomalainen et al. 2009, Pauweles et al. 2010, Ludlow et al. 2011, Grünheid et al. 2012). Loubele et al. (2009) konnten bei drei DVT-Geräten mit großem FOV eine effektive Dosis von 30 bis $83\mu\text{Sv}$ und beim kleinen FOV von 29 bis $77\mu\text{Sv}$ messen. Auch die Studie von Pauweles et al. (2010) zeigten bei zwölf von 14 DVT-Geräten in allen drei FOVs ähnliche Werte und damit häufig effektive Dosen unter $100\mu\text{Sv}$. Auch Grünheid et al. (2012) bestätigten mit dem iCAT „new generation“ für ein mittleres FOV eine effektive Dosis von 46 bis $69\mu\text{Sv}$ und für ein sehr großes FOV 127 bis $131\mu\text{Sv}$.

Im Vergleich zur CT ist die Expositionszeit vom DVT kürzer und die effektive Dosis etwa 76% geringer (Arai et al. 1999, Ziegler et al. 2002, Schulze et al. 2004). Die DVT-Scanner sind in der Bildqualität, gegenüber CT-Scannern, bezüglich der Ortsauflösung vergleichbar (Loubele et al. 2009, Liang et al. 2010).

Das DVT ist für die Diagnostik und Therapieplanung im Bereich des Sinus maxillaris von Bedeutung (Kebernik et al. 2010). Mehrere Autoren bestätigen in ihren Studien, dass das DVT für die präoperative Behandlungsplanung notwendig ist und schon seit längerem das CT ersetzt (Özyuvaci et al. 2004, DGZMK-Leitlinie von 04/2009, Behrbohm et al. 2010, Yifat Manor et al. 2010, Baciut et al. 2011, Xu et al. 2011). Das DVT-Verfahren ermöglicht gute Informationen über die anatomischen Strukturen der vorderen Schädelbasis, der oberen Atemwege, der Nase- und Nasennebenhöhlen und auch eine differenzierte Darstellung der Schneider'schen Membran im Bereich der Kieferhöhle (Bremke et al. 2009, Celenk et al. 2010, Ghoneima et al. 2011, Guijarro et al. 2011, Bornstein et al. 2012).

Zahlreiche Studien konnten in DVT-Aufnahmen hohe Prävalenzen von Nebenbefunden in den oberen Atemwegen und im Sinus maxillaris befunden. Ritter et al. (2011) untersuchten in ihrer Studie die Prävalenz der pathologischen Befunde in der Kieferhöhle an 1029 DVT-Scans in der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Köln. Es wurden im Sinus maxillaris 56% pathologische Veränderungen befundet. In einer weiteren Studie an 883 DVT-Scans in der Universitätsklinik für Zahnmedizin in Creighton wurden auch bis zu 52% differentialdiagnostisch relevante Befunde im Bereich der oberen Atemwege erhoben (Smith et al. 2010). Auch Caglayan et al. (2011) konnten mit ihrer Patientengruppe (n=207), die entweder Kiefergelenksstörungen, Nasennebenhöhlenentzündungen, obstruktive Schlafapnoe, Implantate oder andere Erkrankungen aufwiesen, ähnliche prozentuale Prävalenzen von Nebenbefunden der oberen Atemwegen (51,8%) bestätigen; dabei wurden zu 31,3% Schleimhautverdickungen befundet. Die Studie von Pelinsari et al. (2011) befundete 500 DVT-Scans, die aus implantologischer Indikation angefertigt worden waren. Dabei traten im Sinus maxillaris Schleimhautverdickungen von 54,8% (<3mm) und 62,6% (>3mm) auf. Die genannten Studien zeigten, dass trotz der verschiedenen Patientengruppen die Prävalenzen von Nebenbefunden nicht stark voneinander abwichen.

Auch in der Kieferorthopädie konnten zwei Studien mit DVT-Verfahren ähnliche hohe Prävalenzen (46,8%, 47,8%) von Nebenbefunden in den oberen Atemwegen und im Sinus maxillaris bestätigen (Pazera et al. 2011, Pliska et al. 2011). In der Konklusion forderten diese Studien, dass die Befundung von Kieferhöhlen auch in die kieferorthopädische Behandlungsplanung mit einbezogen werden sollte. Dadurch könnten mit einer einzigen Aufnahme sämtliche kieferorthopädische Fragestellungen und zugleich auch alle bildgebenden Anforderungen der HNO-Heilkunde, der Kieferchirurgie und Implantologie erfüllt werden und für den Patienten eine Mehrfachexposition mit Röntgenstrahlen vermieden werden.

1.4. DVT und kieferorthopädische Behandlungsplanung

Nachdem die dentale Volumentomographie anfänglich fast ausschließlich in der Implantologie (Hatcher et al. 2003, Sato et al. 2004, Ganz 2005, Moore 2005, Almog et al. 2006, Ganz 2006, Guerrero et al. 2006, Garg 2007, Blake et al. 2008; Bousquet & Joyard 2008, Fan et al. 2008; Ganz 2008, Peck & Conte 2008, Arisan et al. 2010, Ganz 2010) eingesetzt worden ist, findet sie besonders in der orthognathen Chirurgie zunehmende Beachtung (Enciso et al. 2003; Cevitanes et al. 2005, Caloss et al. 2007, Edwards 2010, Popat et al. 2010) und in den letzten Jahren auch in der Kieferorthopädie (Smith et al. 2010, Kapila et al. 2011, Rogers et al. 2011). Bei jeder Röntgenuntersuchung sollte das ALARA-Prinzip (as low as reasonably achievable) erfüllt sein (Farmann 2005). Dieses Prinzip bedeutet, dass die Anwendung mit der für die Fragestellung geringst möglichen Strahlendosis bei gleichzeitig suffizienter Abbildungsqualität und hoher klinisch-diagnostischer Aussagekraft zu erfolgen hat.

HNO-Ärzte, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgen sowie Kieferorthopäden benötigen ein großes FOV, weil der gesamte Schädel mit Kiefer und Kiefergelenken rekonstruiert werden muss (Essig et al. 2010). Die europäische Richtlinie der SEDENTEXCT ist der Meinung, dass in der Kieferorthopädie das große FOV nicht zur Routinediagnostik verwendet werden soll, was aber nicht näher begründet wird (Horner et al. 2011). Wie bereits vorher aufgeführt, geht eine Reduktion des FOV nicht automatisch mit einer Reduktion der effektiven Dosis einher. So beträgt beispielweise die effektive Dosis für den Gesichtsschädel bei einem FOV von 13x16 cm 77 μ Sv, aber für eine Aufnahme der Maxilla mit einem FOV von 6x13 cm ebenfalls 77 μ Sv (Loubele et al. 2009). Deswegen kann bei bestimmten Geräten zur Berücksichtigung des ALARA-Prinzips ein größeres Field of View klinisch sinnvoller sein. Tubiana (2005) zeigte, dass für DVT-Geräte keine Strahlenrisiken im Sinne von Leukämien oder Krebsentstehung zu erwarten sind, sobald die Dosis von 100 μ Sv nicht überschritten wird (Tubiana 2005, Tubiana et al. 2006a, Tubiana et al. 2006b, Kamiya & Sasatani 2012, Wakeford 2012). Bei der Einstellung eines großen Field of View liegen die effektiven Dosen nach Ludlow & Ivanovic (2008) bei 68 μ Sv, bei Pauweles et al. (2010) für ein FOV von 14,4cm x13,5cm bei 68 μ Sv und für ein FOV von 13x16cm bei 61 μ Sv und somit unter den 100 μ Sv (Silva et al. 2008).

In der Kieferorthopädie werden zur Routinediagnostik die Panoramaschichtaufnahme, das Fernröntgenseitenbild sowie Zahnfilmaufnahmen zur detaillierten Darstellung einzelner Strukturen verwendet (Müssig et al. 2005). Die dentale Volumentomographie hat in der Kieferorthopädie durch die Darstellung der dritten Dimension und die verbesserte Bildgenauigkeit große Vorteile gegenüber der konventionellen Bildgebung (Cattaneo 2008, Ducic 2009, Lund 2011). Auch im Hinblick auf die Kephalemetrie ist das DVT für die Befundung der oberen Atemwege besser geeignet (Aboudara et al. 2003, Major et al. 2006, Ludlow et al. 2009, Lenza et al. 2010, Gribel et al. 2011, Jakobsone et al. 2011). Für komplizierte Fälle mit skelettalen Anomalien kann das

große FOV der DVT-Geräte in der kieferorthopädischen-chirurgischen Therapie als Hilfsmittel für die Behandlungsplanung eingesetzt werden und sollte dem MSCT vorgezogen werden (Horner et al. 2011). Wie schon im Kapitel 1.3 beschrieben, weisen DVT-Geräte im Vergleich zu CT-Scannern immer eine geringere Strahlenbelastung auf (Mozzo et al. 1998, Ludlow et al. 2003, Schulze et al. 2004, Loubele et al. 2005, Ludlow et al. 2006, Ballanti et al. 2008, Roberts et al. 2009, Kau et al. 2010, Lund 2011).

Alves und Mitarbeiter sind der Meinung, dass die oberen Atemwege ein integraler Bestandteil der kieferorthopädischen Behandlungsplanung werden sollten (Alves et al. 2008). Die DVT-Technik kann pathologische Veränderungen in den oberen Atemwegen gut rekonstruieren und kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen können das Volumen der oberen Atemwege beeinflussen (Weider et al. 2003, Lye 2008, Yamashina et al. 2008, Tso et al. 2009, Enciso et al. 2010, Hatcher et al. 2010, Hwang et al. 2010). Zum Beispiel, konnte ein Zusammenhang zwischen Mundatmer und Okklusionsstörungen festgestellt werden (Zicari et al. 2009). Auch die Prävalenz von posterioren Kreuzbissen, anterior offenen Biss und Angle Klasse II ist bei Mundatmer signifikant erhöht (Souki et al. 2009, Harari et al. 2010). Des Weiteren kann eine frühe kieferorthopädische Therapie das obstruktive Schlafapnoe- Syndrom verhindern (Villa 2011). Die zahlreichen Zusammenhänge zwischen den nasopharyngealen Atemwegen und dem kraniofazialen Komplex erfordern, dass die Hals-, Nasen-, Ohren-Heilkunde eng mit der Kieferorthopädie zusammen arbeiten sollte (Stellzig-Eisenhauer et al. 2010). Für die HNO-Heilkunde ist bereits ein FOV von 13cm Durchmesser und 15cm Höhe ausreichend, um Nasennebenhöhlen und angrenzende Strukturen bei jeglicher Kopfgröße zu erfassen (Richter & Bumann 2011). In der Kieferorthopädie konnten Pazera und Mitarbeiter (2011) in ihrer Studie mit einem kleinen FOV (4x4/6x6/8x8) hohe Prävalenzen (46,8%) von Nebenbefunden im Sinus maxillaris feststellen.

Die DVT hat sich in der Kieferorthopädie zum sinnvollsten bildgebenden Verfahren mit der - auf den Informationsgehalt bezogenen - geringsten Strahlenbelastung im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung entwickelt (Nakajima et al. 2005, Bjerklin et al. 2006, Cattaneo & Melsen 2008, Howe et al. 2009, Bornstein et al. 2010, Lund et al. 2010, Mah et al. 2010, Merrett et al. 2010). Mit den zahlreichen Informationen aus nur einem 3D-Datensatz ist es möglich, den für den individuellen Patienten sinnvollsten Behandlungsplan zu erstellen. Die geometrische Genauigkeit ist für die Implantologie und für die Kieferorthopädie von Bedeutung und wird durch die DVT-Technologie ermöglicht (Marmulla et al. 2005, Ludlow et al. 2007, Cattaneo et al. 2008, Baumgaertel et al. 2009, Loubele et al. 2009). 2008 war der Einsatz von DVT-Aufnahmen als routinemäßiges diagnostisches Verfahren zur Unterstützung der kieferorthopädischen Behandlungsplanung noch nicht etabliert (Silva et al. 2008). Nach Guijarro et al. (2011) müssen Auswirkungen der Atmungsphase, der Einfluss der Position der Zunge, die Morpholo-

gie der Mandibula, Längs-und Querschnittbewertungen der oberen Atemwege und Definitionen der anatomischen Grenzen der oberen Atemwege noch weiter spezifiziert werden.

Wie die zahllosen Studien des letzten Jahrzehnts zeigen, wird nicht nur die präimplantologische und HNO-ärztliche Diagnostik durch die dentale Volumentomographie deutlich verbessert. Es mehren sich auch in der Kieferorthopädie die wissenschaftlichen Zeichen, dass der Einsatz der DVT im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung den konventionellen zweidimensionalen Röntgenaufnahmen deutlich überlegen ist. Obwohl die Strahlenbelastung im DVT höher ist als bei konventionellen Röntgenbildern, wird dieser Aspekt durch die Vielfalt der zusätzlichen diagnostischen Informationen, die ein DVT ermöglicht, mehr als egalisiert.

2. Fragestellung

Die dentale Volumentomographie ist eine hervorragende Röntgentechnik zur Untersuchung der Nasen- und Kieferhöhle. Sie vereint die Vorteile der dreidimensionalen Diagnostik, die bisher nur mit der Computertomographie möglich war, mit geringen effektiven Dosen, wie sie von zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen bekannt sind. Je nach Größe des Field of View können mit der dentalen Volumentomographie nicht nur dentale Strukturen, sondern auch sämtliche Nebenhöhlen dargestellt werden.

Dentale Volumentomographien, die im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung erstellt werden, müssen per se ein großes Field of View aufweisen, damit alle wesentlichen Referenzpunkte für eine dreidimensionale kephalometrische Analyse erfasst werden können. Somit ist bei jedem kieferorthopädischen Patienten ohne zusätzliche Röntgenaufnahmen eine spezifische, überlagerungsfreie Befundung der Nasen- und Kieferhöhle möglich. In der zahnärztlichen Literatur fehlen aber bis heute Studien zur systematischen Befundung (Klassifikation von Befunden) und zur Prävalenz.

Je höher die Prävalenz von Nebenhöhlenbefunden in der kieferorthopädischen Behandlungsplanung ist, umso mehr wäre für die Bildgebung im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung ein DVT anstatt der konventionellen Panoramaschichtaufnahme und des seitlichen Fernröntgenbildes zu empfehlen. Dadurch könnten mit einer einzigen Aufnahme sämtliche kieferorthopädische Fragestellungen und zugleich auch alle bildgebenden Anforderungen der HNO-Heilkunde erfüllt werden und für den Patienten eine Mehrfachexposition mit Röntgenstrahlen vermieden werden. Allein in der bildgebenden Diagnostik der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde sind neben Nasennebenhöhlenaufnahmen Computertomographien weit verbreitet und somit kann zusätzlich die Strahlenbelastung des Patienten mit DVT-Scannern deutlich reduziert werden.

Je prägnanter und aussagekräftiger die Befundungskriterien im Rahmen einer bildgebenden Untersuchung der Nebenhöhlen wären, umso zielgerichteter wäre die zahnärztliche, kieferorthopädische, implantologische und HNO-ärztliche Befunderhebung.

Ziel dieser Studie war es, die Kieferhöhlen anhand dentaler Volumentomographien verschiedener Patientengruppen mit Hilfe unterschiedlicher Klassifikationsmethoden zu befunden, um Ausmaß sowie Prävalenz pathologischer Veränderungen zu erheben. Im Mittelpunkt der vorliegenden Arbeit stand die Überprüfung folgender Hypothesen:

1. Im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung ergeben sich aus einem DVT keine nennenswerten Kieferhöhlenbefunde.

2. Die Prävalenz von Kieferhöhlenbefunden im DVT ist bei Jugendlichen signifikant höher als bei Erwachsenen.
3. Die Prävalenz von Kieferhöhlenbefunden im DVT ist bei weiblichen Patienten signifikant höher als bei männlichen.
4. Im Rahmen der implantologischen Behandlungsplanung ergeben sich aus einem DVT keine nennenswerten Kieferhöhlenbefunde.
5. Im Rahmen der HNO-ärztlichen Behandlungsplanung ergeben sich aus einem DVT in einem hohen Prozentsatz Kieferhöhlenbefunde.
6. Die Befundungen nach Nair bzw. Carmeli ergeben keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Prävalenz von Kieferhöhlenbefunden und sind daher gleichermaßen für die bildgebende Befundung von Kieferhöhlen geeignet.
7. Die Prävalenz von Kieferhöhlenbefunden aus einem DVT ist bei Mundatmern signifikant höher als bei Nasenatmern.

3. Material und Methoden

3.1. Allgemeine Methoden und Material

3.1.1. Patientengut

In der vorliegenden Arbeit wurden retrospektive dentale Volumetomographische (DVT) Aufnahmen aus dem dentalradiologischen Institut MESANTIS® Berlin untersucht. Es wurden 960 Kieferhöhlen von 480 Patienten befundet, die aus kieferorthopädischer Indikation, aus HNO-ärztlicher Diagnostik oder aufgrund einer Implantatplanung für eine DVT Aufnahme überwiesen wurden.

Von den 480 Patienten lagen 224 männliche und 256 weibliche Patienten mit einem Durchschnittsalter von $39,41 \pm 19,2$ Jahren vor. Die Anzahl der Patienten ließen sich in vier Gruppen mit je 120 Patienten entsprechend ihrer Indikation einteilen. Die Einteilung der vier Gruppen lautete:

1. Kieferorthopädische Jugendliche von 7 bis 24 Jahren (Jahrgang > 1986),
2. Kieferorthopädische Erwachsene von 25 bis 83 Jahren (Jahrgang < 1985),
3. Oberkieferimplantatpatienten
4. Hals-Nasen-Ohren-Patienten.

Die Aufnahmen der Datenbank MESANTIS® Berlin stammten aus dem Zeitraum von 2007 bis 2011. Der Datensatz der zu untersuchten Patienten wurde anonymisiert und in Excel-Tabellen für die anstehenden Auswertungen mit der entsprechenden Klassifikationsmethode aufgelistet.

3.1.2. DVT-Aufnahmen

Sämtliche Aufnahmen der vorliegenden Studie wurden im dentalradiologischen Institut MESANTIS® Berlin mit dem DVT-Gerät „MESANTIS line“, einer Sonderedition des „iCAT platinum“ (Fa. ISI, Hatfield, USA) angefertigt (Abb. 4). Folgende Aufnahmeparameter wurden verwendet:

- 120 kV
- 3 bis 8 mA
- 14 bit Graustufen
- Standard-Scanzeit von 8,5 s



Abb. 4: DVT-Gerät „MESANTIS®-line“.

3.1.3. Systematische Auswertung

Die Auswertungen der DVT-Aufnahmen erfolgte mit der 3D-Imaging-Software *Invivo 5.1.6* (Anatomage Inc., San Jose, Californien) im Institut MESANTIS® Berlin.

Die Bearbeitung der Aufnahmen wurde an einem Rechner mit der systemeigenen Software *Invivo 5.1.6* mit einer Bildschirmauflösung von 1920×1200 und in einem abgedunkelten Raum durchgeführt.

Die Grundlagen für die einzelnen Klassifikationsmethoden stammen aus den Veröffentlichungen von Nair (2009), Carmeli et al. (2010) und Smith et al. (2010). Die Rekonstruktion von Datensätzen in axialer, sagittaler und koronarer Ebene war durch die systemeigene Software *Invivo 5.1.6* gegeben (Abb. 5).

Die linke und rechte Kieferhöhle und mittlere Nasenmuscheln wurden einzeln in den drei Ebenen befundet. Die relevanten Schichten konnten bei der Befundung in den drei Ebenen beliebig vergrößert werden (Abb. 6).

Die prozentualen Prävalenzen der Klassifikationsmethoden wurden mit statistischen Tests überprüft und die signifikanten Faktoren ermittelt.



Abb. 5: Arbeitsoberfläche der Software *Invivo 5.1.6*. Die Darstellung zeigt eine linke und rechte Kieferhöhle in axialer (1), sagittaler (2) und koronarer Ebene (3).



Abb. 6: Klinisches Beispiel einer Vergrößerungsaufnahme einer rechten Kieferhöhle in axialer (A), sagittaler (B) und koronarer (C) Schicht.

3.1.3.1. Befundung von Verschattungen

In der vorliegenden Arbeit wurde zur Beurteilung der Verschattungsgrade im Sinus maxillaris die Klassifikation nach Nair (2009) verwendet. Dabei wurde das prozentuale Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris in vier Grade eingeteilt (Tab. 1).

Die Abbildungen 7, 8, 9 und 10 zeigen in DVT-Aufnahmen klinische Beispiele von Kieferhöhlen in den Graden I bis IV in axialer, sagittaler und koronarer Schicht.

Tabelle 1 Klassifikation der prozentualen Verschattungsgrade im Sinus maxillaris nach Nair (2009).

Grad	Klassifikation der Verschattungen
I	Keine Verschattung = 0%
II	Verschattung < 25%
III	Verschattung 25% - 50%
IV	Verschattung > 50%



Abb. 7: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Nair (2009) mit dem Grad I. In diesem Fall sind linke Kieferhöhlen ohne Verschattungen in axialer (A), sagittaler (B) und koronarer (C) Schicht dargestellt.



Abb. 8: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Nair (2009) mit dem Grad II. In diesem Fall sind linke Kieferhöhlen mit einer Verschattung <25 % (weiße Pfeile) in axialer (A), sagittaler (B) und koronarer (C) Schicht dargestellt.

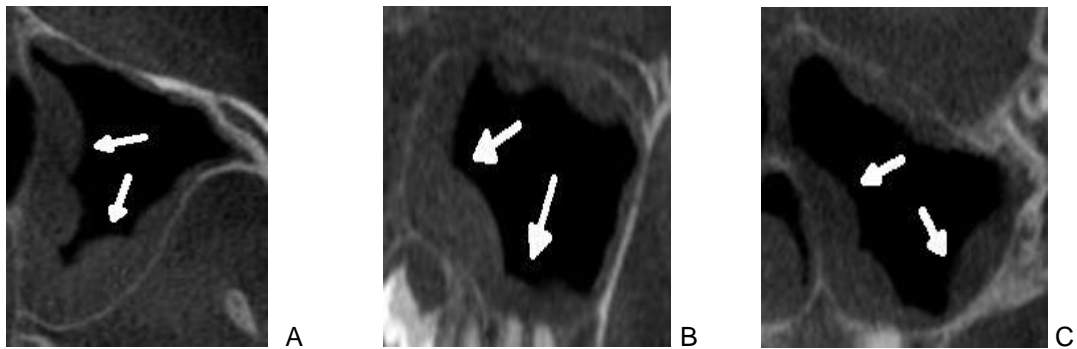


Abb. 9: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Nair (2009) mit dem Grad III. In diesem Fall sind linke Kieferhöhlen mit einer Verschattung von 25 % bis 50% (weiße Pfeile) in axialer (A), sagittaler (B) und koronarer (C) Schicht dargestellt.

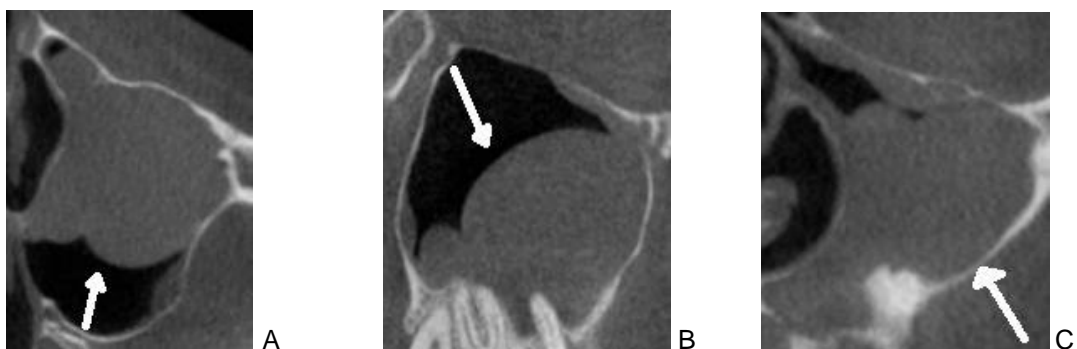


Abb. 10: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Nair (2009) mit dem Grad IV. In diesem Fall sind linke Kieferhöhlen mit einer Verschattung >50% (weiße Pfeile) in axialer (A), sagittaler (B) und koronarer (C) Schicht dargestellt.

3.1.3.2. Befundung von Schleimhautveränderung

In der vorliegenden Arbeit wurde zur Beurteilung der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris die Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) verwendet. Dabei wurde die Veränderung der Schleimhautform in fünf Stadien definiert (Tab. 2).

Tabelle 2 Klassifikation der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien.

Stadien	Klassifikation Schleimhautveränderung
1	Normale Erscheinung der Kieferhöhlenschleimhaut
2	Eine runde Auswölbung der Kieferschleimhaut
3	Unregelmäßige Verdickung und / oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut
4	Vollständig ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut an allen Wänden
5	Komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle

Die Abbildung 11 zeigt in DVT-Aufnahmen in koronarer Schicht klinische Beispiele von Kieferhöhlen mit den fünf Stadien.

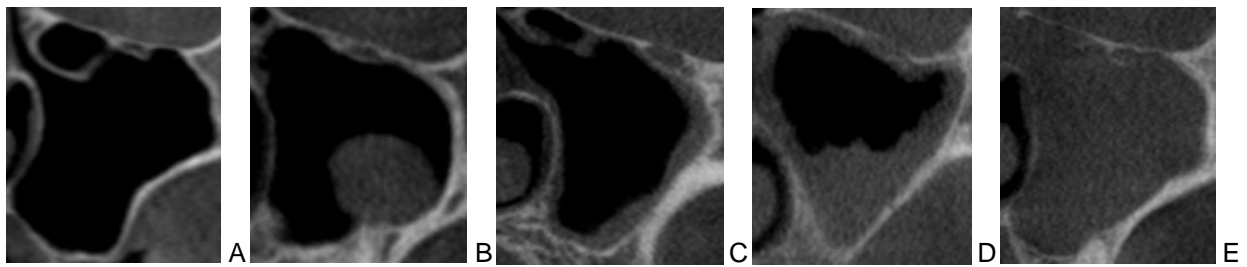


Abb. 11: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) mit der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris. In diesem Fall sind alle fünf Stadien der Schleimhautveränderung einer linken Kieferhöhle in koronarer Schicht dargestellt.

A = normale, B = runde, C = unregelmäßige, D = vollständige ausgekleidete, E = komplett verschlossene Schleimhaut der linken Kieferhöhle.

3.1.3.3. Befundung von Schleimhautverdickungen

In der vorliegenden Arbeit wurde zur Beurteilung der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris die Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) verwendet. Dabei wurde das Ausmaß der Schleimhautverdickung des Sinus maxillaris mit Millimetermessungen in fünf Stadien eingeteilt (Tab. 3). Die physiologischen Kieferhöhlen waren bei dieser Befundung nicht von Relevanz.

Tabelle 3 Klassifikation der Schleimhautverdickung in Millimeter (mm) im Sinus maxillaris nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien.

Stadien	Schleimhautverdickung [mm]
1	≤ 5
2	5 bis 10
3	10 bis 15
4	15 bis 20
5	> 20

Die Abbildung 12 zeigt in der DVT-Aufnahme ein klinisches Beispiel einer Kieferhöhle mit dem Stadium 4 in axialer, sagittaler und koronarer Schicht.

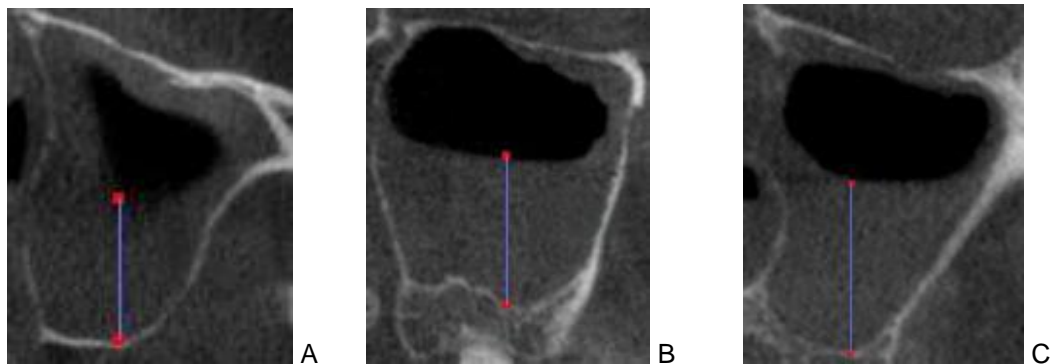


Abb. 12: Klinisches Beispiel der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) mit der Schleimhautverdickung in Millimeter. In diesem Fall ist das Stadiums 4 in der linken Kieferhöhle in axialer (A,16,34mm), sagittaler (B,18,3mm) und koronarer (C, 19,04mm) Schicht dargestellt.

3.1.3.4. Befundung des Ostiums

In der vorliegenden Arbeit wurde die Definition für die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verwendet.

Ist das Ostium verschlossen, wurde es als „nicht physiologisch“ definiert. Ein offenes Ostium war als „physiologisch“ zu befunden (Abb. 13).



Abb. 13: Klinisches Beispiel von zwei verschiedenen Ostien. Die Darstellung zeigt ein physiologisches Ostium (A) und ein verschlossenes Ostium (B) einer linken Kieferhöhle in der koronaren Ebene.

3.1.3.5. Befundung von der Concha bullosa media

In der vorliegenden Arbeit wurde die Definition für die Befundung der Concha nasalis media aus der Studie von Smith et al. (2010) übernommen.

Die Befundung einer pneumatisierten Concha nasalis media wurde als Concha bullosa media befundet und ist somit als „nicht physiologisch“ zu definieren (Abb. 14). Eine nicht pneumatisierte Concha nasalis media war als „physiologisch“ zu beurteilen.

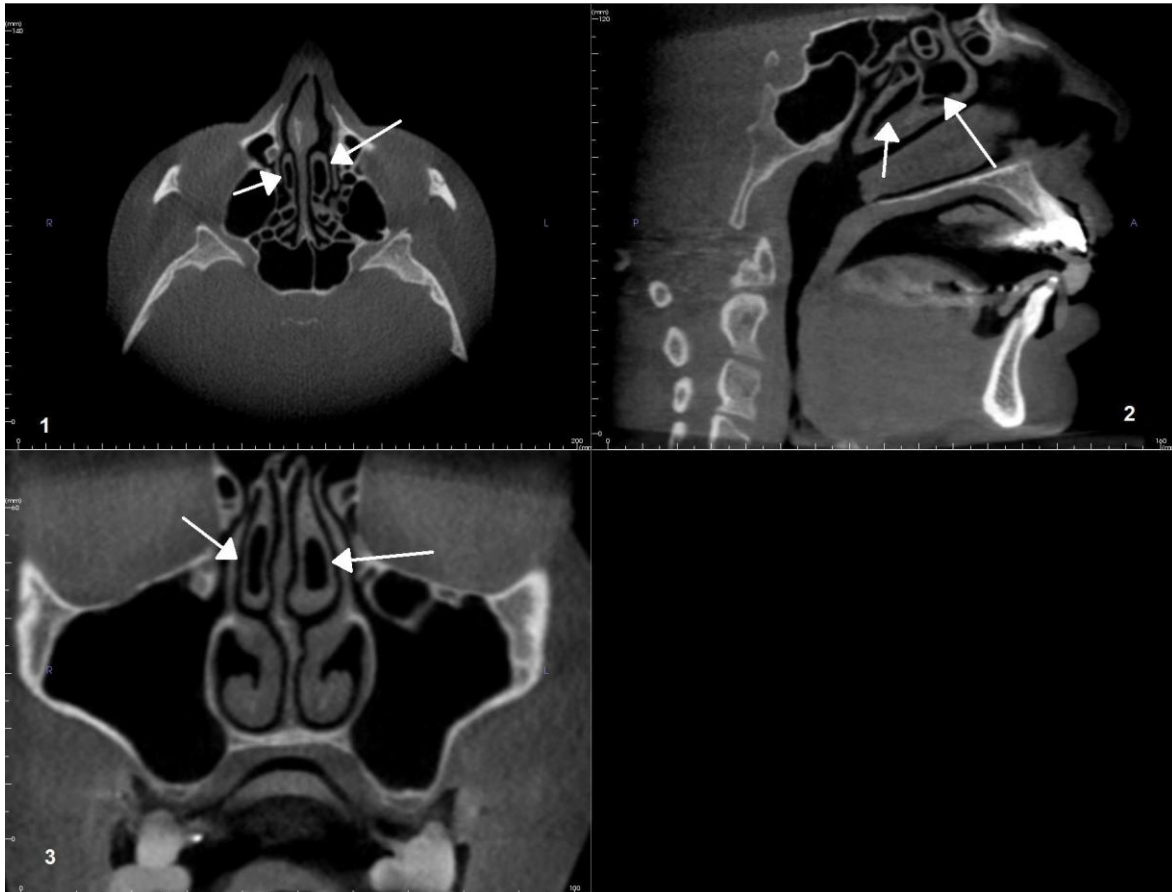


Abb. 14: Klinisches Beispiel der Concha nasalis media. Die Darstellung zeigt eine Concha bullosa media (weiße Pfeile) auf beiden Seiten vom Septum nasale in axialer (1), sagittaler (2) und koronarer (3) Ebene.

3.2. Spezielle Methoden

3.2.1. Kieferhöhlenbefunde bei KFO-Behandlungsplanung

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt.

Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 240 kieferorthopädische Patienten im Alter von 7 bis 83 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $27,6 \pm 16,62$ Jahre. Bei den 240 Patienten sind 98 männliche Patienten und 142 weibliche Patienten vorhanden.

480 Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Methoden, wie in Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungen nach Nair

Die 480 Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft der Grad I im Gegensatz zu den Graden II bis IV in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht.

Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den vier Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderungen nach Carmeli

Die 480 Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Das Ausmaß der Schleimhautveränderung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und

in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 1 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die 480 Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiologisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein physiologisches Ostium auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen dem linken und rechten Ostium mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die 480 Kieferhöhlen der 240 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha bullosa media auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen der linken und rechten Concha nasalis media mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter

In der vorliegenden Arbeit wurden die DVT-Aufnahmen für diesen Teil im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt.

Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 120 kieferorthopädische Patienten im Alter von 7 bis 24 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $13,73 \pm 4,07$ Jahre. Es sind 49 männlich Patienten und 71 weibliche Patienten vorhanden.

Aus der gleichen Datenbank wurde eine weitere Gruppe von 120 kieferorthopädischen Patienten im Alter von 25 bis 83 Jahren randomisiert ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten in dieser Gruppe betrug $41,46 \pm 12,29$ Jahre. In dieser Gruppe befanden sich 49 männliche und 71 weibliche Patienten.

Beide Altersgruppen mit je 240 Kieferhöhlen wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befundungen, wie im Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die beiden Altersgruppen mit je 240 Kieferhöhlen wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft der Grad I im Gegensatz zu den Graden II bis IV in beiden Altersgruppen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Altersgruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Altersgruppen zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den vier Graden bei beiden Altersgruppen am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den vier Graden wurde jeweils bei beiden Altersgruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderungen nach Carmeli

Die beiden Altersgruppen mit je 240 Kieferhöhlen wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Das Ausmaß der Schleimhautveränderung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 bei beiden Altersgruppen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Altersgruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Altersgruppen zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien in den beiden Altersgruppen am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den fünf Stadien wurde jeweils bei beiden Altersgruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen Kieferhöhlen der beiden Altersgruppen wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 1 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in beiden Altersgruppen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Altersgruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Altersgruppen zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien bei beiden Altersgruppen am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den fünf Stadien wurde jeweils bei beiden Altersgruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die beiden Altersgruppen mit je 240 Kieferhöhlen wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiologisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein verschlossenes Ostium bei beiden Altersgruppen auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Altersgruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Altersgruppen zwischen der linken und rechten Kieferhöhle kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die beiden Altersgruppen mit je 240 Kieferhöhlen wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-

Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha Bullosa media bei beiden Altersgruppen auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Altersgruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Altersgruppen zwischen der linken und rechten Kieferhöhle kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung, einer Oberkieferimplantatsplanung und aus HNO-ärztlicher Indikation angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt.

Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 480 Patienten im Alter von 7 bis 83 Jahren ausgewählt. Die 480 Patienten wurden nach ihrem Geschlecht in zwei Gruppen eingeteilt. Es waren 224 männliche Patienten mit einem Durchschnittsalter von $40,74 \pm 18,42$ Jahren und 256 weibliche Patienten mit einem Durchschnittsalter von $38,25 \pm 19,83$ Jahren vorhanden.

Die 448 Kieferhöhlen der 224 männlichen Patienten und die 512 Kieferhöhlen der 256 weiblichen Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befundungen, wie im Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die 448 Kieferhöhlen der 224 männlichen Patienten und die 512 Kieferhöhlen der 256 weiblichen Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft der Grad I im Gegensatz zu den Graden II bis IV bei beiden Geschlechtern vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Grup-

pen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Geschlechtern zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den vier Graden bei beiden Geschlechtern am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den vier Graden wurde jeweils bei beiden Gruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Die 448 Kieferhöhlen der 224 männlichen Patienten und die 512 Kieferhöhlen der 256 weiblichen Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhauterscheinung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 bei beiden Geschlechtern vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Geschlechtern zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien bei beiden Geschlechtern am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den fünf Stadien wurde jeweils bei beiden Gruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen der 224 männlichen Patienten und der 256 weiblichen Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 1 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 bei beiden Geschlechtern vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Geschlechtern zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien bei beiden Geschlechtern am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den fünf Stadien wurde jeweils bei beiden Gruppen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostium nach Carmeli

Die 448 Kieferhöhlen der 224 männlichen Patienten und die 512 Kieferhöhlen der 256 weiblichen Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiologisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein verschlossenes Ostium bei beiden Geschlechtern auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Geschlechtern zwischen der linken und rechten Kieferhöhle kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die 448 Kieferhöhlen der 224 männlichen Patienten und die 512 Kieferhöhlen der 256 weiblichen Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha Bullosa media bei beiden Geschlechtern auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei beiden Geschlechtern zwischen der linken und rechten Concha nasalis media kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.4. Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer Oberkieferimplantat Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt.

Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 120 Oberkieferimplantatpatienten im Alter von 36 bis 79 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $56,63 \pm 10,93$ Jahren. In dieser Gruppe waren 58 männliche und 62 weibliche Patienten vertreten.

240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befunden, wie im Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft der Grad I im Gegensatz zu den Graden II bis IV in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht.

Abschließend wurde ein statistischer signifikanter Unterschied zwischen den vier Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderungen nach Carmeli

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Das Ausmaß der Schleimhautveränderung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 1 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiolo-

gisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein physiologisches Ostium auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen dem linken und rechten Ostium mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha bullosa media auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Concha nasalis mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.5. Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer HNO- ärztlichen Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt.

Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 120 HNO-Patienten im Alter von 21 bis 78 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $46,14 \pm 13,49$ Jahre. Es waren 68 männliche und 52 weibliche Patienten vorhanden.

240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befundungen, wie im Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den vier Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderungen nach Carmeli

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Das Ausmaß der Schleimhautveränderung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien

eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiologisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein physiologisches Ostium auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen dem linken und rechten Ostium mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die 240 Kieferhöhlen der 120 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha bullosa media auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft.

Als Zweites wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Concha nasalis mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.6. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundung

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung, einer Oberkieferimplantatplanung und einer HNO- ärztlichen Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt. Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS® Berlin randomisiert 480 Patienten im Alter von 7 bis 83 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $39,41 \pm 19,2$ Jahre. Es waren 224 männliche und 256 weibliche Patienten.

Die 960 Kieferhöhlen der 480 Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befundungen, wie im Abschnitt 3.1.3.1 und 3.1.3.2 beschrieben, untersucht.

Die Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) wurde mit der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) verglichen.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die 960 Kieferhöhlen der 480 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den vier Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderungen nach Carmeli

Die 960 Kieferhöhlen der 480 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts untersucht. Das Ausmaß der Schleimhautveränderung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde überprüft, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 in allen Kieferhöhlen vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied wurde mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung berechnet. Des Weiteren wurde der statistisch signifikante Unterschied zwischen der linken und rechten Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität untersucht. Abschließend wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den fünf Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Verschattungsgrade nach Nair versus Schleimhautveränderung nach Carmeli

Die 960 Kieferhöhlen der 480 Patienten wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattungsgrade wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade und der Schleimhautveränderung entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I / Stadium 1), der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) und der Sinus mit Schleimhautveränderung (Stadium 2 bis 5) erhoben.

Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den zwei Klassifikationen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

3.2.7. Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern

Die DVT-Aufnahmen für diesen Teil der Arbeit wurden im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung angefertigt. Die Aufnahmen wurden im Zeitraum von 2007 bis 2011 erstellt. Zur Beantwortung der Hypothese wurden aus der anonymisierten Datenbank von MESANTIS Berlin randomisiert 120 kieferorthopädische Patienten im Alter von 7 bis 24 Jahren ausgewählt. Das Durchschnittsalter der Patienten betrug $13,73 \pm 4,07$ Jahre. Es sind 49 männlich Patienten und 71 weibliche Patienten vorhanden.

91 Patienten der 120 Patienten wurden befragt, ob sie Mund- oder Nasenatmer seien. Von denen zur Verfügung stehenden 91 Patienten waren 27 Mundatmer und 64 Nasenatmer. Das Durchschnittsalter betrug bei den Mundatmern $14,33 \pm 4,84$ Jahre und bei den Nasenatmern $13,77 \pm 3,99$ Jahre. Die Veröffentlichung von Farid et al 2010 geht als Idee voran.

182 Kieferhöhlen der 91 Patienten wurden hinsichtlich zufälliger Sinusbefunde mit den Befunden, wie im Abschnitt 3.1.3.1 bis 3.1.3.5 beschrieben, untersucht.

Sämtliche Datensätze beinhalteten ein Volumen von 13cm Höhe x 16cm Durchmesser, eine Scanzeit von 26,9s und eine Voxelgröße von 0,25mm.

Verschattungsgrade nach Nair

Die 54 Kieferhöhlen der 27 Mundatmer und die 128 Kieferhöhlen der 64 Nasenatmer wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts befundet. Das Ausmaß der Verschattung wurde entsprechend der Klassifikation nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) in vier Grade eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Grad I) und der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Grad II bis IV) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Grade berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft der Grad I im Gegensatz zu den Graden II bis IV bei Mund- und Nasentamer vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei Mund- und Nasenatmer zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den vier Graden bei Mund- und Nasenatmer am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen den vier Graden wurde jeweils bei beiden Gruppen mit dem χ^2 - Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Die 54 Kieferhöhlen der 27 Mundatmer und die 128 Kieferhöhlen der 64 Nasenatmer wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhauterscheinung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde zunächst die Prävalenz der physiologischen Sinus (Stadium 1) und der Sinus mit veränderter Schleimhaut (Stadien 2 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 bei Mund- und Nasentamer vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei Mund- und Nasentamer zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien bei Mund- und Nasentamer am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied wurde zwischen den fünf Stadien jeweils in beiden Gruppen mit dem Chi²- Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Die nicht physiologischen Kieferhöhlen der 27 Mundatmer und der 64 Nasentamer wurden systematisch in allen drei Ebenen getrennt nach links und rechts gemessen. Das Ausmaß der Schleimhautverdickung wurde entsprechend der Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) in fünf Stadien eingeteilt und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde nur die Prävalenz der Sinus mit verdickter Schleimhaut (Stadien 1 bis 5) erhoben. In einem zweiten Schritt wurde die Prävalenz der einzelnen Stadien berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde berechnet, wie oft das Stadium 1 im Gegensatz zu den Stadien 2 bis 5 bei Mund- und Nasentamer vorhanden war. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft. Des Weiteren wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei Mund- und Nasentamer zwischen der linken und rechten Kieferhöhle untersucht.

Abschließend wurde getestet, welche von den fünf Stadien bei Mund- und Nasentamer am häufigsten auftraten. Der statistisch signifikante Unterschied wurde zwischen den fünf Stadien in jeweils beiden Gruppen mit dem Chi²- Test auf Gleichverteilung überprüft. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Befundung des Ostium nach Carmeli

Die 54 Kieferhöhlen der 27 Mundatmer und die 128 Kieferhöhlen der 64 Nasentamer wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Ein offenes oder verschlossenes Ostium wurde entsprechend der Definition nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.4) als „physiologisch“ oder „nicht physiologisch“ befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz des physiologischen Ostiums

und des verschlossenen Ostiums erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig ein physiologisches Ostium bei Mund- und Nasenatmer auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei Mund- und Nasenatmer zwischen der linken und rechten Kieferhöhle kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

Prävalenz von Concha bullosa media nach Smith

Die 54 Kieferhöhlen der 27 Mundatmer und die 128 Kieferhöhlen der 64 Nasenatmer wurden systematisch in allen drei Ebenen einzeln und getrennt nach links und rechts untersucht. Eine Concha bullosa media wurde entsprechend der Definition nach Smith et al. (2010) (siehe 3.1.3.5) befundet und in einer EXCEL-Tabelle festgehalten. Zur Auswertung wurde die Prävalenz der „physiologischen Concha nasalis media“ und einer „Concha bullosa media“ erhoben. In einem zweiten Schritt wurden die Werte berechnet und graphisch dargestellt.

Zuerst wurde untersucht, wie häufig eine Concha bullosa media bei Mund- und Nasenatmer auftrat. Der statistisch signifikante Unterschied zwischen beiden Gruppen wurde mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft.

Als Zweites wurde der signifikante Unterschied mit dem Test nach Fischer auf Homogenität jeweils bei Mund- und Nasenatmer zwischen der linken und rechten Concha nasalis media kontrolliert. Statistische Ergebnisse mit dem Wert $p \leq 0.05$ wurden als signifikant betrachtet.

4. Ergebnisse

4.1. Kieferhöhlenbefunde bei KFO-Behandlungsplanung

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 39,2% der Kieferhöhlen keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 15). Demzufolge bestand bei 60,8% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen verschatteten und nicht verschatteten Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

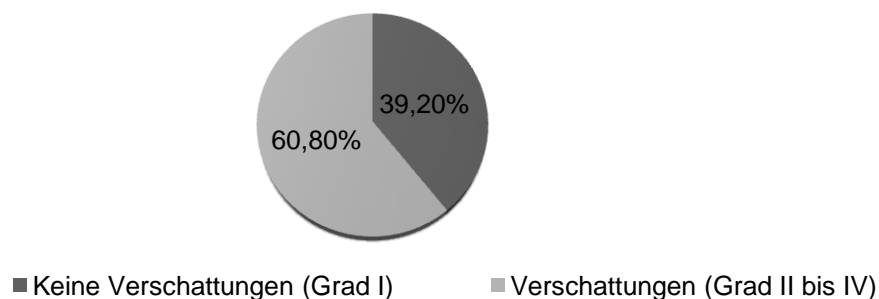


Abb. 15: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris (n=480 KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 39,2% wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0.7791$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden (Abb. 16).

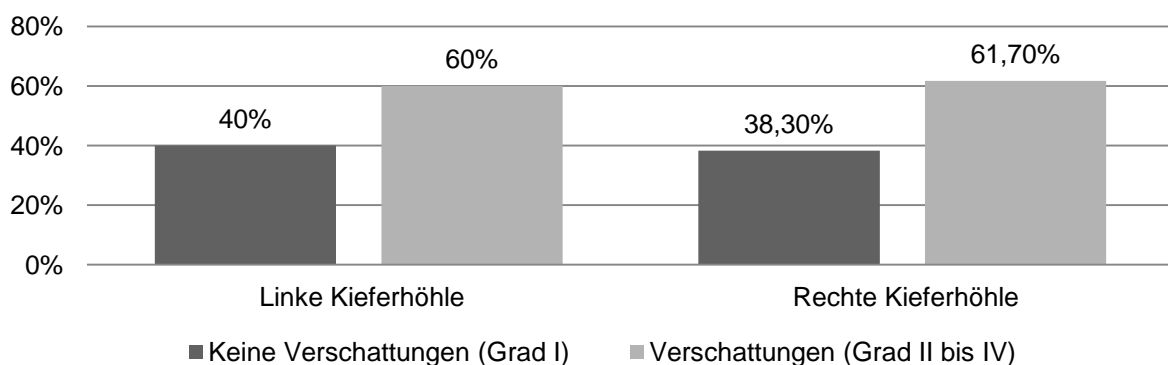


Abb. 16: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im linken und rechten Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 40% der linken Kieferhöhlen und 38,3% der rechten Kieferhöhlen wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade im Sinus maxillaris ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 4).

Tabelle 4: Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei KFO-Patienten. Ungefähr 47% bis 54% der kieferorthopädischen Patienten wiesen Verschattungen vom Grad II als Nebenbefund auf.

Grad	KFO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhlen		Rechte Kieferhöhlen	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
I	188	(39,2)	96	(40)	92	(38,3)
II	243	(50,6)	113	(47,1)	130	(54,2)
III	27	(5,6)	17	(7,1)	10	(4,2)
IV	22	(4,6)	14	(5,8)	8	(3,3)

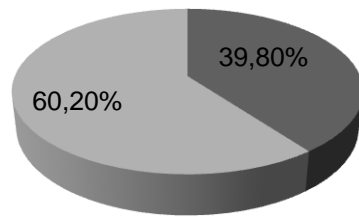
Der Grad II (Verschattung von <25%) trat durchschnittlich mit 50,6% am häufigsten auf. In der linken Kieferhöhle wurde der Grad II zu 47,1% und in der rechten Kieferhöhle zu 54,2% gemessen. Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) wurde zu 5,6% und der Grad IV (Verschattung von >50%) wurde zu 4,6% befundet. Im linken Sinus maxillaris trat der Grad III mit 7,1% und Grad IV mit 5,8% auf und in der rechten Kieferhöhle lag der Grad III bei 4,2% und Grad IV bei 3,3%.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden mit den verschiedenen Verschattungen in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 39,8% der Kieferhöhlen keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 17). Demzufolge bestand bei 60,2% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedliche ausgeprägte Schleimhautveränderung (Stadien 2 bis 5).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen veränderter und nicht veränderter Schleimhaut in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.



■ Keine Schleimhautveränderung (Stadium 1) ■ Schleimhautveränderungen (Stadien 2 bis 5)

Abb. 17: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris (n=480 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 39,8% wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Prozentuale Prävalenzen konnten keinen signifikanten Unterschied ($p=0.8521$) zwischen linker und rechter Kieferhöhlen mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnen (Abb. 18).

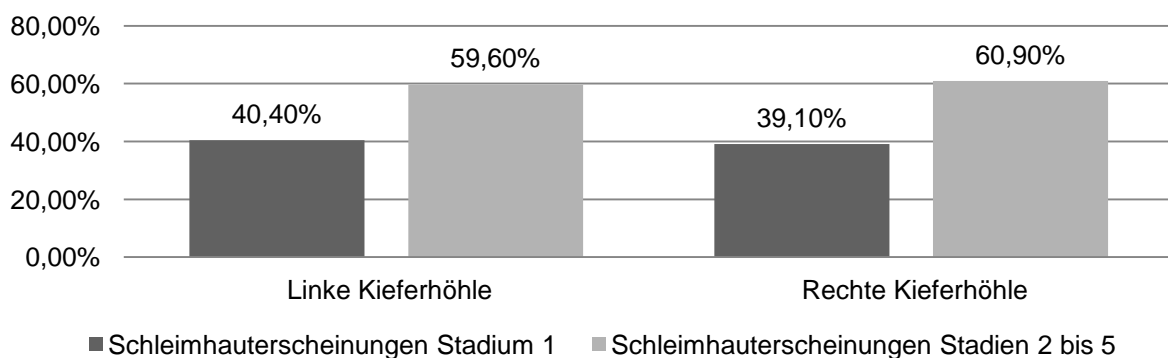


Abb. 18: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderung im linken und rechten Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 40,4% der linken Kieferhöhle und 39,1% der rechten Kieferhöhle wiesen keinerlei Anzeichen einer Schleimhautveränderung auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 5).

Das Stadium 1 mit der Definition „Normale Erscheinung der Kieferhöhlenschleimhaut“ trat mit 39,8% am häufigsten auf. Demzufolge wurde das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/ oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ mit 35,4% befundet. Das Stadium 2 mit der Bezeichnung „eine runde Auswölbung der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde zu 13,1% nachgewiesen. Das Stadium 4 „Komplett ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut an allen Wänden“ war mit 7,1% und das Stadium 5 „Komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle“ war mit 2,5% vertreten.

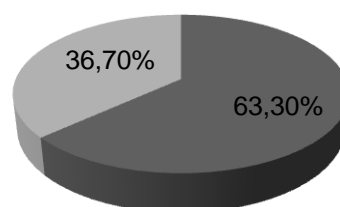
Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien mit den unterschiedlichen Schleimhautveränderungen in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Tabelle 5 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei KFO-Patienten. Ungefähr 33% bis 37% der kieferorthopädischen Patienten wiesen Erscheinungen im Stadium 3 als Nebenbefund auf.

Stadien	KFO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	191	(39,8)	97	(40,4)	94	(39,1)
2	63	(13,1)	31	(12,9)	32	(13,3)
3	170	(35,4)	80	(33,3)	90	(37,5)
4	44	(9,2)	25	(10,4)	19	(7,9)
5	12	(2,5)	7	(2,9)	5	(2,1)

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 63,3% der 289 nicht physiologischen Kieferhöhlen Anzeichen von Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm (Stadium 1) auf (Abb. 19). Demzufolge bestand bei 36,7% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedliche ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5). Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen Schleimhautverdickungen von ≤ 5 mm und Schleimhautverdickungen von > 5 mm in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.



■ Schleimhautverdickung ≤ 5 mm (Stadium 1) ■ Schleimhautverdickung > 5 mm (Stadien 2 bis 5)

Abb. 19: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris (n=289) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 63,3% wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen ≤ 5 mm auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.9035$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden (Abb. 20).

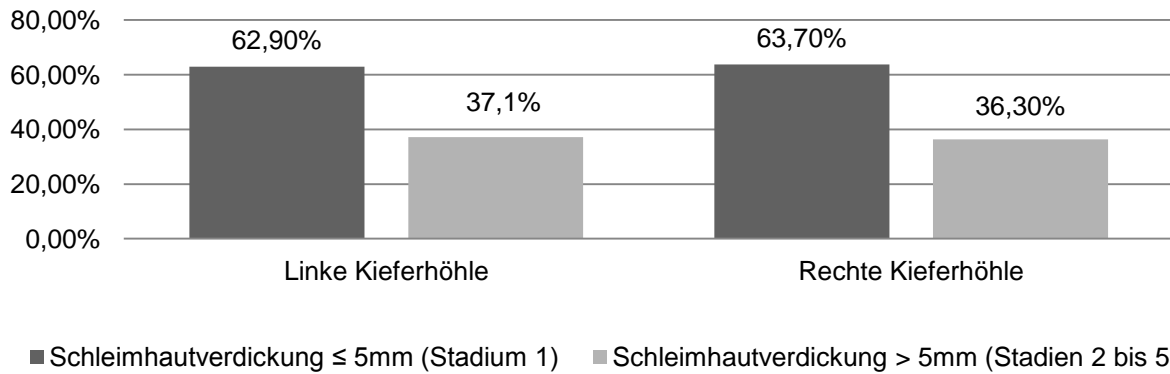


Abb. 20: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im linken und rechten Sinus maxillaris (n=90 KH, n=89 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 63% der linken und der rechten Kieferhöhle wiesen Anzeichen einer Schleimhautverdickung von ≤5mm auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 6).

Tabelle 6 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei KFO-Patienten. Ungefähr 14,4% bis 21,9% der kieferorthopädischen Patienten wiesen Schleimhautverdickungen im Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	KFO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhlen		Rechte Kieferhöhlen	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	183	(63,3)	90	(62,9)	93	(63,7)
2	53	(18,2)	21	(14,4)	32	(21,9)
3	25	(8,6)	15	(10,3)	10	(6,8)
4	12	(4,1)	7	(4,8)	5	(3,4)
5	16	(5,5)	10	(6,8)	6	(4,1)

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung von ≤5mm in der linken und rechten Kieferhöhle zu 63% befundet. Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat mit 18,2% auf. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm

bis 15mm war zu 8,6% vorzufinden. Das Stadium 4 mit einer Schleimhautverdickung von 15mm bis 20mm wurde zu 4,1% in allen Kieferhöhlen befundet. Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung >20 mm wurde zu 5,5% nachgewiesen.

Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den einzelnen Stadien mit verschiedenen Schleimhautverdickungen in allen Kieferhöhlen ($p < 0.001$) mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 87,5% der Kieferhöhlen ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 21). Demzufolge bestand bei 12,5% der Kieferhöhlen ein verschlossenes Ostium.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Ostien mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

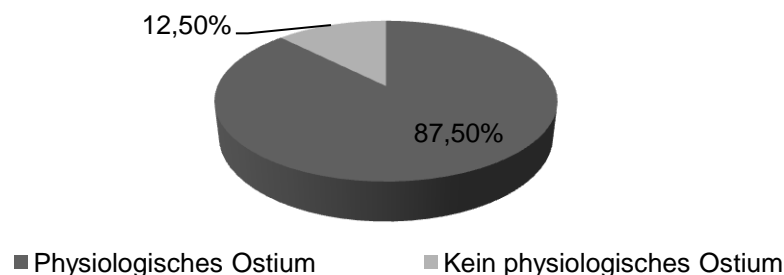


Abb. 21: Prozentuale Prävalenz der Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris (n=480 KH) nach Carmeli et al. (2010). 87,5% wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanten Unterschied ($p=1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden (Abb. 22).

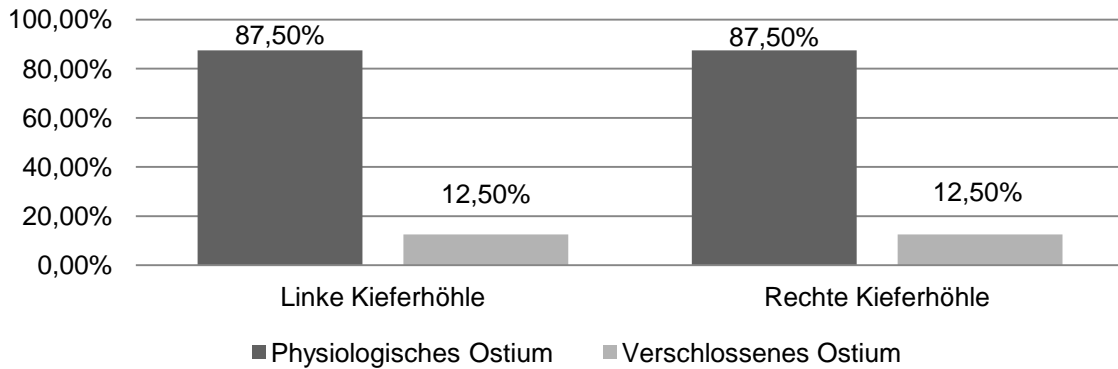


Abb. 22: Prozentuale Prävalenz des Ostiums im linken und rechten Sinus maxillaris (n=240 KH) nach Carmeli et al. (2010). 87,5% der linken und der rechten Kieferhöhle wiesen keinerlei Anzeichen eines verschlossenen Ostium auf.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 69,6% der Concha nasalis media keine Concha bullosa media auf (Abb. 23). Demzufolge haben 30,4% eine Concha bullosa media.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Conchae nasalis media mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung überprüft werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

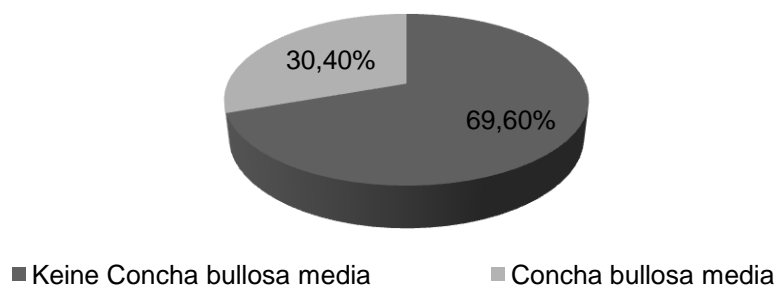


Abb. 23: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha nasalis media (n=480) nach Smith et al. (2010). 69,6% wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanten Unterschied ($p = 0.9211$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden (Abb. 24).

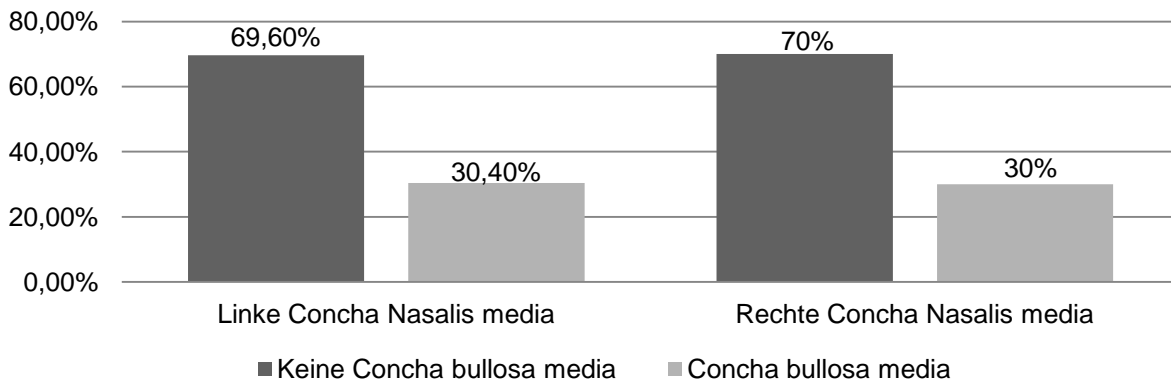


Abb. 24: Prozentuale Prävalenz einer Concha nasalis media (n=480) nach Smith et al. (2010). 69,6%% der linken Concha nasalis media und 70% der rechten Concha nasalis media wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

4.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 40% der 240 Kieferhöhlen von Jugendlichen und 38,3% der 240 Kieferhöhlen von Erwachsenen keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 25). Demzufolge bestand bei 60% der Kieferhöhlen von Jugendliche und 61,7% der Kieferhöhlen von Erwachsenen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV). Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.7791$) zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

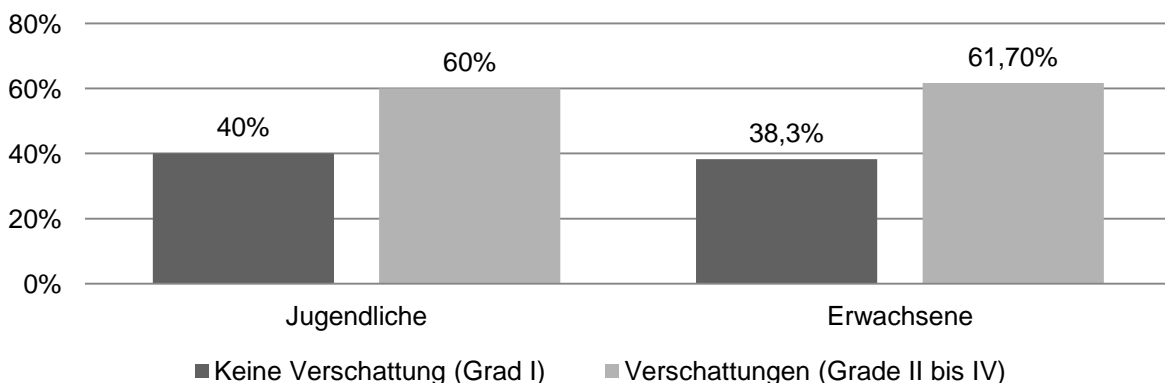


Abb. 25: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 40% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 38,3% der Kieferhöhlen von Erwachsenen wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Jugendlichen ($p=0.895$) und bei Erwachsenen ($p=0.506$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 8)

Tabelle 8 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei beiden Altersgruppen. Ungefähr 49% Jugendliche und 51% Erwachsene wiesen Verschattungen im Grad II als Nebenbefund auf.

Grad	Jugendliche			Erwachsene		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
I	96 (40)	47 (39,2)	49 (40,8)	92 (38,3)	49 (40,8)	43 (35,8)
II	119 (49,6)	59 (49,2)	60 (50)	124 (51,6)	54 (45)	70 (58,3)
III	11 (4,6)	7 (5,8)	4 (3,3)	16 (6,6)	10 (8,3)	6 (5)
IV	14 (5,8)	7 (5,8)	7 (5,8)	8 (3,3)	7 (5,8)	1 (0,8)

Der Grad II (Verschattung von <25%) von Kieferhöhlen trat bei den Jugendlichen mit 49,6% und bei den Erwachsenen mit 51,6% am häufigsten auf. Bei den Jugendlichen war der Grad II mit 49,2% in der linken Kieferhöhle und mit 50% in der rechten Kieferhöhle vorhanden. Die Erwachsenen zeigten zwischen dem linken und rechten Sinus maxillaris bei Grad II einen größeren Unterschied auf. Der Wert für die linke Kieferhöhle lag bei 45% und in der rechten Kieferhöhle bei 58,3%.

Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) von Kieferhöhlen wurde bei den Jugendlichen zu 4,69% und bei den Erwachsenen zu 6,6% befundet. Bei den Jugendlichen wurde der Grad III mit 5,8% in der linken Kieferhöhle und mit 3,3% in der rechten Kieferhöhle nachgewiesen. Die Erwachsenen hatten bei den Grad III Ergebnisse von 8,3% im linken und 5% im rechten Sinus maxillaris.

Der Grad IV (Verschattungen >50%) war bei den Jugendlichen mit 5,8% und bei den Erwachsenen mit 3,3% vorhanden. Bei den Jugendlichen gab es zwischen linker (5,8%) und rechter (5,8%) Kieferhöhle keinen Unterschied. Im Gegensatz dazu war bei den Erwachsenen der Grad IV im linken Sinus maxillaris bei 5,8% und im rechten Sinus maxillaris nur bei 0,8%.

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden mit den verschiedenen Verschattungen in allen Kieferhöhlen bei Jugendlichen sowie bei Erwachsenen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 40% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 39,6% der Kieferhöhlen von Erwachsenen keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 26). Demzufolge bestand bei 60% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 60,4% der Kieferhöhlen von Erwachsenen eine individuell unterschiedliche ausgeprägte Schleimhautveränderung vor (Stadien 2 bis 5).

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=1.000$) zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Jugendlichen ($p=0.895$) und bei Erwachsenen ($p=0.597$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

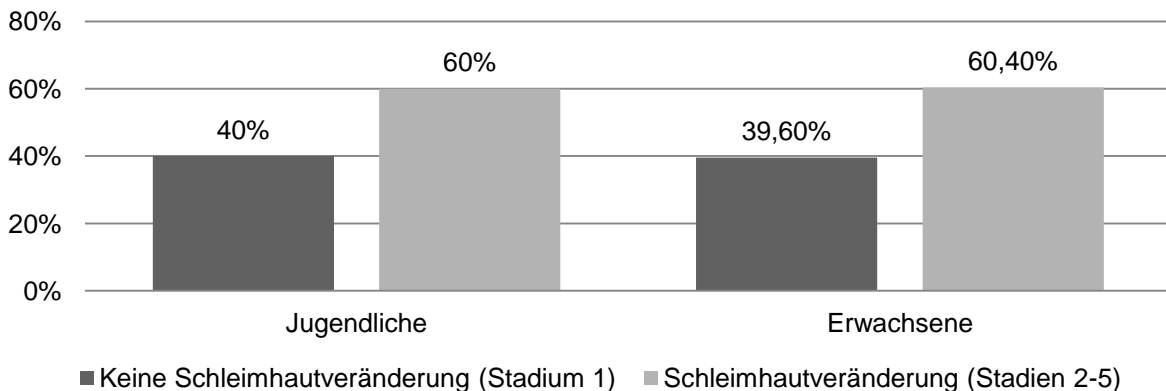


Abb. 26: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris (n=240) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 40% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 39,6% der Kieferhöhlen von Erwachsenen wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderung ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 9).

Das Stadium 1 mit der Definition „Normale Erscheinung der Kieferhöhlenschleimhaut“ trat mit 40% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und mit 39,8% der Kieferhöhlen von Erwachsenen am häufigsten auf. Bei den Erwachsenen kommt ein Unterschied zwischen linkem Sinus maxillaris mit 41,6% und rechter Kieferhöhle mit 37,5% dazu. Das Stadium 2 „eine runde Auswölbung der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde zu 12,5% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und zu 13,3% der Kieferhöhlen von Erwachsenen befundet.

Das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde demzufolge mit 30,8% bei den Jugendlichen und 40% bei den

Erwachsenen nachgewiesen. Auch hier gab es bei den Kieferhöhlen der Erwachsenen zwischen linker (36,7%) und rechter (43,3%) Kieferhöhle Unterschiede.

Auffallende Unterschiede gab es beim Stadium 4 mit der Definition „Komplett ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut an allen Wänden“ mit 12,9% bei Jugendlichen und nur mit 5,4% bei Erwachsenen. Die Jugendlichen wiesen beim Stadium 4 zwischen linker (15%) und rechter (10,8%) Kieferhöhle Unterschiede auf. Das Stadium 5 „Komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle“ war mit 3,8% bei den Jugendlichen und mit 1,2% bei den Erwachsenen vertreten. Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien mit den verschiedenen Veränderungen in allen Kieferhöhlen bei Jugendlichen sowie bei Erwachsenen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Table 9 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei beiden Altersgruppen. Ungefähr 30% Jugendliche und 40% Erwachsene wiesen Schleimhautveränderungen im Stadium 3 als Nebenbefund auf.

Stadien	Jugendliche			Erwachsene		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	96 (40)	47 (39,2)	49 (40,8)	95 (39,8)	50 (41,6)	45 (37,5)
2	30 (12,5)	14 (11,6)	16 (13,3)	33 (13,8)	17 (14,2)	16 (13,3)
3	74 (30,8)	36 (30)	38 (31,6)	96 (40)	44 (36,7)	52 (43,3)
4	31 (12,9)	18 (15)	13 (10,8)	13 (5,4)	7 (5,8)	6 (5)
5	9 (3,8)	5 (4,2)	4 (3,3)	3 (1,2)	2 (1,6)	1 (0,8)

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 68,8% der 144 nicht physiologischen Kieferhöhlen von Jugendlichen und 57,9% der 145 nicht physiologischen Kieferhöhlen von Erwachsenen Anzeichen von Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm (Stadium 1) auf (Abb. 27). Demzufolge bestand bei 31,2% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 42,1% der Kieferhöhlen von Erwachsenen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5).

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0.0671$) zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Jugendlichen ($p=0.8578$) und bei Erwachsenen ($p=0.6177$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

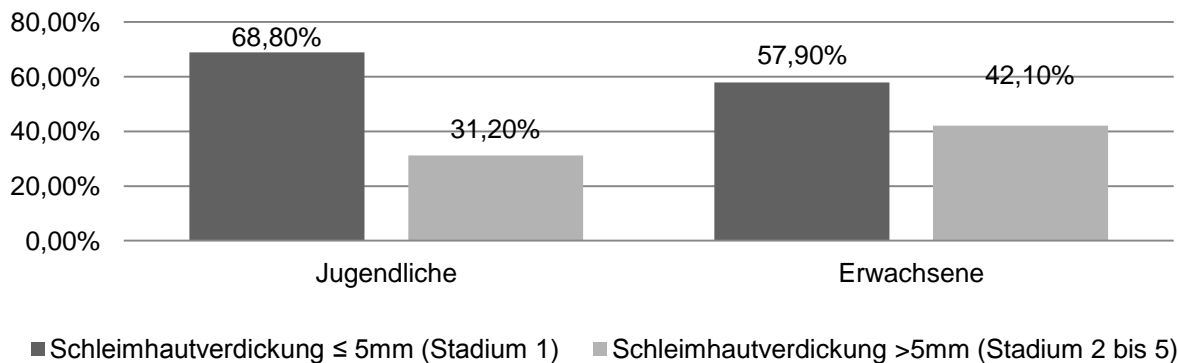


Abb. 27: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 68,8% der 144 Kieferhöhlen von Jugendlichen und 57,9% der 145 Kieferhöhlen von Erwachsenen wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen ≤ 5 mm auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 10).

Table 10 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei beiden Altersgruppen. Ungefähr 16,7% Jugendliche und 20% Erwachsene wiesen Schleimhautverdickungen im Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	Jugendliche			Erwachsene		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	99 (68,8)	51 (69,8)	48 (67,6)	84 (57,9)	39 (55,7)	45 (60)
2	24 (16,7)	11 (15,1)	13 (18,3)	29 (20)	10 (13,8)	19 (26)
3	4 (2,8)	2 (2,7)	2 (2,8)	21 (14,5)	13 (18,1)	8 (10,9)
4	5 (3,5)	2 (2,7)	3 (4,2)	7 (4,8)	5 (6,9)	2 (2,7)
5	12 (8,3)	7 (9,6)	5 (7,04)	4 (2,8)	3 (4,2)	1 (1,4)

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm in der linken Kieferhöhle mit 69,8% und in der rechten Kieferhöhle mit 67,6% bei den Jugendlichen befundet. Die Erwachsenen wiesen Ergebnisse vom Stadium 1 in der linken Kieferhöhle mit 55,7% und in der rechten Kieferhöhle mit 60% auf.

Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat bei Kieferhöhlen von Jugendlichen zu 16,7% und bei Kieferhöhlen der Erwachsenen mit 20% auf. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm bis 15mm war bei den Jugendlichen mit nur 2,8% und bei den Erwachsenen mit 14,5% nachzuweisen. Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung von >20mm war bei den Jugendlichen zu 8,3% und bei den Erwachsenen nur zu 2,8% vorhanden.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden mit den verschiedenen Verschattungen in allen Kieferhöhlen bei Jugendlichen sowie bei Erwachsenen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 82,5% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 92,5% der Kieferhöhlen von Erwachsenen ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 28). Demzufolge bestand bei 17,5% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und nur 7,5% der Kieferhöhlen von Erwachsenen ein verschlossenes Ostium.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Jugendlichen ($p = 1.000$) und bei Erwachsenen ($p = 1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

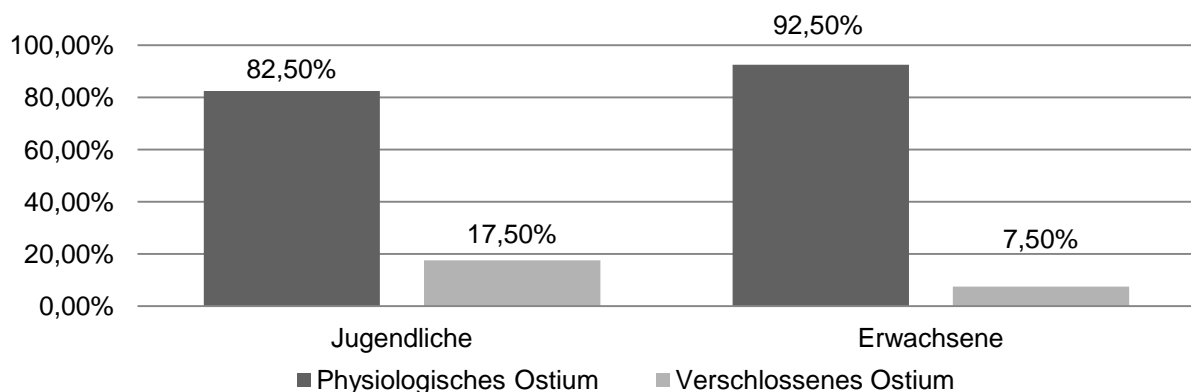


Abb. 28: Prozentuale Prävalenz der Befundung im Ostiums im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach Carmeli et al. (2010). 82,5% der Kieferhöhlen von Jugendlichen und 92,5% der Kieferhöhlen von Erwachsenen wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 73,3% der Concha nasalis media von Jugendlichen und 65,8% der Concha nasalis media von Erwachsenen keine Concha bullosa media auf (Abb. 29). Demzufolge haben 26,7% der Concha nasalis media von Jugendlichen und 34,2% der Concha nasalis media von Erwachsenen eine Concha bullosa media.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.091$) zwischen Jugendlichen und Erwachsenen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentualen Prävalenzen konnte mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität kein signifikanter Unterschied bei Jugendlichen ($p=0.661$) und bei Erwachsenen ($p=0.892$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle überprüft werden.

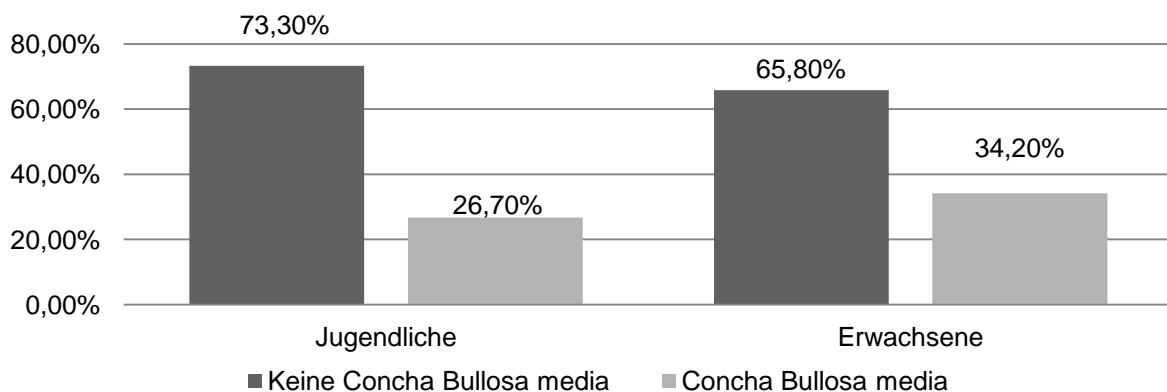


Abb. 29: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha nasalis media ($n=240$) nach Smith et al. (2010). 73,3% der Concha nasalis media von Jugendlichen und 65,8% der Concha nasalis media von Erwachsenen wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

4.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 22,5% der 448 Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 40% der 512 Kieferhöhlen der weiblichen Patienten keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 30). Demzufolge bestand bei 77,5% der Kieferhöhlen der Männer und 61,7% der Kieferhöhlen der Frauen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV).

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte zwischen Männern und Frauen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die männlichen Patienten hatten höhere

prozentuale Prävalenzen von Kieferhöhlenbefunden und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Männern ($p=0.821$) und bei Frauen ($p=0.857$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

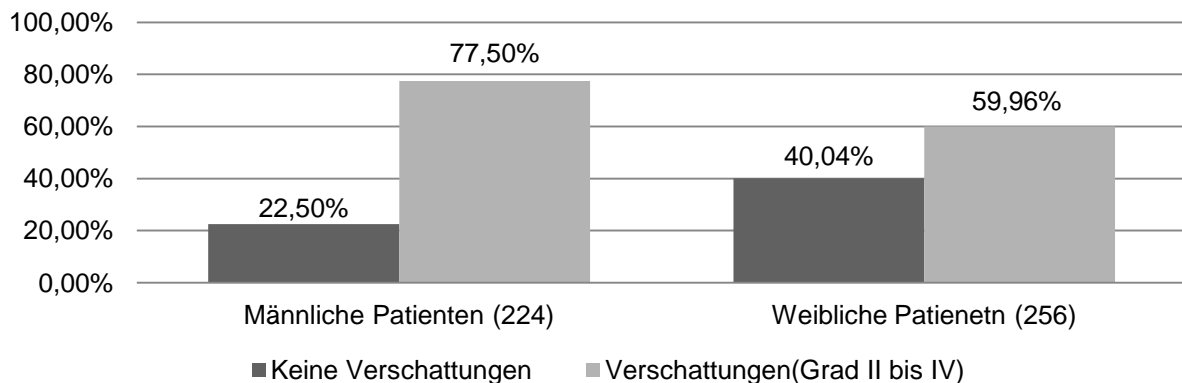


Abb. 30: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris nach der Klassifikation von Nair (2009). 22,5% der 448 Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 40% der 512 Kieferhöhlen der weiblichen Patienten wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 11).

Tabelle 11 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei beiden Geschlechtern. Ungefähr 55% männliche und 47% weibliche Patienten wiesen Verschattungen im Grad II als Nebenbefund auf.

Grad	Männliche Patienten			Weibliche Patienten		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
I	101 (22,3)	52 (23,2)	49 (21,9)	205(40,04)	104(40,6)	101 (39,5)
II	250 (55,8)	117(52,2)	133(59,4)	244(47,7)	127(49,6)	127 (49,6)
III	53 (11,8)	29 (12,9)	24 (10,7)	40 (7,8)	22 (8,6)	18 (7,03)
IV	44 (9,8)	26 (11,6)	18 (8,04)	23 (4,9)	13 (5,1)	10 (3,9)

Der Grad II (Verschattung von <25%) von Kieferhöhlen trat bei männlichen Patienten mit 55,8% und bei weiblichen Patienten 47,7% am häufigsten auf. Bei männlichen Patienten war der Grad II mit 52,4% in der linken Kieferhöhle und mit 59,4% in der rechten Kieferhöhle vorhanden. Die weiblichen Patienten zeigten zwischen dem linken und rechten Sinus maxillaris bei Grad II keine auffälligen Unterschiede auf.

Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) von Kieferhöhlen wurde bei Männern zu 11,8% und bei Frauen zu 7,8% befundet. Bei den männlichen Patienten wurde der Grad III mit 12,9% in der linken Kieferhöhle und mit 10,7% in der rechten Kieferhöhle nachgewiesen. Die Frauen hatten bei dem Grad III Ergebnisse von 8,6% im linken und 7% im rechten Sinus maxillaris.

Der Grad IV (Verschattungen >50%) war bei männlichen Patienten mit 9,8% und bei weiblichen Patienten mit 4,9% vorhanden. Die Männer hatten zwischen linker (11,6%) und rechter (8%) Kieferhöhle einen Unterschied von circa 3%. Bei Frauen bestand ein ähnlicher Unterschied im linken Sinus maxillaris mit 5,1% und im rechten Sinus maxillaris mit 3,9%.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte in den einzelnen Graden bei Männern und Frauen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 23,3% der 448 Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 40% der 512 Kieferhöhlen der weiblichen Patienten keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 31). Demzufolge bestand bei 76,8% der 448 Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 60% der 512 Kieferhöhlen der weiblichen Patienten eine individuell unterschiedliche ausgeprägte Schleimhautveränderung vor (Stadien 2 bis 5).

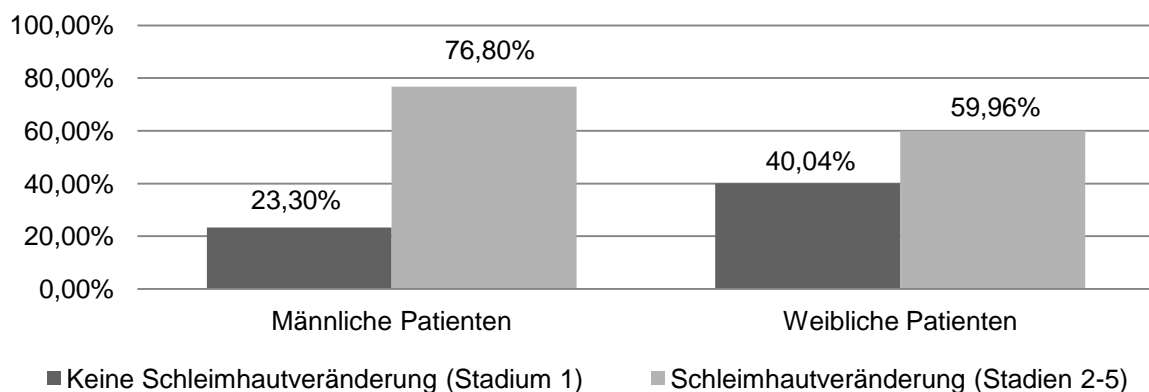


Abb. 31: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 23,3% der 448 Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 40% der 512 Kieferhöhlen der weiblichen Patienten wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen Männern und Frauen ($p < 0.001$) mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die männlichen Patienten hatten höhere prozentuale Prävalenzen von Kieferhöhlenbefunden und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Männern ($p=0.910$) und bei Frauen ($p=0.857$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fisher auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderung ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 12).

Tabelle 12 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei beiden Geschlechtern. Ungefähr 45% männliche und 38% weibliche Patienten wiesen Schleimhautverdickungen im Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	Männliche Patienten			Weibliche Patienten		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	104(23,1)	53 (23,7)	51 (22,8)	205 (40)	104(40,6)	101(39,5)
2	58 (12,9)	28 (12,5)	30 (13,4)	66 (12,9)	35 (13,7)	31 (12,1)
3	205(45,8)	98 (43,8)	107(47,8)	198 (38,7)	95 (37,1)	103(40,2)
4	64 (14,3)	35 (15,6)	29 (12,9)	35 (6,8)	18 (7,03)	17 (6,6)
5	17 (3,8)	10 (4,5)	7 (3,1)	8 (1,6)	4 (1,6)	4 (1,6)

Das Stadium 2 „eine runde Auswölbung der Kieferhöhlenschleimhaut wurde bei beiden Geschlechtern zu 12,9% befundet. Das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/ oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ trat mit 45,8% bei Männern und mit 38,7% bei Frauen am häufigsten auf.

Auffallende Unterschiede gab es beim Stadium 4 mit der Definition „Komplett ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut an allen Wänden“ mit 14,3% bei männlichen Patienten und nur mit 6,8% bei weiblichen Patienten. Das Stadium 5 „Komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle“ war mit 3,8% bei männlichen Patienten und nur mit 1,6% bei weiblichen Patienten vertreten.

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte in den einzelnen Stadien bei Männern und Frauen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 47,7% der 344 nicht physiologischen Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 56,03% der 307 nicht physiologischen Kieferhöhlen der weiblichen Patienten Anzeichen von Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm (Stadium 1) auf (Abb.

32). Demzufolge bestand bei 52,3% der männlichen Patienten und bei 43,07% der weiblichen Patienten eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5). Ein signifikanter Unterschied ($p=0.0343$) konnte zwischen Männern und Frauen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die männlichen Patienten hatten höhere prozentuale Prävalenzen von Kieferhöhlenbefunden und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

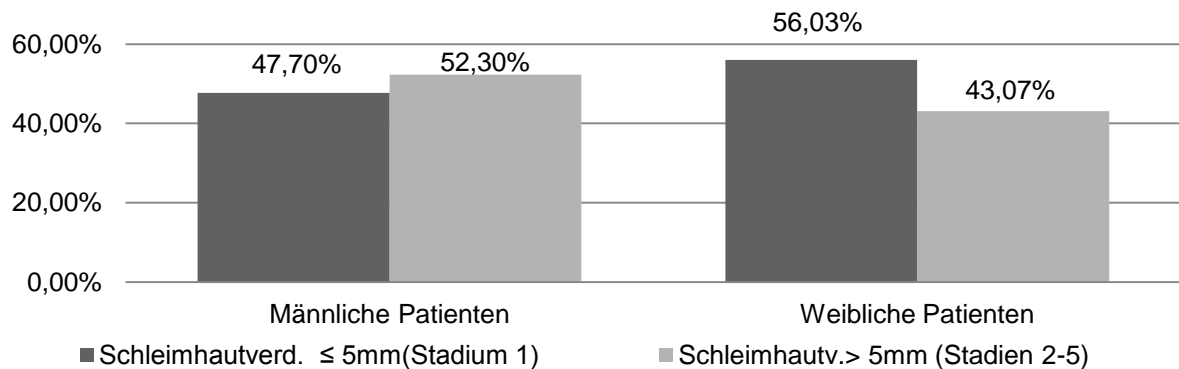


Abb. 32: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 47,7% der 344 nicht physiologischen Kieferhöhlen der männlichen Patienten und 56,03% der 307 nicht physiologischen Kieferhöhlen der weiblichen Patienten wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen ≤ 5 mm auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Männern ($p=0.9145$) und bei Frauen ($p=0.9083$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 13).

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm bei Männern mit 47,7% der Kieferhöhlen und bei Frauen mit 56,03% der Kieferhöhlen befundet.

Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat bei Kieferhöhlen der männlichen Patienten zu 24,4% und bei Kieferhöhlen der weiblichen Patienten mit 25,4% auf. Bei männlichen Patienten wurden für die linke und rechte Kieferhöhle Werte von 20,5% und 24,3% und bei den weiblichen Patienten Werte von 22,1% und 28,4% befundet. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm bis 15mm war bei Männern mit 12,2% und bei Frauen mit 10,1% nachzuweisen. Das Stadium 4 mit einer Schleimhautverdickung von 15mm bis 20mm war bei Männern mit 6,1% und bei Frauen mit 3,3% vertreten. Bei männlichen Patienten war der Unterschied zwischen linker und rechter Kieferhöhle in diesem Stadium am auffälligsten. Die Werte waren 8,8% und 3,5%. Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung von > 20 mm war bei männlichen Patienten zu 9,6% und bei Frauen nur zu 5,2% vorhanden.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte in den einzelnen Stadien bei Männern und Frauen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Table 13 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei beiden Geschlechtern. Ungefähr 24% männliche und 22% weibliche Patienten wiesen Schleimhautverdickungen im Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	Männliche Patienten			Weibliche Patienten		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	164 (47,7)	81 (47,4)	83 (47,9)	172(56,03)	85 (55,9)	87 (56,1)
2	84 (24,4)	35 (20,5)	42 (24,3)	78 (25,4)	34 (22,4)	44 (28,4)
3	42 (12,2)	22 (12,9)	20 (11,6)	31 (10,1)	18 (11,8)	13 (8,4)
4	21 (6,1)	15 (8,7)	6 (3,5)	10 (3,3)	5 (3,3)	5 (3,2)
5	33 (9,6)	18 (10,5)	15 (8,7)	16 (5,2)	10 (6,6)	6 (38,7)

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 84,8% der Kieferhöhlen von Männern und 89,8% der Kieferhöhlen von Frauen ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 33). Demzufolge bestand bei 15,2% der Kieferhöhlen der männlichen Patienten und nur 10,2% der Kieferhöhlen der weiblichen Patienten ein verschlossenes Ostium. Ein signifikanter Unterschied ($p=0.024$) konnte zwischen Männern und Frauen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die männlichen Patienten hatten höhere prozentuale Prävalenzen von verschlossenen Ostien und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

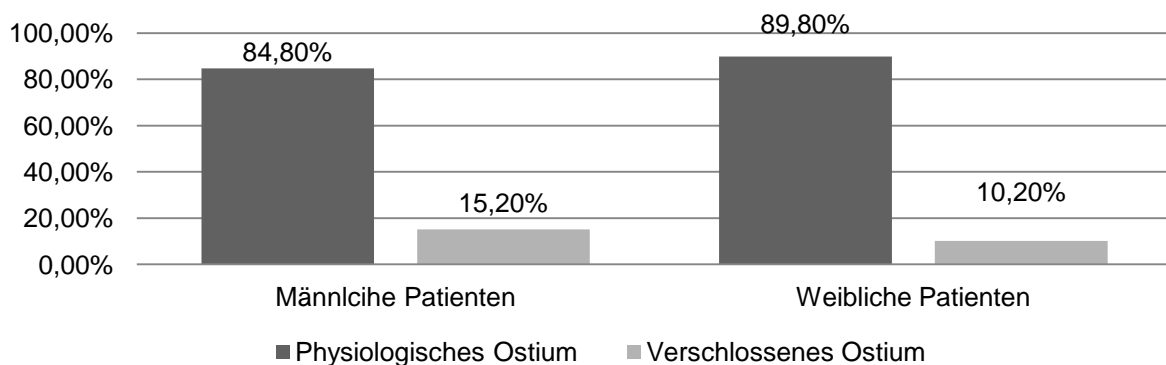


Abb. 33: Prozentuale Prävalenz der Befundung im Ostiums im Sinus maxillaris (n=448 KH, n=512KH) nach Carmeli et al. (2010). 84,8% der Kieferhöhlen von Männern und 89,8% der Kieferhöhlen von Frauen wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Männer ($p=1.000$) und bei Frauen ($p=0.8838$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 69,6% der Concha nasalis media von Männern und 60,7% der Concha nasalis media von Frauen keine Concha bullosa media auf (Abb. 34). Demzufolge haben 30,4% der Concha nasalis media von Männern und 39,3% der Concha nasalis media von Frauen eine Concha bullosa media.

Ein signifikanter Unterschied ($p=0.005$) konnte zwischen Männern und Frauen mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die weiblichen Patienten hatten höhere prozentuale Prävalenzen einer Concha Bullosa media und somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Für die prozentualen Prävalenzen konnten keine signifikanten Unterschiede bei Männer ($p=0.758$) und bei Frauen ($p=0.718$) zwischen linker und rechter Concha nasalis media mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

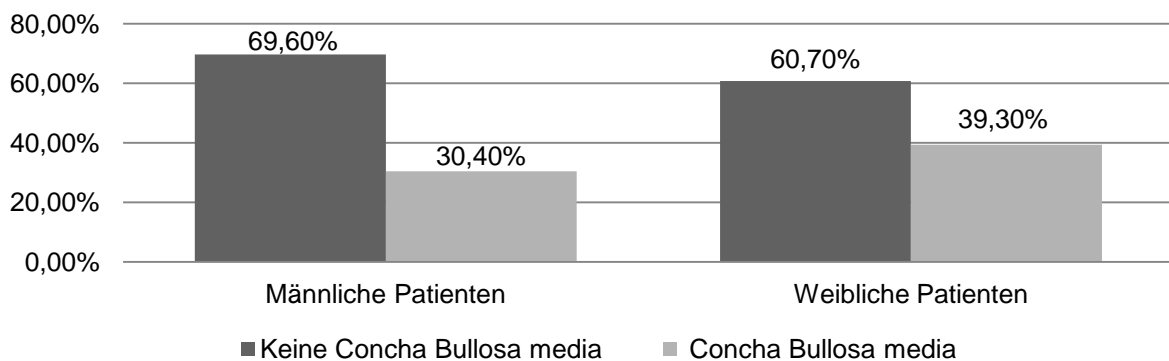


Abb. 34: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha nasalis media ($n=448$, $n=512$) nach Smith et al. (2010). 69,6% der Concha nasalis media von Männern und 60,7% der Concha nasalis media von Frauen wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

4.4 Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 25,4% der Kieferhöhlen keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 35). Demzufolge bestand bei 74,6% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen verschatteten und nicht verschatteten Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

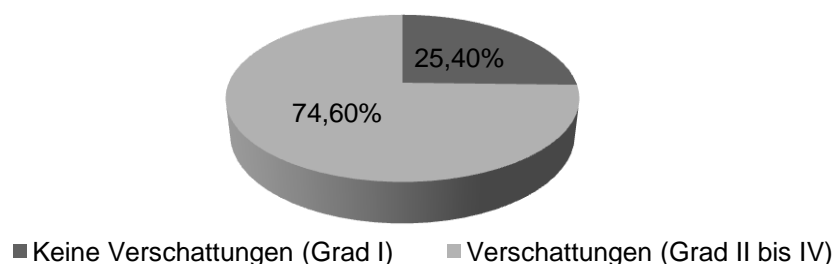


Abb. 35: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 25,4% wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhlen mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 14).

Tab. 14 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei OK-Implantat-Patienten. Ungefähr 59% bis 61% der OK-Implantat-Patienten wiesen Verschattungen im Grad II als Nebenbefund auf.

Grad	OK-Implantat-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
I	61	(25,4)	30	(25)	31	(25,8)
II	135	(56,3)	74	(61,6)	71	(59,2)
III	31	(12,9)	17	(14,2)	14	(11,6)
IV	13	(5,4)	9	(7,5)	4	(3,3)

Der Grad II (Verschattung von <25%) trat durchschnittlich mit 56,3% am häufigsten auf (Tab. 14). In der linken Kieferhöhle wurde der Grad II zu 61,6% und in der rechten Kieferhöhle zu 59,2 % gemessen.

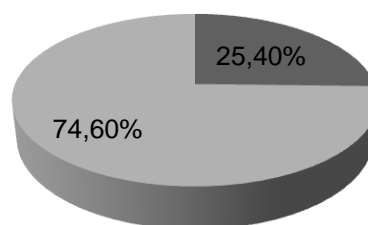
Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) wurde zu 12,9% und der Grad IV (Verschattung von >50%) wurde zu 5,4% befundet. Im linken Sinus maxillaris trat der Grad III mit 14,2% und Grad IV mit 7,5% auf und in der rechten Kieferhöhle lag Grad III bei 11,6% und Grad IV bei 3,3%.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 25,4% der Kieferhöhlen der Oberkieferimplantatpatienten keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 36). Demzufolge bestand bei 74,6% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedliche ausgeprägte Schleimhautveränderung (Stadien 2 bis 5).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen veränderter und nicht veränderter Schleimhaut in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden und somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.



■ Keine Schleimhautveränderung (Stadium 1) ■ Schleimhautveränderung (Stadien 2 bis 5)

Abb. 36: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 25,4% wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden. Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 15).

Das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/ oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde mit 54,6% am häufigsten befundet. Die linke Kieferhöhle war mit 52,2% und die rechte Kieferhöhle mit 56,6% vorhanden.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

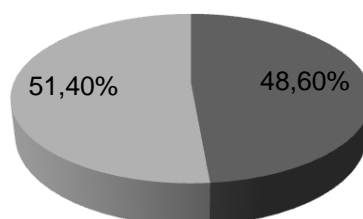
Table 15 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei OK-Implantat-Patienten. Ungefähr 52% bis 56% der implantologischen Patienten wiesen Verdickungen vom Stadium drei als Nebenbefund auf.

Stadien	OK-Implantat-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	61	(25,4)	30	(25)	31	(25,8)
2	24	(10)	14	(11,6)	10	(8,3)
3	131	(54,6)	63	(52,5)	68	(56,6)
4	21	(8,8)	11	(9,2)	10	(8,3)
5	3	(1,2)	2	(1,6)	1	(0,8)

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 48,6% der 179 nicht physiologischen Kieferhöhlen der Oberkieferimplantatpatienten Anzeichen von Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm (Stadium 1) auf (Abb. 37). Demzufolge bestand bei 51,4% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5).

Kein signifikanter Unterschied ($p = 0.7651$) konnte zwischen Schleimhautverdickungen von ≤ 5 mm und Schleimhautverdickungen von > 5 mm in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.



■ Schleimhautverdickung ≤ 5 mm (Stadium 1) ■ Schleimhautverdickung > 5 mm (Stadien 2 bis 5)

Abb. 37: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris ($n = 179$ KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 48,6% wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen ≤ 5 mm auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.7703$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden. Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 16).

Tabelle 16 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei OK-Implantat-Patienten. Ungefähr 26% der implantologischen Patienten wiesen Verdickungen vom Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	OK-Implantat-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	87	(48,6)	40	(44,4)	47	(52,8)
2	48	(26,8)	23	(25,5)	24	(26,9)
3	30	(16,8)	16	(17,8)	14	(15,7)
4	5	(2,8)	4	(4,5)	1	(1,1)
5	9	(5,03)	7	(7,8)	2	(2,3)

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm mit 48,6% befundet und demzufolge in der linken zu 44,4% und in der rechten Kieferhöhle zu 52,8%. Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat mit 26,8% bei allen nicht physiologischen Kieferhöhlen auf. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm bis 15mm war in der linken Kieferhöhle zu 17,8% und in der rechten Kieferhöhle zu 15,7% vorzufinden. Das Stadium 4 mit einer Schleimhautverdickung von 15mm bis 20mm bestand in der linken Kieferhöhle bei 2,8% und in der rechten Kieferhöhle nur bei 1,1%.

Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung von >20 mm wurde zu 7,8% in der linken und zu 2,3% in der rechten Kieferhöhle nachgewiesen.

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und als ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 94,6% der Kieferhöhlen ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 38). Demzufolge bestand bei 5,4% der Kieferhöhlen ein verschlossenes Ostium.

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Ostien mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte

die Nullhypothese widerlegt werden. Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

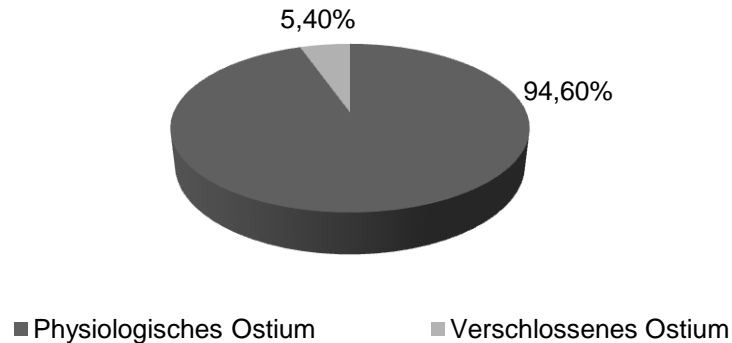


Abb. 38: Prozentuale Prävalenz der Befundung im Ostiums im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach Carmeli et al (2010). 94,6% wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 62,1% der Concha nasalis media keine Concha bullosa media auf (Abb. 39). Demzufolge haben 37,9% eine Concha bullosa media.

Ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Conchae nasalis media mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschiede ($p=0.7903$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

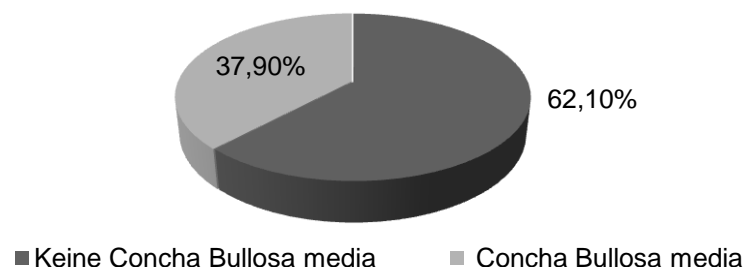


Abb. 39: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha nasalis media (n=240) nach Smith et al. (2010). 62,1% wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

4.5 Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 23,3% der Kieferhöhlen keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 40). Demzufolge bestand 76,7% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen verschatteten und nicht verschatteten Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0.878$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

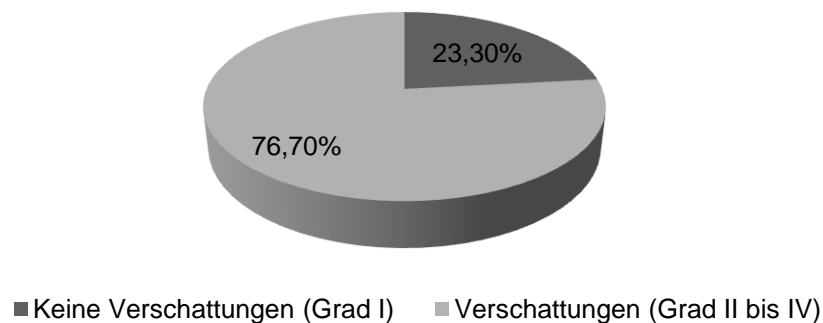


Abb. 40: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 23,3% wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 17).

Tabelle 17 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei HNO-Patienten. Ungefähr 47% bis 50% der HNO-Patienten wiesen Verschattungen vom Grad II als Nebenfund auf.

Grad	HNO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
I	56	(23,3)	30	(25)	26	(21,6)
II	117	(48,8)	57	(47,5)	60	(50)
III	35	(14,6)	17	(14,2)	18	(15)
IV	32	(13,3)	16	(13,3)	16	(13,3)

Der Grad II (Verschattung von <25%) trat durchschnittlich mit 48,8% am häufigsten auf. In der linken Kieferhöhle wurde der Grad II zu 47,5% und in der rechten Kieferhöhle zu 50% gemessen. Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) wurde zu 14,6% und der Grad IV (Verschattung von >50%) wurde zu 13,3% befundet. Im linken und rechten Sinus maxillaris traten keine größeren Unterschiede auf.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 23,75% der Kieferhöhlen keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 41). Demzufolge bestand bei 76,25% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautveränderung (Stadien 2 bis 5).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen veränderter und nicht veränderter Schleimhaut in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Prozentuale Prävalenzen konnten kein signifikanten Unterschied ($p = 0.762$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnen.

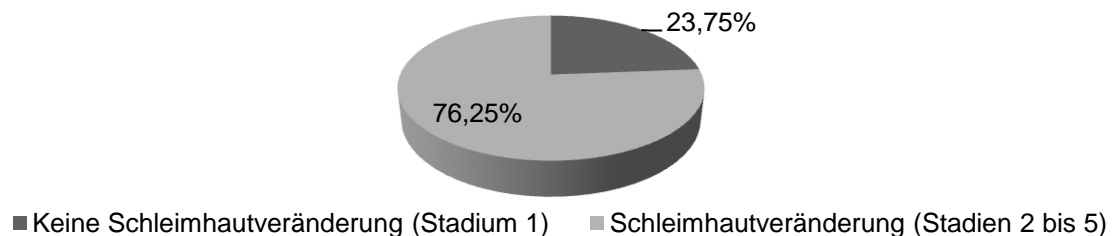


Abb. 41: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris (n =240 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 23,75% wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 18).

Das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/ oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ trat mit 42,5% am häufigsten auf. Die Stadien 2, 4 und 5, aller Kieferhöhlen oder als linke und rechte Kieferhöhle getrennt betrachtet, verhielten sich unauffällig. Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Tabelle 18 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli bei HNO-Patienten. Ungefähr 41% bis 43% der HNO-Patienten wiesen Veränderungen vom Stadium 3 als Nebenbefund auf.

Stadien	HNO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	57	(23,8)	30	(25)	27	(22,5)
2	37	(15,4)	18	(15)	19	(15,8)
3	102	(42,5)	50	(41,6)	52	(43,3)
4	34	(14,2)	17	(14,2)	17	(14,2)
5	10	(4,2)	5	(4,2)	5	(4,2)

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 36,1% der 183 nicht physiologischen Kieferhöhlen der HNO-Patienten Anzeichen von Schleimhautverdickung von $\leq 5\text{mm}$ (Stadium 1) auf (Abb. 42). Demzufolge bestand bei 63,9% der Kieferhöhlen eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5).

Für die prozentuale Prävalenz konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0.0002$) zwischen Schleimhautverdickungen von $\leq 5\text{mm}$ und Schleimhautverdickungen von $> 5\text{mm}$ in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden. Kein signifikanter Unterschied konnte ($p = 0.2859$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

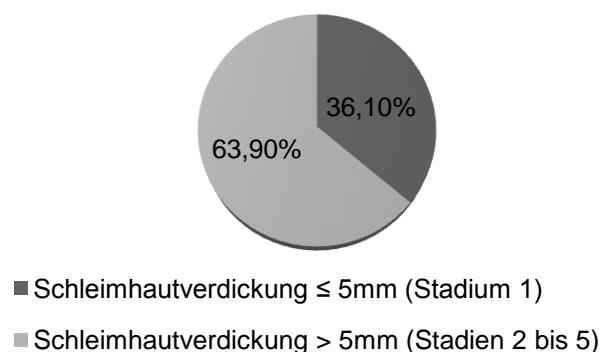


Abb. 42: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris ($n=183$ KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al (2010). 36,1% wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen $\leq 5\text{mm}$ auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 19).

Tabelle 19 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei HNO-Patienten. Ungefähr 27% bis 38% der HNO-Patienten wiesen Verdickungen im Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	HNO-Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	66	(36,1)	36	(40)	30	(32,3)
2	61	(33,3)	25	(27,7)	36	(38,7)
3	18	(9,8)	9	(10)	9	(9,7)
4	14	(7,6)	9	(10)	5	(5,4)
5	24	(13)	11	(12,3)	13	(13,9)

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung ≤ 5 mm mit 36,1% befundet. Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat in der linken Kieferhöhle 27,7% und in der rechten Kieferhöhle mit 38,7% auf. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm bis 15mm war mit 9,8% vorzufinden. Das Stadium 4 mit einer Schleimhautverdickung von 15mm bis 20mm bestand in der linken bei 10% und in der rechten Kieferhöhle bei 5,4%.

Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung von >20 mm wurde zu 13% nachgewiesen.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und als ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 81,25% der Kieferhöhlen ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 43). Demzufolge bestand bei 18,75% der Kieferhöhlen ein verschlossenes Ostium.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Ostien mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0.741$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden

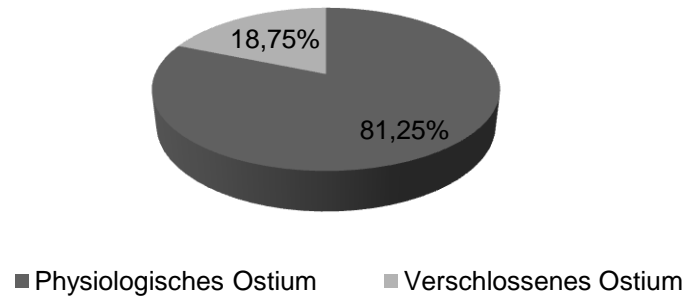


Abb. 43: Prozentuale Prävalenz der Befundung im Ostiums im Sinus maxillaris (n=240 KH) nach Carmeli et al. (2010). 81,25% wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 58,3% der Concha nasalis media keine Concha bullosa media auf (Abb. 44). Demzufolge haben 41,7% eine Concha bullosa media.

Ein signifikanter Unterschied ($p=0.012$) konnte zwischen physiologischen und nicht physiologischen Conchae nasalis media mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnten kein signifikanten Unterschied ($p=1.000$) zwischen linker und rechter Concha nasalis media mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

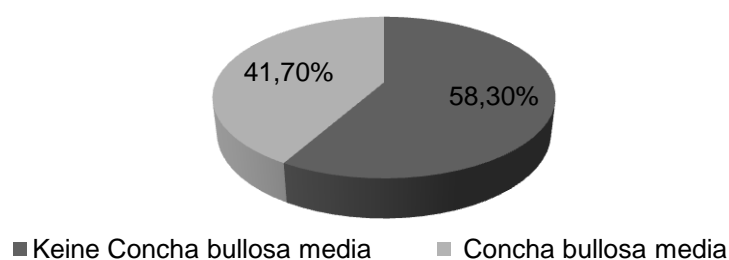


Abb. 44: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha bullosa media nach Smith et al. (2010). 58,3% der Concha nasalis media (n=240) wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

4.6 Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundung

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung des Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 31,9% von 960 Kieferhöhlen keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf. Demzufolge bestanden bei 960 Kieferhöhlen der Grad II mit 51,5%, der Grad III mit 9,7% und der Grad IV mit 6,9% (Tab. 20).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen verschatteten und nicht verschatteten Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

Des Weiteren konnte kein signifikanter Unterschied ($p = 0.729$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität überprüft werden.

Die prozentualen Prävalenzen der einzelnen Grade in allen Kieferhöhlen konnten einen signifikanten Unterschied ($p < 0.001$) mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung berechnen.

Table 20 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei allen Patienten. Ungefähr 48% bis 54% der gesamten Patienten wiesen Verschattungen vom Grad II als Nebenbefund auf.

Grad	480 Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
I	306	(31,9)	156	(32,3)	150	(31,3)
II	494	(51,5)	234	(48,8)	260	(54,2)
III	93	(9,7)	51	(10,6)	42	(8,8)
IV	67	(6,9)	39	(8,1)	2	(5,8)

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 23,2% keine Schleimhautveränderung (Stadium 1) auf. Demzufolge bestand bei 12,9% runde Schleimhautveränderungen (Stadium 2), bei 41,9% unregelmäßige Schleimhautveränderungen (Stadium 3), bei 10,3% vollständig ausgekleidete Schleimhautveränderung (Stadium 4) und bei 2,6% komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle (Stadium 5) (Tab. 21).

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen veränderter und nicht veränderter Schleimhaut in Kieferhöhlen mit dem Binomialtest auf Gleichverteilung nachgewiesen werden.

Kein signifikanter Unterschied ($p=0.782$) konnte zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Für die prozentualen Prävalenzen zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen konnte ein signifikanter Unterschied ($p<0.001$) mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Tabelle 21 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei allen Patienten. Ungefähr 40% bis 43% der gesamten Patienten wiesen Veränderungen im Stadium drei als Nebenbefund auf.

Stadium	480 Patienten					
	Gesamt		Linke Kieferhöhle		Rechte Kieferhöhle	
	N	(%)	N	(%)	N	(%)
1	309	(32,2)	157	(32,7)	152	(31,7)
2	124	(12,9)	63	(13,1)	61	(12,7)
3	403	(41,9)	193	(40,2)	210	(43,8)
4	99	(10,3)	53	(11,04)	46	(9,6)
5	25	(2,6)	14	(2,9)	11	(2,3)

Verschattungsgrade nach Nair versus Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Verschattungsgrade nach Nair (2009) (siehe 3.1.3.1) wird mit dem Ausmaß der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) verglichen. Danach wiesen 31,8% keine Verschattungen (Grad I) und 32,2% keine Schleimhautveränderung in Kieferhöhlen auf (Abb. 45).

Demzufolge bestand bei 68,2% Verschattungen (Grade II bis IV) und bei 67,8% Schleimhautveränderungen (Stadien 2 bis 5) (Abb. 46).

Für die prozentualen Prävalenzen konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.922$) zwischen den beiden Klassifikationen, Verschattungsgrade nach Nair im Vergleich mit Schleimhautveränderung nach Carmeli, mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden.

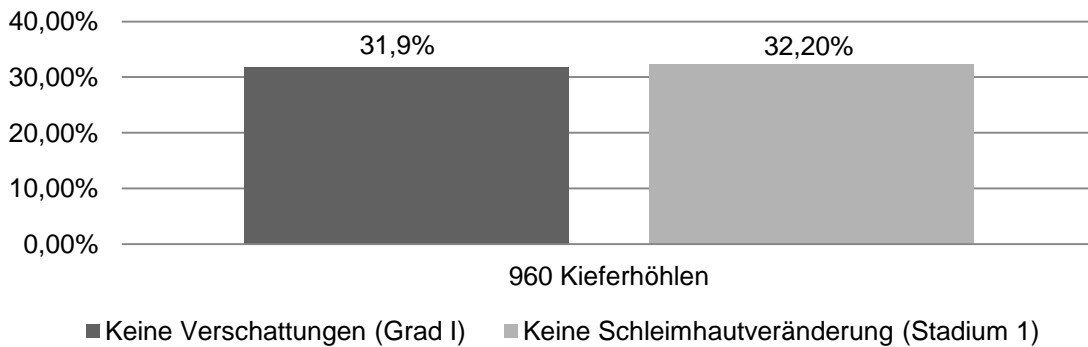


Abb. 45: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen nach Nair (2009) und Schleimhautveränderungen nach Carmeli et al. (2010) im Sinus maxillaris (n=480). Von 960 Kieferhöhlen hatten 31,9% keine Verschattungen und 32,2% keine Schleimhautveränderungen.

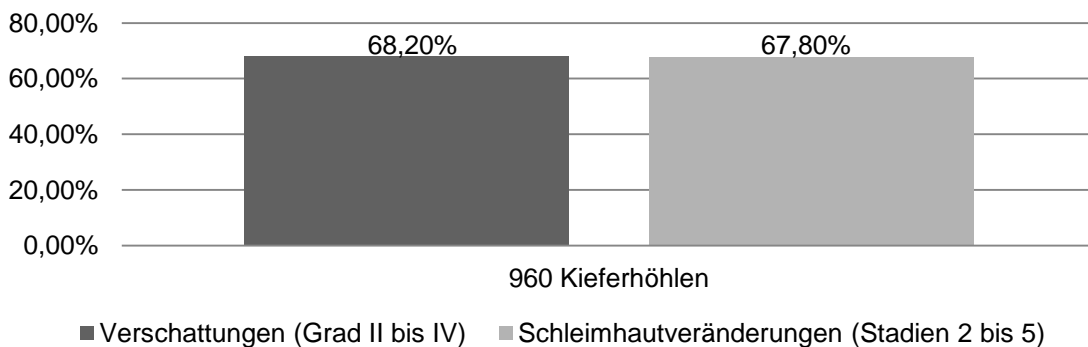


Abb. 46: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen nach Nair (2009) und Schleimhautveränderungen nach Carmeli et al. (2010) im Sinus maxillaris (n=480). Von 960 Kieferhöhlen hatten 68,2% Verschattungen und 67,8% Schleimhautveränderungen.

4.7 Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern

Verschattungsgrade nach Nair

Das Ausmaß der Verschattung im Sinus maxillaris wurde nach Nair (2009) in vier Grade eingeteilt (siehe 3.1.3.1). Danach wiesen 29,6% der 54 Kieferhöhlen der Mundatmer und 38,3% der 128 Kieferhöhlen der Nasenatmer keine Anzeichen von Verschattungen (Grad I) auf (Abb. 47). Demzufolge bestand bei 70,4% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 61,7% der Kieferhöhlen von Nasenatmer eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Verschattung (Grad II bis IV). Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied ($p=0.311$) zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Mundatmer ($p=0.766$) und bei Nasenatmer ($p=1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

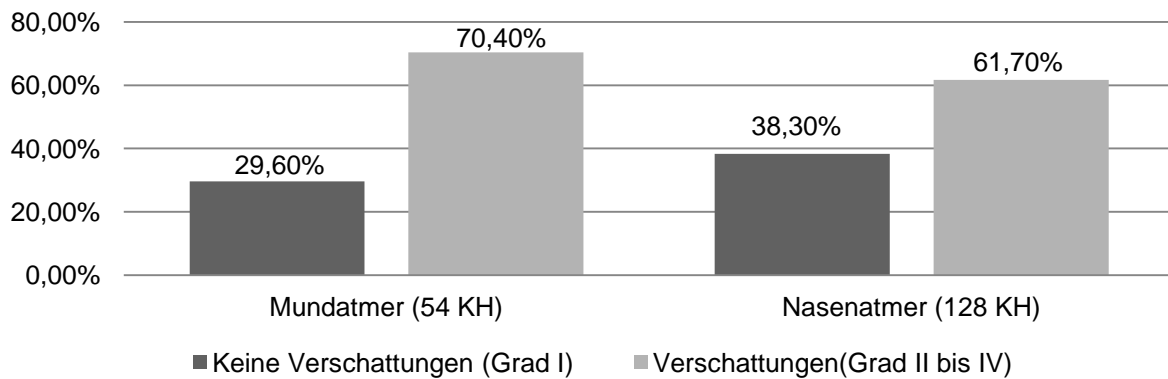


Abb. 47: Prozentuale Prävalenz von Verschattungen im Sinus maxillaris ($n=54$ KH, $n=128$ KH) nach der Klassifikation von Nair (2009). 29,6% der Kieferhöhlen der Mundatmer und 38,3% der Kieferhöhlen der Nasenatmer wiesen keinerlei Anzeichen einer Verschattung auf.

Bei der Betrachtung der einzelnen Verschattungsgrade ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 23).

Table 23 Tabellarische Darstellung der Verschattungsgrade der Kieferhöhlen nach Nair (2009) bei KFO-Patienten. Ungefähr 51% Mundatmer und 53% Nasenatmer wiesen Verschattungen vom Grad II als Nebenbefund auf

Grad	Mundatmer			Nasenatmer		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
I	16 (29,6)	9 (33,3)	7 (25,9)	49 (38,3)	24 (37,5)	25 (39,1)
II	28 (51,9)	12 (44,4)	16 (59,3)	68 (53,1)	34 (53,1)	34 (53,1)
III	4 (7,4)	3 (11,1)	1 (3,7)	4 (3,1)	2 (3,1)	2 (3,1)
IV	6 (11,1)	3 (11,1)	3 (11,1)	7 (5,5)	4 (6,3)	3 (4,7)

Der Grad II (Verschattung von <25%) von Kieferhöhlen trat bei Mundatmer mit 51,9% und bei Nasenatmer mit 53,1% am häufigsten auf. Bei den Mundatmer war der Grad II mit 44,4% in der linken Kieferhöhle und mit 59,3% in der rechten Kieferhöhle vorhanden. Die Nasenatmer zeigten zwischen dem linken und rechten Sinus maxillaris bei Grad II keinen Unterschied auf.

Der Grad III (Verschattung von 25%-50%) von Kieferhöhlen wurde bei Mundatmer zu 7,4% und bei Nasenatmer zu 3,1% befundet. Bei Mundatmer wurde der Grad III mit 11,1% in der linken Kieferhöhle und mit 3,7% in der rechten Kieferhöhle nachgewiesen. Die Nasenatmer zeigten

zwischen dem linken (3,1%) und rechten (3,1%) Sinus maxillaris bei Grad III keinen Unterschied auf.

Der Grad IV (Verschattungen >50%) war bei Mundatmer mit 11,1% und bei Nasenatmer mit 5,5% vorhanden. Bei Mundatmer gab es zwischen linker (11,1%) und rechter (11,1%) Kieferhöhle keinen Unterschied. Im Gegensatz dazu bestand bei den Nasenatmer der Grad IV im linken Sinus maxillaris bei 6,3% und im rechten Sinus maxillaris bei 4,7%.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Graden in allen Kieferhöhlen bei Mund- und Nasenatmer mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Form der Schleimhautveränderung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.2). Danach wiesen 29,6% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 38,3% der Kieferhöhlen von Nasenatmer keine Anzeichen von Schleimhautveränderungen (Stadium 1) auf (Abb. 48). Demzufolge bestand bei 70,4% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 61,7% der Kieferhöhlen von Nasenatmer eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautveränderung (Stadien 2 bis 5).

Kein signifikanter Unterschied ($p = 0.311$) konnte zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

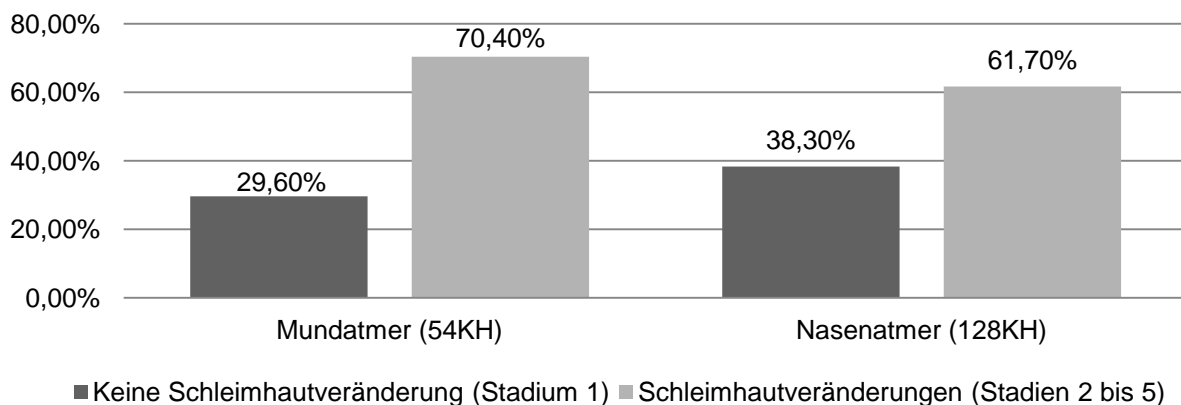


Abb. 48: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautveränderungen im Sinus maxillaris (n=54 KH, n=128 KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 29,6% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 38,3% der Kieferhöhlen von Nasenatmer wiesen keinerlei Anzeichen von Schleimhautveränderungen auf.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Mundatmer ($p = 0.766$) und bei Nasenatmer ($p = 1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautveränderungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 24).

Tabelle 24 Tabellarische Darstellung der Schleimhautveränderungen der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei KFO-Patienten. Ungefähr 35% der Mundatmer und 31% der Nasenatmer wiesen Veränderungen vom Stadium drei als Nebenbefund auf.

Stadien	Mundatmer			Nasenatmer		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	16 (29,6)	9 (33,3)	7 (25,9)	49 (38,3)	24 (37,5)	25 (39,1)
2	6 (11,1)	1 (3,7)	5 (18,5)	16 (12,5)	8 (12,5)	8 (12,5)
3	19 (35,2)	8 (29,6)	11 (40,7)	40 (31,3)	19 (29,7)	21 (32,8)
4	10 (18,5)	7 (25,9)	3 (11,1)	18 (14,1)	10 (15,6)	8 (12,5)
5	3 (5,6)	2 (7,4)	1 (3,7)	5 (3,9)	3 (4,7)	2 (3,1)

Das Stadium 2 „eine runde Auswölbung der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde zu 11,1% der Kieferhöhlen von Mundatmer und zu 12,5% der Kieferhöhlen von Nasenatmer befundet. Bei den Mundatmer lag der Wert im linken Sinus maxillaris bei nur 3,7% und im rechten Sinus maxillaris bei 18,5%. Das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ wurde demzufolge mit 35,2% bei Mundatmer und 31,3% bei Nasenatmer nachgewiesen. Auch hier gab es bei den Kieferhöhlen der Mundatmer zwischen linker (29,6%) und rechter (40,7%) Kieferhöhle Unterschiede.

Bei Stadium 4 mit der Definition „Komplett ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut an allen Wänden“ gab es 18,5% bei Mundatmer und 14,1% bei Nasenatmer. Die Mundatmer wiesen beim Stadium 4 zwischen linker (25,9%) und rechter (11,1%) Kieferhöhle größere Unterschiede auf. Das Stadium 5 „Komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle“ war mit 5,6% bei Mundatmer und mit 3,9% bei Nasenatmer vertreten.

Für die prozentualen Prävalenzen konnte ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Schleimhautverdickung nach Carmeli

Das Ausmaß der Schleimhautverdickung im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) in fünf Stadien eingeteilt (siehe 3.1.3.3). Danach wiesen 57,9% der 38 nicht physiologischen Kieferhöhlen von Mundatmer und 73,4% der 79 nicht physiologischen Kieferhöhlen von Nasenatmer Anzeichen von Schleimhautverdickung von ≤ 5 mm (Stadium 1) auf (Abb. 49). Demzufolge

bestand bei 42,1% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 26,6% der Kieferhöhlen von Nasenatmer eine individuell unterschiedlich ausgeprägte Schleimhautverdickung (Stadien 2 bis 5). Kein signifikanter Unterschied ($p=0.6256$) konnte zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

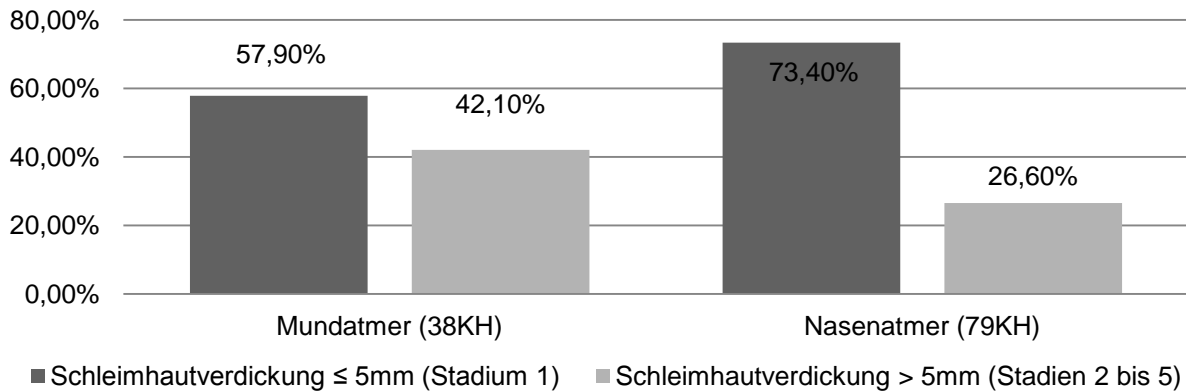


Abb. 49: Prozentuale Prävalenz von Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris (n=38KH, n=79KH) nach der Klassifikation von Carmeli et al. (2010). 57,9% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 73,4% der Kieferhöhlen von Nasenatmer wiesen Anzeichen von Schleimhautverdickungen von ≤ 5 mm auf.

Für prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Mundatmer ($p=1.000$) und bei Nasenatmer ($p=0.8207$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

Bei der Betrachtung der einzelnen Schleimhautverdickungen ergaben sich folgende Prävalenzen (Tab. 25).

Tabelle 25 Tabellarische Darstellung der Schleimhautverdickung der Kieferhöhlen nach Carmeli et al. (2010) bei KFO-Patienten. Ungefähr 23,7% der Mundatmer und 12,7% der Nasenatmer wiesen Verdickungen vom Stadium 2 als Nebenbefund auf.

Stadien	Mundatmer			Nasenatmer		
	Gesamt	Li KH	Re KH	Gesamt	Li KH	Re KH
	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
1	22 (57,9)	10 (55,6)	12 (60)	58 (73,4)	30 (75)	28 (72)
2	9 (23,7)	4 (22,3)	5 (25)	10 (12,7)	5 (12,5)	5 (12,8)
3	1 (2,6)	1 (5,6)	0 (0)	2 (2,5)	0 (0)	2 (5,1)
4	1 (2,6)	0 (0)	1 (5)	3 (3,8)	1 (2,5)	2 (5,1)
5	5 (13,2)	3 (16,7)	2 (10)	6 (7,6)	4 (10)	2 (5,1)

Am häufigsten wurde das Stadium 1 mit einer Schleimhautverdickung von $\leq 5\text{mm}$ mit 57,9% bei Mundatmer und 73,4% bei Nasenatmer befundet.

Das Stadium 2 mit einer Schleimhautverdickung von 5mm bis 10mm trat bei Kieferhöhlen von Mundatmer zu 23,7% und bei Kieferhöhlen der Nasenatmer mit 12,7% auf. Das Stadium 3 mit einer Schleimhautverdickung von 10mm bis 15mm war bei Mundatmer mit 2,6% und bei Nasenatmer mit 2,5% nachzuweisen. Das Stadium 4 war bei beiden Gruppen eher unauffällig (2,6%; 3,8%). Das Stadium 5 mit einer Schleimhautverdickung von $>20\text{mm}$ war bei Mundatmer zu 13,2% und bei Nasenatmer nur zu 7,6% vorhanden.

Ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) konnte zwischen den einzelnen Stadien in allen Kieferhöhlen zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Chi²-Test auf Gleichverteilung überprüft werden.

Befundung des Ostiums nach Carmeli

Die Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris wurde nach Carmeli et al. (2010) als ein „physiologisches“ Ostium und als ein verschlossenes Ostium (siehe 3.1.3.4) definiert. Danach wiesen 70,4% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 84,4% der Kieferhöhlen von Nasenatmer ein „physiologisches“ Ostium auf (Abb. 50). Demzufolge bestand bei 29,6% der Kieferhöhlen von Mundatmer und nur 15,6% der Kieferhöhlen von Nasenatmer ein verschlossenes Ostium.

Ein signifikanter Unterschied ($p = 0.041$) konnte zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Die Mundatmer hatten eine höhere prozentuale Prävalenz von verschlossenen Ostien und somit konnte die Nullhypothese bestätigt werden. Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Mundatmer ($p = 0.766$) und bei Nasenatmer ($p = 0.631$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

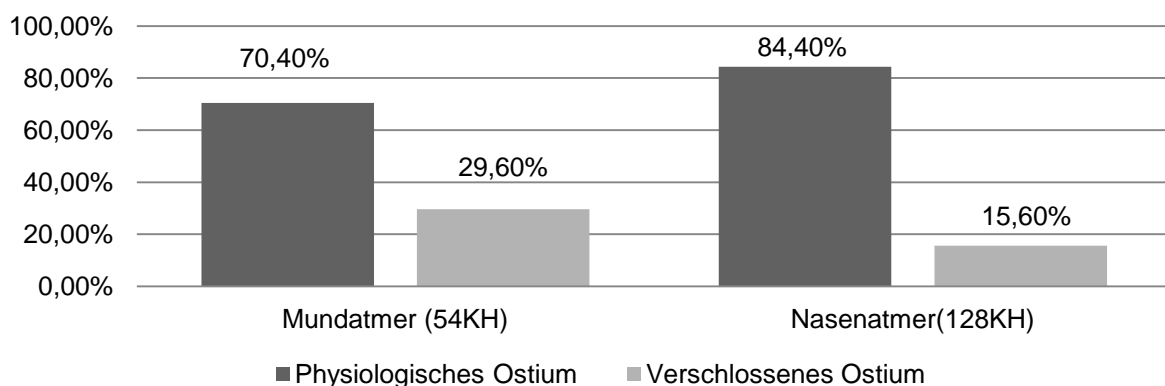


Abb. 50: Prozentuale Prävalenz der Befundung im Ostiums im Sinus maxillaris (n=54 KH, n=128KH) nach Carmeli et al (2010). 70,4% der Kieferhöhlen von Mundatmer und 84,4% der Kieferhöhlen von Nasenatmer wiesen auf ein „physiologisches“ Ostium hin.

Prävalenz einer Concha bullosa media nach Smith

Die Befundung einer Concha nasalis media nach Smith et al. (2011) wurde als „eine“ oder „keine“ Concha bullosa media (siehe 3.1.3.5) definiert. Danach wiesen 79,6% der Concha nasalis media von Mundatmer und 68,75% der Concha nasalis media von Nasenatmer keine Concha bullosa media auf (Abb. 51). Demzufolge haben 20,4% der Concha nasalis media von Mundatmer und 34,2% der Concha nasalis media von Nasenatmer eine Concha bullosa media.

Kein signifikanter Unterschied ($p=0.152$) konnte zwischen Mund- und Nasenatmer mit dem Test nach Fischer auf Homogenität nachgewiesen werden. Somit konnte die Nullhypothese widerlegt werden.

Für die prozentuale Prävalenz konnte kein signifikanter Unterschied bei Mundatmer ($p=1.000$) und bei Nasenatmer ($p=1.000$) zwischen linker und rechter Kieferhöhle mit dem exakten Test nach Fischer auf Homogenität berechnet werden.

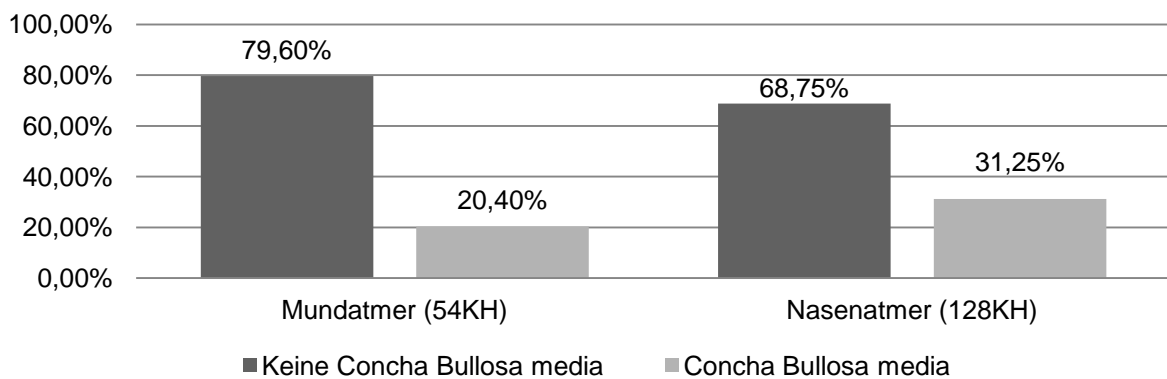


Abb. 51: Prozentuale Prävalenz der Befundung einer Concha bullosa media nach Smith et al. (2010). 79,6% der Concha nasalis media von Mundatmer und 68,75% der Concha nasalis media von Nasenatmer wiesen keinerlei Anzeichen einer Concha bullosa media auf.

5. Diskussion

5.1. Diskussion der Methoden

Die Auswertungen der DVT-Aufnahmen erfolgte mit der 3D-Imaging-Software *Invivo 5.1.6* (Anatomage, San Jose, Californien) im Institut MESANTIS® Berlin. Die DVT- Aufnahmen konnten überlagerungsfrei und ohne Verzerrungen dargestellt werden. Die Änderung der Bildgröße und die Farb- und Kontrasteinstellung konnten gut auf die entsprechende Befundung angewendet werden. Das Programm stellte für die Analysen viele Software-Tools dar, um die Schleimhaut der Kieferhöhlen und die Pneumatisation der mittleren Nasenmuscheln zu messen und zu begrenzen.

In der Literatur zeigte auch die 3D-Imaging-Software *Invivo 4* (Anatomage, San Jose, Calif) gute Ergebnisse für die Berechnung vom Durchmesser von noch nicht durchgebrochenen bleibenden Zähnen (Nguyen et al. 2011) und für lineare Abstandmessungen von vestibulären parodontalen Defekten (Schattmann 2011). Des Weiteren bestand mittels der modernen 3D-Imaging-Software *Invivo 5* (Anatomage, San Jose, Calif) eine virtuelle Insertion von kieferorthopädische Miniimplantaten am DVT-Scan, um das Knochenangebot, die Knochenqualität und wichtige anatomische Strukturen vor der Insertion zu berücksichtigen und zu bemessen (Baumgärtel 2011).

5.1.1. Befundung von Verschattungen

Ein Ziel dieser Arbeit war, eine einfache und prägnante Klassifikation der Befundung des Sinus maxillaris herauszuarbeiten. Alle diesbezüglichen Anforderungen konnte die Klassifikation nach Nair (siehe 3.1.3.1) mit den Verschattungsgraden im Sinus maxillaris erfüllen.

Jeder Sinus maxillaris konnte mit vier Graden schnell und aussagekräftig beurteilt werden. Bei der Befundung der Kieferhöhlen fiel manchmal auf, dass die Verschattungen beim prozentualen Ausmaß von 20% bis 30%, das bedeutet zwischen den Graden II und III, nicht anhand einer einzigen Schicht exakt definiert werden konnten. Daher ist zur exakten Beurteilung der Verschattung eines Sinus immer die Befundung mehrerer Schichten erforderlich.

Nair (2009) hatte keine nennenswerten Probleme bei der Befundung des Sinus maxillaris auf der Basis der vier Verschattungsgrade. Er konnte sehr gute Übereinstimmungen zwischen seiner Klassifikation von Verschattungsgraden und den klinischen Fragebögen zu den Symptomen einer chronischen Rhinosinusitis nachweisen. In der Literatur konnten bis dato keine weiteren Studien gefunden werden, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen verwendet hatten.

5.1.2. Befundung von Schleimhautveränderungen

Zahlreiche Studien berichteten über pathologische Veränderungen der Schleimhaut in der Kieferhöhle (Cha et al. 2007, Carmeli et al. 2010, Farid et al. 2010, Hansen & Lund 2010, Pazera et al. 2010, Caglayan et al. 2011, Pelinsari et al. 2011, Pliska et al. 2011, Ritter et al. 2011). Dabei fiel auf, dass keine einheitlichen Definitionen für die verschiedenen Erscheinungsbilder von Schleimhautveränderungen verwendet wurden. Bei Pazera et al. (2010) werden beispielsweise pathologische Veränderungen im Sinus maxillaris als flache, polypöse Schleimhautverdickungen oder Anzeichen einer akuten Sinusitis bezeichnet. Hier werden Formen (flach, polypös) und Entzündungsstadien vermischt. Auch andere Studien beinhalteten wenig konstante Beschreibungen der Schleimhautveränderungen (Cha et al. 2007, Farid et al. 2010, Hansen & Lund 2010, Pelinsari et al. 2010, Pliska et al. 2011, Ritter et al. 2011), so dass direkte Vergleiche der Ergebnisse erschwert bis unmöglich waren.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Klassifikation nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.2) zur Befundung der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris verwendet. Die fünf Stadien gaben einen guten Überblick über die Form und den Zustand der Schleimhaut im Sinus maxillaris wieder. Bei der Befundung vom Stadium 3 „unregelmäßige Verdickung und/ oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ gab es gelegentlich Überschneidungen mit dem Stadium 2 „eine runde Auswölbung der Kieferschleimhaut“. Zur Umgehung dieser Überschneidung wurde das Stadium 2 nur bei einer Rundung in der Kieferhöhlenschleimhaut verwendet. Sobald zwei oder mehrere Rundungen einzeln nebeneinander oder zusammenhängend auftraten, wurden sie als Stadium 3 befundet.

Auch zwischen dem Stadium 4 „vollständig ausgekleidete Kieferhöhlenschleimhaut“ und dem Stadium 5 „komplett verschlossene Schleimhaut der Kieferhöhle“ gab es gelegentlich Differenzierungsprobleme. Zur Umgehung dieser Problematik wurde konsequent das Stadium 4 gewählt, wenn in einer Schicht des Sinus noch eine residuale Aufhellung zu erkennen war.

5.1.3. Befundung von Schleimhautverdickungen

In mehreren Studien wurden immer wieder Schleimhautverdickungen mit Millimeterangaben für die Befundung des Sinus maxillaris verwendet. Die meisten Ergebnisse sind aber leider nicht zu vergleichen, weil die Klassifikationen sehr unterschiedlich waren (Farid et al. 2010, Pazera et al. 2010, Pelinsari et al. 2011). Für die klinische Diagnostik wäre eine einheitliche und klare Methode mit Einteilungen in Stadien zur Vermessung der Schleimhautverdickung (in mm) zu empfehlen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) (siehe 3.1.3.3) verwendet.

Die Befundung der Schleimhautverdickung war mit den fünf Einteilungen in Millimeter eindeutig zu analysieren. Die einzelnen Stadien konnten gut voneinander unterschieden werden.

In der Literatur werden keine genaueren Erläuterungen über die Probleme der Anwendungen bei der Befundungen von Schleimhautverdickungen mit Millimetermessungen angegeben.

5.1.4. Befundung des Ostiums

Eine Schleimhautschwellung im Sinus kann auf eine Funktionsstörung der Flimmerepithelzellen oder auf einem Verschluss der Ostien beruhen und somit einen Sekretstau im Sinus verursachen (Dingle 1964, Draf 1983, Berg 1986, Alho et al. 2004, Brook 2009). Beim Zyklus einer physiologischen Nebenhöhlenfunktion bleibt das Ostium geöffnet, aber bei einer pathologischen Nebenhöhlenfunktion ist das Ostium verschlossen. Der Verschluss der Ostien im Sinus maxillaris kann zu einer Sinusitis maxillaris führen (Perella et al. 2003). Auch in der Studie von Carmeli et al. (2010) war die Obstruktion des Ostiums ein eindeutiges Zeichen einer Sinusitis maxillaris. Alle verschlossenen Ostien (15% von 280 CT-Scans) gingen mit einer Schleimhautverdickung der Kieferhöhle einher.

Koronare drei-dimensionale Röntgenverfahren sind für die Diagnostik der NNH zur Vorbereitung einer endoskopischen Operation und präoperativ für andere Eingriffe, beispielsweise in der Implantologie indiziert (White 1990, Bhattacharyya et al. 2003, Rosano et al. 2010, Maestre-Ferrin et al. 2011b). Die Befundung der Ostien wird daher in der Literatur als zusätzlicher Parameter im Rahmen der Erhebung zufälliger Sinusbefunde empfohlen (Cha et al. 2007, Carmeli et al. 2010, Maestre-Ferrin et al. 2011b).

5.1.5. Befundung von der Concha bullosa media

Eine Concha bullosa ist zwar kein pathologischer Prozess per se, kann aber zur Entwicklung pathologischer Prozesse beisteuern (Böheim et al. 1998). Bei einer pneumatisierten mittleren Nasenmuschel können Kopfschmerzen als Beschwerden auftreten und bei akuten und rezidivierenden Sinusitiden ist die natürliche Selbstreinigung und Abwehr der Nasenhöhenschleimhaut durch die anatomische Variation der Concha nasalis beeinträchtigt (Strutz & Man 2001). Die häufigsten endoskopischen endonasalen Operationen der mittleren Nasenmuschel sind das „Spalten“, die „Umklappplastik“ und das „Trimmen“ der pneumatisierten Concha nasalis media (Behrbohm & Tardy 2004). Die mittlere Nasenmuschel sollte möglichst erhalten bleiben, weil sie mit dem Riechepithel bedeckt ist und als Strömungskörper für die Belüftung der Stirn- und Kieferhöhle und der Riechspalte dient.

In zahlreichen Studien wurde bei der Erfassung zufälliger Nebenbefunde der oberen Atemwege auch die Prävalenz einer Concha bullosa erhoben. Dabei wurde häufig jede Concha nasalis mit der kleinsten residualen Aufhellung als eine Concha bullosa definiert. In drei-dimensionalen Aufnahmen unterlagen die Ergebnisse, je nach Indikation, starken Streuungen (Nair 2009, Farid

et al. 2010, Smith et al. 2010, Caglayan et al. 2011, Pliska et al. 2011). Smith und Mitarbeiter konnten zusätzlich keinen Zusammenhang zwischen Concha bullosa und einer Sinusitis nachweisen (Smith et al. 2010).

5.2. Diskussion der Ergebnisse

5.2.1. Kieferhöhlenbefunde im Rahmen der KFO-Behandlungsplanung

In der vorliegenden Arbeit wurden mithilfe von DVT-Aufnahmen 60,8% verschattete Kieferhöhlen bei KFO-Patienten befundet. In der Literatur wurden bis dato keine weiteren Studien mit kieferorthopädischen Patienten gefunden, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen verwendeten. Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt sind, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A und 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009).

Die Ergebnisse der genannten Studie sind, trotz des unterschiedlichen Patientengutes und der CT-Technik, mit dem Wert aus der vorliegenden Studie zu vergleichen. Die hohen Prävalenzen der Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009) bestätigen, dass im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung die Befundung des Sinus maxillaris zu berücksichtigen ist und DVT-Aufnahmen, aufgrund der reduzierten Strahlenbelastung, mit einem FOV von 13cm x 16cm zu empfehlen sind.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) erhob bei KFO-Patienten 60,8% nicht physiologische Schleimhautveränderungen (Stadium 2 bis 5). Drei Studien mit DVT-Aufnahmen von kieferorthopädischen Patienten hatten ungefähr 14% bis 47% Nebenbefunde der oberen Atemwege (Cha et al. 2007, Pazera et al. 2010, Pliska et al. 2011). Die Parameter für die Befundung der oberen Atemwege beinhalteten beispielweise: retinierte Zysten, Anzeichen einer Sinusitis, Schleimhautverdickungen, Polypen, Nasenscheidewandkrümmungen etc. Diese Studien wiesen das gleiche Patientengut auf, aber haben andere prozentuale Prävalenzen erhoben als in der vorliegenden Arbeit. Das hängt damit zusammen, dass unterschiedliche und mehrere Parameter für die Befundung verwendet wurden.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde bei KFO-Patienten zu 36,7% befundet. Die Studie von Pazera et al. (2010) stellte im DVT bei 134 kiefer-

orthopädischen Patienten zu 23,7% Schleimhautverdickungen mit mehr als 1mm im Sinus maxillaris fest. Cha und Mitarbeiter ermittelten bei 252 DVT- Scans von kieferorthopädischen Patienten 14,2% Nebenbefunde in den oberen Atemwegen. Die Parameter bestanden hier aus: Schleimhautverdickungen von mehr als 3mm, Entzündungen, verschlossene Sinus, retinierte Zysten, polypöse Sinus und Nasenscheidewandkrümmungen (Cha et al. 2007). Beide Studien wiesen das gleiche Patientengut auf, aber erhoben andere prozentuale Prävalenzen als in der vorliegenden Arbeit. Das hängt damit zusammen, dass unterschiedliche und mehrere Parameter für die Befundung verwendet wurden.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Schleimhautverdickung aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 1 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Die KFO-Patienten wiesen bei der Befundung der verschlossenen Ostien eine Prävalenz von 12,5% auf. Cha und Mitarbeiter waren die einzigen mit kieferorthopädischem Patientengut, die bei Nebenbefunden für die oberen Atemwege, die Obstruktion der Sinusitiden als zusätzlichen Parameter mit beurteilten (Cha et al. 2007). Aber mit dieser allgemeinen Befundung von Cha und Mitarbeiter konnten die Ergebnisse nicht wirklich mit der vorliegenden Studie verglichen werden. Carmeli et al. (2010) konnten bei 280 CT-Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, verschlossene Ostien zu 15% bestätigen und sind den Prävalenzen aus der vorliegenden Arbeit ähnlich.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit konnten bei KFO-Patienten 30,4% Conchae bullosa media befundet werden. In Studien mit kieferorthopädischen Patienten wurde der Nachweis einer Concha bullosa bis dato nur bei Pliska et al. (2011) mit einem geringen Anteil beurteilt. Im Vergleich zu weiteren Studien, die aus anderen Indikationen drei-dimensionale Aufnahmen vom osteomeatalen Komplex rekonstruieren ließen, wurden ähnliche und höhere Prävalenzen von Conchae bullosa media erhoben (Bremke et al. 2009, Nair 2009, Farid et al. 2010, Smith et al. 2010). Die DVT-Technik kann pathologische Veränderungen in den oberen Atemwegen gut darstellen. Die Befundung von Einengungen ist hier besonders wichtig, da kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen das Volumen der oberen Atemwege beeinflussen können (Weider et al. 2003, Lye

2008, Yamashina et al. 2008, Tso et al. 2009, Enciso et al. 2010, Hatcher et al. 2010, Hwang et al. 2010).

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.2.2. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Alter

In der vorliegenden Arbeit wurde mithilfe von DVT-Aufnahmen verschattete Kieferhöhlen bei kieferorthopädischen Jugendlichen zu 60% und bei kieferorthopädischen Erwachsenen zu 61,7% befundet. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen den beiden Altersgruppen nicht festgestellt werden. In der Literatur wurden bis dato keine weiteren Studien mit kieferorthopädischen Patienten unterschiedlichen Alters untersucht, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen verwendeten. Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt sind, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A und 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009).

Die Ergebnisse aus der Studie von Nair (2009) sind, trotz des unterschiedlichen Patientengutes und der CT-Technik, mit den hohen Prävalenzen bei beiden Altersgruppen zu vergleichen. Sie bestätigen, dass die Befundung des Sinus maxillaris zu berücksichtigen ist und DVT-Aufnahmen, aufgrund der reduzierten Strahlenbelastung, mit einem FOV von 13cm x 16cm zu empfehlen sind.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) hat bei Jugendlichen zu 60% und bei Erwachsenen zu 60,4% nicht physiologische Schleimhautveränderungen (Stadium 2 bis 5) festgestellt. Ein signifikanter Unterschied konnten zwischen den beiden Altersgruppen nicht nachgewiesen werden. Auch hier gab es keine Studien mit kieferorthopädischen Patienten, die eine ähnliche Klassifikation der Form und der Veränderung der Schleimhaut im Sinus maxillaris befundeten und gleichzeitig unterschiedliche Altersgruppen untersuchten (Cha et al. 2007, Pazera et al. 2010, Pliska et al. 2011).

Werden die Prävalenzen nach der Klassifikation von Schleimhautveränderungen nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 in beiden Altersgruppen starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde bei Jugendlichen zu 31,2% und bei Erwachsenen zu 42,1% befundet. Auch hier bestand kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Altersgruppen. Pazera et al. (2010) erhoben im DVT zu 23,7% Schleimhautverdickungen mit mehr als 1mm im Sinus maxillaris bei 134 kieferorthopädischen Patienten mit einem Durchschnittsalter von 17,5 Jahren. Er und seine Mitarbeiter konnten statistisch signifikant häufiger Kieferhöhlenbefunde bei Patienten im Alter von 16,2 Jahren (95%) als bei Patienten mit 19 Jahren nachweisen. Auch Cha und Mitarbeiter ermittelten bei 252 DVT-Scans von kieferorthopädischen Patienten mit einem Durchschnittsalter von 19 Jahren 14,2% Nebenbefunde in den oberen Atemwegen. Es wurden 58,3% Kieferhöhlenbefunde im Alter von 12 bis 16 Jahren und 38,9% im Alter über 16 Jahren erhoben. Die Parameter für ihre Befundungen bestanden aus: Schleimhautverdickungen von mehr als 3mm, Entzündungen, verschlossene Sinusitiden, retinierte Zysten, polypöse Sinusitiden und Nasenscheidewandkrümmungen (Cha et al. 2007). Beide Studien wiesen ein ähnliches Patientengut wie in der vorliegenden Arbeit auf, aber ein direkter Vergleich konnte wegen unterschiedlichen Befundungsparametern nicht durchgeführt werden. Das Alter entsprach nicht dem Durchschnittsalter aus der vorliegenden Arbeit.

Werden die Prävalenzen von Schleimhautverdickungen aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es insbesondere beim Stadium 1 in beiden Altersgruppen starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund des unterschiedlichen Patientengutes erklären.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Bei der Befundung der Ostien hatten die Jugendlichen (17,5%) eine höhere Prävalenz von verschlossenen Ostien als die Erwachsenen (7,5%). In der Literatur konnten bis dato keine Studien mit kieferorthopädischen Patienten gefunden werden, die Obstruktionen des Ostiums im Sinus maxillaris befundeten und gleichzeitig unterschiedliche Altersgruppen untersuchten.

Carmeli et al. (2010) konnten bei 280 CT-Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, verschlossene Ostien zu 15% bestätigen und beschrieben ähnliche Prävalenzen wie bei beiden Altersgruppen aus der vorliegenden Arbeit.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein. Besonders bei Jugendlichen ($13,73 \pm 4,07$ Jahre) sollte die Befundung der Ostien berücksichtigt werden, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit konnte bei kieferorthopädischen Jugendlichen (26,7%) und bei kieferorthopädischen Erwachsenen (34,2%) kein signifikanter Unterschied bezüglich des Vorkommens der Conchae bullosa media ermittelt werden. In Studien mit kieferorthopädischen Patienten wurde der Nachweis einer Concha bullosa bis dato nur bei Pliska et al. (2011) erfasst. Pliska und Mitarbeiter stellten auch keinen signifikanten Unterschied zwischen verschiedenen Altersgruppen fest.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.2.3. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit vom Geschlecht

In der vorliegenden Arbeit wurden mithilfe von DVT-Aufnahmen verschattete Kieferhöhlen bei männlichen Patienten zu 77,4% und bei weiblichen Patienten zu 59,96% befundet. Die Männer wiesen höhere Prävalenzen von nicht physiologischen Kieferhöhlen auf. In der Literatur wurden bis dato keine weiteren Studien mit Patienten zwischen beiden Geschlechtern gefunden, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen befundeten.

Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt waren, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A und 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009).

Die Ergebnisse aus der Studie von Nair (2009) sind, trotz des unterschiedlichen Patientengutes und der CT-Technik, mit den hohen Prävalenzen bei beiden Geschlechtern zu vergleichen. Sie bestätigen, dass die Befundung des Sinus maxillaris, besonders bei männlichen Patienten, zu berücksichtigen ist und DVT-Aufnahmen aufgrund der reduzierten Strahlenbelastung mit einem FOV von 13cm x 16cm zu empfehlen sind.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) hat bei männlichen Patienten (76,8%) höhere Prävalenzen von nicht physiologischen Schleimhautformen (Stadium 2 bis 5) als bei weiblichen Patienten (59,95%) festgestellt. Ritter et al. (2010) konnten mit ihren Befundungen bei 1029 DVT-Scans 56,3% Schleimhautverdickungen und -veränderungen im Sinus maxillaris befunden und auch einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern ermitteln. Auch hier hatten die männlichen Patienten höhere Prävalenzen von Sinusbefunden als weibliche Patienten.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 bei beiden

Geschlechtern starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde bei männlichen Patienten zu 52,3% und bei weiblichen Patienten zu 43,07% befundet.

Smith und Mitarbeiter erhoben im CT zu 50% eine Sinusitis maxillaris bei Patienten für implantologische Behandlungsplanungen. Sobald die Schleimhaut sich über den knöchernen Boden der Kieferhöhle verdickte, war die Befundung als eine Sinusitis maxillaris zu befunden. In dieser Studie war auch eine höhere Prävalenz von Kieferhöhlenbefunden bei männlichen (62,8%) als bei weiblichen Patienten (41,8%) zu sehen (Smith et al. 2010). Pazera et al (2010) erhoben im DVT bei 134 kieferorthopädischen Patienten zu 23,7% Schleimhautverdickungen mit mehr als 1mm im Sinus maxillaris. Er und seine Mitarbeiter konnten keinen statistisch signifikanten Unterschied in Abhängigkeit des Geschlechts feststellen.

Beide Studien wiesen anderes Patientengut und unterschiedliche Methoden der Millimetermessungen auf und somit konnte kein Vergleich mit der vorliegenden Arbeit bei beiden Geschlechtern durchgeführt werden.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Schleimhautverdickung aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 1 bei beiden Geschlechtern starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Die männlichen Patienten wiesen bei der Befundung der verschlossenen Ostien eine Prävalenz von 15,2% und weibliche Patienten 10,2% auf. In der Literatur wurden keine weiteren Studien gefunden, die verschlossene Ostien der Kieferhöhlen in beiden Geschlechtern untersuchten. Carmeli et al. (2010) konnten bei 280 CT-Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, verschlossene Ostien zu 15% bestätigen und sind den Prävalenzen aus der vorliegenden Arbeit sehr ähnlich.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein. Besonders bei männlichen Patienten sollte die Befundung der Ostien berücksichtigt werden, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

Bei der Befundung von der Concha bullosa media bestand ein signifikanter Unterschied ($p < 0.005$) zwischen weiblichen Patienten (39,3%) und männlichen Patienten (30,4%). Die weib-

lichen Patienten wiesen höhere prozentuale Prävalenzen einer Concha Bullosa media auf. Auch die Studie von Subramanian et al. (2005) bestätigte, dass weibliche Patienten höhere Prävalenzen von Concha bullosa hatten als Männer.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.2.4. Kieferhöhlenbefunde bei Implantatplanung

In der vorliegenden Arbeit wurden mithilfe von DVT-Aufnahmen 74,6% verschattete Kieferhöhlen bei Oberkieferimplantatpatienten befundet. In der Literatur wurden bis dato keine weiteren Studien mit den gleichen Patienten gefunden, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen verwendeten. Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt sind, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A & 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009).

Die Ergebnisse der genannten Studie sind, trotz des unterschiedlichen Patientengutes und der CT-Technik, mit dem Wert aus der vorliegenden Studie zu vergleichen. Die hohen Prävalenzen der Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009) bestätigen, dass im Rahmen der implantologischen Behandlungsplanung die Befundung des Sinus maxillaris zu berücksichtigen ist und DVT-Aufnahmen aufgrund der reduzierten Strahlenbelastung mit einem FOV von 13cm x 16cm zu empfehlen sind.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) erhob bei Oberkieferimplantatpatienten 74,6% nicht physiologische Schleimhautveränderungen (Stadium 2 bis 5).

In der Literatur gab es keine Studien, die eine ähnliche Klassifikation der Form und der Veränderung der Schleimhaut im Sinus maxillaris befundeten und das gleiche Patientengut aufwiesen (Cha et al. 2007, Smith et al. 2010, Pelinsari et al. 2011, Baciut et al. 2012).

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde zu 51,4% bei Oberkieferimplantatpatienten befundet. Cha und Mitarbeiter ermittelten bei 169 DVT-Scans von implantologischen Patienten 26,6% Nebenbefunde in den oberen Atemwegen. Die Parameter

bestanden hier aus: Schleimhautverdickungen von mehr als 3mm, Entzündungen, verschlossene Sinus, retinierte Zysten, polypöse Sinus und Nasenscheidewandkrümmungen (Cha et al. 2007). Aufgrund der unterschiedlichen Parameter konnte kein Vergleich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit gezogen werden. Die Studie von Pelinsari et al. (2011) stellte bei 500 DVT-Scans für implantologischer Behandlungsplanung zu 54,8% (<3mm) und zu 62,6% (>3mm) Schleimhautverdickungen im Sinus maxillaris fest. Smith und Mitarbeiter erhoben im CT zu 50% eine Sinusitis maxillaris bei Patienten für implantologischer Behandlungsplanungen. Sobald die Schleimhaut sich über den knöchernen Boden der Kieferhöhle verdickte, war die Befundung als eine Sinusitis maxillaris zu befunden (Smith et al. 2010). Die beiden zuletzt genannten Studien wiesen das gleiche Patientengut und ähnliche Ergebnisse wie in der vorliegenden Arbeit auf.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Verdickung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 1 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Die Oberkieferimplantatpatienten wiesen bei der Befundung der verschlossenen Ostien eine Prävalenz von 5,4% auf. Cha und Mitarbeiter waren die einzigen mit implantologischen Patientengut, die bei Nebenbefundungen für die oberen Atemwege, die Obstruktion der Sinusitiden als zusätzlichen Parameter mit beurteilten (Cha et al. 2007). Aber die Befundung von Cha und Mitarbeiter bestand aus mehreren unterschiedlichen Parametern und die Ergebnisse konnten nicht wirklich mit der vorliegenden Studie verglichen werden.

Carmeli et al. (2010) konnten bei 280 CT-Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, verschlossene Ostien zu 15% bestätigen und haben höhere Prävalenzen als in der vorliegenden Arbeit.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer implantologischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit konnten bei Oberkieferimplantatpatienten 37,9% Conchae bullosa media der mittleren Nasenmuscheln befundet werden.

In Studien mit implantologischen Patientengut wurde der Nachweis einer Concha bullosa bis dato nur bei Smith et al. (2011) zu 67,5% beurteilt. Im Vergleich zu weiteren Studien, die aus anderen Indikationen drei dimensionale Aufnahmen vom osteomeatalen Komplex rekonstruie-

ren ließen, wurden ähnliche und höhere Prävalenzen von der Concha bullosa media erhoben (Bremke et al. 2009, Nair 2009, Farid et al. 2010).

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer implantologischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.2.5. Kieferhöhlenbefunde bei HNO-Diagnostik

In der vorliegenden Arbeit wurden mithilfe von DVT-Aufnahmen 76,7% verschattete Kieferhöhlen bei HNO-Patienten befundet. Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt waren, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A & 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009). Die Prävalenzen aus der vorliegenden Arbeit und der genannten Studie sind zu vergleichen. Die hohen Prävalenzen der Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009) bestätigen, dass im Rahmen der HNO-ärztlichen Behandlungsplanung die Befundung des Sinus maxillaris zu empfehlen ist und DVT-Aufnahmen, aufgrund der reduzierten Strahlenbelastung, mit einem FOV von 13cm x 16cm angewendet werden sollten.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) erhob bei HNO-Patienten zu 76,25% nicht physiologische Schleimhautveränderungen (Stadium 2 bis 5). Ritter et al. (2010) konnten mit ihren Befundungen bei 1029 DVT-Scans 56,3% Schleimhautverdickungen und -veränderungen im Sinus maxillaris ermitteln. Auch Deeb et al. (2010) konnten bei der Hälfte der 50 Patienten mit chronischer Rhinosinusitis mit MSCT-Technik pathologische Sinusbefunde feststellen. In einer weiteren Studie bei CT- Aufnahmen von 174 Patienten mit akuter Sinusitis maxillaris konnten zu 70% Veränderungen in der Kieferhöhle befundet werden (Hansen et al. 2010). Diese Studien wiesen das gleiche Patientengut auf, aber haben andere prozentuale Prävalenzen erhoben als in der vorliegenden Arbeit. Das hängt damit zusammen, dass unterschiedliche und mehrere Parameter für die Befundung verwendet wurden.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli und Mitarbeiter (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde zu 63,9% bei HNO-Patienten befundet. In der Literatur wurden keine Studien mit HNO-Patienten und

Schleimhautverdickungen mit Millimeterangaben im Sinus maxillaris gefunden. Carmeli et al. (2010) konnten in ihrer Arbeit bei 202 CT-Scans, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, beim Ausmaß der Schleimhautverdickungen zu 68,8% Verdickungen über 5mm (Stadium 2 bis 5) bestätigen. Obwohl das Patientengut unterschiedlich ist, konnten ähnliche Prävalenzen festgestellt werden.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Schleimhautverdickung aus der Studie von Carmeli und Mitarbeiter (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 1 starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Die HNO-Patienten wiesen bei der Befundung der verschlossenen Ostien eine Prävalenz von 18,75% auf. In der Literatur wurden keine Studien mit HNO-Patienten und der Befundung des Ostiums im Sinus maxillaris gefunden. Carmeli et al. (2010) konnten bei 280 CT-Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Indikationen angefertigt wurden, verschlossene Ostien zu 15% bestätigen und haben, trotz unterschiedlichen Patientenguts, ähnliche Prävalenzen, wie in der vorliegenden Arbeit.

Die Prävalenz in dieser Patientengruppe ist am höchsten im Vergleich zu allen anderen Patientengruppen in der vorliegenden Arbeit. Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer HNO-ärztlichen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit konnte bei HNO-Patienten zu 41,7% eine Concha bullosa media der mittleren Nasenmuscheln befundet werden. Nair (2009) wies in seiner Studie mit 240 Patienten, die eine chronische Sinusitis hatten, zu 31,1% eine Concha bullosa der Nasenmuscheln im CT auf. Auch Farid et al. (2010) konnten bei 67 Patienten, die entweder Mund- oder Nasenatmer waren, zu 47,8% eine Concha bullosa media feststellen.

Die hohen Prävalenzen der Concha bullosa media in der vorliegenden Arbeit sind mit den genannten Studien sehr ähnlich. Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer HNO-ärztlichen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.2.6. Kieferhöhlenbefunde in Abhängigkeit der Befundung

Die Klassifikationen der Verschattungsgrade nach Nair (siehe 3.1.3.1) wurden mit der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli (3.1.3.2) verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass kein signifikanter Unterschied ($p=0.922$) zwischen den beiden Befundungen besteht und somit gleichermaßen für die Befundung von Kieferhöhlen geeignet sind. Die Befundung nach Nair hatte 68,2% verschattete Kieferhöhlen (Grade II bis IV) und die Befundung nach Carmeli hatte 67,8% Schleimhautveränderungen (Stadien 2 bis 5).

Nair (2009) zeigte in seiner Studie mit CT-Aufnahmen in beiden Patientengruppen, die nach dem Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt waren, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A & 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009). Diese Prävalenzen sind mit den Ergebnissen aus der vorliegenden Studie, die 68,2% verschattete Kieferhöhlen in DVT-Aufnahmen aus unterschiedlicher Indikation befundete, zu vergleichen. Somit wird deutlich, dass diese Klassifikation nach Nair (2009) einfach, prägnant und bei unterschiedlichem Patientengut anzuwenden ist. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16 cm sind zu empfehlen.

Carmeli et al. (2010) haben in ihrer Studie bei 280 CT-Scans die Klassifikation der Schleimhautveränderung im Sinus maxillaris befundet. Sie ermittelten für die Stadien 2 bis 5 eine Prävalenz von 36,1%. In der vorliegenden Arbeit wurden bei der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) 67,8% bei den Stadien 2 bis 5 erhoben. Der Unterschied besteht darin, dass Carmeli in seiner Studie 10,4% im Stadium 3 befundete und in der vorliegenden Arbeit wurden 41,9% im Stadium 3 nachgewiesen. Diese hohe Differenz der beiden Prävalenzen zeigte, dass das Stadium 3 mit der Definition „Unregelmäßige Verdickung und/oder Unterbrechungen der Kieferhöhlenschleimhaut“ in der Studie von Carmeli anders beurteilt wurde als in der vorliegenden Arbeit. In der vorliegenden Arbeit wurde jegliche Erhebung der Schleimhaut, die unregelmäßig oder mehr als zwei Rundungen aufwies, als Stadium 3 bezeichnet. Diese Klassifikation zeigt, dass das subjektive Befunden einen größeren Einfluss hat als bei der Klassifikationen der Verschattungsgrade nach Nair (2009).

5.2.7. Kieferhöhlenbefunde bei Mund- und Nasenatmern

In der vorliegenden Arbeit wurde mithilfe von DVT-Aufnahmen verschattete Kieferhöhlen bei Mundatmer zu 70,4% und bei Nasenatmer zu 61,7% befundet. Ein signifikanter Unterschied konnte zwischen Mund- und Nasenatmer nicht festgestellt werden. In der Literatur wurden bis dato keine weiteren Studien mit kieferorthopädischen Patienten in Abhängigkeit der Atmung gefunden, die ähnliche Klassifikationen von Verschattungen in Kieferhöhlen verwendeten. Nair (2009) zeigt in seiner Studie mit CT-Aufnahmen bei zwei Patientengruppen, die nach dem

Schweregrad der Symptome einer chronischen Rhinosinusitis eingeteilt sind, dass über die Hälfte der Patienten (51,8% Gruppe A und 73,6% Gruppe B) nicht physiologische Kieferhöhlenbefunde (Grade II bis IV) aufwiesen (Nair S. 2009).

Die Ergebnisse aus der Studie von Nair (2009) sind, trotz des unterschiedlichen Patientengutes und der CT-Technik, mit den Prävalenzen von Mund- und Nasenatmer zu vergleichen und bestätigen, dass im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung, unabhängig von der Atmung, die Befundung des Sinus maxillaris zu berücksichtigen ist. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend.

Die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) hat bei Mundatmer zu 70,4% und bei Nasenatmer zu 61,7% nicht physiologische Schleimhautveränderungen (Stadium 2 bis 5) festgestellt. Ein signifikanter Unterschied konnten zwischen den beiden Patientengruppen nicht nachgewiesen werden. Hier gab es keine Studien, die kieferorthopädische Patienten mit einer ähnlichen Klassifikation der Form und der Veränderung der Schleimhaut im Sinus maxillaris befundeten und gleichzeitig zwischen Mund- und Nasenatmer unterschieden (Cha et al. 2007, Pazera et al. 2010, Pliska et al. 2011).

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Formveränderung der Schleimhaut aus der Studie von Carmeli und Mitarbeiter (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 3 bei Mund- und Nasenatmer starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund von subjektiven Befunden und des unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung über 5mm (Stadium 2 bis 5) wurde bei Mundatmer zu 42,1% und bei Nasenatmer zu 26,6% befundet. Kein signifikanter Unterschied konnte zwischen beiden Patientengruppen ermittelt werden. Farid et al. (2010) erhob im DVT bei 67 Patienten (10 bis 15 Jahren) zu 53,7% Schleimhautverdickungen mit mehr als 2mm im Sinus maxillaris. Er und seine Mitarbeiter konnten statistisch signifikant häufiger Kieferhöhlenbefunde bei Mundatmer (64,5%) als bei Nasentamer (28%) feststellen. Die Klassifikation der Schleimhautverdickungen mit den Millimeterbegrenzungen wurde aber mit anderen Parametern vermischt, weshalb ein Vergleich zwischen den Studien als schwierig erscheint.

Werden die Prävalenzen von der Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) aus der vorliegenden Arbeit mit den Ergebnissen der Schleimhautverdickung aus der Studie von Carmeli et al. (2010) verglichen, gibt es besonders im Stadium 1 bei Mund- und Nasenatmer starke Differenzen. Diese Differenzen lassen sich aufgrund unterschiedlichen Patientengutes begründen.

Die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) ist als definierte, gut reproduzierbare Methode zu empfehlen, um in Zukunft Studien, bei denen Millimetermessungen im Vordergrund stehen, besser miteinander vergleichen zu können. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind für diese Klassifikation ausreichend.

Die Mundatmer (29,6%) hatten eine höhere prozentuale Prävalenz von verschlossenen Ostien als die Nasenatmer(15,6%).

In der Literatur konnte bis dato keine Studien mit kieferorthopädischen Patienten gefunden werden, die Obstruktionen des Ostiums im Sinus maxillaris befundeten und gleichzeitig zwischen Mund- und Nasenatmer unterschieden. Farid et al. (2010) haben die Befundung der Ostien nicht untersucht, aber sind der Meinung, dass die Obstruktion des Sinus maxillaris zur Kieferhöhlenentzündung führen. Serter et al. (2010) wiesen auch darauf hin, dass Zusammenhänge zwischen kompletter oder teilweiser Verstopfung der Nasennebenhöhlen und der Mundatmung bestehen (Serter et al. 2010).

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Ostien integriert sein. Besonders bei Mundatmer sollte darauf geachtet, weil der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris eine Sinusitis verursachen kann. DVT-Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen vollständig zu erfassen.

In der vorliegenden Arbeit konnte bei Mundatmer (20,4%) und bei Nasenatmer (31,25%) kein signifikanter Unterschied bei der Befundung der Conchae bullosa media der mittleren Nasenmuscheln ermittelt werden. Farid et al. (2010) haben mit CT-Aufnahmen bei 67 Kindern die Concha bullosa media (47,8%) befundet. Sie stellten fest, dass die Concha bullosa media signifikant häufiger bei Mundatmer als bei Nasenatmer auftraten. Farid und Mitarbeiter begründeten das häufigere Auftreten der Concha bullosa media damit, dass der Nasenwiderstand erhöht wird und die Kinder auf die Mundatmung wechseln (Farid et al. 2010). Mit der vorliegenden Arbeit konnten keine vergleichbaren Prävalenzen erhoben werden. Das Problem lag darin, dass Farid et al. (2010) in ihrer Studie nicht erwähnten, ab welcher Größe eine pneumatisierte Concha nasalis media als eine Concha bullosa media definiert wurde.

Ist ein DVT ohnehin im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung indiziert, sollte die Befundung der Concha nasalis media integriert sein, um eine Concha bullosa ausschließen zu können. DVT- Aufnahmen mit einem FOV von 13cm x 16cm sind ausreichend, um die Kieferhöhlen und das osteomeatale Komplex vollständig zu erfassen.

5.3. Schlussfolgerungen

In der Implantologie ist die dentale Volumentomographie seit längerer Zeit als röntgenologisches Diagnostikmittel verbreitet. In der vorliegenden Arbeit konnten die Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009), die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010), die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010) und das Vorkommen der Concha bullosa media bestätigen, dass bei OK-Implantat-Patienten im Bereich des Sinus maxillaris hohe prozentuale Prävalenzen von Nebenbefunden vertreten waren.

In der HNO-Diagnostik ist die Nutzung des DVT, trotz eindeutiger Vorteile, noch nicht sehr verbreitet. Das DVT-Verfahren ist in diesem Bereich nicht sehr bekannt und wird primär für Fragestellungen aus der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie und der Implantologie angewendet. Zudem ist es leider sehr unüblich, dass Überweisungen für radiologische Diagnostik von der Medizin zur Zahnmedizin stattfinden.

In der vorliegenden Arbeit konnten die Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009), die Klassifikation der Schleimhautveränderung nach Carmeli et al. (2010), die Klassifikation der Schleimhautverdickung nach Carmeli et al. (2010), der Verschluss der Ostien und das Vorkommen der Concha bullosa media bestätigen, dass bei HNO-Patienten im Bereich des Sinus maxillaris hohe prozentuale Prävalenzen von zufälligen HNO-Befunden bzw. zahnärztlichen Nebenbefunden vorhanden waren. Schon allein wegen der reduzierten Strahlenbelastung und den hohen Prävalenzen von pathologischen Befunden im Bereich des Sinus maxillaris sollte auch in der HNO-Diagnostik das DVT vermehrt eingesetzt werden. Da die Kieferhöhlen und der osteomeatale Komplex mit einem FOV 13cm x 16cm vollständig erfasst werden, ist eine interdisziplinäre Befundung mit nur einer einzigen Aufnahme möglich. Die Ergebnisse der einschlägigen Literatur bestätigen zudem die geringe Strahlenbelastung von <100 µSv.

In der Literatur wird die Nutzung der DVT im Rahmen der kieferorthopädischen Diagnostik häufig emotional und wenig wissenschaftlich diskutiert. In der vorliegenden Arbeit konnten wie bei den OK-Implantat-Patienten und HNO-Patienten sehr ähnliche und auch hohe Prävalenzen erhoben werden. Daher erscheint es notwendig und sinnvoll, die Kieferhöhlen und den osteomeatalen Komplex mit zu befunden. Die zahlreichen Zusammenhänge zwischen den nasopharyngealen Atemwegen und dem kraniofazialen Komplex erfordern, dass die Hals-, Nasen-, Ohren-Heilkunde eng mit der Kieferorthopädie zusammen arbeiten sollte. Auch hier hat sich das DVT mit einem FOV von 13cm x 16cm bewährt.

Bei männlichen Patienten wurden höhere Prävalenzen von Nebenbefunden im Bereich des Sinus maxillaris als bei Frauen erhoben. Die Frauen hatten nur bei der Befundung der Concha bullosa media höhere Ergebnisse. Kieferorthopädische Jugendliche und Mundatmer wiesen eher verschlossene Ostien auf.

Die Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009) hat sich als beste Methode für die Befundung bzw. Nebenbefundung des Sinus maxillaris herauskristallisiert. Diese Klassifikation ist einfach und in kurzer Zeit reproduzierbar anzuwenden. In der Studie von Nair (2009) konnten ähnliche Prävalenzen wie in der vorliegenden Studie erhoben werden. Die Ergebnisse bestätigten, dass die Erhebung der unterschiedlichen Verschattungsgrade auch bei verschiedenen Patientengruppen sinnvoll angewendet werden konnte. In der vorliegenden Studie ergab die Klassifikation der Schleimhautveränderungen nach Carmeli et al. (2010) ähnliche Ergebnisse wie die Klassifikation der Verschattungsgrade nach Nair (2009), aber im Vergleich zur Studie von Carmeli et al. (2010) wurden insbesondere im Stadium 3, aufgrund subjektiv unterschiedlicher Einschätzung dieses Stadiums, größere Differenzen sichtbar.

Des Weiteren wäre die Berücksichtigung der Ostien und einer Concha bullosa media bei der routinemäßigen Befundung der Nebenhöhlen im Rahmen einer kieferorthopädischen Behandlungsplanung zu empfehlen. Der Verschluss des Ostiums im Sinus maxillaris könnte eine Sinusitis verursachen und eine Concha bullosa media kann zur Entwicklung weiterer pathologischer Prozesse beisteuern. Die mittlere Nasenmuschel sollte möglichst erhalten bleiben, weil sie mit dem Riechepithel bedeckt ist und als Strömungskörper für die Belüftung der Stirn- und Kieferhöhle und für die Riechspalte dient.

Sowohl in der vorliegenden Arbeit als auch in zahlreichen anderen Studien konnte eine hohe Prävalenz von Befunden in der Nasenhöhle und im Sinus maxillaris nachgewiesen werden. Daher verwundert es sehr, dass diese Zusammenhänge selbst in den jüngsten europäischen SEDENTEXCT-Richtlinien keinerlei Würdigung erfahren. So wie die HNO-Heilkunde Berührungspunkte zur Zahnheilkunde zeigt, scheint dies auch umgekehrt der Fall zu sein. Die politische Abgrenzung der einzelnen medizinischen Disziplinen sollte jedoch nicht zu Lasten des Patienten gehen, indem jede Disziplin auch zukünftig weiter seine „eigenen“ Röntgenbilder anfertigt.

6. Zusammenfassung

Die dentale Volumetomographie (DVT) erhielt in den letzten Jahren zunehmend Einzug in die klinische Diagnostik im Bereich der Implantologie, Oralchirurgie, Parodontologie und Kieferorthopädie. Die rechtfertigenden Indikationen in der Kieferorthopädie bezogen sich bisher meistens auf selektive Einzelsymptome und weniger auf eine qualitätsorientierte umfassende Diagnostik zur kieferorthopädischen Behandlungsplanung. DVT-Studien zur Prävalenz von therapeutisch relevanten Nebenbefunden im Bereich der Nasen- und Kieferhöhle sind bisher selten. Ziel dieser Studie war es, die Kieferhöhlen verschiedener Patientengruppen im DVT zu befunden, um einerseits die Prävalenz pathologischer Nebenbefunde zu erheben und andererseits verschiedene Klassifikationen im Hinblick auf eine möglichst einfache und zuverlässige Befundung zu untersuchen.

Insgesamt wurden DVTs von 960 Kieferhöhlen bei 480 Patienten befundet, die in einem dentalradiologischen Institut aus kieferorthopädischer, implantologischer oder HNO-ärztlicher Indikation angefertigt wurden. Zur Bestimmung der Prävalenz von Befunden bzw. Nebenbefunden im Bereich des Sinus maxillares wurde in den Subgruppen „Kieferorthopädie“, „Implantologie“ und „HNO“ das Ausmaß der Verschattungen nach Nair (2009), die Formveränderungen der Schleimhaut nach Carmeli et al. (2010), die Schleimhautverdickungen nach Carmeli et al. (2010), der Verschluss des Ostium und das Vorkommen einer Concha bullosa media erhoben. Neben dem Vergleich der Befundungsmethoden wurden die Ergebnisse auch geschlechtsabhängig ausgewertet. Die kieferorthopädischen Patienten wurden zusätzlich in zwei Altersgruppen (Jugendliche/Erwachsene) unterteilt und 91 Patienten der kieferorthopädischen Jugendlichen nochmals nach Mund- bzw. Nasenatmer differenziert.

In der kieferorthopädischen Patientengruppe lag die Prävalenz von verschatteten Kieferhöhlen bei 60,8%, von Formveränderungen der Schleimhaut bei 60,2%, von Schleimhautverdickungen >5mm bei 36,7%, verschlossener Ostien bei 12,6% und einer Concha bullosa media bei 30,4%. Die HNO-Patienten und die Implantatpatienten zeigten ähnliche Prävalenzen auf, außer bei der Schleimhautverdickung von >5mm, hier hatten die Implantatpatienten eine Prävalenz von 51,4%. Bei den männlichen Patienten wurden, außer bei der Befundung der Concha bullosa media, immer höhere Prävalenzen als bei den Frauen erhoben. In der kieferorthopädischen Gruppe wiesen die Jugendlichen (17,5%) eine höhere Prävalenz von verschlossenen Ostien auf, als die Erwachsenen (7,5%). Bei allen anderen Befundungsparametern wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Altersgruppen gefunden. Der Vergleich zwischen Mund- und Nasenatmern ergab, dass Mundatmer mit 29,6% signifikant ($p=0.041$) häufiger ein geschlossenes Ostium aufwiesen als Nasenatmer (15,6%). Das Ausmaß der Verschattungen nach Nair (2009) und die Formveränderung der Schleimhaut nach Carmeli et al. (2010) wiesen in diesem Vergleich keine signifikant unterschiedlichen Prävalenzen auf. Verglichen mit den

Daten aus der Literatur, hat sich die Klassifikation nach Nair (2009) als praktikabelste und zuverlässigste Befundungsmethode bewiesen.

Insgesamt wurden bei allen Patientengruppen hohe Prävalenzen von Befunden bzw. Nebenbefunden festgestellt. Die Befundungsmethode nach Nair (2009) wird zur routinemäßigen klinischen Anwendung empfohlen. Der Ausschluss von therapeutisch relevanten Nebenbefunden im Bereich der Nasen- und Kieferhöhlen stellt aufgrund der hohen Prävalenz eine rechtfertigende Indikation für die Anfertigung eines DVT im Rahmen der qualitätsorientierten, umfassenden kieferorthopädischen Behandlungsplanung dar. Die DVT-Diagnostik in der Kieferorthopädie erfordert ein mittleres bzw. großes Field of View (FOV). Somit ergibt sich für die Zukunft eine interessante Synergie für die Zahnmedizin und HNO-Heilkunde. Entsprechende DVT-Aufnahmen könnten von beiden Disziplinen sinnvoll verwendet werden. Dies wiederum könnte dann die Anzahl der aus HNO-ärztlicher Indikation angefertigten CT-Aufnahmen deutlich reduzieren. In welchem Umfang sich das auf die Reduktion der durchschnittlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung auswirkt, müssen weitere Studien zeigen.

7. Abstract

In recent years the cone beam computer tomography (CBCT) has received increasing importance for clinical diagnostic in the field of implantology, oral surgery, periodontology and orthodontics. In the past, the justified indications in orthodontics have mostly been related to single indications rather than on a comprehensive diagnosis for orthodontic treatment planning. CBCT studies on the prevalence of therapeutically relevant incidental findings in the nasal cavity and maxillary sinus are rare. The aim of this study was to evaluate the maxillary sinuses in CBCT of different patient groups to answer two questions:

- a) What is the prevalence of pathological findings in the nasal cavity and maxillary sinus?
- b) Which diagnosis method is clinically suitable to evaluate the nasal cavity and maxillary sinus in a specific and reliable way?

A total of 960 maxillary sinuses were diagnosed in CBCT of 480 patients. All CBCT were created by MESANTIS (3D Dental Imaging Center) for orthodontic, implantological or ENT reasons. To determine the prevalence of findings or incidental findings in the maxillary sinus the degree of opacity acc. to Nair (2009), the mucosal thickening of appearance acc. to Carmeli et al. (2010), thickening of the mucosa acc. to Carmeli et al. (2010), the obstructed ostium and the presence of a concha bullosa media was evaluated in the subgroups of "orthodontics", "implant" and "ENT". The results were also analyzed according to gender. In addition, the orthodontic patients were also divided into two age groups (adolescents/adults) and 91 adolescents of the orthodontics were further divided in mouth or nose breathers.

In the orthodontic group the prevalence of maxillary sinus with opacities was 60.8%, 60.2% mucosal findings, 36.7% mucosal thickening >5mm, 12.6% obstructed ostium and 30.4% of concha bullosa media. The ENT patients and implant patients showed similar prevalence, except for mucosal thickening (>5mm), the implant patients presented a prevalence of 51.4%. The male patients showed always significantly higher prevalence when compared with the female group. Only the concha bullosa media was diagnosed more often in female patients. In the orthodontic group the adolescents (17.5%) showed a higher prevalence of an obstructed ostium when compared with the adult group (7.5%). For all other parameters no significant differences were detectable between the two age groups. The comparison between mouth and nasal breather showed that mouth breather had with 29.6% ($p=0.041$) a significantly higher prevalence for an obstructed ostium than nasal breather (15.6%). In this study the comparison of the degree of sinus opacity acc. to Nair (2009) and the stages of mucosal thickening acc. to Carmeli et al. (2010) presented no significant differences. Compared with the data from the literature the classification of Nair (2009) has been emerged as a practical and reliable method.

In conclusion, all patients groups showed a high prevalence of findings or incidental findings in the nasal cavity and/or maxillary sinus. The classification by Nair (2009) is recommended for

routine clinical application. The exclusion of therapeutically relevant incidental findings in the nasal cavity and maxillary sinus is due to the high prevalence a justified indication for a CBCT in a comprehensive orthodontic treatment planning protocol. CBCT in orthodontic requires a medium or large field of view (FOV). Thus, in the future there might be an interesting synergy for dentistry and ENT. Corresponding CBCT images could be used effectively by both disciplines. This in turn could then significantly reduce the number of medical CT which is usually ordered by ENT doctors. Further studies should investigate to what extent the average medical radiation dose of the population can be reduced because of such a synergy.

8. Literaturverzeichnis

1. Aboudara CA, Hatcher D, Nielsen IL, Miller A. A three-dimensional evaluation of the upper airway in adolescents. *Orthodontics & Craniofacial Research* 2003; 6 Suppl 1:173-175.
2. Abrahams JJ, Glassberg RM. Dental disease: a frequently unrecognized cause of maxillary sinus abnormalities? *AJR Am J Roentgenol.* 1996 May;166(5):1219-23.
3. Agency for Health Care Research and Quality. Management of Allergic and Nonallergic Rhinitis. AHRQ publication no 02-E023, May 2002:p.9.
4. Al Bourney M. (1999). Verwendung des Fernröntgenseitenbildes des Kopfes und des Orthopantomogramms zur metrischen Analyse des Schädels in der Kieferorthopädie. Eine vergleichende Studie in Poliklinik für Kieferorthopädie. Justus-Liebig-Universität:Gießen.
5. Alho OP. Nasal airflow, mucociliary clearance, and sinus functioning during viral cold: effect of allergic rhinitis and susceptibility to recurrent sinusitis. *American journal of Rhinology* 2004;18:349-55.
6. Almog DM, Lamar J, Lamar FR, Lamar F. Cone beam computerized tomography-based dental imaging for implant planning and surgical guidance, Part 1: Single implant in the mandibular molar region. *J Oral Implantol* 2006;32:77-81.
7. Alves M Jr, Baratieri C, Nojima LI, Nojima MC, Ruellas AC. Three-dimensional assessment of pharyngeal airway in nasal- and mouth-breathing children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011 Sep;75(9):1195-9.
8. Alves PV, Zhao L, O'Gara M, Patel PK, Bolognese AM. Three-dimensional cephalometric study of upper airway space in skeletal class II and III healthy patients. *J Craniofac Surg.* 2008 Nov;19(6):1497-507.
9. Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28(4):245-8.
10. Arisan V, Karabuda ZC, Özdemir T. Accuracy of two stereolithographic guide systems for computer-aided implant placement: a computer-based clinical comparative study. *J Periodontol* 2010;81:43-51.
11. Avrahami E, Frishman E, Weiss-Peretz. CT evidence of mucosal thickening in the maxillary antra in patients with nasopharyngeal carcinoma. *J.AJNR Am J Neuroradiol.* 1991 Mar-Apr;12(2):275-8.
12. Baciut M, Hedesiu M, Bran S, Jacobs R, Nackaerts O, Baciut G. Pre- and postoperative assessment of sinus grafting procedures using cone-beam computed tomography com-

pared with panoramic radiographs. *Int J Oral Implants Res.* 2012 Jan 6. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02408.x.

13. Ballanti F, Lione R, Fiaschetti V, Fanucci E, Cozza P. Low-dose CT protocol for orthodontic diagnosis. *Eur J Paediatr Dent.* 2008;9:65-70.
14. Baumgaertel S, Palomo JM, Palomo L, Hans MG. Reliability and accuracy of cone-beam computed tomography dental measurements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:19-28.
15. Baumgärtel. Kieferorthopädische Implantologie – wie kleine Schraubchen die moderne Kieferorthopädie verändern. *ZMK, Jg. 27, Ausgabe 10, Oktober 2011.*
16. Behrbohm H, Tardy ME. Funktionell-ästhetische Chirurgie der Nase. *Septorhinoplastik.* Stuttgart, Thieme, 2004.16ff.
17. Behrbohm H. Die Problematik der Rhinosinusitis in der Implantologie. *Implantaologie* 2010;7;14-16.
18. Benson V, Marano MA. Current Estimates from the National Health Interview Survey, 1995. *Vital Health Stat* 10.1998 Oct;(199):1-428.
19. Berg O, Carenfelt C, Rystedt G, Anggard A; 1986; Occurrence of asymptomatic sinusitis in common cold and other ENT-infections; *Rhinology.* 1986;24:223-5.
20. Berghaus A. Chronic inflammation of the upper airways. Operation instead of antibiotic. *MMW Fortschr Med* 2005;147(39):27.
21. Bhattacharyya N, Fried M. The Accuracy of Computed Tomography in the Diagnosis of Chronic Rhinosinusitis. *Laryngoscope* 2003;113:125–129.
22. Bjerklin K, Ericson S. How a computerized tomography examination changed the treatment plans of 80 children with retained and ectopically positioned maxillary canines. *Angle Orthod.* 2006 Jan;76(1):43-51.
23. Blake FAS, Blessmann M, Pohlenz P, Heiland M. A new imaging modality for intraoperative evaluation of sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2008;37:183-185.
24. Böheim K. Die Bedeutung der Computertomographie für die funktionelle endonasale Nasennebenhöhlenchirurgie. *VBDO – Verband für Bildgebende Diagnostik Österreich, Dez. 1998;2;S.3.*
25. Bolger WE, Butzin CA, Parson DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and mucosal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope* 1991;101:56-64.

26. Bomeli SR, Branstetter BF 4th, Ferguson BJ. Frequency of a dental source for acute maxillary sinusitis. *Laryngoscope*. 2009 Mar;119(3):580-4.
27. Bornstein MM, Pazera P, Katsaros C. The use of three-dimensional reconstructions in the diagnosis of impacted teeth. In: Daskalaki A, editor. *Informatics in Oral Medicine: Advanced Techniques in Clinical and Diagnostic Technologies*. Hershey: Medical Information Science Reference; 2010.171–81.
28. Bornstein MM, Wasmer J, Sendi P, Janner SF, Buser D, von Arx T. Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane and apical bone in maxillary molars referred for apical surgery: a comparative radiographic analysis using limited cone beam computed tomography. *J Endod*. 2012 Jan;38(1):51-7.
29. Bousquet F, Joyard M. Surgical navigation for implant placement using transtomography. *Clin Oral Implants Res* 2008;19:724-730.
30. Branstetter BF 4th, Weisman JK. Role of MR and CT in the paranasal sinuses. *Otolaryngol Clin North Am* 2005;38:1279–1299.
31. Bremke M, Sesterhenn A, Murthum T, Al Hail A, Bien S, Werner A, Digital volume tomography (DVT) as a diagnostic modality of the anterior skull base. *Informa UK Ltd*. 2009;1651-2251.
32. Bremke M, Wiegand S, Sesterhenn AM, Eken M, Bien S, Werner JA. Digital volume tomography in the diagnosis of nasal bone fractures. *Rhinology*. 2009 Jun;47(2):126-31.
33. Brook I. Sinusitis of odontogenic origin. *Otolaryngol Head Neck Surg*.2006;135:349-355.
34. Brook I. Sinusitis. *Periodontology* 2000. 2009;49:126-139
35. Cağlayan F, Tozoğlu U. Incidental findings in the maxillofacial region detected by cone beam CT. *Diagn Interv Radiol*. 2012 Mar;18(2):159-63.
36. Caloss R, Atkins K, Stella JP. Three-dimensional imaging for virtual assessment and treatment simulation in orthognathic surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2007;19:287-309.
37. Carmeli G, Artzi Z, Kozlovsky A, Segev Y, Landsberg R. Antral computerized tomography pre-operative evaluation: relationship between mucosal thickening and maxillary sinus function. *Clin Oral Implants*.2010 Oct.; 2011Jan;22(1):78-82.
38. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D, Hjortshøj M, Melsen B. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008;134:798-802.
39. Cattaneo PM, Melsen B. The use of cone-beam computed tomography in an orthodontic department in between research and daily clinic. *World J Orthod*. 2008 Fall;9(3):269-82.

40. Celenk M, Farrell ML, Eren H, Kumar K, Singh GD, Lozanoff S. Upper airway detection and visualization from cone beam image slices. *J Xray Sci Technol.* 2010;18(2):121-35.
41. Cevidanes LHS, Bailey LJ, Tucker GR, Styner MA, Mol A, Phillips CL, Proffit WR, Turvey T. Superimposition of 3D cone-beam CT models of orthognathic surgery patients. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:369-375.
42. Cha J-Y, Mah J, Sinclair P. Incidental findings in the maxillofacial area with 3-dimensional cone-beam imaging. *Am J Orthod Dentofacial Ortho* 2007;132:7-14.
43. Connor SE, Chavda SV, Phaor AL. computed topography evidence of dental restauration as aetiology factor for maxillary sinusitis. *Journal of Laryngology and Otology* 2000;114;510-513.
44. Davies J, Johnson B, Drage N. Effective doses from cone beam CT investigation of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol.* 2012 Jan;41(1):30-6.
45. Deeb R, Malani PN, Gill B, Jafari-Khouzani K, Soltanian-Zadeh H, Patel S, Zacharek MA. Three-dimensional volumetric measurements and analysis of the maxillary sinus. *Am J Rhinol Allergy.* 2011 May-Jun;25(3):152-6.
46. Deutsche Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM), DEGAM-Leitlinie Nr. 10. Rhinosinusitis. Düsseldorf, 2008.
47. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). DGZMK-Leitlinie Dentale Volumentomographie, 04/2009.
48. Dingle JH, Badger GF, Jordan WS. *Illness in the Home: a study of 25.000 Illnesses in a group of Cleveland families.* Western Reserve Univ Press, 1964:347.
49. Draf W. (1983). *Endoscopy of the paranasal sinuses.* New York: Springer.
50. Dudic A, Giannopoulou C, Leuzinger M, Kiliaridis S. Detection of apical root resorption after orthodontic treatment by using panoramic radiography and cone-beam computed tomography of super-high resolution. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Apr;135(4):434-7.
51. Dudvarski Z, Pendjer I, Djukic V, Janosevic L, Mikic A. The analysis of clinical characteristics of the chronic rhinosinusitis: complicated and uncomplicated form. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2008 Aug;265(8):923-7.
52. Düker J. (2000). *Röntgendiagnostik mit der Panoramaschichtaufnahme.* Heidelberg: Hüthig.
53. Edwards SP. Computer-assisted craniomaxillofacial surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am.* 2010;22:117-134.

54. Enciso R, Memon A, Mah J. Three-dimensional visualization of the craniofacial patient: volume segmentation, data integration and animation. *Orthod Craniofac Res* 2003; 6 Suppl 1:66-82.
55. Enciso R, Nguyen M, Shigeta Y, Ogawa T, Clark GT. Comparison of cone-beam CT parameters and sleep questionnaires in sleep apnea patients and control subjects. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Feb;109(2):285-93.
56. Essig H. Verschiedene Volumentomographien für verschiedene Ansprüche - Maßgeschneidert dreidimensional röntgen. *Dentalzeitung*, 2010;03;28-30.
57. Faccioli N, M Barillari, S Guariglia, E Zivelonghi, A Rizzotti, R Cerini, et al., Radiation dose saving through the use of cone-beam CT in hearing-impaired patients. *Radiologia Medica*, 2009;114:1308-1318.
58. Fan L-F, Pan X-G, Pu Y-P, Lai H-C. Diagnostic value of dental implants in the posterior maxilla using cone beam computed tomography. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 2008;17:548-551.
59. Farid M, Metwalli N. Computed tomographic evaluation of mouth breathers among paediatric patients. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 Jan;39(1):1-10.
60. Farman AG. ALARA still applies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;100:395-397.
61. Fatterpekar GM, Delman BN, Som PM. Imaging the paranasal sinuses: where we are and where we are going. *Anat Rec (Hoboken)* 2008;291:1564–1572.
62. Freitag V, Seidel W. Über die Häufigkeit von Nebenbefunden auf Panorama- Schicht-Aufnahmen. *Dtsch Zahnärztl Z*, 1972;27: 993.
63. Ganz SD. Computer-aided design/computer-aided manufacturing applications using CT and cone beam CT scanning technology. *Dent Clin North Am* 2008;52:777-808.
64. Ganz SD. Conventional CT and cone beam CT for improved dental diagnostics and implant planning. *Dent Implantol Update* 2005;16:89-95.
65. Ganz SD. Defining new paradigms for assessment of implant receptor sites. The use of CT/CBCT and interactive virtual treatment planning for congenitally missing lateral incisors." *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 2010;29:256-258.
66. Ganz SD. Techniques for the use of CT imaging for the fabrication of surgical guides. *Atlas Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2006;14:75-97.
67. Garg AK. Dental implant imaging: TeraRecon's Dental 3D Cone Beam Computed Tomography System. *Dent Implantol Update* 2007;18:41-45.

68. Ghoneima A, Kula K. Accuracy and reliability of cone-beam computed tomography for airway volume analysis. *Eur J Orthod.* 2011 Aug 10.
69. Grevers G, Klemens A. Rhinosinusitis. Current diagnostic and therapeutic aspects. *MMW Fortschr Med* 2002;144:31–35.
70. Grevers G. (1998). *Praktische Rhinologie.* München: Urban & Schwarzenberg.
71. Gribel B F, Gribel M N, Fraza D C, Mc Namara J A, Accuracy and reliability of craniometric measurements on lateral cephalometry and 3D measurements on CBCT scans, *Angle Orthod.* 2011;81:26–35.
72. Grünheid T, Kolbeck Schieck JR, Pliska BT, Ahmad M, Larson BE. Dosimetry of a cone-beam computed tomography machine compared with a digital x-ray machine in orthodontic imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012 Apr;141(4):436-43.
73. Guerrero ME, Jacobs R, Loubele M, Schutyser F, Suetens P, van Steenberghe D. State-of-the-art on cone beam CT imaging for preoperative planning of implant placement. *Clin Oral Investig* 2006;10:1-7.
74. Guijarro-Martínez R, Swennen GR. Cone-beam computerized tomography imaging and analysis of the upper airway: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Nov; 40(11):1227-37.
75. Gwaltney JM Jr, Kennedy DW, Jones JG. Medical management of sinusitis: educational goals and management guidelines. The International Conference on sinus Disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl.* 1995 Oct;167:22-30.
76. Gwaltney JM, Phillips CD, Miller RD, Riker DK. Computed tomographic study of the common cold; *N Engl J Med* 1994;330:25–30.
77. Hansen JG, Lund E. The association between paranasal computerized tomography scans and symptoms and signs in a general practice population with acute maxillary sinusitis. *APMIS.* 2011 Jan;119(1):44-8.
78. Harari D, Redlich M, Miri S, Hamud T, Gross M. The effect of mouth breathing versus nasal breathing on dentofacial and craniofacial development in orthodontic patients. *Laryngoscope.* 2010 Oct;120(10):2089-93.
79. Hassfeld S, Brief J, Stein W et al. Navigationsverfahren in der Implantologie – Stand der Technik und Perspektiven. *Implantologie* 2000 8:373–390.
80. Hatcher D, Schendel SA. Automated 3-dimensional airway analysis from cone-beam computed tomography data. *J Oral Maxillofac Surg.* 2010 Mar;68(3):696-701.
81. Hatcher DC, Dial C, Mayorga C. Cone beam CT for pre-surgical assessment of implant sites. *J Calif Dent Assoc* 2003;31:825-833.

82. Heckmann K. Die Röntgenperspektive und ihre Umwandlung durch eine neue Aufnahmetechnik. *Fortschr. Röntgenstr.*,1939.60:144-57.
83. Hickner JM, Bartlett JG, Besser RE, Gonzales R, Hoffman JR, Sande MA. Principles of appropriate antibiotic use for acute rhinosinusitis in adults: background. *Ann Intern Med.* 2001 Mar 20;134(6):498-505.
84. Hirsch E, Wolf U, Heinicke F, Silva MA. Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accuitomo in different fields of view. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:268-273.
85. Hirschfelder U. Radiologische Übersichtsdarstellung des Gebisses: Dental-CT versus Orthopantomographie. *Fortschr Kieferorthop* 1994;55:14-20.
86. Horner K, et al. Radiation Protection: Cone Beam CT for Dental and maxillofacial Radiology. SEDENTEXCT, 2011. www.sedentexct.eu
87. Howe RB. First molar radicular bone near the maxillary sinus: a comparison of CBCT analysis and gross anatomic dissection for small bony measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:264-269.
88. Hwang S, Chung CJ, Choi YJ, Huh JK, Kim KH. Changes of hyoid, tongue and pharyngeal airway after mandibular setback surgery by intraoral vertical ramus osteotomy. *Angle Orthod.* 2010 Mar;80(2):302-8.
89. ICRP Publication 103. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 2007. *Annals of the ICRP*:37.
90. ICRP Publication 60. Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. 1990. *Annals of the ICRP*:21.
91. Ide C, Trigaux JP, Eloy P. Chronic sinusitis: the role of imaging. *Acta Orthorhinolaryngol Belg.* 1997;51(4):247-58.
92. Jakobsone G, Neimane L, Krumina G. Two- and three-dimensional evaluation of the upper airway after bimaxillary correction of Class III malocclusion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Aug;110(2):234-42.
93. Jones N. The nose and paranasal sinuses physiology and anatomy. *Adv Drug Deliv Rev*, 2001 Sep 23;51(1-3):5-19.
94. Jung J. H, Choi B. H, Jeong S. M, Li J, Lee S. H, Lee H. J. A retrospective study of the effects on sinus complications of exposing dental implants to the maxillary sinus cavity. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral radiology and Oral Endodontology* 2007 May;103(5):623-5.

95. Kamiya K, Sasatani M. Effects of radiation exposure on human body. *Nihon Rinsho*. 2012 Mar;70(3):367-74.
96. Kapila S, Conley RS, Harrell Jr WE. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. *Dentomaxillofac Radiol* 2011;40:24-34.
97. Kau CH, Richmond S. Three- dimensional imaging for othodontic and maxillofacial surgery. *Wiley- Blackwill* 2010;29- 72.
98. Kebernik M, Palm F. Die Sinusbodenelevation und ihre Risiken, *Oralchirurgie Journal* 1, 2010;14-18.
99. Kiefer H, Lambrecht JT, Roth J. Dose exposure from analog and digital full mouth radiography and panoramic radiography. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 2004;114:687-93.
100. Konen E, Faibel M, Kleinbaum Y. The value of the occipitontental (Waters') view in diagnosis of sinusitis: a comparative study with computed tomography. *Clin Radiol* 2000;55:856–860.
101. Kösling S, Bootz F. (2010). *Bildgebung der HNO-Heilkunde*. Berlin: Springer.
102. Krams M, Frahm S. O, Kellner U, Marwin C. *Kurzlehrbuch Pathologie*. Stuttgart: Thieme, 2010;157-160.
103. Lanza DC, Kennedy DW. Adult rhinosinusitis defined. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997 Sep;117(3 Pt 2):1-7.
104. Lenza MG, Lenza MM, Dalstra M, Melsen B, Cattaneo PM. An analysis of different approaches to the assessment of upper airway morphology: a CBCT study. *Orthod Craniofac Res*. 2010 May;13(2):96-105.
105. Leopold D. Pollution: the nose and sinuses. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery* 1992;106(6):713-719.
106. Leunig A, Berghaus A. New information on chronic rhinosinusitis and polyposis nasi. *MMW Fortschr Med* 2005;147(39):28-32.
107. Liang X, Jacobs R, Hassan B, Li L, Pauwels R, Corpas L, Souza PC, Martens W, Shahbazian M, Alonso A, Lambrichts I. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT) Part I. On subjective image quality. *Eur J Radiol*. 2010 Aug;75(2):265-9.
108. Liang X, Lambrichts I, Sun Y, Denis K, Hassan B, Li L, Pauwels R, Jacobs R. A comparative evaluation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) and Multi-Slice CT (MSCT). Part II: On 3D model accuracy. *Eur J Radiol*. 2010 Aug;75(2):270-4.

109. Lin SH, Ho CY. Paranasal sinus pathologies in patients presenting with headache as the primary symptom. *Cephalalgia* 2006;26(4):423-427.
110. Lindbaek M, Johnsen UL, Kaastad E, Dølvik S, Møll P, Laerum E, Hjortdahl P. CT findings in general practice patients with suspected acute sinusitis. *Acta Radiol.* 1996 Sep; 37(5):708-13.
111. Lippert H. *Lehrbuch der Anatomie.* München: Urban & Schwarzenberg. 1996,S.567ff.
112. Lofthag-Hansen S, Thilander-Klang A, Ekestubbe A, Helmrot E, Gröndahl K. Calculating effective dose on a cone beam computed tomography device: 3D Accuitomo and 3D Accuitomo FPD. *Dentomaxillofac Radiol* 2008;37:72-79.
113. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijck E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, Marchal G, Sanderink G, Jacobs R. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *Eur J Radiol.* 2009 Sep;71(3):461-8.
114. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Schutyser F, Debaveye D, Bogaerts R, Coudyzer W, Vandermeulen D, van Cleynenbreugel J, Marchal G, Suetens P. Radiation dose vs. image quality for low-dose CT protocols of the head for maxillofacial surgery and oral implant planning. *Radiat Prot Dosimetry* 2005;117:211-216.
115. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol* 2006;35:219-26.
116. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices: Newtom cone beam CT and Orthophus Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol.* 2003;32:229-234.
117. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, White SC. Patient risk related to common dental radiographic examinations: the impact of 2007 International Commission on Radiological Protection recommendations regarding dose calculation. *J Am Dent Assoc* 2008;139:1237-1243.
118. Ludlow JB, Gubler M, Cevidanes L, Mol A. Precision of cephalometric landmark identification: cone-beam computed tomography vs conventional cephalometric views. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Sep;136(3):312.e1-10;discussion 312-3.
119. Ludlow JB, Ivanovic M. Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jul;106(1):106-14.
120. Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LTJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2007;103:534-542.

121. Ludlow JB. A manufacturer's role in reducing the dose of cone beam computed tomography examinations: effect of beam filtration. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 Feb;40(2):115-22.
122. Lund H, Gröndahl K, Gröndahl HG. Cone beam computed tomography for assessment of root length and marginal bone level during orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2010 May;80(3):466-73.
123. Lund H. Cone beam computed tomography in evaluations of some side effects of orthodontic treatment. *Swed Dent J Suppl.* 2011;(219):4-78.
124. Lye KW. Effect of orthognathic surgery on the posterior airway space (PAS). *Ann Acad Med Singapore.* 2008 Aug;37(8):677-82.
125. Maestre-Ferrín L, Carrillo-García C, Galán-Gil S, Peñarrocha-Diago M, Peñarrocha-Diago M. Prevalence, location, and size of maxillary sinus septa: panoramic radiograph versus computed tomography scan. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011 Feb;69(2):507-11.
126. Maestre-Ferrín L, Galán-Gil S, Carrillo-García C, Peñarrocha-Diago. M Radiographic findings in the maxillary sinus: comparison of panoramic radiography with computed tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011 Mar-Apr;26(2):341-6.
127. Mah JK, Huang JC, Choo H. Practical applications of cone-beam computed tomography in orthodontics. *J Am Dent Assoc.* 2010 Oct;141 Suppl 3:7-13.
128. Major MP, Flores-Mir C, Major PW. Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Dec;130(6):700-8.
129. Marmulla R, Perspektiven in der rechnergestützten Implantologie. *Z Zahnärztl Implantol,* 2002;18(3):152-8.
130. Marmulla R, Wortche R, Muhling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol* 2005;34:28-31.
131. Mathew AL, Pai KM, Sholapurkar AA. Maxillary sinus findings in the elderly: a panoramic radiographic study. *J Contemp Dent Pract.* 2009 Nov.;1;10(6): E041-8.
132. Mazonakis M, Damilakis J, Raissaki M, Gourtsoyiannis N. Radiation dose and cancer risk to children undergoing skull radiography. *Pediatr Radiol.* 2004 Aug;34(8):624-9.
133. Mehra P, Murad H. Maxillary sinus disease of odontogenic origin. *Otolaryngol Clin North Am.* 2004;37:347-364.
134. Melén I, Lindhal L, Andreasson L, Rundcrantz H. chronic maxillary sinusitis. Definition, diagnosis and relation to dental infections and nasal polyposis. *Acta Otolaryngol* 1986;101:320-327.

135. Merrett SJ, Drage NA, Durning P. Cone beam computed tomography: a useful tool in orthodontic diagnosis and treatment planning. *J Orthod.* 2009 Sep;36(3):202-10.
136. Moll. *Anatomie.* München: Elsevier- Verlag, Urban & Fischer, 18. Auflage ,2006;S.320ff.
137. Monsour PA, Dudhia R. Implant radiography and radiology. *Aust Dent J.* 2008 Jun;53 Suppl 1:11-25.
138. Moore WS. Cone beam CT: a new tool for esthetic implant planning. *Texas Dent J* 2005; 122:334-340.
139. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989 Aug;68(2):238-42.
140. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8(9):1558-64.
141. Müssig E, Wörtche R, Lux CJ. Indications for digital volume tomography in orthodontics. *J Orofac Orthop.* 2005 May; 66(3):241-9.
142. Nair S. Correlation between symptoms and radiological findings in patients of chronic rhinosinusitis: a modified radiological typing system. *Rhinology.* 2009 Jun.;47(2):181-6.
143. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y, Homme Y, Shimizu N, Dougherty H Sr. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod* 2005;75:895–903.
144. Nguyen E, Boychuk D, Orellana M. Accuracy of cone-beam computed tomography in predicting the diameter of unerupted teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Aug;140(2):59-66.
145. Nitsch JP. Der routinemäßige Einsatz des Orthopantomographen als Diagnostikum in der zahnärztlichen Praxis. *Dtsch Zahnärztl Z.*1979;34:231.
146. Numata, H. Consideration of the parabolic radiography of dental arch. *J. Shimizu Studies.* Zit. nach Langland et al. 1989,1933;10(13).
147. Okano T, Harata Y, Sugihara Y, Sakaino R, Tsuchida R, Iwai K, Seki K, Araki K. Absorbed and effective doses from cone beam volumetric imaging for implant planning. *Dentomaxillofac Radiol* 2009;38:79-85.
148. Oluwole M, Russell N, Tan L, Gardiner Q, White P. A comparison of computerized tomographic staging systems in chronic sinusitis. *Clin Otolaryngol Allied Sci.* 1996 Feb;21(1):91-5.

149. Paatero YV. A new tomographical method for radiographing curved outer surfaces. *Acta radiol.* 1949;32(2-3):177-84.
150. Pauwels R, Beinsberger J, Collaert B, Theodorakou C, Rogers J, Walker A, Cockmartin L, Bosmans H, Jacobs R, Bogaerts R, Horner K; SEDENTEXCT Project Consortium. Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *Eur J Radiol.* 2012 Feb;81(2):267-71.
151. Pazera P, Bornstein MM, Pazera A, Sendi P, Katsaros C. Incidental maxillary sinus findings in orthodontic patients: a radiographic analysis using cone-beam computed tomography (CBCT). *Orthod Craniofac Res* 2011;14:17–24
152. Peck JN, Conte GJ. Radiologic techniques using CBCT and 3-D treatment planning for implant placement. *J Calif Dent Assoc* 2008;36:287-290.
153. Pelinsari LJ, Moura RCP, De Carvalho MV, De Souza EAP, Manzi RF, Horta RCM. Anatomic variations and lesions of the maxillary sinus detected in cone beam computed tomography for dental implants. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Oct 3. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02321.x.
154. Perella A, Rocha Sdos S, Cavalcanti Mde G. Quantitative analyses of maxillary sinus using computed tomography. *J Appl Oral Sci.* 2003 Sep;11(3):229-33.
155. Pliska B, DeRocher M, Larson BE. Incidence of significant findings on CBCT scans of an orthodontic patient population. *Northwest Dent.* 2011 Mar-Apr;90(2):12-6.
156. Poole MD. A focus on acute sinusitis in adults: changes in disease management. *Am J Med.* 1999 May 3;106(5A):38-52.
157. Popat H, Richmond S, Drage NA. New developments in: three-dimensional planning for orthognathic surgery. *J Orthod.* 2010;37:62-71.
158. Puhakka T, Mäkelä MJ, Alanen A, Kallio T, Korsoff L, Arstila P, Leinonen M, Pulkkinen M, Suonpää J, Mertsola J, Ruuskanen O. Sinusitis in the common cold. *J Allergy Clin Immunol* 1998;102(3):403–408.
159. Qu XM, Li G, Ludlow JB, Zhang ZY, Ma XC. Effective radiation dose of ProMax 3D cone-beam computerized tomography scanner with different dental protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110:770-6.
160. Rahn R, Kreile E, Gharemani M. Die Häufigkeit von Zufallsbefunden auf Panorama-Schichtaufnahmen. *Zahnärztl Mitt,* 1991.81:434-36.
161. Richter V, Bumann A. Interdisziplinäre Aspekte der DVT-Diagnostik. *Digital_Dental.News,* 2011 April (5);52-59.

162. Ritter L, Lutz J, Neugebauer J, Scheer M, Dreiseidler T, Zinser MJ, Rothamel D, Mischkowski RA. Prevalence of pathologic findings in the maxillary sinus in cone-beam computerized tomography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011 May;111(5):634-40.
163. Roberts JA, Drage NA, Davies J, Thomas DW. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *The British Journal of Radiology* 2009;82:35-40.
164. Rogers SA, Drage N, Durning P. Incidental findings arising with cone beam computed tomography imaging of the orthodontic patient. *Angle Orthod.* 2011;81:350–355.
165. Rosano G, Taschieri S, Gaudy JF, Weinstein T, Del Fabbro M. Maxillary sinus vascular anatomy and its relation to sinus lift surgery. *Clin Oral Implants Res.* 2011 Jul;22(7):711-715.
166. Rottke B. Die gegenwärtige Situation der Röntgenologie in zahnärztlicher Praxis und Wissenschaft. *Quintessenz* 1977;28:189.
167. Sahlstrand-Johnson P, Jannert M, Strömbeck A, Abul-Kasim. Computed tomography measurements of different dimensions of maxillary and frontal sinuses. *KBMC Med Imaging.* 2011 Apr.;5:11:8.
168. Samandari F. Funktionelle Anatomie der Hirnnerven und des vegetativen Nervensystem. Berlin: De Gruyter, 1993, 2. Auflage; 35ff.
169. Sato S, Arai Y, Shinoda K, Ito K. Clinical application of a new cone-beam computerized tomography system to assess multiple two-dimensional images for the preoperative treatment planning of maxillary implants: case reports. *Quintessence Int* 2004;35:525-528.
170. Schattmann S. Dentale Volumetomographie in der Diagnostik vestibulärer parodontaler Defekte. Experimentelle Untersuchungen an Formalin - fixierten menschlichen Unterkiefern. Dissertation. Medizinische Fakultät Charité - Universitätsmedizin Berlin. Nov.2011.
171. Schiebler T. Anatomie. Heidelberg: Springer, 2005, 9. Auflage; 375ff.
172. Schopf P, Die Panorama- Röntgenaufnahme des Orthopantomographen als Hilfsmittel der kieferorthopädischen Befunderhebung. *Dtsch Zahnärztebl* 23,40 (1969).
173. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2004;33(2):83-6.
174. Serter S, Günhan K, Can F, Pabuşçu Y. Transformation of the maxillary bone in adults with nasal polyposis: a CT morphometric study. *Diagn Interv Radiol.* 2010 Jun;16(2):122-4.

175. Shahizon AM, Suraya A, Rozmnan Z, Aini AA, Gendeh BS. Correlation of computed tomography and nasal endoscopic findings in chronic Rhinosinusitis- Med J Malaysia. 2008 Aug.;63(3):211-5.
176. Sharan A, Madjar D. Correlation between maxillary sinus floor topography and related root position of posterior teeth using panoramic and cross-sectional computed tomography imaging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2006 Sep;102(3):375-81.
177. Silva MA, Wolf U, Heinicke F, Bumann A, Visser H, Hirsch E. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2008;133(5):640 e1-5.
178. Smith KD, Edwards PC, Saini TS, Norton NS. The Prevalence of Concha Bullosa and Nasal Septal Deviation and Their Relationship to Maxillary Sinusitis by Volumetric Tomography. Int J Dent. 2010;2010. pii: 404982.
179. Sobotta J. Atlas der Anatomie. Band I Kopf, Hals, obere Extremitäten. München: Urban & Schwarzenberg, 1993, S. 53.
180. Souki BQ, Pimenta GB, Souki MQ, Franco LP, Becker HM, Pinto JA. Prevalence of malocclusion among mouth breathing children: do expectations meet reality? Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2009;73:767-773.
181. Spitzer WJ, Binger T. Röntgendiagnostik in der Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie. Mund-Kiefer- und Gesichtschirurgie, 2000;4(7):270-77.
182. Stankiewicz JA, Chow JM. A diagnostic dilemma for chronic rhinosinusitis: definition accuracy and validity. Am J Rhinol 2002;16:199–202.
183. Stellzig-Eisenhauer A, Meyer-Marcotty P. [Interaction between otorhinolaryngology and orthodontics: correlation between the nasopharyngeal airway and the craniofacial complex] Laryngorhinootologie. 2010;89 Suppl 1:72-8.
184. Stelmach R, Junior SA, Figueiredo CM, Uezumi K, Genu AM, Carvalho-Pinto RM, Cukier A. Chronic rhinosinusitis in allergic asthmatic patients: radiography versus low-dose computed tomography evaluation. J. Asthma. 2010 Aug.;47(6):599-603.
185. Strutz J, Mann W. Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie. Stuttgart: Thieme, 2010. S 406ff.
186. Subramanian S, Rampal G. R. L, Wong E. F. M, Mastura S, Razi A, "Concha bullosa in chronic sinusitis," Medical Journal of Malaysia, 2005,60(5):535–539.
187. Suomalainen A, Kiljunen T, Käser Y, Peltola J, Kortenesniemi M. Dosimetry and image quality of four dental cone beam computed tomography scanners compared with multislice computed tomography scanners. Dentomaxillofac Radiol 2009;38:367-378.

188. Tillmann B. Farbatlas der Anatomie: Zahnmedizin-Medizin: Kopf, Hals, Rumpf. Stuttgart: Thieme, 1997.
189. Tso HH, Lee JS, Huang JC, Maki K, Hatcher D, Miller AJ. Evaluation of the human airway using cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Nov;108(5):768-76.
190. Tubiana M, Aurengo A, Averbeck D, Masse R. Recent reports on the effect of low doses of ionizing radiation and its dose-effect relationship. *Radiat Environ Biophys.* 2006 Mar;44(4):245-51.
191. Tubiana M, Aurengo A, Averbeck D, Masse R. The debate on the use of linear no threshold for assessing the effects of low doses. *J Radiol Prot.* 2006 Sep;26(3):317-24.
192. Tubiana M. Dose-effect relationship and estimation of the carcinogenic effects of low doses of ionizing radiation: the joint report of the Académie des Sciences (Paris) and of the Académie Nationale de Médecine. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2005 Oct 1;63(2):317-9.
193. Vallo J, Suominen-Taipale L, Huumonen S, Soikkonen K, Norblad A. Prevalence of mucosal abnormalities of the maxillary sinus and their relationship to dental disease in panoramic radiography: results from the Health 2000 Health Examination Survey. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010 Mar;109(3):80-7.
194. Van Cauwenberge P, Sys L, De Belder T, Watelet JB. Anatomy and physiology of the nose and the paranasal sinuses. *Immunol Allergy Clin North Am.* 2004 Feb; 24(1): 1-17.
195. Villa MP, Miano S, Rizzoli A. Mandibular advancement devices are an alternative and valid treatment for pediatric obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep Breath.* 2011 Sep;23.
196. Wakeford R. Cancer risk modelling and radiological protection. *J Radiol Prot.* 2012 Mar;32(1):89-93.
197. Waldeyer A. Anatomie des Menschen. Berlin: De Gruyter, 17. Auflage, 2003;S. 313ff.
198. Weider DJ, Baker GL, Salvatoriello FW. Dental malocclusion and upper airway obstruction, an otolaryngologist's perspective. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2003 Apr;67(4):323-31.
199. White PS, Robinson JM, Stewart IA, Doyle T. Computerized tomography mini-series: an alternative to standard paranasal sinus radiographs. *Aust N Z J Surg.* 1990 Jan;60(1):25-9.
200. Xu M, Yang F, Wang RF. [Cone-beam CT analysis of human maxillary sinus: anatomical considerations for sinus augmentation and implant insertion]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue.* 2011 Apr;20(2):187-90.

201. Yamashina A, Tanimoto K, Sutthiprapaporn P, Hayakawa Y. The reliability of computed tomography values and dimensional measurements of the oropharyngeal region using cone beam CT: comparison with multidetector CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008 Jul;37(5):245-51.
202. Yifat Manor, Ofer Mardinger, Ilan Bietlitum. Late signs and symptoms of maxillary sinusitis after sinus augmentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:1-4.
203. Zenner HZ. Hals- Nasen- Ohren- Heilkunde. Chapman & Hall. 1997;159-194.
204. Zicari AM, Albani F, Ntrekou P, Rugiano A, Duse M, Mattei A, Marzo G. Oral breathing and dental malocclusions. *Eur J Paediatr Dent.* 2009 Jun;10(2):59-64.
205. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofacial Radiology* 2002;3:126-130.
206. Zinreich J. Rhinosinusitis: radiologic diagnosis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117:27–34.
207. Zulauf, A.F. Panoramic x-ray apparatuses. U.S. Patent No. 1408569 1922;27.

9. Anhang

9.1. Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Aa.	Arteriae
Abb.	Abbildung
ant.	anterior
ca.	circa
CBCT	Cone-Beam Computed Tomography
CCD	charge coupled device
cm	Zentimeter
cm ³	Kubikzentimeter
CT	Computertomographie
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
3D	dreidimensional
DVT	Dentale Volumentomographie
etc.	ecetera
FOV	Field of View
HNO-Azrt	Hals-, Nasen-, Ohrenarzt
Ig A/E	Immunglobuline A/E
J.	Jahre
JPEG-Datei	Joint Photographic Experts Group- Datei
KFO	Kieferorthopädie
KH	Kieferhöhle
lat.	lateral
li	links
mA	Milliampere
Max	Maximum
MSCT	Multislice Computertomographie
MDCT	Multidetektor-Computertomographie
mGy	Milligray
Min	Minimum
mm	Millimeter
N.	Nervus
Nn.	Nervi
OSAS	obstruktive Schlafapnoe Syndrom

OPTG	Orthophantomographie
%	Prozent
PSA	Panoramaschichtaufnahme
post.	Posterior
Proc.	Processus
R.	Ramus
Re	rechts
Rr.	Rami
SD	Standardabweichung
s	Sekunde
s.	siehe
SPSS	Statistical Package of Social Science
Sv / μ Sv	Sievert / Microsievert
TIFF	Tagged Image File Format
V.	Vena
Vv.	Venae
V / kV	Volt / Kilovolt
z.B.	zum Beispiel

9.2. Liste der verwendeten Materialien

Invivo 5.1.6, 3D Imaging Software; Anatomage Inc., San Jose, Californien

DVT-Gerät „MESANTIS line“, eine Sonderedition des „iCAT platinum“, Fa. ISI, Hatfield, USA

9.3. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Axel Bumann für die Überlassung des Promotionsthemas, das entgegengebrachte Vertrauen und die zielführende, unkomplizierte Betreuung während der gesamten Arbeit.

Ein großer Dank gilt ferner Frau Ramona Keilbach der Firma Mesantis® Berlin für ihre unermüdliche Hilfsbereitschaft bei der Anfertigung der DVT-Aufnahmen, die vielen kurzweiligen Abende und Wochenenden, die wir gemeinsam im Röntgenraum verbracht haben sowie die kompetente Beantwortung der vielen aufgetretenen Fragen.

Herrn Dr. Ulrich Gauger gilt ein Dank für die statistische Beratung, sowie seine Geduld und Unterstützung bei der Auswertung der Messdaten.

Zuletzt möchte ich betonen, dass mir ohne die unermüdliche seelische, moralische und finanzielle Unterstützung meiner Familie und Freunde dieser Werdegang nicht möglich gewesen wäre. Für ihre allgegenwärtige Liebe, Kraft und Rückendeckung danke ich an dieser Stelle insbesondere meinen Eltern, meinen Brüdern und meinem Freund.

9.4. Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

9.5. Eidesstattliche Erklärung

„Ich, Konstanze Gomolka, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: *Nebenbefunde im Sinus maxillaris im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlungsplanung - eine retrospektive Transversalstudie anhand von dentalen Volumentomographien* selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 22.03.2013