

# **UNIVERSITÄTSKLINIKUM HAMBURG-EPPENDORF**

Aus der Klinik und Poliklinik für Hals-,Nasen- und Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie

Klinikdirektor: Prof. Dr. med. Rainald Knecht

Digitale Volumentomographie als präoperative diagnostische Modalität  
bei chronischer Rhinosinusitis

## **Dissertation**

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin  
an der Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg.

vorgelegt von:  
Lisa- Marie Heller aus Regensburg

Hamburg 2015

Angenommen von der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg am: 13.08.2015

Veröffentlicht mit Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Universität Hamburg:

Tag der mündlichen Prüfung: 19.01.2016

Prüfungsausschuss, der Vorsitzende: Prof. Dr. Rainald Knecht

Prüfungsausschuss, zweiter Gutachter: Prof. Dr. Schumacher

Prüfungsausschuss, dritter Gutachter: Prof. Dr. Christian Habermann

**In Liebe und Dankbarkeit meinen Eltern und Geschwistern  
gewidmet**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
1.1	ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER NASENNEBENHÖHLEN	8
1.2	SINUSITIDEN	9
1.2.1	Ätiologie und Pathogenese	9
1.2.2	Symptome und Diagnostik	10
1.2.3	Therapie	12
1.3	ENDOSKOPISCHE VERFAHREN VON NNH- OPERATIONEN	15
1.4	DIGITALE VOLUMENTOMOGRAPHIE	16
1.4.1	Entstehung und Technik der digitalen Volumentomographie	16
1.4.2	Vergleich mit anderen radiologischen Bildgebungsverfahren im Bereich der NNH	18
1.5	FRAGESTELLUNG UND ZIELSETZUNG DER DISSERTATION	19
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>21</b>
2.1	PATIENTENAUSWAHL UND STUDIENDESIGN	21
2.2	DATENERHEBUNG	21
2.2.1	Erstellung und Auswertung der Patientenfragebögen	22
2.2.2	Erstellung und Auswertung Internen- Staging- Score- intraoperativ	23
2.2.3	Erstellung und Auswertung der bildgebenden Verfahren	24
2.2.3.1	Lund- Mackay- Staging- System (LMSS)	25
2.2.3.2	Unterschiede zwischen ISS und LMSS	25
2.3	DATENVERARBEITUNG- UND AUSWERTUNG	26
2.3.1	Datenbank	26
2.3.2	Statistische Auswertung	26
2.4	LITERATURRECHERCHE	27
2.5	DVT- GERÄT	28
2.5.1	Technische Erklärungen zum spezifischen Gerät	28
<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE</b>	<b>30</b>
3.1	PATIENTENKOLLEKTIV	30
3.1.1	Raucher/ Nichtraucher	30
3.1.2	Allergien	31
3.1.3	Medikamenteneinnahme	31
3.1.4	Anzahl der Nasennebenhöhlen- Operationen	32
3.1.5	Zeitraum zwischen Operation und DVT- Aufnahme	33
3.1.6	Erkrankung mit Morbus Samter	33
3.2	ERGEBNISSE DER PATIENTENBEFRAGUNG DURCH SNOT	34
3.2.1	Gesamtscore	36
3.2.2	Primär nasale Symptome	37
3.2.3	Sekundär rhinogene Symptome	38
3.2.4	Allgemeine Lebensqualität	38
3.3	INTRAOPERATIVE BEFUNDAUSWERTUNG/ ERGEBNISSE	39
3.4	BILDGEBENDE BEFUNDAUSWERTUNG DES DVT MITTELS ISS UND LMSS/ ERGEBNISSE	40
3.4.1	Ergebnisse des intraoperativen Befundes und der beiden Bewertungsverfahren der DVT- Bildgebung	40
3.5	VERGLEICH ZWISCHEN INTRAOPERATIVEN UND BILDGEBENDEN BEFUNDEN MITTELS BLAND- ALTMANN- DIAGRAMMEN	42
<b>4</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>45</b>
4.1	BEURTEILUNG DER ANGEWANDTEN METHODEN	45
4.1.1	Bewertung des Patientenkollektivs	45
4.1.2	Bewertung der Methodik und Datenerhebung	49
4.1.2.1	Bewertung des SNOT	50

4.1.2.2	Bewertung der intraoperativen Befunde .....	51
4.1.2.3	Bewertung Bildgebung.....	53
4.1.3	<i>Vergleich zwischen den Befunden intraoperativ und den Scoring Systemen.....</i>	<i>55</i>
4.1.4	<i>Bewertung und Zusammenfassung.....</i>	<i>57</i>
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSSICHTEN.....	59
6	ANHANG.....	60
6.1	FRAGEBÖGEN .....	60
6.1.1	<i>Patientenfragebogen.....</i>	<i>60</i>
6.1.2	<i>Fragebogen intraoperative Befunderhebung .....</i>	<i>62</i>
6.1.3	<i>Fragebogen DVT- morphologischen Befundung.....</i>	<i>63</i>
6.1.4	<i>Fragebogen zur DVT- morphologischen Befundung mit LMSS .....</i>	<i>64</i>
6.2	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....	65
6.3	ABBILDUNGSVERZEICHNIS + TABELLENVERZEICHNIS .....	67
7	LITERATURVERZEICHNIS.....	70
8	DANKSAGUNG .....	77
9	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG .....	78

## 1 Einleitung

Die Thematik dieser Dissertation setzt sich mit der **digitalen Volumentomographie als präoperative diagnostische Modalität bei chronischer Rhinosinusitis** auseinander.

Aktuelle Studien zur epidemiologischen Verbreitung der Rhinosinusitis gibt es derzeit in Deutschland nicht. Unzweifelhaft bilden die verschiedenen Formen der Rhinosinusitis zusammen eine Erkrankungsgruppe mit sehr hoher Prävalenz und erheblicher volkswirtschaftlicher Bedeutung [1].

Jeder 10. Europäer leidet an einer chronischen Entzündung von Nase und Nasennebenhöhlen[2]. Laut dem EPOS- 2012 beträgt die Prävalenz der chronischen Rhinosinusitis in Europa nach Selbstdiagnose ungefähr 7,5 % [2].

Da bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis häufig eine starke Beeinträchtigung der allgemeinen Lebensqualität auftritt und aufgrund einer hohen Komplikationsrate [3], wobei in vielen Fällen eine operative Therapie erforderlich erscheint, ist es sinnvoll, sich über die unterschiedliche Beurteilung und Verwendung der bildgebenden Verfahren Gedanken zu machen und mannigfache Auswertungsansätze und Betrachtungsweisen zu diskutieren.

Eine radiologische Diagnostik ist vor operativen Eingriffen fast immer unausweichlich. Für viele Fragestellungen reicht eine konventionelle 2D- Aufnahme, die Panoramamaröntgenschichtaufnahme nicht aus, um ein umfassendes Bild der diagnostischen Situation zu entwickeln. In den 1970er Jahren wurden daher die ersten Mehrschicht-CT- Geräte entwickelt. Das Mehrschicht-CT bietet die Möglichkeit der überlagerungsfreien Darstellung sowie Bildrekonstruktion in beliebigen Ebenen und die 3D- Darstellung der knöchernen Strukturen [4].

Betrachtet man die Trendanalyse, dann ist die stetige Zunahme der Computertomographie(CT)-Untersuchungen – insgesamt hat sich die Anzahl der CT-Untersuchungen zwischen 1996 und 2006 nahezu verdoppelt [Bundesamt5] am auffälligsten.

Zusätzlich zu diesem Verfahren entwickelte sich 1997 in der Zahnmedizin und der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie ein neues Bildgebungsverfahren für eine 3D- Aufnahmetechnik, die sogenannte digitale Volumentomographie (DVT) [6, 7].

Das DVT- Gerät bietet eine exzellente Darstellung feiner knöcherner Strukturen (Hochkontrastobjekte) bei hoher Resistenz gegenüber Strahlungsartefakten durch Metallfremdkörper (Zahnfüllungen, Mittelohrimplantate, Cochlear implants, teilimplantierbare Hörgeräte u.Ä.). [8]

Aufgrund der Darstellung dieser feinen knöchernen Strukturen, wird es auch zur Diagnostik bei chronischer Rhinosinusitis und vor operativen Eingriffen im Bereich der Nasennebenhöhlen eingesetzt[9].

In der vorliegenden Dissertation soll untersucht werden, ob die digitale Volumentomographie ein mögliches Alternativverfahren zum CT ist.

In der Kombination aus 3D- Darstellung verbunden mit einer vergleichsweise niedrigen Strahlenbelastung und relativ niedrigen Kosten sehen viele Studien in der DVT eine vielversprechende Technik mit Zukunft [7, 10].

## 1.1 Anatomie und Physiologie der Nasennebenhöhlen

Die Nase und die Nasennebenhöhlen gehören zu den oberen luftleitenden Atemwegen. Sie befinden sich im Bereich des vorderen Gesichtsschädels und sind durch das Septum Nasi voneinander getrennt. Es sind luftgefüllte Räume, welche mit der Nasenhaupthöhle in Kontakt stehen. Mit Ausnahme des Siebbeinzellsystems (Cellulae ethmoidales) entwickeln sie sich erst nach der Geburt vollständig und entstehen als seitliche Aussackungen der Schleimhaut der Nasenhöhle, die in den benachbarten Knochen hineinwächst.

Man unterscheidet den Sinus maxillaris, Sinus frontalis, Sinus sphenoidalis und die Cellulae ethmoidales. Die pneumatischen Räume führen zu einer Erleichterung des Gesichtsschädels [11].

Die Nasennebenhöhlen sind mit respiratorischen Epithel ausgekleidet, dieses enthält Becher-, Flimmer- und Basalzellen, welche von Lymphozyten durchsetzt sind.[12]

Eine der wichtigsten Aufgaben des viskösen Sekretfilms ist die Abwehrfunktion. Die sekretorische Immunität wird durch bakterielle Enzyme (Lysozym, Laktoflavin), durch leukozytäre Mediatoren (eosinophiles kationisches Protein= ECP, Leukotriene) und Immunglobuline (IgA, IgG) aufrechterhalten[11].

Gemeinsam mit einem die Zilien umspülenden Sekretfilm, der aus mukösen (aus den Becherzellen) und serösen (aus den Glandulae nasales) Bestandteilen zusammengesetzt ist, gewährleistet das Flimmerepithel im Rahmen des mukoziliären Transportes die mechanische Reinigung der inspirierten Luft. [12]

So bleiben die Sekrete flüssig und beinhalten zusätzlich Antikörper und IgA, lösliche Verunreinigungen werden von der Schleimhaut absorbiert, partikuläre Verunreinigungen durch den mukoziliären Reinigungsvorgang entfernt. Dadurch werden lokale Gewebsschäden verhindert.[13]

Der Zilienschlag verläuft in Richtung der einzelnen Ostien und führt so zu einem aktiven Transport des Sekrets aus der Nasennebenhöhle. Den neuralgischen Punkt der Nasennebenhöhlendrainage bildet die sogenannte ostiomeatale Einheit[14]. Dies ist der laterale Bereich im mittleren Nasengang, in den die Sekretwege der großen Nebenhöhlen, Sinus maxillaris und Sinus frontalis, und auch die vorderen Cellulae ethmoidales münden [15].

Bei den funktionell bedeutsamen anatomischen Strukturen der ostiomeatalen Einheit handelt es sich um den Processus uncinatus,



den Hiatus semilunaris, den Recessus frontalis, die Bulla ethmoidales, das Infundibulum ethmoidale und das Kieferhöhlenostium. Der Processus uncinatus entspringt versetzt dem Vorderrand der mittleren Muschel und der Hiatus semilunaris zwischen dem Hinterrand des Processus uncinatus und der ersten Siebbeinzelle. Beide Strukturen stellen Engstellen dar.[12]

Die hinteren Cellulae ethmoidales und der Sinus sphenoidales münden in den oberen Nasengang.

## **1.2 Sinusitiden**

### **1.2.1 Ätiologie und Pathogenese**

Sinusitiden entstehen häufig in Kombination mit einer Rhinitis. Deshalb werden sie auch als Rhinosinusitis bezeichnet. Das Krankheitsbild kann in eine akute und in eine chronische Form gegliedert werden. Es können eine einzelne, mehrere oder alle Nasennebenhöhlen (= Pansinusitis) betroffen sein. Die chronische Sinusitis entwickelt sich folglich aus der akuten Sinusitis. Hauptsächlich entsteht die akute Sinusitis aus einer Erkrankung der Nasenschleimhaut, was durch die anatomische Nachbarschaft der Mukosa der Nasenschleimhaut zur Mukosa der Nasennebenhöhlenschleimhaut bedingt ist.[12]

Die dafür verantwortlichen Bakterienstämme können unter anderem *Hämophilus influenzae*, *Streptococcus pneumoniae* oder auch virale Erreger wie Rhinoviren, Koronaviren, Influenzaviren und Adenoviren sein. In seltenen Fällen kann eine Sinusitis im Sinus maxillaris auch durch dentogene Ursachen, wie zum Beispiel akute oder chronische Parodontiden, Granulome an den Oberkieferzähnen im Bereich des Apex oder nach Zahnextraktion durch eine Mund- Antrum- Verbindung entstehen.

Die chronische Sinusitis wird vor allem durch anatomische Fehlstellungen wie zum Beispiel Septumdeviationen oder Septumsporne ausgelöst. Aber auch Allergien, traumatische, tumoröse und chronisch-entzündliche Prozesse können ausschlaggebend sein.[12]

Als Reaktion auf diese pathogenen Prozesse kommt es dann zur Schleimhautschwellung an präformierten Engstellen der osteomeatalen Einheit.

Es resultiert daraus ein Circulus vitiosus: Die Aufhebung von Ventilation und Drainage der Nasennebenhöhlen führen zu einer Sekretstagnation, Veränderungen des pH-Wertes und der

Zusammensetzung des Sekrets sowie einer Gasstoffwechseländerung der Mukosa. Dadurch kommt es zur Schädigung des zilienträgenden respiratorischen Epithels [16].

So entstehen primär akute Entzündungen und sekundär entwickelt sich bei längerer Dauer eine chronische Sinusitis.

Die chronische Rhinosinusitis kommt in 2 unterschiedlichen Subtypen vor, nämlich der chronischen Rhinosinusitis (CRS) ohne Polypen und der CRS mit Polypen. Eine CRS mit Polypen liegt vor, wenn bei der sachgerechten endoskopischen Untersuchung der Nase Polypen sichtbar sind. Andererseits wird CRS ohne Polypen diagnostiziert. [2]

Klinisch werden die akute und chronische Rhinosinusitis nach Verlaufsdauer mit vollständigem Rückgang der Symptome eingeteilt. Eine chronische Rhinosinusitis besteht bei anhaltenden Symptomen > 12 Wochen. Die akute Rhinosinusitis wird hier nochmals in drei Varianten

**akute virale Rhinosinusitis (RS)** = Symptome weniger als 10 Tage,

**akute postvirale RS** = Symptome > 9 Tage oder länger anhaltend oder um den 5. Krankheitstag sprunghaft schlimmer werdend „Double sickening“ und

**akute bakterielle RS** = 3 von 5 Kriterien erfüllt wie eitriges Nasensekret/ schwere Gesichts- Kopfschmerzen/ Fieber > 38 Grad/ CRP- Erhöhung/ „Double sickening“ unterteilt [17].

Die Samter Trias, auch genannt Morbus Samter wird mit einer Sinusitis in Verbindung gebracht. Sie wurde erstmals von Widal 1922 beschrieben [18]. Hier wird eine Unverträglichkeitsreaktion von nichtsteroidalen Antiphlogistika, meist Acetylsalicylsäure, in Kombination mit Asthma beobachtet.

Häufig kommt es schon initial zu schweren Asthmaanfällen nach Einnahme von NSAR, die für die Patienten umso erschreckender sind, da sie noch nichts von ihrer obstruktiven Atemwegserkrankung wissen und auch über keine Medikation verfügen.[19]

Etwa 30% der Patienten mit diffuser Polyposis leiden gleichzeitig unter Asthma und 15% unter einer Analgetikaintoleranz – umgekehrt weisen 70% aller Asthmatiker Zeichen einer Rhinosinusitis auf. Im Fall einer Kombination von Asthma und Analgetikaintoleranz liegt der zuletzt genannte Prozentsatz nochmals deutlich höher.[20]

### 1.2.2 Symptome und Diagnostik

Die Symptomatik der akuten Sinusitis ist hauptsächlich durch Kopfschmerzen, die sich durch Frontalbeugung des Kopfes noch verstärken, gekennzeichnet. Zudem besteht ein starkes Druckgefühl. Der Schmerzcharakter bei der chronischen Sinusitis wird von den

Patienten in sehr unterschiedlicher Weise empfunden und ist weniger ausgeprägt als bei Patienten mit akuter Rhinosinusitis. In der Literatur wird die Schmerzempfindung wie folgt beschrieben. „... kann zwischen einem Druckgefühl und persistierenden oder rezidivierend exazerbierenden Kopfschmerzen variieren. Außerdem wird von den Patienten häufig über Sekretfluss im Nasenrachenraum („postnasal Drip“), zum Teil auch über behinderte Nasenatmung geklagt.“ [12]

**Tabelle 1: klinische Definition der Rhinosinusitis (nach EPOS- Positionspapier)**

Eine Rhinosinusitis wird klinisch definiert als eine Entzündung der Nase und der Nasennebenhöhlen, charakterisiert durch mindestens 2 der folgenden Symptome:
– nasale Obstruktion
– Nasensekretion („anterior/postnasal drip“)
– Gesichtsschmerz, Druckgefühl
– Riechminderung (Hyp-, Anosmie)
<b>und entweder</b>
endoskopische Zeichen wie Nasenpolypen, eitrigem Ausfluss aus dem mittleren Nasengang oder Schwellung und Schleimhautobstruktion vornehmlich im mittleren Nasengang
<b>und/oder</b>
Veränderungen in der Computertomographie (Schleimhautveränderungen im ostiomeatalen Komplex und/oder den Nasennebenhöhlen)

EPOS European Position Paper.[1]

Die Diagnostik erfolgt vor allem über bildgebende Röntgendiagnostik. Hierzu gehören die Panoramarröntgensichtaufnahme, die digitale Volumentomographie und die Computertomographie. Aber auch die Magnetresonanztomographie ist für die Darstellung von Weichteilprozessen von entscheidender Bedeutung. In der Tumordiagnostik, bei intrakraniellen Komplikationen, bei Patienten, die eine Kontraindikation haben oder bei Kindern wird sie benötigt. Die Rhinoskopie bzw. Endoskopie wird zur Beurteilung der Nasenhaupthöhle eingesetzt. Hier kann der Zustand der Nasenmuscheln, der Nasenscheidewand und das Erscheinungsbild der osteomeatalen Einheit beurteilt werden. Als weiteres diagnostisches Verfahren kann die Sonographie eingesetzt werden. Sie wird in einigen Fällen im Bereich der Nasennebenhöhlen bei akuter Sinusitis mit Empyem verwendet. Die Aussagekraft ist aber im Vergleich zur konventionellen Röntgentechnik deutlich geringer und ist stark von der Erfahrung des Behandlers abhängig.

### 1.2.3 Therapie

Die Therapie der akuten und chronischen Sinusitis ist unterschiedlich. Bei beiden Formen der Erkrankung wird primär ein konservativer Behandlungsweg bevorzugt. Tritt keine Verbesserung des Befundes ein, wird eine operative Maßnahme diskutiert.

Die konservativen Maßnahmen, die bei der akuten Sinusitis ergriffen werden, sind abschwellende Nasentropfen oder Nasenspray (Xylometazolin/ Mometasonfuroat). Durch diese wird der Sekretabfluss verbessert. Auch kann eine „hohe Einlage“ verwendet werden. Das bedeutet eine Einlage von Watte, die mit abschwellenden Nasentropfen getränkt ist und unter der mittleren Muschel eingebracht wird [11].

Ergänzend sind Wärmebehandlung mit Kopflichtbad sowie Inhalationen mit Kamille oder Salbei zu empfehlen [12]. Sie fördern die Durchblutung und führen zu geringen Entzündungszeichen. Da die meisten akuten Rhinosinuitiden viral bedingt sind, wird die Antibiotikatherapie nur bei schwereren Krankheitsgeschehen empfohlen.

Eine Antibiotikatherapie ist bei einer eindeutigen klinisch akuten bakteriellen Rhinosinusitis lediglich unter definierten Bedingungen sinnvoll: bei starken Beschwerden, Fieber  $> 38,3^{\circ}\text{C}$ , einer Verstärkung der Beschwerden im Lauf der Erkrankung, einer drohenden Komplikation, Patienten mit chronisch entzündlicher Lungenerkrankung, immundefizienten bzw. immunsupprimierten Patienten und Patienten mit schweren Grundleiden oder besonderen Risikofaktoren. Amoxicillin ist hier Mittel der ersten Wahl.[1]

Im Endeffekt läuft es darauf hinaus, die akut virale RS symptomatisch zu behandeln wie eben einen banalen Atemwegsinfekt, bei der akuten postviralen RS wegen der verselbstständigten entzündlichen Komponente ein topisches Steroid hinzuzufügen und bei der Erfüllung der Kriterien für eine akute bakterielle RS ein Antibiotikum hinzuzufügen[17].

Bei der chronischen Rhinosinusitis umfasst die konservative Behandlungsmethode auch cortisonhaltige Nasentropfen, cortisonhaltiges Nasenspray, topische Steroide oder cortisonhaltige Tabletten.

Unterscheidet man hier in CRS ohne nasale Polypen (CRSsNP) und in CRS mit nasalen Polypen (CRSwNS) wird im EPOS 2012 folgende Leitlinie für die Behandlung empfohlen: Bei leichtgradiger CRSsNP

wird zunächst ein konservativer Therapieversuch mit topischen Steroiden und Nasenspülungen unternommen. Bei mittelgradig oder schwer ausgeprägtem Krankheitsbild kann ein konservativer Therapieversuch vorgenommen werden oder auch nach Durchführung eines CT unmittelbar zur NNH- Operation geraten werden. Trotz der durch neuere Untersuchungen erheblich geschwächten Evidenz für eine Langzeit- Makrolid- Therapie kann man bei CRSsNP mit normalem Serum- Gesamt- IgE diesen Therapieansatz erwägen. Bei CRSwNS wird bei mittelgradiger Symptomausprägung eine Intensivierung der konservativen Therapie versprochen.[2]

Liegt Fieber und ein gestörtes Allgemeinbefinden vor, sollte auch hier ein Breitbandantibiotikum und unterstützend Sekretolytika angewendet werden.[12]

Bei der eitrig verlaufenden Form wird die Therapie nach Erstellen eines Antibiogramms, mittels Abstrich und Blutkultur, individuell auf den Patienten eingestellt.

Bleibt der Gesundheitszustand des Patienten unverändert oder ist der Befund stärker ausgeprägt wird eine operative Behandlung in Erwägung gezogen. Hier erfolgt meist eine endoskopische oder mikroskopische Nasennebenhöhlenchirurgie.

Das Prinzip besteht in einer Erweiterung der engen anatomischen Verhältnisse von mittlerem Nasengang und ostiomeataler Einheit einschließlich der natürlichen Ostien zu Kieferhöhle und gegebenenfalls Stirnhöhle.[12]

Zusätzlich kann noch eine Septumplastik und Conchotomie in Erwägung gezogen werden. Liegt bei dem Patienten eine allergische Genese vor, muss zuerst eine antiallergische Behandlung erfolgen und eine Analgetikaintoleranz geprüft werden. Dies ist entscheidend für die Rezidivprophylaxe.

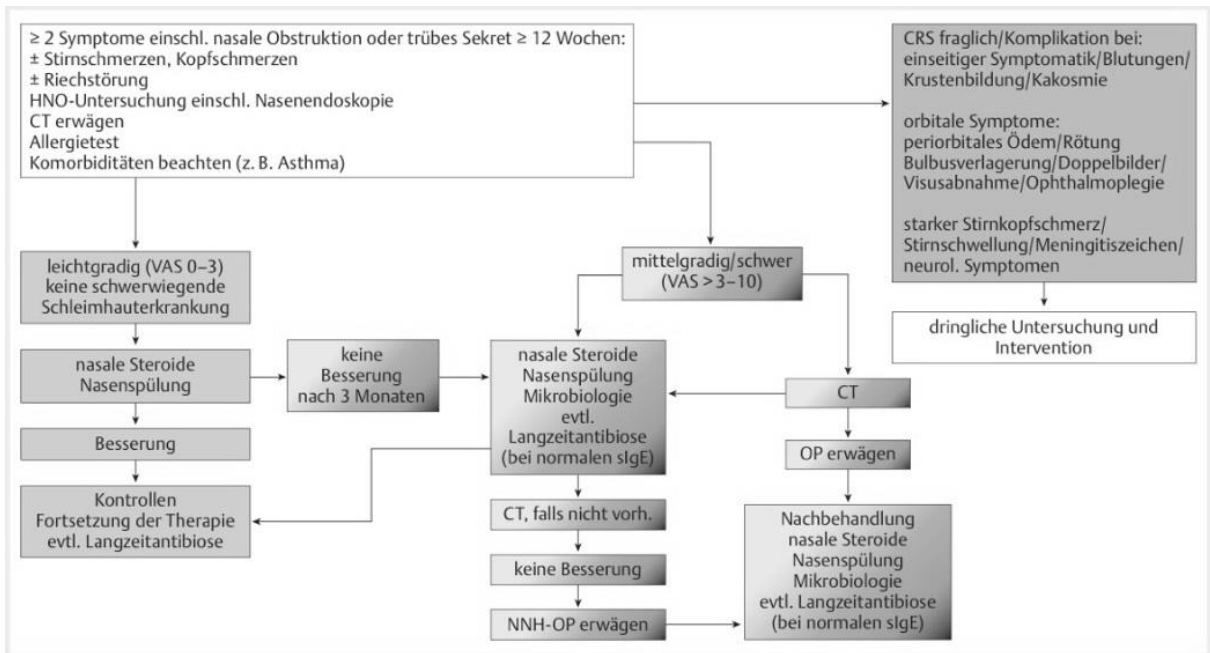


Abbildung 1: Algorithmus für das Management der chronischen Rhinosinusitis ohne Nasenpolypen (CRSsNP) bei Erwachsenen durch HNO-Fachärzte. Im violett hinterlegten Kasten rechts oben sind besondere differenzialdiagnostische Umstände sowie Hinweise auf drohende Komplikationen aufgeführt. Die im mittleren Kasten aufgeführte Langzeitantibiose (gemeint sind Makrolide in niedriger Dosierung) hat einen niedrigen Evidenzlevel [2]

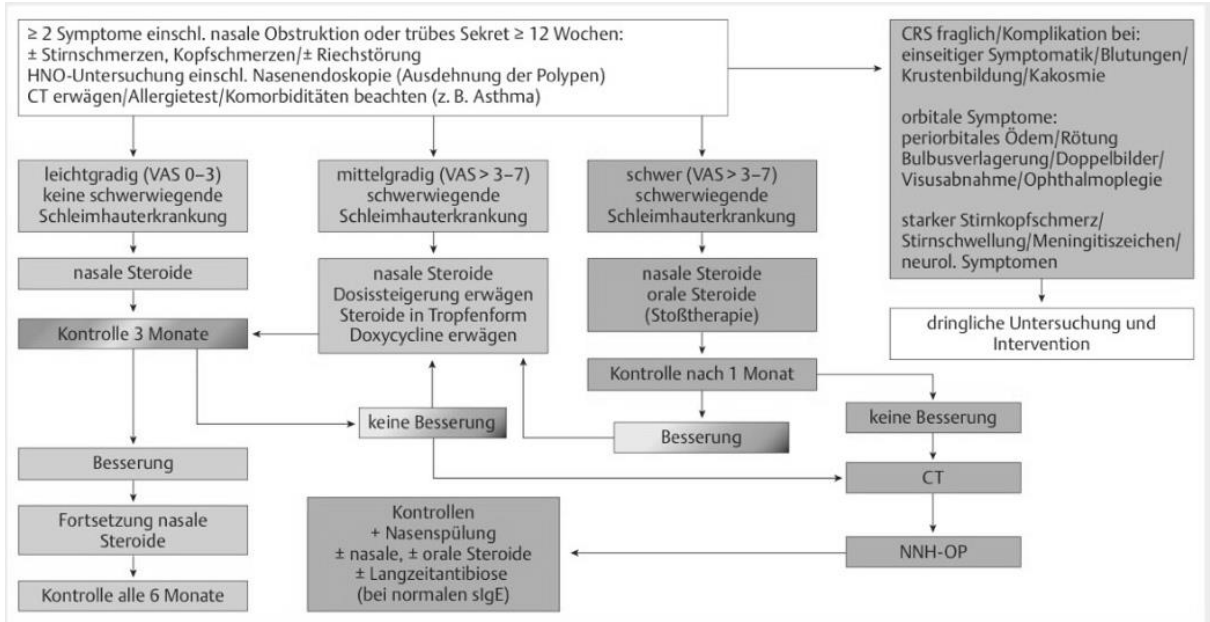


Abbildung 2: Algorithmus für das Management der chronischen Rhinosinusitis mit Nasenpolypen (CRSwNP) bei Erwachsenen durch HNO-Fachärzte. Die im mittleren Kasten aufgeführte Anwendung von Tropfen statt Spray beruht auf Untersuchungen, dass Tropfen bei Applikation in Kopf-Hängelage besser wirken als Sprays. Die ebenfalls aufgeführte Tetrazyklinbehandlung hat einen niedrigen Evidenzlevel [2]

### 1.3 Endoskopische Verfahren von NNH- Operationen

Die operative Intervention bei chronischer Rhinosinusitis ist vornehmlich dann indiziert, wenn die konservative Therapie keine oder keine dauerhafte Besserung der Beschwerden bringt. Die endoskopisch gestützte funktionelle Nasennebenhöhlenchirurgie (FESS) ist dabei das Verfahren der Wahl.[1]

Sie ist besonders bei Patienten mit akuter oder chronischer Rhinosinusitis erfolgreich. Patienten mit starken Symptomen, wie Gesichtsschmerz oder Nasenatmungsbeschwerden sprechen gut darauf an. Der Geruchssinn verbessert sich oft nach der Operation wieder.[21]

Die Sanierung der Nase mit ihren Nasennebenhöhlen wird unter optischer Kontrolle, sowohl mikroskopisch als auch endoskopisch, von endonasal durchgeführt.

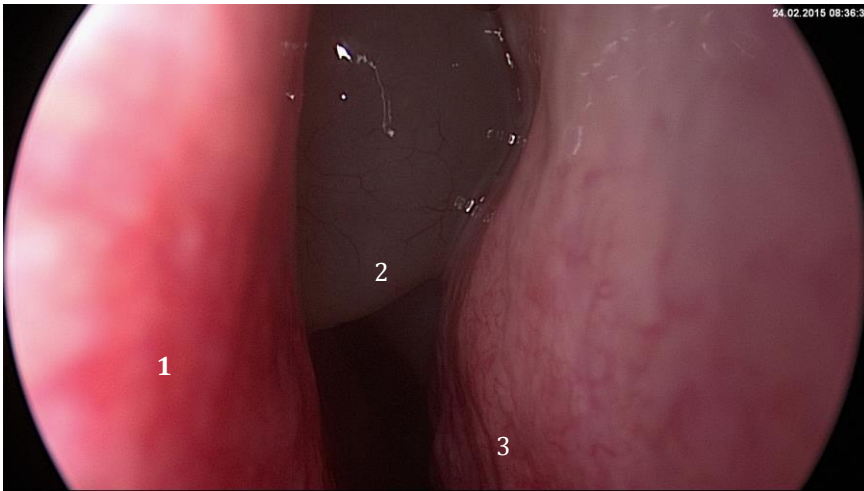
Das Prinzip besteht in einer Erweiterung der engen anatomischen Verhältnisse von mittlerem Nasengang und ostiomeataler Einheit einschließlich der natürlichen Ostien zu Kieferhöhle und gegebenenfalls Stirnhöhle.[12]

Ziel der Operation ist es, langfristig die Belüftung der Nasenhöhle mit ihren Nasennebenhöhlen zu verbessern und die Ausheilung der erkrankten Schleimhaut zu fördern. [22]

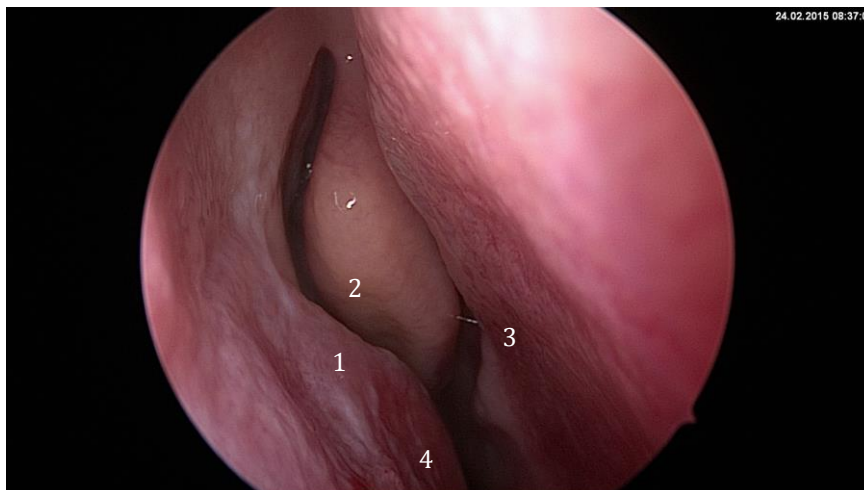
Gefahren dieser Operationsmethode sind die anatomische Nähe zum Nervus opticus und der Arteria carotis interna in der Keilbeinhöhle. Die enge topographische Beziehung zur vorderen Schädelgrube und zur Hypophyse erfordert ein äußerst sorgsames und vorsichtiges operatives Verfahren. Um die Gefahr einer Verletzung dieser oben genannten Strukturen zu minimieren, ist eine gute Bildgebung obligat. Das Standardverfahren ist bisher eine CT- Aufnahme, welche die knöchernen Strukturen möglichst abbildungsgleich darstellen kann [14].

Als Komplikationen dieser Operationsmethode, vor allem bei Operationen des Sinus sphenoidalis, kann Erblinden in Folge einer Schädigung des Nervus opticus auftreten, Liquor cerebrospinalis austreten oder eine Blutung der Arteria carotis interna auftreten. Desweiteren kann die Orbita durch Eröffnung oder Einblutung verletzt werden. Zusätzlich kann es zu Verwachsungen, Vernarbungen oder starken Krustenbildungen kommen, welche die Funktion der Nase nach der Operation beeinträchtigen. Unter Umständen entsteht ein temporärer oder dauerhafter Verlust des Riechvermögens durch Verletzung der Filae olfactoriae.

Die Langzeitergebnisse nach einer endoskopisch durchgeführten Nasennebenhöhlenoperation sind gut und mit einer geringen Komplikationsrate verbunden [23].



**Abbildung 3: Aufnahme eines Polypen im mittleren Nasengang der linken Nasenhaupthöhle. (1) Nasenseptum ,(2) Polyp und (3) untere Nasenmuschel**



**Abbildung 4: Normalbefund der rechten Nasenhaupthöhle. (1) mittlerer Nasengang, (2) mittlere Muschel, (3) Nasenseptum und (4) Ansatz der unteren Nasenmuschel**

## **1.4 Digitale Volumentomographie**

### **1.4.1 Entstehung und Technik der digitalen Volumentomographie**

Die digitale Volumentomographie wurde primär vor allem in der Zahn-, Mund und Kieferheilkunde als diagnostisches Mittel eingesetzt und hat sich aus dem Panoramaschichtaufnahmeverfahren entwickelt. Es ist eine 3D- Aufnahmetechnik, die eine Schnittbilddiagnostik in allen Ebenen zeigt und mit deren Hilfe 3D- Rekonstruktionen verlustfrei möglich sind. Es erlaubt eine präzise und artefaktfreie Darstellung



feiner knöcherner Strukturen [24]. Im Bereich der Hals- Nasen- Ohrenheilkunde wird es als Schnittbilddiagnostik im Bereich der Laterobasis, der vorderen Schädelbasis, der Nasennebenhöhlen und zur Diagnostik der Nasenbeinfrakturen hinzugezogen.

Wie beim digitalen Röntgenverfahren rotiert die Röntgenröhre mit Kathode und Anode und einem gegenüberliegenden digitalen Bildsensor mit Szintillatorschicht um den Patienten. Die Röhre kann entweder im 360° Grad oder im 180° Grad- Winkel um den Patienten rotieren. Der Patient wird je nach Gerät entweder liegend, sitzend oder stehend positioniert und der Kopf fixiert. Das DVT arbeitet mit einem kegelförmigen Strahlenbündel und macht dabei je nach spezifischem Gerät eine bestimmte Anzahl an Durchleuchtungsaufnahmen. Dies geschieht, mit einer selbstbestimmten und festgelegten Schichtdicke. Die in dem digitalen Bildsensor befindliche Kamera erzeugt eine Primäraufnahme mit einer Primärrekonstruktion des Datensatzes. Daraus entsteht das primäre Schnittbild in der axialen Darstellung. Aus dieser ersten Rekonstruktion erfolgt die sekundäre Rekonstruktion, mit der alle 3 Ebenen dargestellt werden und die 3D- Rekonstruktion errechnet wird [24]. Viele Geräte können kombiniert genutzt werden und haben zusätzliche Sensoren für Orthopantomogramm oder Fernröntgenseitenbild.

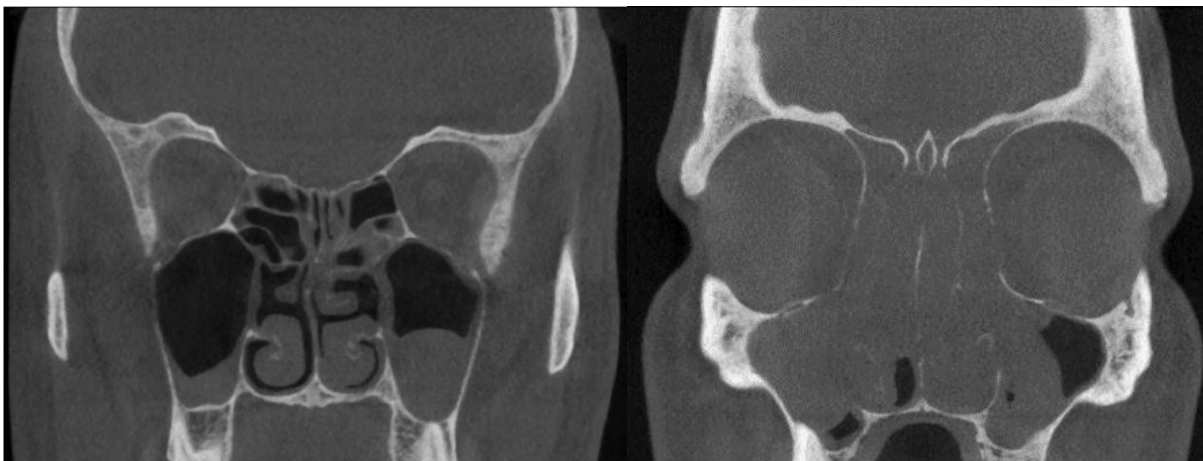


Abbildung 5: DVT- Darstellung bei chronischer Sinusitis

## 1.4.2 Vergleich mit anderen radiologischen Bildgebungsverfahren im Bereich der NNH

Als alternatives Bildgebungsverfahren wird vor allem im Bereich der Nasennebenhöhlendiagnostik die Computertomographie verwendet. Im Gegensatz zur DVT wurde bei der CT das Bild von einer eindimensionalen Detektion auf einen einzeiligen Detektor übertragen, während bei der DVT mittels zweidimensionaler Bilder ein dreidimensionaler Datensatz erzeugt wird. Die Vorteile dieser CT-Technik liegen in der Reduzierung der Artefakte, der Abnahme der Bewegungsverschiebung durch Atmung zwischen den Scans, weniger Partialvolumeneffekte, keine Schichtsprünge [24]. Durch die modernere Entwicklung der DVT's gibt es aber in Bezug der knöchernen Darstellung und Bildgebung keine Unterschiede [24]. Die DVT- Geräte der neuen Generation bieten CT- ähnliche Aufnahmen mit ausreichender Bildqualität zur Darstellung des knöchernen Skeletts bei einem niedrigen Dosisniveau [25]. Die Artefaktbildung beim CT ist sogar mittlerweile größer als beim DVT- Verfahren [24]. Dennoch sind in der Kontrasterkennbarkeit Unterschiede zu beobachten. Keines der DVT- Geräte bietet eine so homogene Darstellung des Kontrastphantoms und kann so viele Kontraststufen klar auflösen wie das MSCT [25]. Der größte Unterschied zwischen beiden Verfahren ist die Strahlendosis. Dem DVT werden geringere Strahlenbelastung bei gleicher Bildqualität der Hartgewebe bestätigt [26, 27]. Allerdings kann das DVT- Gerät derzeit nur zur Darstellung kraniofazaler Strukturen verwendet werden und dort überlagerungsfreie Rekonstruktionen erzeugen [28].

Folglich ist sie vornehmlich ein Verfahren für die Beurteilung von Hochkontraststrukturen im Bereich des Gesichtsschädels. Die Stärken also auch in diesem Bereich, während Weichgewebkontraste nur vermindert oder gar nicht dargestellt werden können.[25]

Die Darstellung in der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde fokussiert sich demnach vorwiegend auf die Nasennebenhöhle und das Felsenbein( Mittel- und Innenohr)

Ein weiteres zweidimensionales Bildgebungsverfahren für die Nasennebenhöhlen ist die einfache NNH- Aufnahme, eine Panoramaröntgenschichtaufnahme. Diese wurde vor allem früher durchgeführt, als es noch keine 3D- Darstellung gab. Der Patient muss für diese Aufnahme sitzen, Nase und Kinn dem Stativ anlegen und den Mund maximal öffnen. Der Zentralstrahl verläuft kraniokaudal, sodass die röntgenologisch dichten Pyramiden unterhalb der Kieferhöhlen projiziert werden [24]. Die Keilbeinhöhle projiziert sich in die Mundhöhle. Nachteil dieser Aufnahme ist im Gegensatz zur DVT- Aufnahme die zweidimensionale Darstellung der einzelnen

Nasennebenhöhlen. Des Weiteren können die vorderen und hinteren Siebbeinzellen nicht vollständig dargestellt und betrachtet werden. Die unzureichende Sensitivität und Spezifität der konventionalen Aufnahmen für chronische Entzündungen im Bereich der Nasennebenhöhlen haben zu einem erheblichen Rückgang der Verordnung eines NNH- Status geführt [29].

Auch die Kernspintomographie kann bei bestimmten Fragestellungen der NNH diagnostisch hilfreich sein. Es ist ein Verfahren das ohne ionisierende Strahlung auskommt und für die Darstellung der Weichteile besonders gut geeignet ist [9]. In diesem Verfahren werden magnetische Resonanzeigenschaften von Wasserstoffkernen ausgenutzt, weswegen das Verfahren auch Magnetresonanztomographie (MRT) genannt wird [24]. Im Vergleich zur DVT können knöcherne Strukturen nicht gut beurteilt, dafür aber Schleimhautveränderungen und tumorartiges Wachstum innerhalb der Kieferhöhlen besser dargestellt werden.

## **1.5 Fragestellung und Zielsetzung der Dissertation**

Die Fragestellung dieser Dissertation befasst sich mit dem bildgebenden Verfahren der digitalen Volumentomographie als diagnostische Modalität vor operativen Eingriffen bei chronischer Rhinosinusitis. Es soll diskutiert und hinterfragt werden, ob sich das DVT als Standardverfahren etablieren könnte und ob sich der präoperative vorgegebene Befund von der intraoperativen Situation stark unterscheidet.

Im Folgenden wird der intraoperative Befund als Goldstandard mit der Bildgebung verglichen und ausgewertet. Die Unterschiede der Befunde werden herausgearbeitet und die gegenseitigen Einflüsse hinterfragt. Zu dieser reinen Befundeinschätzung fließen auch patienteneigene Bewertungen anhand des SNOT-20 [30] in die Auswertung mit ein. Hier wird untersucht, ob die Patienteneinschätzung sich mit den Befunden der jeweiligen Bilder deckt oder ob die Ausprägung der Rhinosinusitis in der Bildgebung und die persönliche Einschätzung voneinander unabhängig sind.

Zielsetzung dieser Arbeit ist es anhand des eigenen Patientengutes Klinik und Diagnostik bei chronischer Rhinosinusitis darzustellen und die Resultate der Bildgebung, welche anhand eines DVT erfolgte zu analysieren.

Im Rahmen der übergeordneten Zielsetzung wurden folgende Fragen formuliert:

1. Wie stellt sich das gesamte Patientenkollektiv bezüglich Alter, Geschlecht und allgemein anamnestisch dar?
2. Wie ist der spezielle Befund des Patientenkollektivs? Was ergibt die Auswertung des SNOT-20? Sind die spezielle Anamnese durch den SNOT, der intraoperative Befund und die Bildgebung voneinander abhängig?
3. Wie ist die Bewertung der Nasennebenhöhlen des Patientenkollektivs intraoperativ?
4. Wie ist die Bewertung der Nasennebenhöhlen im präoperativen DVT?
5. Sind der intraoperative Befund und die Bildgebung voneinander abhängig? Wird die Bildgebung im Vergleich zum operativen Befund eher überschätzt oder unterschätzt?
6. Kann das DVT als diagnostische Maßnahme und Einschätzung in der aktuellen Diagnostik verwendet werden?

Diese Fragestellung soll unter Einbeziehung der unterschiedlichen Problemfälle, auf die Hauptfrage abzielen, inwieweit es sinnvoll ist, DVT- Aufnahmen vor einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation anzufertigen. Kann mit dieser Bildgebung ein möglichst realistisches Bild des eigentlichen Befundes der gesamten Nasennebenhöhlen erstellt werden und der Operateur die Situation realistisch und detailliert einschätzen?

## **2 Material und Methoden**

Die vorliegende Arbeit untersucht Patienten mit einer diagnostizierten chronischen Rhinosinusitis, die sich einem operativen Eingriff unterziehen mussten. Es handelt sich hierbei um eine retrospektive Studie. Die zu untersuchenden Patienten wurden in einem Zeitraum von 15 Monaten

(Januar 2013 bis März 2014) gesammelt. Alle Patienten wurden im Uniklinikum Hamburg Eppendorf in der Klinik für Hals- Nasen- und Ohrenheilkunde voruntersucht, stationär aufgenommen und operiert.

Eine DVT- Aufnahme der Patienten wurde immer dann erstellt, wenn die Patienten in der Vorbereitungsphase zur OP keine CT- Aufnahme bekommen hatten. Insgesamt haben 39 Patienten in diesem Zeitraum den Studienkriterien entsprochen.

### **2.1 Patientenauswahl und Studiendesign**

Die vorliegende Dissertation schließt alle Patienten mit ein, die mit einer chronischen Rhinosinusitis, in oben genanntem Zeitraum vorstellig wurden, auf konventionelle und konservative Therapien nicht reagiert haben und in der Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde im UKE operiert wurden. Gleichzeitig mussten diese Patienten eine präoperative DVT- Aufnahme des Mittelgesichts vorweisen und die Bewertungsbögen alle vollständig ausgefüllt sein. Ausgeschlossen von der Untersuchung wurden Kinder bis zum 18. Lebensjahr und Patienten mit Behinderung. Bei den Patienten wurde kein Unterschied zwischen CRS mit Polypen und ohne Polypen gemacht.

Die Dissertation gliedert sich in drei verschiedene Abschnitte.

1. Auswertung der Patientenfragebögen mit allgemeiner und spezieller Anamnese
2. Auswertung des nach der OP vermerkten intraoperativen Befundes, anhand eines intern erstellten, nicht standardisierten, postoperativen Fragebogens
3. Auswertung des bildgebenden Verfahrens (DVT) mittels Internen-Staging- Score (ISS, nicht standardisiert) und Lund-Mackay- Staging- Score (LMSS, standardisiert)

### **2.2 Datenerhebung**

Die Datenerhebung für die einzelnen Patienten erfolgte nach der Operation im UKE. Mittels Soarian Clinicals, dem klinikinternen Informationssystem, wurden die Fallnummer, das Geburtsdatum, das OP- Datum und der Zeitpunkt der DVT- Aufnahme ermittelt. Die

Fallnummer dient der Ermittlung des Patienten in den statistischen Daten. Anhand von View-Point (klinikinernes Bildverarbeitungsprogramm), Soarian Clinicals und externen Speichermedien wurden die einzelnen DVTs aufgerufen und ausgewertet.

### **2.2.1 Erstellung und Auswertung der Patientenfragebögen**

Die Patientenfragebögen wurden unterteilt in eine allgemeinmedizinische und eine spezielle Anamnese. Die allgemeinmedizinische Anamnese beinhaltet 13 Fragen die in den meisten Fällen mit ja oder nein zu beantworten waren. Die Fragen beziehen sich auf folgende Punkte:

- Geburtsdatum
- Geschlecht männlich/ weiblich
- Raucher ja/ nein
- Anzahl der Zigaretten pro Tag und Anzahl der Jahre, in denen schon geraucht wird?
- Allergien ja/ nein
- Art der Allergie
- Gegenwärtige Einnahme von cortisonhaltigem Nasenspray ja/ nein, cortisonhaltigen Tabletten ja/ nein, Antibiotikum ja/ nein
- Zeitpunkt der Cortisoneinnahme
- Erfolgte die Medikamenteneinnahme postoperativ?
- Erfolgte die Medikamenteneinnahme präoperativ?
- Ist das Ihre erste NNH- OP? Ja/ nein
- Zeitpunkt der DVT- Aufnahme
- Zusätzliche Erkrankungen? Asthma ja/ nein, Aspirin Unverträglichkeit ja/ nein, nasale Polypen ja/ nein

Die spezielle Anamnese wurde auf Grundlage des SNOT-20 [30] aufgenommen. Dieser Test (SNOT-20) dient der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis. Unsere Befragung orientiert sich an dem deutschsprachigen Fragebogen der von den Universitäten Heidelberg und Tübingen validiert wurde[30]Der Fragebogen besteht aus 20 Einzelfragen (Items) die in die Themenbereiche, primär nasale Symptome (PNS), sekundär rhinogene Symptome (SRS) und allgemeine Lebensqualität (ALQ) und einen Gesamtscore (GS) untergliedert sind. Die erhaltenen Skalenwerte wurden zur besseren Vergleichbarkeit in 0-100-Skalen transformiert [31].

Jede Einzelfrage hat sechs Angabemöglichkeiten: **kein Problem, sehr geringes Problem, kleines Problem, mittelgradiges Problem, hochgradiges Problem** und **schlimmer kann es gar nicht werden**. Die Einzelfragen entsprechen:

- 1) Nasenatmungsbehinderung
- 2) Niesreiz
- 3) Ständiges Naselaufen
- 4) Sekretfluss in den Nacken
- 5) Dickes schleimiges Nasensekret
- 6) Räsperzwang, trockener Hals
- 7) Husten
- 8) Druckgefühl auf den Ohren
- 9) Ohrenschmerz
- 10) Riechminderung
- 11) Schwindelgefühl
- 12) Gesichtsschmerz, Druckgefühl im Gesicht
- 13) Probleme beim Einschlafen
- 14) Nächtliches Aufwachen
- 15) Tagesmüdigkeit
- 16) Verminderte Leistungsfähigkeit
- 17) Konzentrationsschwäche
- 18) Frustration/ Rastlosigkeit/ Reizbarkeit
- 19) Traurigkeit
- 20) Nebenhöhlenbeschwerden sind mir peinlich

Nummer 1, 2, 3, 5 und 10 werden zu den primär nasalen Symptomen (PNS) gezählt. Nummer 4, 6, 7, 8, 9, 12 beziffern die sekundär rhinogenen Symptome (SRS). Nummer 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 ergeben die allgemeine Lebensqualität (ALQ). Der Gesamtscore (GS) ist die Summe aller Antworten.

Patientenfragebogen siehe Anhang Seite 60

### **2.2.2 Erstellung und Auswertung Internen- Staging- Score- intraoperativ**

Der intraoperative Befundbogen wurde von mehreren erfahrenen Operateuren erstellt und postoperativ ausgefüllt. Der Chirurg beurteilt darin den operativen Befund nach den vorgegebenen Kriterien. Die linke und rechte Seite wurden jeweils getrennt voneinander beobachtet. Beurteilt werden die Nasenhaupthöhle, der mittlere Nasengang, die Kieferhöhle und die vorderen Siebbeinzellen. Die

Beurteilung gliedert sich in vier Punkte. Die einzelnen Punkte sind im Folgenden definiert:

**0=Keine Entzündung=** keine Schleimhautschwellung/ Polypen

**1=Geringe Entzündung=** partielle Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen

**2=Mittlere Entzündung=** nahezu vollständige bis vollständige Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen ohne Knochenarrosion

**3=Starke Entzündung=** vollständige Verlegung und Entzündung mit Knochenarrosion.

Insgesamt können pro Patientenseite jeweils maximal 12 Punkte erreicht werden.

Fragebogen zur intraoperativen Befunderhebung siehe Anhang Seite 62

### **2.2.3 Erstellung und Auswertung der bildgebenden Verfahren**

Bewertet wurde jede einzelne präoperative DVT- Aufnahme aus dem gesamten Patientenkollektiv. Diese Bewertungen wurden schriftlich von 2 verschiedenen Fachärzten für Hals- Nasen- und Ohrenheilkunde mit Expertisen für Digitale Volumetomographie und zur Befundung dreidimensionaler Röntgenaufnahmen unabhängig durchgeführt. Die Aufnahmen wurden mit zwei verschiedenen Scoring Systemen betrachtet. Das erste Scoring System wurde intern in der Klinik für Hals- Nasen und Ohrenheilkunde des UKE entwickelt und entspricht dem intraoperativen Scoring System. Es wird hier als interner Staging Score (ISS), der nicht standardisiert ist, aufgeführt. Der zweite ist der Lund-Mackay- Staging- Score (LMSS).

Dieser Staging- Score entspricht denselben anatomischen Punkten und Beurteilungskriterien wie der oben schon erwähnte interne- Staging- Score- intraoperativ.

Fragebogen zur DVT- morphologischen Befundung mittels des internen Scores siehe Anhang Seite 63



### 2.2.3.1 Lund- Mackay- Staging- System (LMSS)

Das LMSS [32] teilt auch in linke und rechte Patientenseite. Beurteilt werden hier die Kieferhöhle, die vorderen Siebbeinzellen, die hinteren Siebbeinzellen, die Keilbeinhöhle, die Stirnhöhle und die ostiomeatale Einheit. Es gibt drei Beurteilungskriterien in der Bildgebung:

**0= keine Verschattung,**

**1= teilweise Verschattung,**

**2= vollständige Verschattung**

Der ostiomeatale Komplex kann nur in 0 und 2 unterteilt werden.

Insgesamt können auch hier pro Patientenseite 12 Beurteilungspunkte erreicht werden.

Fragebogen zur DVT- morphologischen Befundung mittels LMSS  
siehe Anhang Seite 64

### 2.2.3.2 Unterschiede zwischen ISS und LMSS

Unterschiede gibt es bei den anatomischen Punkten der zu beurteilenden Nasennebenhöhlen und auch bei den einzelnen Bewertungs- bzw. Punktekriterien nach denen beurteilt wird. Übereinstimmend werden bei beiden die Kieferhöhle, die vorderen Siebbeinzellen und der mittlere Nasengang, der im LMSS dem ostiomeatalen Komplex entspricht beurteilt. Abweichend dazu wird im ISS noch die Nasenhaupthöhle betrachtet. Während bei dem LMSS noch die hinteren Siebbeinzellen, die Keilbeinhöhle und die Stirnhöhle untersucht werden. Auch die einzelnen Beurteilungskriterien unterscheiden sich. Das ISS differenziert in vier verschiedene Punktekriterien die im vorherigen Kapitel erklärt wurden, das LMSS in nur drei unterschiedliche Punktekriterien. Da das LMSS jedoch mehr bei der Betrachtung der einzelnen Nasennebenhöhlen differenziert und das ISS bei der einzelnen Beurteilung, gibt es pro Patient und pro Seite jeweils 12 Beurteilungspunkte. Direkt miteinander verglichen werden können nur die Kieferhöhle, die vorderen Siebbeinzellen und der ostiomeatale Komplex/ mittlerer Nasengang.

## **2.3 Datenverarbeitung- und Auswertung**

### **2.3.1 Datenbank**

Anhand der Patientenfragebögen und intraoperativen Befundbögen wurden alle Daten aus den gesammelten Patientenunterlagen eingegeben und mit dem Programm Microsoft Excel 2011 eine Datenbank erstellt. Anschließend wurde diese Datenbank erweitert, um anhand der Patientenfragebögen, der intraoperativen Befund und der verschiedenen DVT- Befunde alle Daten zu erfassen.

### **2.3.2 Statistische Auswertung**

Die statistische Auswertung erfolgte, nach ursprünglicher Datenerfassung mit dem Programm Excel 2011, mithilfe des Statistikprogramms SPSS Version 22. Bei der Auswertung der Daten unterstützte mich Frau Susanne Sehner aus dem Institut für medizinische Biometrie und Epidemiologie am UKE. Es erfolgte eine deskriptive Auswertung des Patientenkollektivs, eine deskriptive Statistik und auch induktive statistische Auswertung. Für die Auswertung des Patientenkollektivs wurden Absolutwerte, Prozentangaben, Mittelwerte, Standardabweichungen, Maximum und Minimum verwendet. Grafisch wurden die Ergebnisse mittels Tabellen, Streu-, Normverteilungs-, Histo- und Boxplotdiagrammen ergänzt.

Der Vergleich zwischen intraoperativem und bildgebendem Befund erfolgte mit Hilfe von Bland- Altman- Diagrammen. Die Darstellungsmethode dient zum Vergleich zweier Messmethoden. Zur besseren Interpretation werden drei Linien dargestellt, die einmal den Mittelwert der Differenz und jeweils Mittelwert der Differenz plus/minus  $1,96 \cdot$  Standardabweichung der Differenz anzeigen.

Als Goldstandard wird die intraoperative interne Befundauswertung gesehen. Zu Beginn des Testes wurden die Mittelwerte der Befundauswertung intraoperativ links und rechts erstellt und eine neue Variable gebildet. Als nächstes folgte die Erstellung der Mittelwerte der DVT- Befundauswertung durch das interne Verfahren und den Lund-Mackay- Score. Diese werden wieder für die linke und rechte Patientenseite unterschieden und eine Variable die alle Mittelwerte berücksichtigt neu gebildet. Die zusätzlichen Variablen die noch erstellt wurden geben die Differenz zwischen der Punkteauswertung der bildgebenden Verfahren und dem intraoperativen Befund wieder.

Differenzen:

**DVT\_Befundung\_intern\_Rechts – intraoperative Befundung\_intern\_Rechts**

**DVT\_Befundung\_intern\_Links – intraoperative Befundung\_intern\_Links**

**DVT\_Befundung\_LMSS\_Rechts – intraoperative Befundung\_intern\_Rechts**

**DVT\_Befundung\_LMSS\_Links – intraoperative Befundung\_intern\_Links**

Der intraoperative Befund ist immer der Subtrahend, da dies unser Goldstandard ist.

Nachdem die einzelnen Variablen bestimmt wurden, wird ein T- Test durchgeführt. Der entstehende Mittelwert aus beiden Variablen wird als rote Linie in jedem Diagramm angegeben.

## **2.4 Literaturrecherche**

Für diese Dissertation wurde eine umfassende literarische Recherche betrieben. Ziel der Recherche war die korrekte Erstellung und Auswertung der Fragebögen, das Festlegen von Beurteilungskriterien und der Vergleich der Ergebnisse mit bereits erfolgten Studium und Interpretation anderer Autoren. Neben Fachbüchern für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde und Radiologie wurden auch wissenschaftliche Journale, Reviews, Leitlinien und Datenbanken hinzugezogen. Die Datenbanksuche erfolgte über die ärztliche Zentralbibliothek des UKE und Google scholar, vor allem über die wissenschaftlichen Datenbanken Pubmed, Web of Science und Medline. Als Literaturverwaltungsprogramm und für die Erstellung des Literaturverzeichnisses wurde Endnote Version X7 2013 verwendet.

## 2.5 DVT- Gerät

### 2.5.1. Technische Erklärungen zum spezifischen Gerät

Die Klinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde am UKE verwendet als diagnostische Maßnahme das DVT- Gerät vom Typ 3D Accu- I- Tomo der Herstellerfirma J. Morita Corp. Der Patient nimmt hier in einer aufrechten Position sitzend Platz, der Kopf wird fixiert. Die Region of Interest (RIO) wird mittels dreier Laserpilotstrahlen festgelegt, die die Hauptebenen des Raums repräsentieren.



**Abbildung 6: Aufnahme des hier verwendeten DVT- Geräts vom Typ 3D Accu- I- Tomo der Herstellerfirma J. Morita Corp.**

Das Gerät besitzt eine um 360 Grad rotierbare Röntgenröhre, die im Bereich der mittelharten Röntgenstrahlung bei einer Filterung von 3.1 mm Al mittels Cone Beam Technik arbeitet. Es werden 510 Durchleuchtungsaufnahmen erstellt, die eine Schichtdicke von jeweils minimal 0,008- 0,125 mm haben. Die Röhrenspannung beträgt hier 60- 80 kV, der Röhrenstrom beträgt maximal 1- 10 mA. Die Gesamtexpositionszeit des Patienten dauert rund 17, 5 Sekunden mit einer durchschnittlichen Strahlendosis von 0,6 mSv pro Aufnahme. Die einzelnen Bilder können am Computer mit einer Pixelgröße von 240-

320 hoch aufgelöst werden. Das hier verwendete Gerät hat ein Aufnahmevolumen von 40 x 40 mm- 170 x 20 mm.

Die DVT- Aufnahme kann in koronarer, sagittaler und axialer Ebene dargestellt werden. Die in dieser Studie ausgewählten DVT- Befunde, wurden nur koronar betrachtet und ausgewertet. Bei dem vorgestellten Gerät können der Öffnungswinkel, einzelne anatomische Punkte und die Schichtdicke individuell festgelegt werden.

Quelle:

[http://www.jmoritaeurope.de/cms/website.php?id=/en/products/dental/diagnostic\\_and\\_imaging\\_equipment/3d\\_accuitomo\\_170.html](http://www.jmoritaeurope.de/cms/website.php?id=/en/products/dental/diagnostic_and_imaging_equipment/3d_accuitomo_170.html)

Dimensions	Specifications																																
<p>1620 mm (63.81")</p> <p>1200 mm (47.24")</p> <p>2080 mm (81.50")</p> <p>96 mm (3.78")</p> <p>40 mm (1.57")</p> <p>115 mm (4.53")</p> <p>1620 mm (63.81")</p> <p>1200 mm (47.24")</p> <p>2080 mm (81.50")</p> <p>96 mm (3.78")</p> <p>40 mm (1.57")</p> <p>115 mm (4.53")</p> <p>1620 mm (63.81")</p> <p>1200 mm (47.24")</p> <p>2080 mm (81.50")</p> <p>96 mm (3.78")</p> <p>40 mm (1.57")</p> <p>115 mm (4.53")</p> <p>1620 mm (63.81")</p> <p>1200 mm (47.24")</p> <p>2080 mm (81.50")</p> <p>96 mm (3.78")</p> <p>40 mm (1.57")</p> <p>115 mm (4.53")</p> <p>1620 mm (63.81")</p> <p>1200 mm (47.24")</p> <p>2080 mm (81.50")</p> <p>96 mm (3.78")</p> <p>40 mm (1.57")</p> <p>115 mm (4.53")</p>	<table border="1"> <tr> <td>Trade Name</td> <td>3D AccuTomo</td> </tr> <tr> <td>Model</td> <td>XYZ Slice View Tomograph</td> </tr> <tr> <td>Type</td> <td>MCT-1</td> </tr> <tr> <td>Input Voltage</td> <td>100/110/120VAC</td> </tr> <tr> <td>Power Consumption</td> <td>220/230/240VAC</td> </tr> <tr> <td>X-ray Head</td> <td>max. 2.0 kVA</td> </tr> <tr> <td>Tube Voltage</td> <td>60 - 90 kV</td> </tr> <tr> <td>Tube Current</td> <td>1-10 mA</td> </tr> <tr> <td>Focal Spot Size</td> <td>0.5 mm</td> </tr> <tr> <td>Exposure Time</td> <td>18 seconds or less</td> </tr> <tr> <td>Size of Imaging Area</td> <td>Diameter 40 x Height 40 mm, Diameter 60 x Height 60 mm Diameter 80 x Height 80 mm, Diameter 100 x Height 100 mm Diameter 170 x Height 120 mm</td> </tr> <tr> <td>Voxel Size</td> <td>80 µm, 125 µm, 160 µm, 250 µm</td> </tr> <tr> <td>Outer Dimensions</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Main Unit (W x D x H)</td> <td>1,620 mm x 1,200 mm x 2,080 mm (63-3/4" x 47-1/4" x 81-7/8")</td> </tr> <tr> <td>Control Box (W x D x H)</td> <td>96 mm x 40 mm x 115 mm (3-3/4" x 1-5/8" x 4-1/2")</td> </tr> <tr> <td>Weight</td> <td>Approx. 400 kg. (882 lb)</td> </tr> </table>	Trade Name	3D AccuTomo	Model	XYZ Slice View Tomograph	Type	MCT-1	Input Voltage	100/110/120VAC	Power Consumption	220/230/240VAC	X-ray Head	max. 2.0 kVA	Tube Voltage	60 - 90 kV	Tube Current	1-10 mA	Focal Spot Size	0.5 mm	Exposure Time	18 seconds or less	Size of Imaging Area	Diameter 40 x Height 40 mm, Diameter 60 x Height 60 mm Diameter 80 x Height 80 mm, Diameter 100 x Height 100 mm Diameter 170 x Height 120 mm	Voxel Size	80 µm, 125 µm, 160 µm, 250 µm	Outer Dimensions		Main Unit (W x D x H)	1,620 mm x 1,200 mm x 2,080 mm (63-3/4" x 47-1/4" x 81-7/8")	Control Box (W x D x H)	96 mm x 40 mm x 115 mm (3-3/4" x 1-5/8" x 4-1/2")	Weight	Approx. 400 kg. (882 lb)
	Trade Name	3D AccuTomo																															
Model	XYZ Slice View Tomograph																																
Type	MCT-1																																
Input Voltage	100/110/120VAC																																
Power Consumption	220/230/240VAC																																
X-ray Head	max. 2.0 kVA																																
Tube Voltage	60 - 90 kV																																
Tube Current	1-10 mA																																
Focal Spot Size	0.5 mm																																
Exposure Time	18 seconds or less																																
Size of Imaging Area	Diameter 40 x Height 40 mm, Diameter 60 x Height 60 mm Diameter 80 x Height 80 mm, Diameter 100 x Height 100 mm Diameter 170 x Height 120 mm																																
Voxel Size	80 µm, 125 µm, 160 µm, 250 µm																																
Outer Dimensions																																	
Main Unit (W x D x H)	1,620 mm x 1,200 mm x 2,080 mm (63-3/4" x 47-1/4" x 81-7/8")																																
Control Box (W x D x H)	96 mm x 40 mm x 115 mm (3-3/4" x 1-5/8" x 4-1/2")																																
Weight	Approx. 400 kg. (882 lb)																																
<p>1 Outlet of computer cable and operation cable</p> <p>2 Outlet of power supply</p> <p>3 Outlet of operation cable</p> <p>4 Outlet of computer cable</p>	<p>* X-ray protection should be provided for the patient when X-rays are emitted.</p> <p>* Design and specifications are subject to change without notification.</p>																																

Abbildung 7: Technische Bezeichnungen zum 3D- Accu- I- Tomo

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Patientenkollektiv

Im Folgenden wird das Patientenkollektiv als Grundlage der Datenerhebung der vorliegenden Arbeit näher charakterisiert. Insgesamt wurden zu dieser Studie 39 Patienten im Zeitraum von Januar 2013- März 2014 eingeschlossen. Von den teilnehmenden Patienten waren 18 weiblichen und 21 Personen männlichen Geschlechts.

Das Alter der Patienten erstreckt sich vom 13- 76. Lebensjahr. Das Durchschnittsalter beträgt 46,3 Jahre. Das Lebensalter wurde bestimmt, indem das Geburtsdatum vom OP- Datum subtrahiert wurde. Es wird in der Auswertung das Alter zum Zeitpunkt der Operation angenommen.

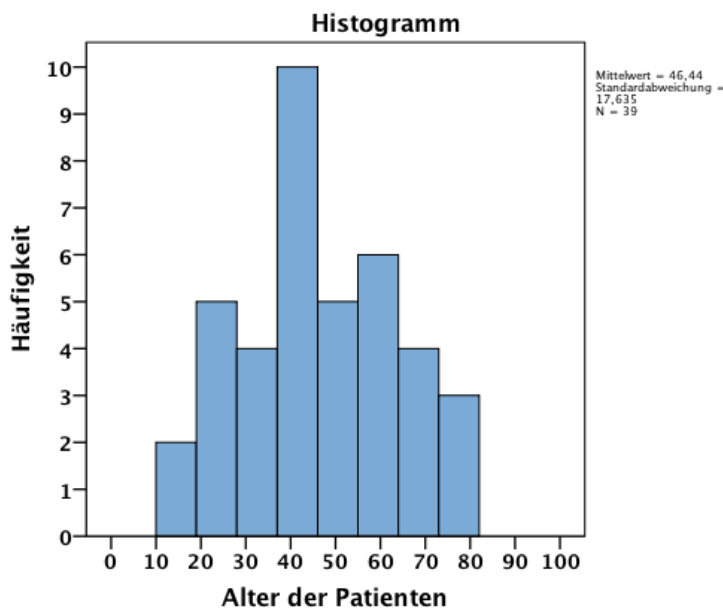


Abbildung 8: Histogramm Alter der Patienten

##### 3.1.1 Raucher/ Nichtraucher

Von den 39 teilnehmenden Patienten waren 28 Personen Nichtraucher und 11 Personen aktive Raucher. Das bedeutet 71,8 % der Patienten sind Nichtraucher und 28,2 % sind Raucher.

### 3.1.2 Allergien

Das Auftreten von Allergien ergab eine Verteilung von 53,8 % Patienten die keine Allergien haben und 46,2 % Patienten die an Allergien leiden. Von den 18 festgestellten Allergikern haben 5 Personen eine Allergie auf nichtsteroidale Analgetika. 2 der Patienten, die eine Allergie gegen nichtsteroidale Analgetika haben sind gegen Salicylsäure allergisch. 1 Patient gegen Novalgin, 1 Patient gegen Diclophenac und 1 Patient ist noch zusätzlich zu Aspirin gegen Paracetamol allergisch. Die restliche Allergieverteilung zeigt sich wie folgt: 5 Patienten geben eine Allergie gegen Antibiotika an, 3 Patienten gegen Penicillin, 1 Patient gegen Cotrim und 1 Patient gegen Amoxicillin. Bei den übrigen Allergien gibt es 2 Patienten, die gegen Nickel, 6 Patienten, welche mit einer Pollen- und Gräserallergie, 4 Patienten mit einer Hausstauballergie und 2 Patienten, die mit einer Katzenhaarallergie behaftet sind. Da die einzelnen Patienten auch mehrere Allergien angeben können, kommt es zu der großen Anzahl an aufgezählten Allergien. Für diese Studie als relevant angesehen werden nur die Allergien gegen nichtsteroidale Antirheumatika.

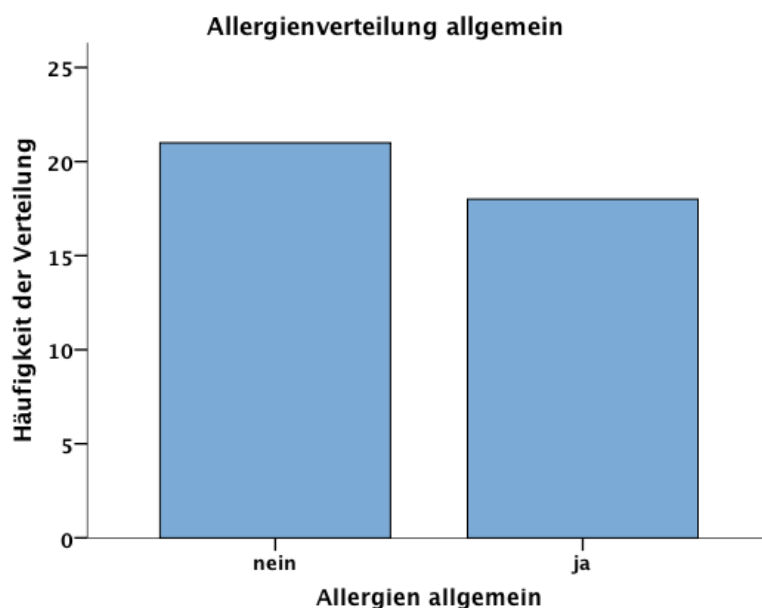


Abbildung 9: Darstellung der Allergieverteilung allgemein

### 3.1.3 Medikamenteneinnahme

In die Untersuchung der Medikamenteneinnahme konnten alle 39 Patienten mit eingeschlossen werden. In die Befragung wurde nur die

Einnahme von Antibiotikum, cortisonhaltigem Nasenspray und cortisonhaltigen Tabletten einbezogen. Insgesamt gaben 4 Patienten an, präoperativ Medikamente bekommen zu haben. 3 Patienten nahmen cortisonhaltiges Nasenspray, 1 Patient bekam Antibiotikum und cortisonhaltiges Nasenspray, 1 Patient cortisonhaltiges Nasenspray und cortisonhaltige Tabletten. Betrachtet man die Patientenfälle die nur postoperativ Medikamente bekamen, sind es 2 Patienten. 1 Patient erhielt cortisonhaltiges Nasenspray und 1 Patient cortisonhaltiges Nasenspray, cortisonhaltige Tabletten und Antibiotikum.

Als letzter Punkt folgen die Patienten, die sowohl präoperativ, als auch postoperativ Medikamente erhalten haben. Dies sind insgesamt 6 Patientenfälle. 3 Patienten haben nur Antibiotikum bekommen und 3 Patienten nur cortisonhaltiges Nasenspray. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass insgesamt 5 Patienten Antibiotikum, 10 Patienten cortisonhaltiges Nasenspray und 2 Patienten cortisonhaltige Tabletten bekommen haben.

### 3.1.4 Anzahl der Nasennebenhöhlen- Operationen

Bei der Anzahl der Nasennebenhöhlenoperationen sollte festgestellt werden, ob die Patienten bereits voroperiert waren oder ob es sich um die erste Nasennebenhöhlenoperation gehandelt hat. Diese Frage beantworteten 14 Patienten mit ja, die anderen 25 Patienten waren bereits voroperiert und hatten mindestens eine oder mehr Nasennebenhöhlenoperationen.

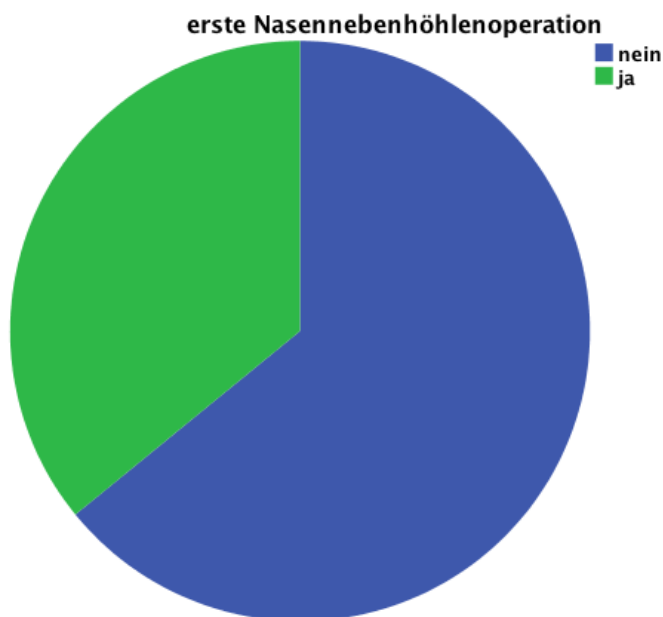


Abbildung 10: Darstellung Häufigkeit der Nasennebenhöhlenoperation



### 3.1.5 Zeitraum zwischen Operation und DVT- Aufnahme

Mit dieser Variablen wurde der Zeitpunkt der DVT- Aufnahme von dem Zeitpunkt der Operation subtrahiert. Der Zeitpunkt der Operation ist mit dem intraoperativen Befund gleichzusetzen, da dieser im Anschluss an die Operation durchgeführt wurde. Insgesamt sind von allen 39 untersuchten Patienten der Operationszeitpunkt und das Datum der DVT- Aufnahme erfasst worden. Der geringste Abstand waren 0 Tage, das bedeutet Operation und DVT- Aufnahme fanden am selben Tag statt. Der höchste Wert liegt bei 351 Tagen. Der Mittelwert liegt bei 55, 3 und der Median bei 34 Tagen. Die Standardabweichung hat einen errechneten Wert von 69, 9 Tagen.

### 3.1.6 Erkrankung mit Morbus Samter

Um die Erkrankung mit Morbus Samter zu ermitteln, mussten die Patienten die Frage nach Asthma, Aspirin-Unverträglichkeit und nasalen Polypen dreimal positiv beantworten. Dies war bei 15,4 % (= 6 Patienten) der Patienten der Fall. Die restlichen 84,6 % (= 33 Patienten) können auch eine oder zwei der vorliegenden Erkrankungen haben. Sie wurden aber nicht in die Bewertung von Morbus Samter einbezogen.

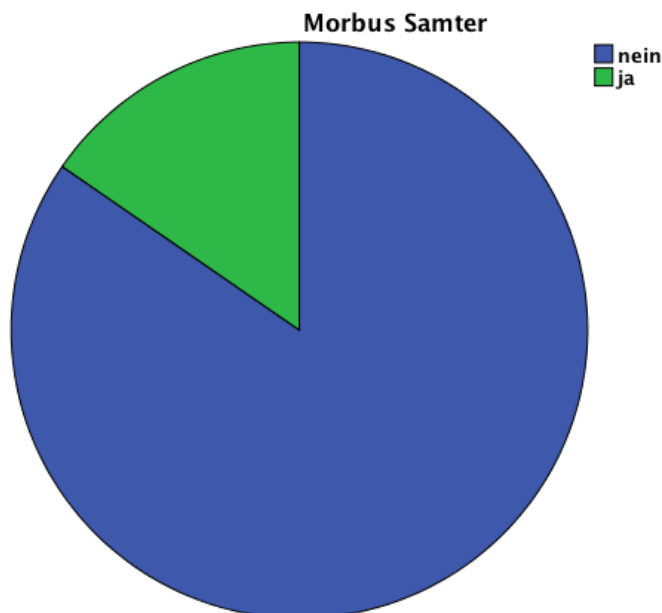


Abbildung 11: Häufigkeitsdarstellung von Patienten mit Morbus Samter

### 3.2 Ergebnisse der Patientenbefragung durch SNOT

Das gesamte Patientenkollektiv wurde mittels des Fragebogens SNOT-20 [30] befragt und ausgewertet. Alle 39 Patienten beteiligten sich an der Befragung durch den SNOT-20. Pro Unterteilung konnten in der Auswertung 100 Punkte erreicht werden. Diese wurden in unserer Befragung aber nie erreicht. Es wurde jeweils das Minimum, das Maximum, der Mittelwert, die Standardabweichung und der Median bestimmt. Das höchste Minimum (8 Punkte) und Maximum (84 Punkte) gibt es in der Unterteilung der PNS (primäre nasale Symptome). Hier haben wir auch den höchsten Mittelwert mit 40 Punkten errechnet. Die Standardabweichung beträgt 21,6 Punkte und der Median 40 Punkte. Folglich haben in dieser Fragekategorie die Patienten die höchsten Punktzahlen gegeben und somit die stärksten Symptome gezeigt. Die SRS (sekundär rhinogene Symptome) und die ALQ (allgemeine Lebensqualität) unterscheiden sich weniger. Minimum (beide Kategorien 0 Punkte) und Maximum (SRS: 76,7 , ALQ: 77,8) sind fast angeglichen und unterscheiden sich lediglich um 1,11 Punkte. Der Mittelwert liegt bei ALQ um 30,5 Punkte und bei SRS um 26,7 Punkte. Die Standardabweichung liegt im Bereich zwischen 18,9 (SRS) bis 21,6 (ALQ) Prozentpunkte. Dies bedeutet, dass die durchschnittliche Entfernung aller gemessenen Ausprägungen vom Durchschnitt, also unserem errechneten Mittelwert, in den einzelnen Unterteilungen ähnlich ist. Betrachtet man am Ende den Gesamtscore (GS), die Addition von PNS, SRS und ALQ , sieht man, dass sich Mittelwert (GS: 31,7) und Median (GS: 29) eher im unteren Drittel bewegen. Das Maximum ist mit 65 Punkten am niedrigsten, das Minimum liegt bei 3 Punkten. Die Standardabweichung (GS: 17, 5) ist beim GS am geringsten, folglich gibt es hier die wenigste Streuung. Zusammenfassend ist zu sagen, dass die primär nasalen Symptome, die höchsten Punktzahlen erreicht haben und somit die ausgeprägtesten Symptome gezeigt haben.

Um die hier aufgezählten Ergebnisse nochmals zu visualisieren, folgen die einzelnen Daten dargestellt mit Boxplots. Die einzelnen Unterteilungen (GS, PNS, SRS und ALQ) sind auf der Kategorienachse aufgetragen. Die Variable beinhaltet die Maximalanzahl von erreichbaren 100 Punkten. Man kann sehen, dass in dieser Darstellung keine Ausreißer an maximalen oder minimalen Werten zu erhalten sind, was damit zu begründen ist, dass es ein festgelegtes Scoring System von Bewertungspunkten 0 bis 5 gibt. Die höchsten Werte haben, wie schon im oberen Text dargelegt, die PNS. Der Median wird durch den schwarzen Mittelstrich gekennzeichnet. Der blaue Bereich kennzeichnet die graphische Darstellung vom 3. Quartil bis zum 1. Quartil. Das Minimum und Maximum werden jeweils durch die parallelen Striche oberhalb und unterhalb der blauen Bereiche gekennzeichnet.

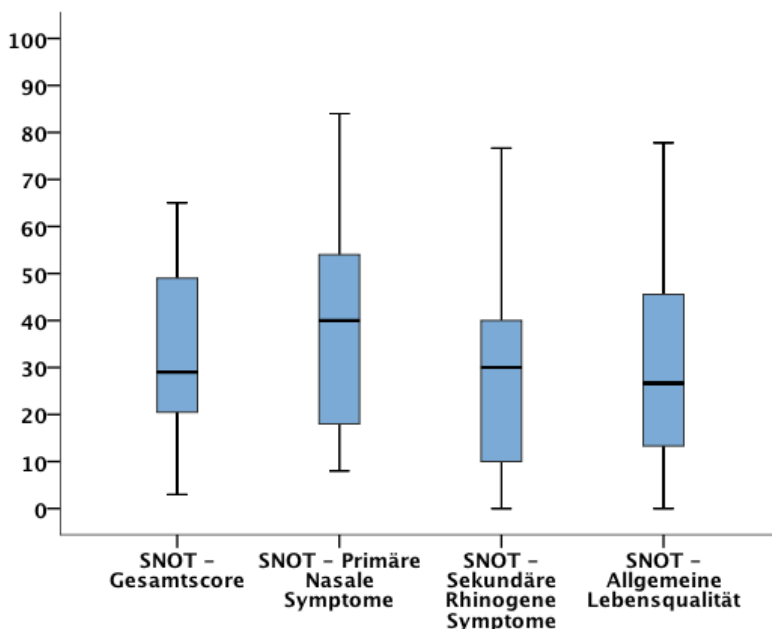


Abbildung 12: Boxplotdarstellung SNOT- Gesamtauswertung, X- Achse: Punkteinteilung 1-100, Y- Achse: Unterteilung der Bewertungsscores

Korreliert man den SNOT- Gesamtscore mit dem LMSS (linke Seite:  $p= 0,356$ , rechte Seite:  $p= 0,569$ ) mit dem ISS (linke Seite:  $p= 0,201$ , rechte Seite:  $p= 0,510$ ) und dem intraoperativen Befund (linke Seite:  $p=0,879$ , rechte Seite:  $p= 0,438$ ) so stellt man fest, dass sich der SNOT-Gesamtscore signifikant von den anderen Scoringssystemen unterscheidet und nicht von ihnen abhängig ist.

Die gleiche Aussage kann auch für die primär nasalen Symptome (LMSS linke Seite:  $p= 0,128$ , rechte Seite:  $p= 0,290$ ; ISS rechte Seite:  $p= 0,278$ ; intraoperativer Score linke Seite:  $p= 0,522$ , rechte Seite:  $p= 0,197$ ), für die sekundär rhinogenen Symptome (LMSS rechte Seite:

p= 0,564, linke Seite= 0,633; ISS rechte Seite: p= 0,925, linke Seite: p= 0,750; intraoperativer Score linke Seite: p= 0,614, rechte Seite: p= 0,747) und auch für die ALQ (LMSS rechte Seite: p= 0,622, linke Seite: p= 0,871; ISS rechte Seite: p= 0,242, linke Seite: 0,678; intraoperativer Score linke Seite: p= 0,826, rechte Seite: p= 0,612) getroffen werden. Einzige Ausnahme bildet die Korrelation der primär nasalen Symptome (PNS) mit dem ISS auf der linken Patientenseite. Dieser Wert beträgt p= 0,042 und ist somit nicht signifikant unterschiedlich. Betrachtet man das zur Korrelation von PNS und der linken Seite des ISS das zusätzlich dargestellte Streudiagramm ist keine deutliche Abhängigkeit der beiden Variablen voneinander zu sehen. Folglich kann dieser Befund auch zufällig sein.

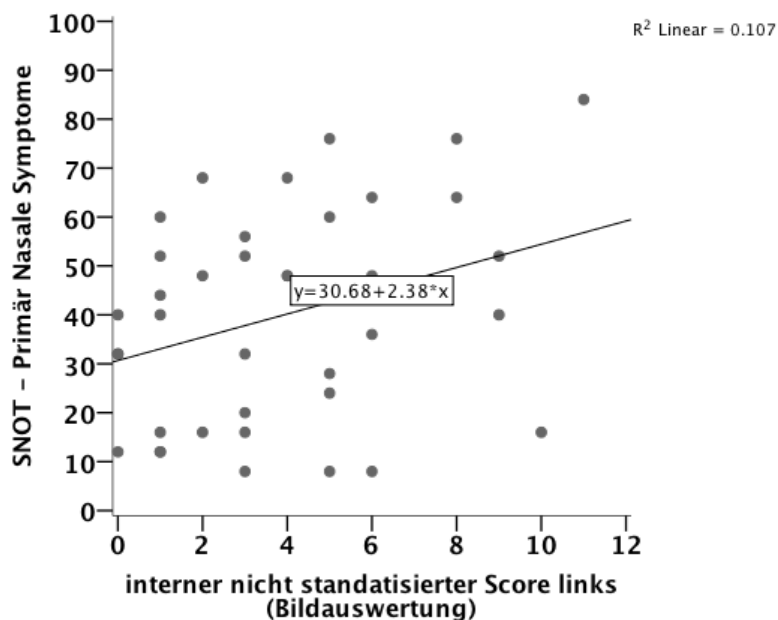


Abbildung 13: Streudiagramm SNOT/ interner Score (ISS) links

### 3.2.1 Gesamtscore

In der nachfolgenden Tabelle wird der Gesamtscore nochmal mittels eines Histogramms dargestellt. Der Mittelwert liegt bei 31,7, die Standardabweichung bei 17,5 Punkten. Jeder Balken repräsentiert einen Wertebereich aus der Variablen GS des SNOT. Die zusätzlich dargestellte Kurve zeigt die Normalverteilungskurve, sie zeigt an wie die Werteverteilung der Variablen bei perfekter Normalverteilung verlaufen würde.

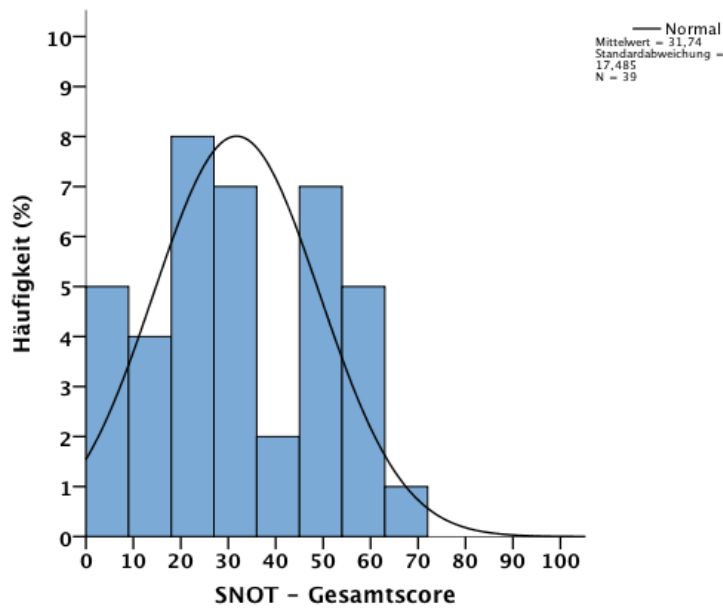


Abbildung 14: Histogramm Gesamtscore SNOT

### 3.2.2 Primär nasale Symptome

Die primär nasalen Symptome sind nochmals mittels Histogramm dargestellt. Die dargestellten Balken repräsentieren wiederum einen Wertebereich aus der Variablen primär nasale Symptome (PNS). Der Mittelwert liegt hier bei genau 40 Punkten, die Standardabweichung bei 21,6 Punkten. Die zusätzliche Kurve zeigt die Normalverteilung der Variablen.

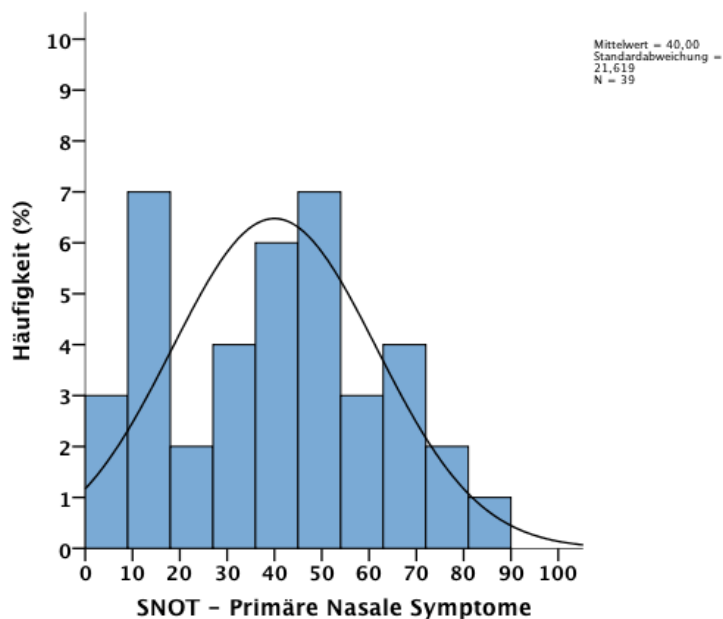


Abbildung 15: Histogramm primär nasale Symptome SNOT

### 3.2.3 Sekundär rhinogene Symptome

In der nachfolgenden Tabelle sind die sekundär rhinogenen Symptome durch ein Histogramm dargestellt. Auch hier ist die Normalverteilungskurve zu sehen. Der Mittelwert beträgt 26,7 Punkte und die Standardabweichung 18,9 Punkte. Auf der X-Achse wurde die Variable sekundär rhinogene Symptome (SRS) ausgewertet und anhand der Balken dargestellt.

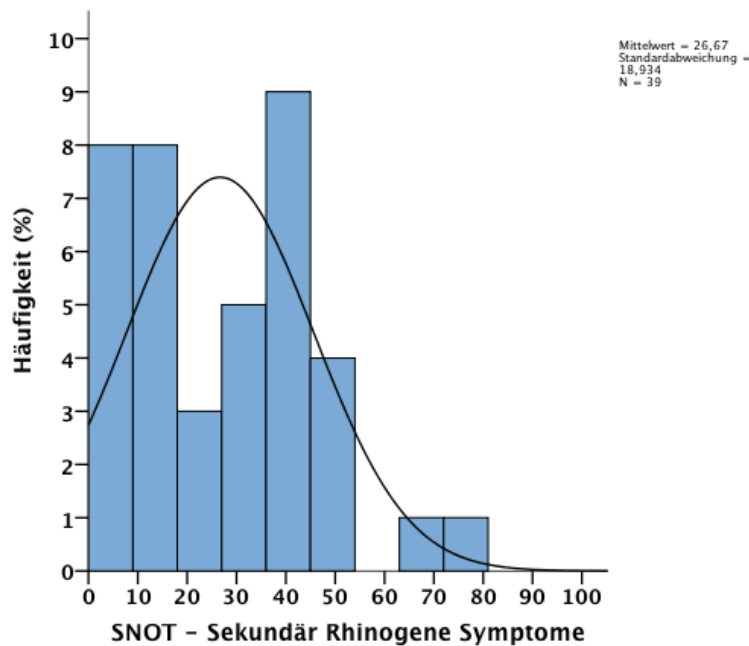


Abbildung 16: Histogramm sekundär rhinogene Symptome SNOT

### 3.2.4 Allgemeine Lebensqualität

Die Verteilung der allgemeinen Lebensqualität ist über ein Histogramm dargestellt. Der Mittelwert ergibt hier 30,5, die Standardabweichung liegt bei 20,9 Punkten. Die hier abgebildete Kurve zeigt die Normalverteilung an. Auf der X- Achse ist die Variable allgemeine Lebensqualität mit ihrer Verteilung aufgelistet, die Y- Achse stellt die einzelnen Häufigkeiten dar.

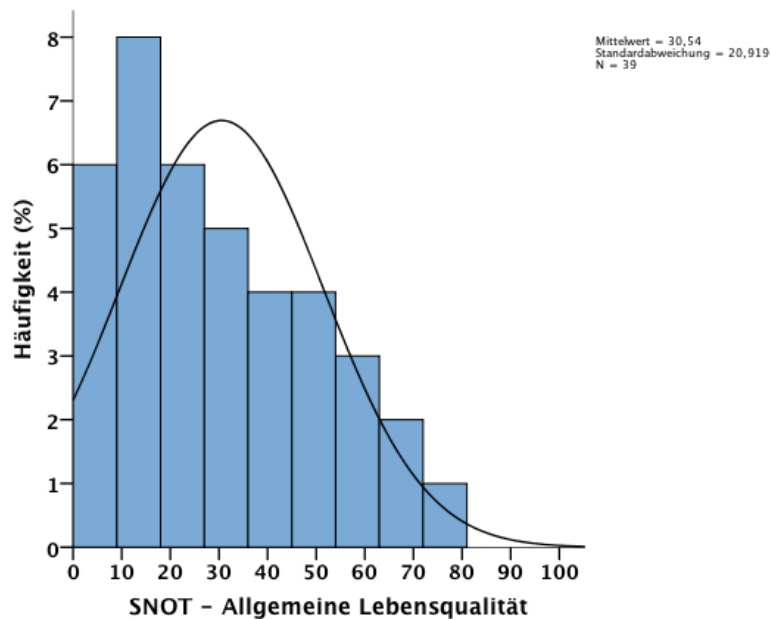


Abbildung 17: Histogramm Allgemeine Lebensqualität SNOT

### 3.3 Intraoperative Befundauswertung/ Ergebnisse

In der intraoperativen Befundauswertung, die von einem Operateur durchgeführt worden ist, wurden immer die linke und die rechte Patientenseite unabhängig voneinander beurteilt. Insgesamt wurden 38 Patienten in die Auswertung einbezogen.

Eine Person konnte während der Operation nicht ausreichend beurteilt werden. Grund hierfür war ein vorher ausoperiertes Nasennebenhöhlensystem, hier war keine Beurteilung der anatomischen Landmarken mehr möglich.

Die geringste Bewertung während der Operation lag bei 0 Punkten, sowohl auf der linken als auch auf der rechten Patientenseite. Dies wurde bei 7 Patienten (17,9%) auf der linken Seite diagnostiziert und bei 5 Patienten (12,8%) auf der rechten Seite. Das Maximum muss zwischen beiden Seiten unterschieden werden, auf der linken Patientenseite lag das Maximum bei 12 Punkten. Dies ist die höchste erreichbare Punkteanzahl und wurde an 2 Patienten (5,1%) vergeben. Auf der rechten Seite liegt das Maximum bei 10 Punkten, welches auch 2 Patienten (5,1 %) erhalten haben. Der erreichte Mittelwert von diesen 38 Patienten differenziert bei beiden Seiten kaum. Auf der linken Seite liegt er bei 4,2 und auf der rechten Seite bei 4,1 Punkten. Bei der Standardabweichung ist es ähnlich, sie beträgt auf beiden Seiten gerundet 3 Punkte (linke Seite: 3,4; rechte Seite: 3,0).

### **3.4 Bildgebende Befundauswertung des DVT mittels ISS und LMSS/ Ergebnisse**

Die im nachfolgenden Kapitel dargestellte Auswertung der DVT-Bilder, wurde auch wieder in eine linke und rechte Patientenseite unterteilt, damit die Beurteilung und der Vergleich der beiden Verfahren sinnvoll ist.

Bei der Beurteilung der DVT- Bilder mittels des ISS konnten alle 39 Patienten einbezogen werden. Die minimalste Bewertung betrug auf beiden Seiten jeweils 0 Punkte, dies war bei 4 Patienten (10,3%) auf der linken Seite und bei 6 Patienten (15,4%) auf der rechten Seite der Fall. Das Maximum liegt sowohl links und rechts bei jeweils 11 Punkten (links und rechts: 1 Person= 2,6%). Der Mittelwert ist auf der linken Seite geringfügig höher und liegt bei 3,9 Punkten und rechts bei 3,5 Punkten. Auch die Standardabweichung entspricht fast demselben Ergebnis (links: 2,97 und rechts: 3,5).

In die DVT- Auswertung anhand des LMSS wurden 39 Patienten einbezogen. Auch mit diesem Bewertungssystem liegen Maximum und Minimum bei jeweils 12 und 0 Punkten; diese wurden auch auf beiden Seiten erreicht. Das Minimum von insgesamt 5 Patienten (12,8%) beidseits, das Maximum von 2 Patienten (2,6%) links und von 1 Patienten (1,6%) rechts. Auch der Mittelwert (Links: 4,95 und Rechts: 4,55) und die Standardabweichung (Links: 3,7 und Rechts: 3,6) unterscheiden sich im Vergleich zwischen beiden Seiten kaum.

#### **3.4.1 Ergebnisse des intraoperativen Befundes und der beiden Bewertungsverfahren der DVT- Bildgebung**

Die zusammenfassende Darstellung der internen intraoperativen Befundergebnisse, mit ISS und LMSS soll in dem nachfolgendem Boxplot- Diagramm dargestellt werden. Hierbei wurde wieder zwischen der linken und rechten Patientenseite unterschieden. Die drei Auswertungsbefunde werden vergleichend auf der Kategorienachse (=X- Achse) nebeneinander gesetzt; auf der Variablenachse (=Y- Achse) sind die verschiedenen Häufigkeiten zu sehen.

Der dicke schwarze Balken innerhalb der ausgefüllten Fläche kennzeichnet die Lage des Median. Der Median beschreibt das zweite Quartil einer Stichprobe; das bedeutet den Wert, unter dem 50% aller der gemessenen Patientenbewertungspunkte liegen und der die Gesamtheit aller Werte in zwei Hälften teilt. Der Median liegt bei der



intraoperativen Befundung links und rechts bei 4,0, bei der internen nicht standardisierten Befundung links bei 4,0 und rechts (= DVT-Befundung) bei 3,0 und bei der Lund- Mackay Befundung links und rechts bei 5,0. Der Oberrand und Unterrand der farblich gekennzeichneten Fläche beschreiben jeweils das 25%- Perzentil (Unterrand) und das 75%- Perzentil (Oberrand). Die jeweiligen Werte hierfür liegen bei der intraoperativen Befundung links bei 1,5 (Unterrand) und 7,0 (Oberrand), rechts liegen sie 2,0 (Unterrand) und 7,0 (Oberrand). Die interne Bildbefundung ist auf der linken und rechten Seite gleich. Sie liegt beim 25%- Perzentil bei 1,0 und bei dem 75%- Perzentil bei 6,0. Die letzten zwei Punkte auf der Kategorienachse (X-Achse) stellen die Bildbefundung mittels Lund-Mackay- Score dar. Hier bekommt man auf der linken Seite ein 25%- Perzentil von 1,5 und auf der rechten Seite ein 25%- Perzentil von 1,0. Das 75%-Perzentil ist auf der linken und rechten Seite gleich und beträgt 7,0.

Der größte und kleinste Wert der hier abgebildeten Variablen sind im Boxplot durch Querstriche ober- und unterhalb der ausgefüllten Fläche markiert. Ausreißerwerte, also Werte die geringer als 0 sind oder Werte die über zwölf gehen sind hier nicht zu sehen. Dies ist dadurch bedingt, dass die Skalen vorher festgelegt wurden und so keine Ausreißer möglich sind.

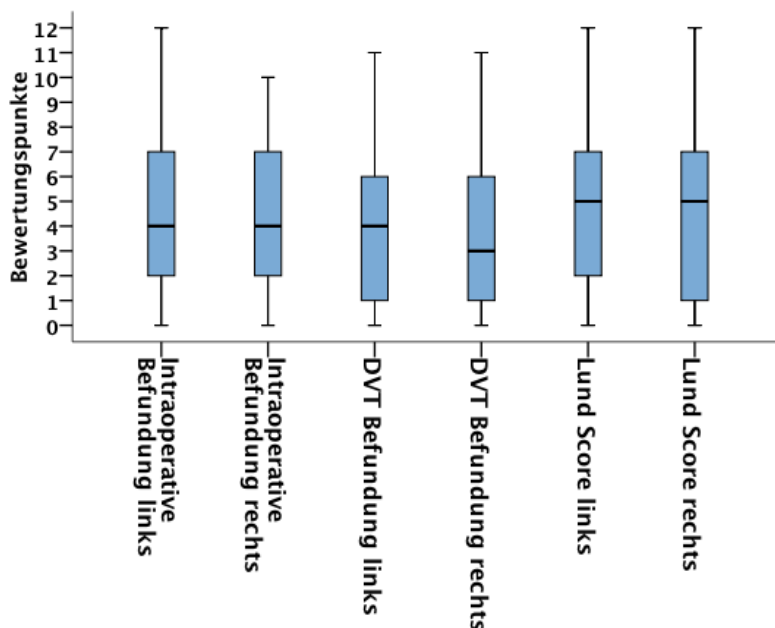


Abbildung 18: Boxplotdarstellung intraoperative und bildgebende Befunde (ISS und LMSS)

### **3.5 Vergleich zwischen intraoperativen und bildgebenden Befunden mittels Bland- Altman- Diagrammen**

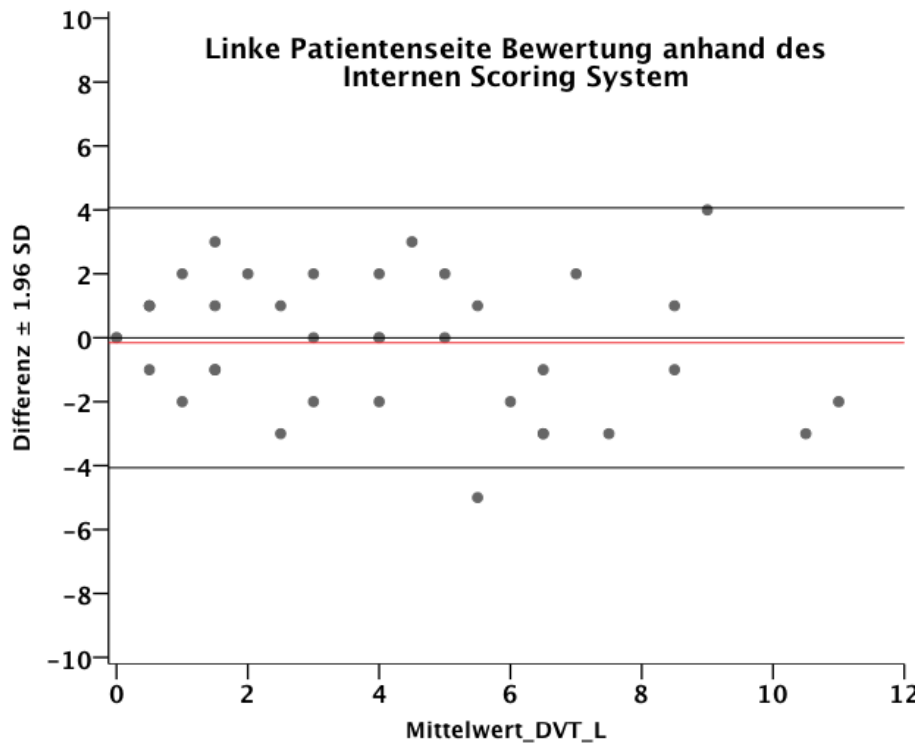
Im diesem Kapitel erfolgt der Vergleich unserer unterschiedlichen Messmethoden mit denen die DVT- Bilder bewertet wurden. Unter Einbeziehung von Bland-Altman-Diagrammen werden die zwei Messmethoden, jeweils in linke und rechte Seite unterschieden und graphisch dargestellt.

Die ersten beiden Darstellungen zeigen den Vergleich der intraoperativen Befundauswertung mit dem ISS. Der Mittelwert der Differenz zwischen intraoperativem Befund der linken Seite und dem ISS beträgt  $-0,2$  (Mittelwert), die Standardabweichung liegt bei  $2,1$ . Der p-Wert beträgt  $0,642$ , beide Bewertungen sind nicht signifikant unterschiedlich.

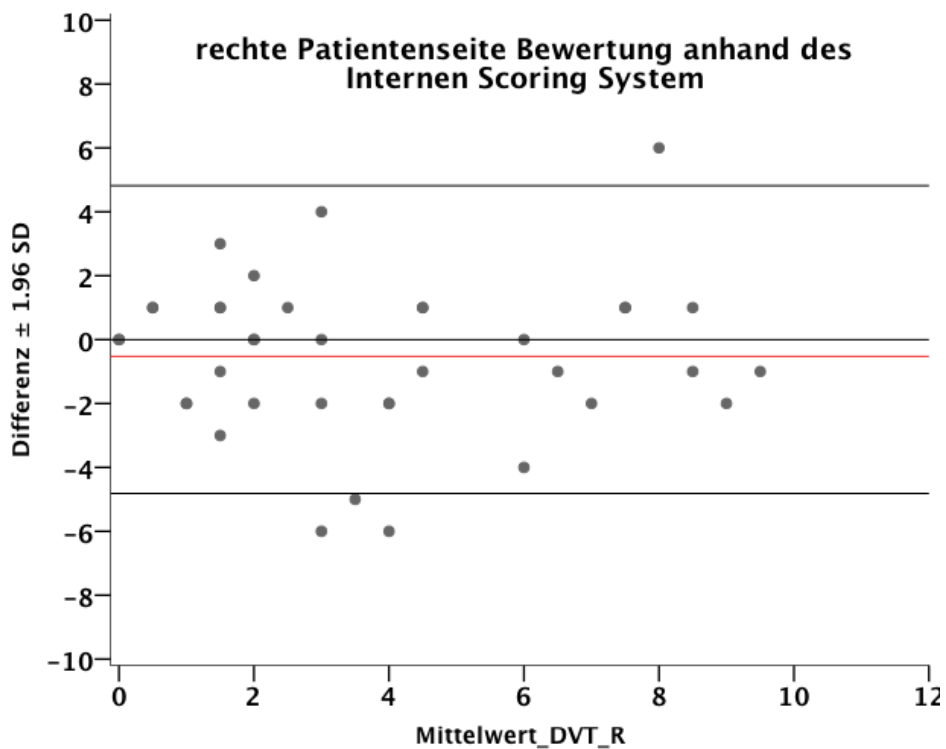
Auf der rechten Patientenseite ist der Mittelwert bei  $-0,5$  und die Standardabweichung bei  $2,5$ . Der p-Wert befindet sich bei  $0,195$ . Folglich sind auch hier beide Bewertungen nicht signifikant unterschiedlich. Betrachtet man den Mittelwert, in den ersten beiden Diagrammen als rote Linie dargestellt, liegt er minimal unterhalb der Nulllinie, welche hier als mittlerer schwarzer Strich dargestellt ist. Das bedeutet, dass der bildgebende Befund, der über das ISS erfolgt, leicht unterschätzt wurde im Gegensatz zum intraoperativen Befund. Eine leichte Unterschätzung, da beide rote Linien sowohl rechts als auch links sehr nah an der Nulllinie gelegen sind. Wären die Linien übereinstimmend beide auf der schwarzen Mittelachse gelegen, würde es keinen Unterschied zwischen den beiden Bewertungsverfahren geben.

Die beiden nun folgenden Diagramme stellen den Zusammenhang zwischen dem intraoperativen Befund und der Befundauswertung anhand des LMSS dar. Es wird wieder erst die linke Seite betrachtet. Der Mittelwert liegt bei  $0,8$  Punkten, die Standardabweichung bei  $2,5$  Punkten. Der errechnete p-Wert ergibt  $0,046$  Punkte und ist somit signifikant unterschiedlich. Der auf der rechten Seite erstellte p-Wert liegt bei  $0,374$  Punkten. Er ist nicht signifikant unterschiedlich. Der Mittelwert beträgt hier  $0,5$  Punkte, die Standardabweichung  $3,1$  Punkte.

Auch hier soll im Anschluss die Mittelwertbetrachtung erfolgen. Die rote Linie der Mittelwerte liegt in beiden Fällen der Bildbetrachtung, mit Hilfe des LMSS, immer oberhalb der mittleren schwarzen Linie. Folglich wurde das DVT- Bild welches anhand des LMSS eingeschätzt wurde hier immer, im Gegensatz zum intraoperativen Befund, überschätzt. Der Abstand zur Nulllinie ist aber auch in diesen Fällen immer weniger als  $1$  und auch so nur als minimal zu interpretieren.



**Abbildung 19: Bland-Altman- Plot linke Seite interner Score, Differenz= DVT\_Befundung\_intern\_links- intraoperative\_Befundung\_intern\_links**



**Abbildung 20: Bland-Altman- Plot rechte Seite interner Score, Differenz= DVT\_Befundung\_intern\_rechts- intraoperative\_Befundung\_intern\_rechts**

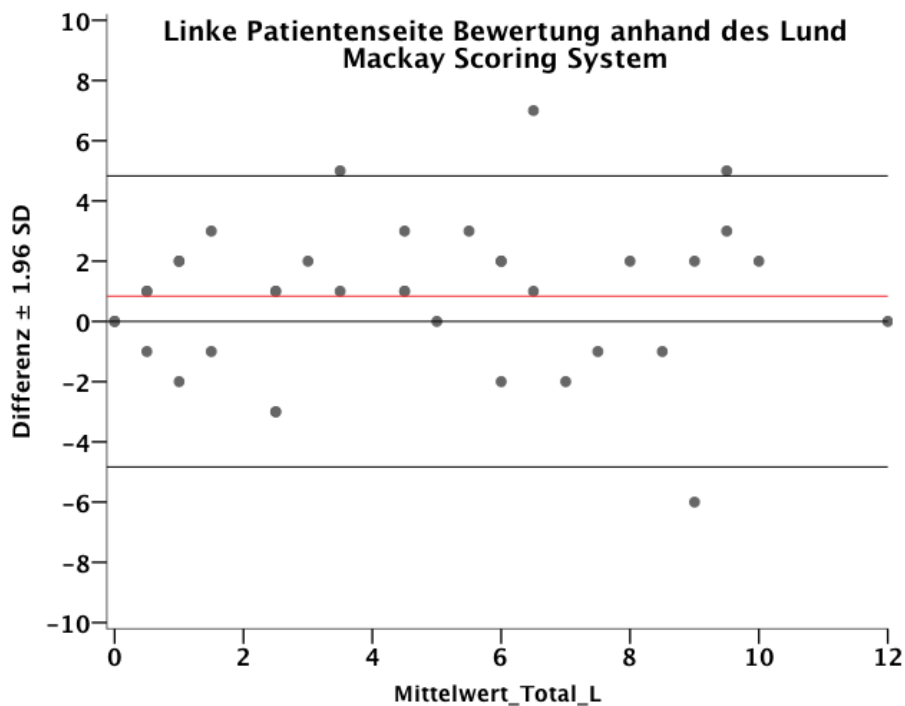


Abbildung 21: Bland- Altman- Plot linke Seite LMSS, Differenz: DVT\_Befundung\_LMSS\_links- intraoperative\_Befundung\_intern\_links

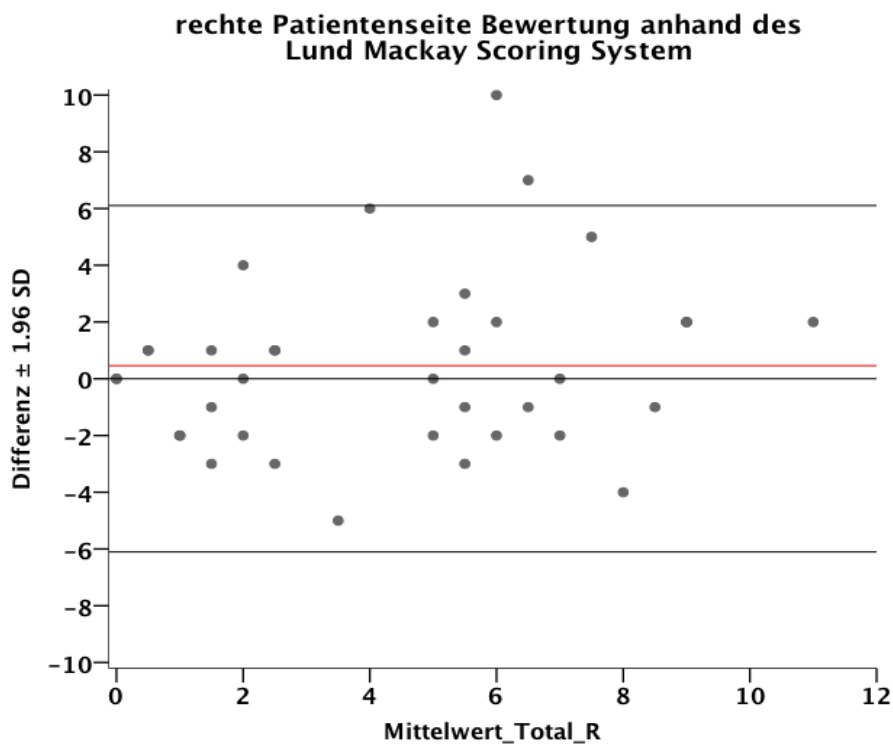


Abbildung 22: Bland- Altman- Plot rechte Seite LMSS, Differenz: DVT Befundung\_LMSS\_rechts - intraoperative\_Befundung\_intern\_rechts

## **4 Diskussion**

In diesem Kapitel erfolgt eine kritische Bewertung der verwendeten Materialien und Methoden. Wichtig für das allgemeine Verständnis ist die Beurteilung des verwendeten Patientenkollektivs. Es sollen Grenzen der einzelnen Beurteilungen und Ergebnisse aufgezeigt und diese mit anderen Studien verglichen werden.

### **4.1 Beurteilung der angewandten Methoden**

Im folgenden Kapitel wird auf die einzelnen Methoden eingegangen, die verwendet wurden. Es erfolgt die Bewertung des Patientenkollektivs, die Bewertung der Methodik und der Datenerhebung. Zuletzt wird der Fragebogen SNOT, der intraoperative Befund und beide bildgebenden Verfahren diskutiert und mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen.

#### **4.1.1 Bewertung des Patientenkollektivs**

Um die einzelnen Kennzahlen des Patientenkollektivs mit denen anderer Studien vergleichen zu können, werden die meisten Ergebnisse den Ergebnissen unterschiedlicher Studien gegenübergestellt.

Das Erfassen der Patientendaten erstreckte sich über einen Zeitraum von 15 Monaten. Insgesamt konnten 39 Patienten für diese retrospektive Untersuchung ausgewählt werden. Das ist eine vergleichsweise durchschnittliche Anzahl an Studienteilnehmern für diesen Zeitraum. Vergleicht man dies mit ähnlichen Arbeiten aus der Literatur gibt es wissenschaftliche Arbeiten, die sich über 21 Monate mit 46 Studienteilnehmern beschäftigen[33]. Vergleichszahlen zur Patientenanzahl (n) finden sich auch in anderen Dissertationen, n=38 [34], bei Huff et al. liegt die Patientenzahl etwas höher bei n=51[35]oder viel höher n= 674 [36]. Es gibt aber auch Studien, die mit niedrigeren Fallzahlen auskommen, n= 20 [37], n=19 [38]. Da die Patienten als Voraussetzung für diese Studie ein DVT präoperativ vorweisen mussten und die CT immer noch das Verfahren der Wahl [29] für die präoperative Bildgebung vor endoskopischen Nasennebenhöhlenoperationen ist, war das Patientenkollektiv in dieser Richtung zahlenmäßig eingeschränkt. Von den teilnehmenden Personen waren 18 weiblichen und 21 Personen männlichen Geschlechts. Das ist eine ausgewogene Verteilung mit einem leichten Überhang des männlichen Geschlechts. Diese Unterschiede könnten auf die geringe Teilnehmeranzahl zurückzuführen sein. Der in anderen

wissenschaftlichen Arbeiten festgestellte Überschuss an weiblichen Patienten zeigt sich hier nicht ([39],[40],[41]). Die Altersverteilung bei der vorliegenden Studie ist sowohl bezüglich des Altersdurchschnitts (46,3 Jahre), wie auch des Intervalls (13-76 Jahre) mit dem anderer Studien über chronische Rhinosinusitis vergleichbar. Als Beispiel ist hier die Studie von Arango zu nennen, welche ein Durchschnittsalter von 42 Jahren und einem Altersintervall von 16 bis 74 Jahren vorweist [41]. Auch handelt es sich, da alle Patienten konsekutiv innerhalb eines Zeitraumes eingeschlossen wurden, um eine Zufallsverteilung. Zusammenfassend sind sowohl Alters- als auch Geschlechtsverteilung im Vergleich zu anderen Studien als repräsentativ anzusehen.

Die allgemeine Anamnese der Patienten wurde erstellt, um prädisponierende Faktoren, die eine chronische Rhinosinusitis begünstigen, mit dem Patientenkollektiv zu überprüfen.

Hier wurde festgestellt, dass ein Drittel aller Patienten, die anamnestisch erfasst wurden, Raucher sind oder bis kurz vor der Operation geraucht haben. Dieses Kriterium sollte als kritisch angesehen werden, da rauchen zu einer steigenden Zahl an Entzündungsfaktoren bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis führen kann [42]. Es finden sich auch Studien, die zu dem Ergebnis kommen, dass zwischen Rauchen und einem fortgeschrittenen präoperativen Krankheitsbefund bezüglich der Nasennebenhöhlenerkrankung kein Zusammenhang besteht [43].

Die Befragung nach Allergien der Patienten ergab, dass 46,2 % der 39 befragten Patienten an Allergien leiden. Von diesen 18 Patienten, die sich als Allergiker ausgaben, wurden alle im Speziellen nach der Art ihrer Allergie gefragt. Infolgedessen können die einzelnen Allergien differenziert betrachtet werden. 5 Patienten dieser Studie haben eine Allergie auf nichtsteroidale Antirheumatika (Diclophenac, Novalgin, Acetylsalicylsäure und Paracetamol) und 5 Patienten eine Allergie gegen Antibiotika (Penicillin, Cotrim, Amoxicillin). Die restlichen Allergieangaben verteilen sich auf Nickel, Pollen, Gräser, Hausstaub und Katzenhaarallergien. Der Zusammenhang zwischen einer allergischen Rhinitis und einer chronischen Rhinosinusitis wurde auch in der Literatur beschrieben ([44, 45], [46]). Des weiteren konnte bei bestimmten anatomischen Variationen vor allem in den vorderen Siebbeinzellen und im Sinus frontalis, ein Zusammenhang zwischen der Entwicklung der chronischen Rhinosinusitis und einer allergischen Rhinitis festgestellt werden [47]. Wichtig ist auch die Unverträglichkeit gegen nichtsteroidale Antirheumatika, hier besonders gegen Aspirin (Acetylsalicylsäure). Die chronische Rhinosinusitis mit nasalen Polypen kann von einer Aspirin- Unverträglichkeit begleitet sein, welche sich als Aspirin- verschlimmernde Erkrankung der Atemwege

darstellt [48, 49]. In einer Studie wird die Aspirinunverträglichkeit als eine der vielen Ursachen für eine chronische Rhinosinusitis aufgeführt [50]. Auf den Zusammenhang zwischen Aspirinunverträglichkeit, nasalen Polypen und Asthma wird in diesem Kapitel später zusätzlich eingegangen.

Die Patienten wurden nach Ihrer Medikamenteneinnahme gefragt. Dies wurde in präoperative und postoperative Medikamenteneinnahme unterteilt. Die Art des Medikaments wurde auf dem Fragebogen eingegrenzt. Es konnte nur zwischen Antibiotika, cortisonhaltigem Nasenspray oder cortisonhaltigen Tabletten gewählt werden. Der Schwerpunkt wurde auf Cortison- und Antibiotikaeinnahme gelegt. Infolgedessen gab es 4 Patienten, die präoperativ Medikamente bekamen; 2 Patienten, die postoperativ Medikamente bekamen und 6 Patienten welche sowohl prä- als auch postoperativ behandelt wurden. Insgesamt wurden fünfmal Antibiotikum, zehnmal cortisonhaltiges Nasenspray und zweimal cortisonhaltige Tabletten verabreicht. Es wird diskutiert, inwieweit die präoperative Einnahme eines Antibiotikums und Cortisons auf die Bildgebung Einfluss nimmt. Es finden sich zu diesem Thema keine spezifischen Studien in der Literatur. In den USA ist die chronische Rhinosinusitis die fünfthäufigste Diagnose bei antibiotischer Therapie, trotz allem haben nur 60% der chronischen Rhinosinusitiden ihren Ursprung in einer bakteriellen Pathogenese [50]. In einer Doppelblindstudie von Wallwork et al. wurden deutliche Verbesserungen mit Macrolidantibiotika sowohl in der subjektiven als auch in der objektiven Ergebnisabschätzung gefunden [51]. Es kann überlegt werden, inwieweit die Antibiotikaeinnahme präoperativ, hier 4 Patienten, den intraoperativen Befund im Gegensatz zum Bildbefund verändert hat. Hier bezogen auf die Symptome die optisch beurteilt werden können. Leider finden sich zu diesem Thema keine wissenschaftlichen Arbeiten.

Die Therapie mit Cortison wird sowohl prä- als auch postoperativ vor allem bei chronisch rezidivierenden Rhinosinusitiden empfohlen.

Bei akut rezidivierenden und chronischen Rhinosinusitiden wird eine Behandlung mit Cortikoid-Nasenspray empfohlen; der Einsatz von topischen Cortikosteroiden über mehrere Monate bei unbehandelten Nasenpolypen sowie als Behandlungsversuch zur Vermeidung einer Operation sowie zur Rezidivprophylaxe nach einer chirurgischen Therapie ist darüber hinaus ebenfalls zu empfehlen.[1]

Die Nebenwirkungen, welche durch topische cortikosteroide in Bezug auf die Operation ausgelöst werden können, sind selten. Dabei gibt es keine Studien, welche die Effizienz von cortikosteroidhaltigen Tabletten bei chronischer Rhinosinusitis ohne nasale Polypen

aufzeigen, aber mehrere, die den Nutzen von cortisonhaltigem Nasenspray und Tabletten bei Patienten mit nasalen Polypen untersuchen [50]. Insgesamt bekamen auch in dieser Untersuchung 10 Patienten Cortikoide verschrieben, entweder als Nasenspray und/oder in Tablettenform. Genau wie bei der vorher schon erwähnten Antibiotikagabe, ist die Cortisoneinnahme der Patienten auch bei der Bildbetrachtung zu bedenken. Es ist die Frage zu stellen, ob der Patient zum Zeitpunkt der Bildgebung schon Cortison in einer bestimmten Form bekommen hat oder erst zwischen der Bildgebung und dem intraoperativen Befund, da die Einnahme von Cortison beide Befunde verändern könnte. Wissenschaftliche Arbeiten zur Cortisoneinnahme bei CRS und Bildgebung wie CT oder DVT finden sich leider in der Literatur nicht.

Für die Betrachtung der Bildgebung war zusätzlich wichtig, ob sich die Patienten schon zu einem früheren Zeitpunkt einer Nasennebenhöhlenoperation unterzogen haben. Dieses war bei 14 Patienten der Fall. Hier wurde aber nicht auf die Anzahl der Nasennebenhöhlenoperationen geachtet, sondern nur, ob eine oder mehrere Operationen erfolgt sind. Diese Frage konnte nur mit ja oder nein beantwortet werden.

Insbesondere bei der endonasalen Revisionschirurgie sind häufig anatomische Landmarken durch frühere Eingriffe entfernt und Defekte der Knochengrenzen der NNH in Richtung Schädelbasis oder Orbita zu befürchten [52]. Folglich haben diese Patienten jeweils eine unterschiedliche Ausgangssituation und entsprechende unterschiedliche Bildgebungen nachzuweisen. Die 14 hier erfassten voroperierten Patienten, wurden auch nicht in partielle oder vollständige Revisionen unterteilt. Eine starke Knochenarrosion kann aber nicht nur durch Operationen, sondern auch durch eine besonders starke oder langjährige Form der CRS ausgelöst sein. Dies ist sowohl intraoperativ als auch bei der Bildbetrachtung zu beachten und muss bei jedem Patienten nochmals individuell anamnestisch abgeklärt werden.

Im letzten Punkt der allgemeinen Anamnese wird untersucht, ob von den teilnehmenden Patienten eine bestimmte Anzahl die Erkrankung Morbus Samter hat. Sie wurden dazu wie in Kapitel 3.1.6 schon erwähnt, nach nasalen Polypen, Aspirinunverträglichkeit und Asthma gefragt. Wurden diese drei Fragen mit ja beantwortet, wurde die Krankheit Morbus Samter bei diesem Patienten erfasst. Dies war bei 6 Patienten der Fall. Eine Vielzahl an Patienten gab aber an, dass die Aspirinunverträglichkeit bei ihnen getestet werden sollte. Diese Patienten wurden allerdings nicht zusätzlich in der Studie als mögliche Morbus-Samter-Patienten erfasst. Angaben zur Häufigkeit des Krankheitsbildes schwanken stark. Eine Dunkelziffer ist zu erwarten,



da kein regelhaftes Screening aller Asthmatiker durchgeführt wird [19]. Bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis, die an Morbus Samter erkrankt sind, kann erwogen werden, dass sie nur schlecht auf eine konservative Therapie ansprechen. Bei diesen Patienten kommt es zu einem ausgeprägterem Krankheitsverlauf und mehreren Nachoperationen verglichen mit Patienten mit einer chronischen Rhinosinusitis [53]. Die endgültige Diagnostik, die zusätzlich zum klinischen Bild des Morbus Samter eine Gesamtdiagnose ergibt wird in der Literatur als CT- Aufnahme und Endoskopie beschrieben [49]. Beschäftigt man sich mit der Lebensqualität der Patienten mit Morbus Samter, können sie verglichen mit Patienten, die nur an chronischer Rhinosinusitis leiden, eine vergleichbare Lebensqualität, trotz mehrfacher Nachoperationen haben [49]. Die hier erwähnten 6 Patienten mit Morbus Samter sollten auch nach der Untersuchung nochmals kontrolliert werden. Der bereits oben erwähnte progrediente Krankheitsverlauf bei Morbus Samter kann nach der Operation zu wiederholten Polypenbildungen und zu Diskrepanzen in der Bild- bzw OP- Befundung führen.

#### **4.1.2 Bewertung der Methodik und Datenerhebung**

In dieser Dissertation wurden Personen erfasst, die unter einer chronischen Rhinosinusitis leiden und sich in Folge dieser Erkrankung einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation unterziehen müssen. Die Patientenerfassung wurde von mehreren erfahrenen Operateuren durchgeführt, welcher die ausgewählten Patienten auch nach der Operation beurteilte und die bildgebenden Befunde zusammen mit der Doktorandin bewertete. Es wurden alle anatomisch wichtigen Punkte der Nasennebenhöhlen betrachtet. Andere Studien beschränken sich nur auf einzelne Nasennebenhöhlen wie zum Beispiel die Kieferhöhle [36, 54].

Die Operationsmethode FESS, mit der auch die hier untersuchten Patienten behandelt wurden, findet sich auch in vergleichbaren Studien der Literatur wieder [21, 55]. Derzeit wird mehr als die Hälfte der Nasennebenhöhlenoperationen mittels FESS durchgeführt [56]. Nur noch bei wenigen Operationen muss auf extranasale Techniken zurückgegriffen werden [57].

Die hier erfassten Patienten haben präoperativ eine DVT- Aufnahme erhalten und wurden so diagnostisch ausgewertet. Es finden sich vergleichbare Studien, in denen die Patienten anhand einer CT- Aufnahme als diagnostisches Mittel ähnlich bewertet wurden. Studienbeispiele sind die Untersuchung des Stellenwerts des CT bei chronischer Rhinosinusitis [41], die Bildgebung der

Nasennebenhöhlen zur funktionellen, navigationsgestützten Nasennebenhöhlenoperation [56], die rationelle CT- Diagnostik vor Operationen an den Nasennebenhöhlen [52] oder der Zusammenhang zwischen patientenbezogenen Fragebögen und CT- Staging bei chronischer Rhinosinusitis [58].

Bei dieser Dissertation wurden den Patienten, neben der intraoperativen- und DVT- Bewertung, zusätzlich noch Fragebögen ausgehändigt, um die allgemeine Anamnese der Patienten mit spezifischen Fragen zu ergänzen und um die spezielle Anamnese mit dem SNOT- Test zu erweitern. Auf die spezielle Anamnese anhand des SNOT wird im folgenden Kapitel näher eingegangen. Sie wurden den Patienten nach der Operation im Klinikum vorgelegt oder innerhalb von zwei Wochen nach der Operation verschickt. Die Patienten beantworteten alle Fragen subjektiv, was eine nicht auszuschließende Streubreite mit sich bringt. Auch sind Rezidive oder postoperative Beschwerden, die in der Anamnese beantwortet und beurteilt werden sollten, nach dem Studienzeitpunkt nicht auszuschließen.

#### *4.1.2.1 Bewertung des SNOT*

Der Fragebogen des SNOT-Test 20 [59] wurde als spezielle Anamnese an den allgemeinen Fragebogen, den alle Patienten bekommen haben, hinzugefügt. Er ist das einzige persönliche Experiment, welches nicht nur die Gesundheit, sondern auch andere Faktoren und Lebensumstände der Patienten berücksichtigt [60]. Die Patienten mussten 20 Fragen mit jeweils 5 Bewertungskriterien beantworten. Manche der genannten Symptome waren sehr ähnlich und konnten von den Patienten nicht ausreichend differenziert werden. In anderen Studien wird kritisiert, dass auch wichtige Symptome wie zum Beispiel die Nasenobstruktion und der Verlust oder die Verminderung des Geschmackssinns nicht mit einbezogen werden [61]. Die unterschiedliche Einschätzung der Patienten ist von dem subjektiven Leidensdruck der Patienten abhängig. Es kann allgemein beobachtet werden, dass die Patienten entweder dazu neigen, den niedrigeren Score oder den höheren Score zu nehmen. Die größte Beeinträchtigung empfinden die Patienten bei den primär nasalen Symptomen (40 Punkte).

Die geringste Beeinflussung sehen Sie bei den sekundär rhinogenen Symptomen (26,7 Punkte). Die allgemeine Lebensqualität mit 30,5 Punkten und der Gesamtscore mit 31,7 Punkten. Diese Punktevergabe ist als gute subjektive Einschätzung zu sehen, da die

Patienten auch die stärksten Symptome bei den primär nasalen Symptomen (PNS) zeigen. Die sekundär rhinogene Symptome (SRS) differenzieren je nach Krankheitsbild. Vergleicht man diese Punkteskala mit der Bewertungsskala die von Baumann und De Maddalena entwickelt wurde [30], kann man in dieser Skala die Beschwerdeklassen 2 ( $>12$  und  $\leq 32$  Punkte, gering- bis mittelgradige Beschwerden) für die SRS, die allgemeine Lebensqualität (ALQ) der Patienten und den Gesamtscore (GS) vergeben. Die Beschwerdeskala 3 ( $>32$  und  $\leq 52$  Punkte, mittel- bis hochgradige Beschwerden) trifft hier für die PNS zu. Beschwerdekategorie 1 ( $\leq 12$ , keine bis geringgradige Beschwerden) und Beschwerdekategorie 4 ( $>52$ , hochgradige und höchstgradige Beschwerden) werden von den hier erfassten Mittelwerten der Patienten nicht angegeben. Um den SNOT auch in der klinischen Situation richtig einschätzen zu können, wurde er mit gesunden Personen durchgeführt. Hierbei wurde ein normaler Score von  $\leq 7$  Punkten ermittelt [61]. Da die Erwartung des Punktescores bei vollkommen gesunden Patienten bei 0 Punkten liegen sollte, kann ein durchschnittlicher Score von 7 auch ein Hinweis auf eine Verbreitung der Rhinosinusitis sein, welche noch nicht diagnostiziert wurde [61]. Grundsätzlich sollte dabei auch der Schwankungsbereich dieser Scores bedacht und mit in die spezielle Anamnese einbezogen werden, da es schon bei gesunden Patienten zu Schwankungen kommt. Betrachtet man nun den SNOT bei unserer Studie, welcher die gesundheitsbezogene Lebensqualität bei Patienten darstellt und korreliert diesen mit den intraoperativen und den bildgebenden Befunden, stellt man fest, dass diese signifikant unterschiedlich sind (siehe Kapitel 3.2). Das bedeutet, dass der SNOT in keinem Zusammenhang zu der intraoperativen Befundung und dem DVT- Bild steht. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Studie von Zheng et al 2011, welche eine CT- Aufnahme (ausgewertet anhand des Lund-Mackay-Score) mit dem SNOT korrelieren, kann man ein ähnliches Ergebnis feststellen. Der Signifikanzwert liegt hier bei  $p=0,318$  [58].

#### *4.1.2.2 Bewertung der intraoperativen Befunde*

Die intraoperativen Befunde wurden mit einem intern erstellten Scoring System bewertet, welches nicht standardisiert ist. Hierbei wurden die linke und rechte Seite differenziert betrachtet. Es finden sich in der Literatur keine Studien, welche die linke und rechte Kopfseite getrennt beurteilen. Die präoperativen Checklisten beziehen sich immer nur auf den Kopf insgesamt [55, 56]. Als anatomische Landmarken wurden die Nasenhaupthöhle, der mittlere Nasengang, die Kieferhöhle und das

Siebbein intraoperativ bestimmt. Als Orientierung diene hierbei die von Schuhknecht und Simmen entworfene präoperative Checkliste, welche die kraniale Anheftung des Processus uncinatus, die ostiomeatale Einheit, die Position Siebbeindach zur Lamina cribrosa, den Verlauf der Arteria ethmoidalis anterior, die Sphenoethmoidal-Zelle (Onodizelle), den Verlauf des Nervus opticus, den Verlauf der Arteria carotis interna und knöcherne Dehiszenzen beinhaltet[29]. Das interne intraoperative Staging System differenziert sich aber in dem Punkt von den anderen Beurteilungsscores, indem es die Verlegung der Nasennebenhöhlen und die Knochenarrosion einbezieht. Das Bewertungssystem in dieser Dissertation unterscheidet zwischen 4 Stufen (0= keine Schleimhautschwellung/ Polypen, 1= partielle Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen, 2= nahezu vollständige bis vollständige Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen ohne Knochenarrosion, 3= vollständige Verlegung und Entzündung mit Knochenarrosion). In vergleichbarer Literatur finden sich auch andere Ansätze von Bewertungsscores, die sich in der Bewertung der Darstellung von anatomischen Details in 5 Stufen ( 1= nicht verwertbar bis 5= optimal) unterscheiden [52].

Bei anderen Untersuchungen finden sich auch mehrere unabhängige Auswerter. In der Studie von Koitschev et al gibt es 4 Auswerter (je zwei erfahrene HNO- Chirurgen und Radiologen), welche die Bildsätze pro Patient einzeln und unabhängig voneinander bewerteten [52]. Dies hätte in der eigentlichen Auswertung in dieser Studie verbessert werden können. Die intraoperativen Befunde beruhen auf der persönlichen Einschätzung des zuständigen Operateurs. Die intraoperative Einschätzung gilt als der Goldstandard in unseren weiteren statistischen Berechnungen. Sie wird in Kapitel 4.1.3 mit den bildgebenden Befunden verglichen.

Insgesamt konnten in der intraoperativen Auswertung ein Maximum von 12 Punkten auf jeder Seite erreicht werden. Dies war aber nur bei 2 Patienten auf der linken Seite der Fall, rechts wurden lediglich 10 Punkte von 2 Patienten gezeigt. Das erreichte Minimum auf beiden Seiten waren 0 Punkte. Diese wurden von 5 Patienten rechts und 7 Patienten links erreicht. Die Ergebnisse erscheinen relativ ausgewogen, die linke Seite hat zwar ein höheres Maximum als die rechte Seite, dafür gibt es auf der rechten Seite mehr Patienten, die einen Score von 0 Punkten erreicht haben. Diese Interpretation stützt auch die erreichten Mittelwerte, sie liegen auf der rechten Seite bei 4,1 und auf der linken Seite bei 4,2 also nur minimal auseinander.

#### 4.1.2.3 Bewertung Bildgebung

Die Bewertung der DVT- Bilder erfolgte anhand zwei verschiedener Auswertungsscores. Es kann in Frage gestellt werden, warum es sinnvoll ist die DVT- Bilder mit beiden Systemen unterschiedlich zu beurteilen. Hier wurde einmal das ISS gewählt, ein nicht standardisiertes Verfahren und das LMSS, ein standardisiertes Verfahren. Die Überlegung war einmal ein Scoring System, hier das ISS, zu entwerfen, welches gut mit dem intraoperativen Befund vergleichbar ist, da es genau die gleichen anatomischen Gesichtspunkte betrachtet. Das LMSS wurde zusätzlich als langjährig getestetes und gut vergleichbares Verfahren hinzugenommen, um die beiden Untersuchungsergebnisse mit unterschiedlichen Verfahren vergleichen zu können und gut prüfbare Ergebnisse zu erhalten. Das DVT- Bild wurde erst mit dem internen nicht standardisierten Scoring System und im Anschluss daran noch mit dem standardisierten Lund-Mackay Scoring System [32] ausgewertet. Das LMSS wurde absichtlich vereinfacht entwickelt, um die CT- Bilder schnell und ohne großes radiologisches Training gut interpretieren zu können[62]. Das ISS hat einen Punktscore von 0- 3 (0= keine Schleimhautschwellung/ Polypen, 1= partielle Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen, 2= nahezu vollständige bis vollständige Verlegung durch Schleimhautschwellung/ Polypen ohne Knochenarrosion, 3= vollständige Verlegung und Entzündung mit Knochenarrosion), welcher dem intraoperativen internen Punktescore entspricht. Der LMSS beurteilt nur von 0-2 (0= keine Verschattung, 1= teilweise Verschattung, 2= komplette Verschattung). Er ist das am weitesten verbreitete Scoring System [32] und wird genauso wie der ISS dafür verwendet das Ausmaß bei chronischer Rhinosinusitis zu bewerten. Diese beiden Bewertungsscores sind variabel und können auch noch mit Beispielen aus der Literatur ergänzt werden, in denen der LMSS zusätzlich erweitert wurde. Ein Beispiel ist der Zinreich-Score[63, 64], der in 6 verschiedene Einzelscores (0= 0% Entzündung, 1= 1-25% Entzündung, 2= 26-50% Entzündung, 3= 51-75% Entzündung, 4= 76-99% Entzündung, 5= 100% Entzündung) unterteilt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die beiden in dieser Studie verwendeten Scores sich insofern von anderen Beurteilungsscores unterscheiden, dass sie die Verschattung (LMSS), Knochenarrosion mit/ ohne Polypen (ISS) berücksichtigen und nicht primär nur auf die Entzündung eingehen. Dies wird auch nicht in den Kriterien von Schuknecht et al empfohlen, die festlegen, dass bei der radiologischen Beurteilung auf Wandsklerose, persistierende Schleimhautschwellung nach konservativer Therapie, eingedicktes Sekret mit hoher Dichte,

Druckerosion der Hinterwand von Stirn- und Keilbeinhöhle mit freiliegender Dura bei chronischer Sekretretention geachtet werden sollte [29]. Auch erfolgt bei beiden hier verwendeten Scores keine Unterteilung in Prozentzahlen, was auch auf die kleinere Punktescoreverteilung zurückzuführen ist. Auch die zu erreichenden Total Scores in dieser Studie haben ein kleineres Volumen als die beiden Vergleichscores. Das LMSS und ISS erreichen maximal 24 Punkte, das Zinreich System [64] maximal 50 Punkte und das Proposed system 44 Punkte.

Die Beurteilung der beiden hier verwendeten Systeme unterscheidet sich zusätzlich in der Anzahl und Art der anatomischen Landmarken. Während das ISS die Nasenhaupthöhle, den mittleren Nasengang, die Kieferhöhle und das Siebbein in die Bewertung einbezieht, teilt das LMSS die Siebbeinzellen in vordere und hintere Siebbeinzellen. Die Nasenhaupthöhle und der mittlere Nasengang werden zum osteomeatalen Komplex zusammengenommen und der Sinus sphenoidalis und der Sinus frontalis zusätzlich bewertet. Da sich die meisten Bewertungsscores aus dem LMSS [32] entwickelt haben und nur Modifikationen sind, wie der Zinreich- Score [64] oder der Proposed Score [65] lassen sich diese Scores in der Bewertung gut vergleichen, obwohl dem LMSS unterstellt wird, dass er nicht sensibel auf Änderungen in der Abbildung eingeht [33].

Bei den erreichten minimalen und maximalen Werten des ISS und LMSS der DVT Beurteilung unterscheiden sich beide Systeme geringfügig. Das Minimum wurde immer mit 0 Punkten angegeben, das Maximum liegt bei LMSS bei 12 Punkten links und rechts und beim ISS bei 11 Punkten. Die Mittelwerte zeigen einen Unterschied. Sie liegen beim LMSS höher (links: 4,95; rechts: 4,6) als bei dem ISS (links: 3,9; rechts: 3,5). Dies könnte an der differenzierteren Betrachtung der anatomischen Punkte des LMSS liegen oder an der Punktevergabe an sich. Vergleicht man die Werte mit der CT- Studie von Likness et al, welche die Schwere der chronischen Rhinosinuitis anhand des LMSS prä- und postoperativ untersucht haben, kommen diese auf ähnliche Maximum und Minimumwerte (2-23 Punkte, beide Seiten), jedoch auf unterschiedliche Mittelwerte (14,3, beide Seiten) jeweils in der präoperativen Bildbetrachtung [33].

Kritisch ist zu sehen, dass die Bilder nicht wie in vergleichbaren CT- Studien, Okushi et al arbeitete mit drei Hals- Nasen und Ohrenärzten [37] oder mit vier Auswertern (zwei Radiologen und 2 HNO-Ärzte) [52] von mehreren unabhängigen Betrachtern bewertet wurden, sondern mittels zwei Fachärzten für Hals- Nasen und Ohrenheilkunde erfolgte. In dieser Arbeit wurden die Bilder von 2 operativ wie auch in der radiologischen Diagnostik erfahrenen Operateuren unabhängig

voneinander und auch zeitlich unabhängig von der Operation ausgewertet.

#### **4.1.3 Vergleich zwischen den Befunden intraoperativ und den Scoring Systemen**

Die Aufgabe der radiologischen Bildgebung kann in drei Hauptgebiete unterteilt werden: Die Abgrenzung lokaler Prozesse, die Erkennung und Entdeckung krankheitsbedingter Komplikationen und die Beschreibung verschiedenster anatomischer Variationen, die für den Operateur wichtig sein könnten [56]. Um die Fragestellung der Dissertation letztendlich vollständig zu beantworten, wurde als Endpunkt der intraoperative Befund, der hier als Goldstandard geltend gemacht wird, mit den beiden unterschiedlichen Scoring Systemen verglichen. Als graphische Hilfe dient hier die Darstellungsmethode mittels Bland-Altman-Diagrammen. Bland und Altman haben ein einfaches graphisches Verfahren vorgeschlagen, welches die Verzerrung und Streuung der Daten berücksichtigt und mit dessen Hilfe systematische Ausreißer und Abhängigkeiten der Varianz von der Größe der Messwerte beurteilt werden können [66].

Als erster Vergleich soll der intraoperative Befund mit dem ISS betrachtet werden. Sinnvoll ist, die Aufteilung in eine linke und rechte Kopfseite, da diese beiden Seiten oft unterschiedlich stark von der chronischen Rhinosinusitis betroffen sein können. Bei beiden Scoring Systemen, also intraoperativer Befund und ISS, liegen die gleichen Voraussetzungen vor, sowohl in der Betrachtung der anatomischen Landmarken, als auch in der Punktevergabe. Der durchgeführte T-Test zwischen zwei unabhängigen Stichproben ergab p- Werte über 0,05 (Testwerte linke Seite:  $p=0,642$ , rechte Seite:  $p= 0,192$ ). Dies bedeutet, dass es zwischen beiden Verfahren keinen signifikanten Unterschied gibt. Beide sind unabhängig voneinander und können somit verglichen werden. Die Bland- Altman- Diagramme zeigen in ihrer Auflösung, dass der interne Score im Gegensatz zum intraoperativen Score leicht unterschätzt wurde. Dies zeigt sich auf der linken Patientenkopfseite (Mittelwert:  $-0,2$ ) stärker als auf der Rechten (Mittelwert:  $-0,5$ ). Dort liegt fast eine Übereinstimmung des Scoring Systems mit der Nulllinie vor. Es fällt rückblickend auf, dass die linke Patientenkopfseite übereinstimmender mit dem intraoperativen Befund bewertet wurde als die rechte. Laut der eigentlichen These, ob das DVT-Bild den Befund realistisch einschätzen kann, kann dies hier sicher gesagt werden. Die Unterschätzung lag bei diesem Verfahren im minimalen Bereich, also von 0 bis 1 von der Nullachse entfernt und kann durchaus als gutes Ergebnis gewertet werden. Die Unterschiede

sind auch zwischen den einzelnen visuellen Betrachtungsweisen durch ein Endoskop während der Operation oder durch einen Bildschirm zu erklären. Hierdurch differenziert sich die unterschiedliche Betrachtungsweise und Interpretation, welche bei visuellen Verfahren nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Die große Übereinstimmung bestätigt sich auch dahin gehend, dass die Bewertungskriterien beim internen operativen Befund und dem internen Scoring System für die DVT- Aufnahmen sowohl in der Punktescoreeinteilung als auch bei den anatomischen Landmarken ähnlich sind.

Zusätzlich zum ISS wurde noch ein standardisiertes Verfahren in den Vergleich aufgenommen: Das Lund-Mackay-Scoring-Verfahren (siehe vorheriges Kapitel). Hier ergeben sich Unterschiede zu dem operativen Verfahren sowohl in der Punktwertung als auch in der Betrachtung der anatomischen Landmarken. Sie werden detailliert in Kapitel 2.2.3.3. dargestellt. Auch bei diesem Verfahren wird in linke und rechte Kopfseite unterschieden. Bei diesem Vergleich sind die Ergebnisse unterschiedlicher. Der mit der linken Seite durchgeführte T- Test zwischen intraoperativem Befund und dem LMSS ergibt einen p- Wert von  $p= 0,046$ . Dies bedeutet, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen der intraoperativen Betrachtung und dem LMSS auf der linken Seite gibt. Dies kann durch den Unterschied der einzelnen anatomischen Landmarken, aber auch durch die unterschiedlichen Punktescores bedingt sein. Die linke Seite hat den höchsten Mittelwert erreicht, unterscheidet sich aber in den maximalen und minimalen Werten nicht so stark von der rechten Kopfseite. Da der Wert der linken Seite nahe an der Grenze des p- Wertes zu  $p= 0,05$  ist, kann es nicht als starker signifikanter Unterschied der beiden Verfahren gewertet werden und ist eher zufällig zu betrachten. Auf der rechten Seite ergibt der p- Wert  $0,374$ , folglich ist dort ein signifikanter Unterschied beider Verfahren zu sehen und es zeigt sich, dass beide unabhängig voneinander sind. Vergleicht man diese Korrelation mit der Studie von Okushi et al. die visuelle Scores mit dem LMSS anhand von CT- Bildern korrelierten, so kommen diese ebenfalls zu signifikanten Unterschieden ( $p= 0,699$ ). Sie stellten fest, dass das LMSS verglichen mit anderen Scores, die einzelnen Entzündungsabstufungen ausreichend darstellt [37].

Die Mittelwerte in diesem Vergleich, also intraoperativer Befund und LMSS liegen immer oberhalb, im positiven Bereich der Nulllinie (rechte Seite:  $0,8$ , linke Seite:  $0,5$ ). Dies bedeutet, dass der LMSS im Vergleich zum intraoperativen Befund leicht überschätzt wird, die linke Seite mehr als die rechte Seite. Der Befund der rechten Seite tendiert hier zwar mehr gegen  $1$ , dennoch ist deutlich zu erkennen, dass beide



Bereiche nicht größer als eins sind. Der Befund ist hier eindeutig zu sehen. Es besteht aber eine leichte Überbewertung, was dahingehend zu interpretieren wäre, dass das beurteilte DVT- Bild eine realistische Einschätzung der operativen Situation wiedergibt. Die Überbewertung kann sich vorteilig aber eben auch nachteilig auf die Durchführung der Operation auswirken. Diese Ungenauigkeit ist aber nicht nur auf die DVT- Bildgebung zurückzuführen, sondern bestätigt sich auch mit jeder anderen bildgebenden Diagnostik. Trotz allem bietet das DVT für spezielle Fragestellungen im Gesichtsschädelbereich eine befriedigende Bildqualität, was auch andere Untersuchungen bestätigen [4, 27, 67].

#### **4.1.4 Bewertung und Zusammenfassung**

Das Thema der radiologischen Bildgebung ist aktuell ein viel diskutiertes Thema in der Hals- Nasen- und Ohrenheilkunde. Das Standardverfahren ist die Computertomographie bei operativen Eingriffen der Nasennebenhöhlen [52, 56]. Die Aufgabe bildgebender Verfahren besteht in der Darstellung der individuellen anatomischen Verhältnisse und im Nachweis der Lokalisation und Ausdehnung eines nach optimaler konservativer Vorbehandlung verbliebenen entzündlichen Prozesses [29].

Bei der chronischen Rhinosinusitis und seiner operativen Therapie gibt es eine Vielzahl an diagnostischen Maßnahmen die präoperativ ergriffen werden können. In dieser Dissertation sollte untersucht werden, ob die Befunderhebung eines ausgewählten Patienten mittels DVT sinnvoll ist, um den Operateur mit einer realistischen anatomischen Darstellung des Operationsgebietes zu unterstützen. Hierbei wurden alle Patienten allgemein anamnestisch untersucht und ergänzend dazu anhand des SNOT, ein Instrument zur Messung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei chronischer Rhinosinusitis [30], befragt. Die allgemeine Anamnese wurde zur Charakterisierung des ausgewählten Patientenkollektivs verwendet. Der SNOT wurde in Vergleich zu den intraoperativen und bildgebenden Befunden gesetzt. Hierbei konnte kein Zusammenhang zwischen dem subjektiven Befinden jedes einzelnen Patienten, welches er mit dem SNOT bewertete, den intraoperativen Befunden und den Befunden mittels Scoring System festgestellt werden. Folglich korrelieren die Beschwerden und das subjektive Befinden des Patienten nicht mit der Bildgebung.

Im Anschluss wurde der für die Fragestellung der Doktorarbeit wichtigste Schritt ausgewertet. Hierbei wurden die intraoperativen Befunde mit den bildgebenden Befunden verglichen. Das Ergebnis

differenzierte bei den unterschiedlichen Scoring Systemen. Hierbei wurde festgestellt, dass bei der Bewertung mit dem ISS der Mittelwert leicht negativ war. Folglich wurde die DVT- Bildgebung immer leicht unterschätzt. Beim LMSS waren die Werte immer oberhalb der Nulllinie. Beide Befunde befanden sich allerdings nie in dem Bereich zwischen  $>1$  oder  $<-1$  und nie außerhalb der Standardabweichung. Folglich kann gesagt werden, dass die DVT- Einschätzung bei beiden Verfahren sich in Nähe der Nulllinie befand und es folglich eine große Übereinstimmung zwischen tatsächlich gegebenem intraoperativen Befund und der DVT- Befunderhebung gab. Anhand dieser Feststellung kann gesagt werden, dass die DVT- Befunderhebung durchaus als präoperative diagnostische Maßnahme vor einer Endoskop- kontrollierten endonasal durchgeführten Nasennebenhöhlenoperation hinzugezogen werden kann. Mit dem Vergleich zwischen der CT und DVT- Untersuchung beschäftigen sich ebenfalls viele Studien der Literatur ([4, 25, 56, 68]. Hier wird leistungsstarken DVT- Systemen eine größere 3D- Genauigkeit zugesprochen als CT- Systemen [56]. Negativ wird der DVT das Artefaktverhalten ausgelegt. Es beinhaltet größere Inhomogenitäten als vergleichbare CT- Systeme [25]. Trotz der Kritik bietet es für spezielle Fragestellungen im Gesichtsschädelbereich eine befriedigende Bildqualität [4, 67].

Als wichtigster Punkt wird die Verminderung der Strahlendosis gesehen. Rouas et al erscheint das Cone-Beam- Untersuchungsverfahren im Hinblick auf die Strahlendosis vorteilhaft[69]. Andere Publikationen zeigten eine 6- bis 15-fache geringere Dosis für Standarduntersuchungen der DVT [26, 27, 70, 71]. Zu diesem Ergebnis kommt auch die Studie von Kyrikou et al., die eine objektive Untersuchung von Dosis und Bildqualität zwischen DVT und CT durchgeführt haben und feststellten, dass die DVT- Geräte bei Fragestellungen im mittleren und hohen Kontrastbereich (Zähne, Knochen) bei vergleichbarer Strahlenbelastung eine Alternative zur MSCT bieten [25].

Gerade die technischen Innovationen müssen ihre Überlegenheit auch unter dem Aspekt einer vertretbaren Dosisapplikation beweisen [72].

## 5 Schlussfolgerungen und Aussichten

Im folgenden Abschnitt werden die wichtigsten Schlussfolgerungen dieser Arbeit nochmals formuliert. Auch sollen Aussichten auf die weitergehende Bedeutung der DVT-Geräte und zusätzliche wissenschaftliche Untersuchungen angesprochen werden.

Aus der Analyse der erhobenen Daten ergibt sich, dass die Diagnostik, welche mit der DVT-Aufnahme durchgeführt wird eine gute präoperative diagnostische Modalität darstellt, weil die DVT pathologische Befunde realitätsgetreu wiedergibt. Damit kann der Operateur präoperativ anhand der DVT- Bilder seine OP-Strategie eindeutig bestimmen, mögliche OP-Erfolge festsetzen und die Komplikationsrate beeinflussen.

Aber bezüglich der gesundheitsbezogenen Lebensqualität, welche mit Hilfe des SNOT [30] gemessen wird, kann geschlossen werden, dass der subjektive Befund, welchen der Patient uns hier angegeben hat, in keinem Zusammenhang zu dem DVT- Befund steht. Diese Befunde sind offensichtlich unabhängig.

Auf die Frage der DVT-Befundung im Bereich der Hals- Nasen- Ohrenheilkunde sind noch immer viele Fragen offen. Die Mehrzahl der Publikationen im Bereich der digitalen Volumentomographie beschäftigen sich mit Mund- und Kieferkrankheiten ([73], [74], [75]). Die bisherigen wissenschaftlichen Arbeiten im HNO-Bereich die sich mit der digitalen Volumentomographie auseinandersetzen, beziehen sich auf Frakturen [76], Abmessungen anatomischer Teilbereiche [77-81] oder otologische Fragestellungen[82, 83].

Noch sind interessante Teilgebiete wie Hals, Frontobasis, Orbita oder Hypophyse nicht wissenschaftlich aufgearbeitet worden. Dies erscheint auf der Basis der bisherigen Arbeit und den bekannten Vorteilen der DVT durchaus sinnvoll.

## 6 Anhang

### 6.1 Fragebögen

#### 6.1.1 Patientenfragebogen

##### Fragebogen für Patienten mit chronischer Rhinosinusitis

Name: \_\_\_\_\_

Fallnummer: \_\_\_\_\_

##### A) Allgemeinmedizinische Anamnese:

1. Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

2. Geschlecht: männlich  weiblich

3. Rauchen Sie? ja  nein

4. Wenn ja, wie viele Zigaretten und wie lange rauchen sie schon?

\_\_\_\_\_

5. Haben Sie Allergien?

ja  nein

6. Falls ja welche Allergien haben Sie?

\_\_\_\_\_

7. Nehmen Sie gegenwärtig:

Cortisonhaltiges Nasenspray ja  nein

Cortisonhaltige Tabletten ja  nein

Antibiotikum ja  nein

7a. Seit wann nehmen sie Cortison? \_\_\_\_\_

8. Haben Sie die oben genannten Medikamente erst **nach** der jetzigen OP eingenommen?

ja  nein

9. Haben Sie die oben genannten Medikamente schon **vor** der OP eingenommen?

ja  nein

10. Ist das Ihre erste Nasennebenhöhlen- OP?

ja  nein

11. Wann haben Sie Ihre letzte CT/ DVT – Aufnahme bekommen?

\_\_\_\_\_

12. Haben Sie zusätzliche Erkrankungen?

Asthma ja  nein

Aspirinunverträglichkeit ja  nein

Nasale Polypen ja  nein

Sonstiges:

---

**B) Spezielle Anamnese:**

	Kein Problem	Sehr geringes Problem	kleines Problem	Mittelgradiges Problem	Hochgradiges Problem	schlimmer kann es nicht mehr werden
1. Nasenatmungsbehinderung						
2. Niesreiz						
3. ständiges Naselaufen						
4. Sekretfluss in den Nacken						
5. dickes schleimiges Nasensekret						
6. Räusperzwang						
7. Husten						
8. Druckgefühl auf den Ohren						
9. Ohrenschmerz						
10. Riechminderung						
11. Schwindelgefühl						
12. Gesichtsschmerz, Druckgefühl im Gesicht						
13. Probleme beim Einschlafen						
14. Nächtliches Aufwachen						
15. Tagesmüdigkeit						
16. Verminderte Leistungsfähigkeit						
17. Konzentrationsschwäche						
18. Frustrationen/ Rastlosigkeit/ Reizbarkeit						
19. Traurigkeit						
20. Nebenhöhlenbeschwerden sind mir peinlich						

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

## 6.1.2 Fragebogen intraoperative Befunderhebung

### Intraoperative Befunderhebung bei Patienten mit Chronischer Sinusitis

Name:

Geburtstag:

Fallnummer:

	Keine Entzündung <b>0</b>	Geringe Entzündung <b>1</b>	Mittlere Entzündung <b>2</b>	Starke Entzündung <b>3</b>
Nasen- haupthöhle links				
Nasen- haupthöhle rechts				
Mittlerer Nasengang links				
Mittlerer Nasengang rechts				
Kieferhöhle links				
Kieferhöhle rechts				
Siebbein links				
Siebbein rechts				

### 6.1.3 Fragebogen DVT- morphologischen Befundung

#### DVT-morphologische Befunderhebung bei Patienten mit Chronischer Sinusitis

Name:

Geburtstag:

Fallnummer:

	Keine Entzündung <b>0</b>	Geringe Entzündung <b>1</b>	Mittlere Entzündung <b>2</b>	Starke Entzündung <b>3</b>
Nasen- haupthöhle links				
Nasen- haupthöhle rechts				
Mittlerer Nasengang links				
Mittlerer Nasengang rechts				
Kieferhöhle links				
Kieferhöhle rechts				
Siebbein links				
Siebbein rechts				

## 6.1.4 Fragebogen zur DVT- morphologischen Befundung mit LMSS

### Befunderhebung bei Patienten mit Chronischer Sinusitis Auswertung Lund Mackay Scoring System

Name:

Geburtstag:

Fallnummer:

Sinus system	Left	Right
Maxillary (0,1,2)		
Anterior ethmoid (0,1,2)		
Posterior ethmoid (0,1,2)		
Sphenoid (0,1,2)		
Frontal (0,1,2)		
Osteomeatal complex (0 or 2)		
Total		

**Maxillary**= DVT\_KH\_L+ DVT\_KH\_R

**Anterior ethmoid (Left) + posterior ethmoid (Left)** = DVT\_SB\_L  
**Anterior ethmoid (Right) + posterior ethmoid (Right)** = DVT\_SB\_R

**Sphenoid**= nicht in die DVT- Auswertung aufgenommen  
**Frontal**= nicht in die DVT- Auswertung aufgenommen

**Osteomeatal complex (left)** = DVT\_NHH\_L + DVT\_MN\_L  
**Osteomeatal complex (right)** = DVT\_NHH\_R+ DVT\_MN\_R

**0= absence opacification, 1= partial opacification, 2= complete opacification**



## 6.2 Abkürzungsverzeichnis

Abb. = Abbildung

ALQ = allgemeine Lebensqualität

ASS = Acetylsalicylsäure

CRS = chronische Rhinosinusitis

CRSsNP = CRS sine (ohne) nasale Polypen

CRSwNP = CRS with (mit) nasalen Polypen

CT = Computertomographie

DVT = digitale Volumetomographie

et. Al = et alii (/aliae/ alia), lateinisch und andere

FESS = Functional Endoscopic Sinus Surgery/ funktionale endoskopische Nasennebenhöhlenoperation

GS = Gesamtscore

HNO = Hals- Nasen und Ohrenheilkunde

ISS = internes Scoring System (im UKE entwickelt, nicht standardisiert)

kV = Kilovolt

LMSS = Lund- Mackay- Scoring System (standardisiert)

mA = Milliampere

mm = Millimeter

mSv = Millisievert

NNH = Nasennebenhöhlen

OP = Operation

peri = lateinisch um herum

PMMA = Polymethylmetacrylat

PNS = primär nasale Symptome

Post = lateinisch nach

Prä = lateinisch vor

RS = Rhinosinusitis

SNOT = Sino- Nasal Outcome Test

SRS = sekundär rhinogene Symptome

Tab. = Tabelle

UKE = Universitätsklinikum Eppendorf

z.B. = zum Beispiel

### 6.3 Abbildungsverzeichnis + Tabellenverzeichnis

Abbildung 1:

Algorithmus für das Management der chronischen Rhinosinusitis ohne Nasenpolypen (CRSsNP) bei Erwachsenen durch HNO-Fachärzte. Im violett hinterlegten Kasten rechts oben sind besondere differenzialdiagnostische Umstände sowie Hinweise auf drohende Komplikationen aufgeführt. Die im mittleren Kasten aufgeführte Langzeitantibiose (gemeint sind Makrolide in niedriger Dosierung) hat einen niedrigen Evidenzlevel [2].....14

Abbildung 2:

Algorithmus für das Management der chronischen Rhinosinusitis mit Nasenpolypen (CRSwNP) bei Erwachsenen durch HNO-Fachärzte. Die im mittleren Kasten aufgeführte Anwendung von Tropfen statt Spray beruht auf Untersuchungen, dass Tropfen bei Applikation in Kopf-Hängelage besser wirken als Sprays. Die ebenfalls aufgeführte Tetrazyklinbehandlung hat einen niedrigen Evidenzlevel [2].....14

Abbildung 3:

Aufnahme eines Polypen im mittleren Nasengang der linken Nasenhaupthöhle. (1) Nasenseptum, (2) Polyp und (3) untere Nasenmuschel.....16

Abbildung 4:

Normalbefund der rechten Nasenhaupthöhle. (1) mittlerer Nasengang, (2) mittlere Muschel, (3) Nasenseptum und (4) Ansatz der unteren Nasenmuschel.....16

Abbildung 5:

DVT- Darstellung bei chronischer Sinusitis.....15

Abbildung 6:

Aufnahme des hier verwendeten DVT- Geräts vom Typ 3D Accu- I- Tomo der Herstellerfirma J.Morita Corp.....28

Abbildung 7:

Technische Bezeichnungen zum 3D- Accu- I- Tomo.....29

Abbildung 8:

Histogramm Alter der Patienten.....30

Abbildung 9: Darstellung der Allergieverteilung allgemein.....	31
Abbildung 10: Darstellung Häufigkeit der Nasennebenhöhlenoperation.....	32
Abbildung 11: Häufigkeitsdarstellung von Patienten mit Morbus Samter.....	33
Abbildung 12: Boxplotdarstellung SNOT- Gesamtauswertung, X- Achse: Punkteinteilung 1-100, Y- Achse: Unterteilung der Bewertungsscores.....	35
Abbildung 13: Streudiagramm SNOT/ interner Score (ISS) links.....	36
Abbildung 14: Histogramm Gesamtscore SNOT.....	37
Abbildung 15: Histogramm primär nasale Symptome SNOT.....	37
Abbildung 16: Histogramm sekundär rhinogene Symptome SNOT.....	38
Abbildung 17: Histogramm Allgemeine Lebensqualität SNOT.....	39
Abbildung 18: Boxplotdarstellung intraoperative und bildgebende Befunde (ISS und LMSS).....	41
Abbildung 19: Bland-Altman-Plot linke Seite interner Score.....	43
Abbildung 20: Bland-Altman-Plot rechte Seite interner Score .....	43
Abbildung 21: Bland-Altman-Plot linke Seite LMSS.....	44

Abbildung 22: Bland-Altman-Plot rechte Seite LMSS .....	44
Tabelle 1: klinische Definition der Rhinosinusitis (nach EPOS- Positionspapier).....	11

## 7 Literaturverzeichnis

1. Stuck BA, Bachert C, Federspil P, Hosemann W, Klimek L, Mösges R, Pfaar O, Rudack C, Sitter H, Wagenmann M: **Leitlinie „Rhinosinusitis“ der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf-und Hals-Chirurgie.** *HNO* 2007, **55**(10):758-777.
2. Riechelmann H: **Chronische Rhinosinusitis–EPOS 2012 Teil I.** *Laryngo-rhino-otologie* 2013, **92**(03):193-204.
3. Clayman GL, Adams GL, Paugh DR, Koopmann CF: **Intracranial complications of paranasal sinusitis: a combined institutional review.** *The Laryngoscope* 1991, **101**(3):234-239.
4. Coppenrath E, Draenert F, Lechel U, Veit R, Meindl T, Reiser M, Mueller-Lisse U: **[Cross-sectional imaging in dentomaxillofacial diagnostics: dose comparison of dental MSCT and NewTom 9000 DVT].** *Rofa* 2008, **180**(5):396-401.
5. für Strahlenschutz BdB: **Strahlenexposition durch medizinische Maßnahmen.** *Stand: Februar 2009.*
6. Möbes O, Becker J, Pawelzik J, Jacobs K: **Anwendungsmöglichkeiten der Digitalen Volumen-Tomographie in der implantologischen Diagnostik.** *Zahnärztl Implantol* 1999, **15**:229-233.
7. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IB: **A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results.** *European radiology* 1998, **8**(9):1558-1564.
8. Bremke M, Leppek R, Werner JA: **[Digital volume tomography in ENT medicine].** *Hno* 2010, **58**(8):823-832.
9. Bremke M, Leppek R, Werner J: **Die digitale Volumentomographie in der HNO-Heilkunde.** *HNO* 2010, **58**(8):823-832.
10. Mah J, Hatcher D: **Three-dimensional craniofacial imaging.** *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* 2004, **126**(3):308-309.
11. Boenninghaus H-G, Lenarz T: **HNO.** *Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio* 2007, **7**:399.
12. Probst R, Grevers G, Iro H: **Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde:** Georg Thieme Verlag; 2008.
13. Familienmedizin DGfAu: **DEGAM-Leitlinie Nr. 10. Rhinosinusitis** *Düsseldorf* 2008.
14. Albegger KW, Beck C, Helms J, Kastenbauer E, Naumann HH: **Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis: in 3 Bänden.** In.: Thieme.

15. Messerklinger W: **Die Rolle der lateralen Nasenwand in der Pathogenese, Diagnose und Therapie der rezidivierenden und chronischen Rhinosinusitis.** *Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete* 1987, **66**(06):293-299.
16. Schraven SP: **Pathohistologische Untersuchung der chronisch polypösen Sinusitis im Kindesalter.** 2008.
17. Riechelmann H, Giotakis A, Kral F: **Akute Rhinosinusitis bei Erwachsenen–EPOS 2012 Teil II.** *Laryngo-rhino-otologie* 2013, **92**(11):763-776.
18. Widal F, Abrami P, Lermoyez J: **Anaphylaxie et idiosyncrasie. 1992 [Anaphylaxis and idiosyncrasy. 1992].** *Allergy proceedings: the official journal of regional and state allergy societies* 1992, **14**(5):373-376; discussion 371-372.
19. Jung H: **Die chronische Rhinosinusitis bei Morbus Widal: Krankheitsbild und Therapiemöglichkeiten.** *Praxis* 2009, **98**(23):1361-1365.
20. Bachert C, Patou J, Van Cauwenberge P: **The role of sinus disease in asthma.** *Current opinion in allergy and clinical immunology* 2006, **6**(1):29-36.
21. Slack R, Bates G: **Functional endoscopic sinus surgery.** *American family physician* 1998, **58**:707-720.
22. Stammberger H, Posawetz W: **Functional endoscopic sinus surgery. Concept, indications and results of the Messerklinger technique.** *Eur Arch Otorhinolaryngol* 1990, **247**(2):63-76.
23. Vleming M, Middelweerd M, de Vries N: **[Good results of endoscopic paranasal sinus surgery for chronic or recurrent sinusitis and for nasal polyps].** *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde* 1993, **137**(29):1453-1456.
24. Rother UJ: **Moderne bildgebende Diagnostik in der Zahn-, Mund-und Kieferheilkunde:** Elsevier, Urban&FischerVerlag; 2006.
25. Kyriakou Y, Kolditz D, Langner O, Krause J, Kalender W: **[Digital volume tomography (DVT) and multislice spiral CT (MSCT): an objective examination of dose and image quality].** *Rofo* 2011, **183**(2):144-153.
26. Ludlow JB, Davies-Ludlow L, Brooks S, Howerton W: **Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT.** *Dentomaxillofac Radiol* 2006, **35**(4):219-226.
27. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S, Karayianni K, Kamenopoulou V, Hourdakis CJ: **Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT.** *European journal of radiology* 2005, **56**(3):413-417.

28. Vent-Mehnert H, Heussner S: **Einsatzbereiche der dentalen Volumentomografie (DVT) in der Kieferorthopädie.** *Zahnmedizin up2date* 2012, **6(05):475-489.**
29. Schuknecht B, Simmen D: **[State of the Art. Diagnostic imaging of paranasal sinus diseases].** *Laryngorhinootologie* 2002, **81(2):126-146.**
30. Baumann PDI, Plinkert P, De Maddalena H: **Entwicklung einer Bewertungsskala für den Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV).** *HNO* 2008, **56(8):784-788.**
31. Baumann I, Blumenstock G, DeMaddalena H, Piccirillo J, Plinkert P: **Lebensqualität bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis.** *HNO* 2007, **55(1):42-47.**
32. Lund V, Mackay I: **Staging in rhinosinusitus.** *Rhinology* 1993, **31(4):183.**
33. Likness MM, Pallanch JF, Sherris DA, Kita H, Mashtare T, Ponikau JU: **Computed Tomography Scans as an Objective Measure of Disease Severity in Chronic Rhinosinusitis.** *Otolaryngology--Head and Neck Surgery* 2013, **149(2 suppl):P125-P126.**
34. Eichel LP: **Intratympanale Kortisonapplikation am runden Fenster bei Patienten mit akutem Hörverlust.** Hamburg, Universität Hamburg, Diss., 2012; 2012.
35. Huff E: **Chronisch nicht invasive Mykosen der Nasennebenhöhlen: Langzeitergebnisse nach funktionell endoskopischer Nasennebenhöhlenchirurgie.** 2008.
36. Lechien JR, Filleul O, Costa de Araujo P, Hsieh JW, Chantrain G, Saussez S: **Chronic Maxillary Rhinosinusitis of Dental Origin: A Systematic Review of 674 Patient Cases.** *International Journal of Otolaryngology* 2014, **2014.**
37. Okushi T, Nakayama T, Morimoto S, Arai C, Omura K, Asaka D, Matsuwaki Y, Yoshikawa M, Moriyama H, Otori N: **A modified Lund-Mackay system for radiological evaluation of chronic rhinosinusitis.** *Auris, nasus, larynx* 2013.
38. Ferreira JA, Carlson BA, Thane Cody D: **Paranasal sinus fungus balls.** *Head & neck* 1997, **19(6):481-486.**
39. Pagella F, Matti E, Bernardi FD, Semino L, Cavanna C, Marone P, Farina C, Castelnuovo P: **Paranasal sinus fungus ball: diagnosis and management.** *Mycoses* 2007, **50(6):451-456.**
40. Simmen D, Briner H, Schär G, Schuknecht B: **Chronische Mykosen der Nasennebenhöhlen-Stellenwert der endonasalen Nasennebenhöhlenchirurgie.** *Laryngo-Rhino-Otologie* 1989, **77(08):444-453.**



41. Arango P, Kountakis SE: **Significance of computed tomography pathology in chronic rhinosinusitis.** *The Laryngoscope* 2001, **111**(10):1779-1782.
42. Berania I, Endam LM, Filali-Mouhim A, Boisvert P, Boulet LP, Bosse Y, Desrosiers M: **Active smoking status in chronic rhinosinusitis is associated with higher serum markers of inflammation and lower serum eosinophilia.** *Int Forum Allergy Rhinol* 2014, **4**(5):347-352.
43. Senior BA, Kennedy DW, Tanabodee J, Kroger H, Hassab M, Lanza D: **Long-term Results of Functional Endoscopic Sinus Surgery.** *The Laryngoscope* 1998, **108**(2):151-157.
44. Chen Y, Dales R, Lin M: **The epidemiology of chronic rhinosinusitis in Canadians.** *The Laryngoscope* 2003, **113**(7):1199-1205.
45. Gutman M, Torres A, Keen KJ, Houser SM: **Prevalence of allergy in patients with chronic rhinosinusitis.** *Otolaryngology--Head and Neck Surgery* 2004, **130**(5):545-552.
46. Fokkens W, Lund V, Mullol J: **European position paper on rhinosinusitis and nasal polyps 2007.** *Rhinology Supplement* 2006(20):1-136.
47. Sedaghat AR, Gray ST, Wilke CO, Caradonna DS: **Risk factors for development of chronic rhinosinusitis in patients with allergic rhinitis.** In: *International Forum of Allergy & Rhinology: 2012*: Wiley Online Library; 2012: 370-375.
48. Celejewska-Wójcik N, Mastalerz L, Wójcik K, Nieckarz R, Januszek R, Hartwich P, Szaleniec J, Hydzik-Sobocińska K, Oleś K, Cybulska A: **Incidence of aspirin hypersensitivity in patients with chronic rhinosinusitis and diagnostic value of urinary leukotriene E.** *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej* 2012, **122**(9):422-427.
49. Graefe H, Roebke C, Schäfer D, Meyer JE: **Aspirin sensitivity and chronic rhinosinusitis with polyps: a fatal combination.** *Journal of allergy* 2012, **2012**.
50. Potter PC, Pawankar R: **Indications, efficacy, and safety of intranasal corticosteroids in rhinosinusitis.** *The World Allergy Organization journal* 2012, **5**(Suppl 1):S14.
51. Wallwork B, Coman W, Mackay-Sim A, Greiff L, Cervin A: **A Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial of Macrolide in the Treatment of Chronic Rhinosinusitis.** *The Laryngoscope* 2006, **116**(2):189-193.
52. Koitschev A, Baumann I, Remy C, Dammann F: **Rationelle CT-Diagnostik vor Operationen an den Nasennebenhöhlen.** *HNO* 2002, **50**(3):217-222.

53. Jang DW, Comer BT, Lachanas VA, Kountakis SE: **Aspirin sensitivity does not compromise quality-of-life outcomes in patients with Samter's triad.** *Laryngoscope* 2014, **124**(1):34-37.
54. Joshua B-Z, Sachs O, Shelef I, Vardy-Sion N, Novack L, Vaiman M, Puterman M: **Comparison of Clinical Data, CT, and Bone Histopathology in Unilateral Chronic Maxillary Sinusitis.** *Otolaryngology--Head and Neck Surgery* 2013, **148**(1):145-150.
55. Vaid S, Vaid N, Rawat S, Ahuja A: **An imaging checklist for pre-FESS CT: framing a surgically relevant report.** *Clinical radiology* 2011, **66**(5):459-470.
56. Reiss-Zimmermann M, Schulz T, Kahn T, Hofer M: **Imaging of the Sinuses for Functional Sinus Surgery Using Navigational Guidance.** *Laryngo-rhino-otologie* 2012, **91**(3):160-166.
57. R von Schönfeld C: **Langzeitergebnisse nach funktionell endoskopischer Chirurgie der Nasennebenhöhlen.** Imu; 2008.
58. Zheng Y, Zhao Y, Lv D, Liu Y, Qiao X, An P, Wang D: **Correlation between computed tomography staging and quality of life instruments in patients with chronic rhinosinusitis.** *American journal of rhinology & allergy* 2010, **24**(1):e41-e45.
59. Baumann I, Blumenstock G, DeMaddalena H, Piccirillo J, Plinkert P: **[Quality of life in patients with chronic rhinosinusitis: validation of the Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version].** *Hno* 2007, **55**(1):42-47.
60. Piccirillo JF, Merritt Jr MG, Richards ML: **Psychometric and clinimetric validity of the 20-item Sino-Nasal Outcome Test (SNOT-20).** *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2002, **126**(1):41-47.
61. Gillett S, Hopkins C, Slack R, Browne J: **A pilot study of the SNOT 22 score in adults with no sinonasal disease.** *Clinical Otolaryngology* 2009, **34**(5):467-469.
62. Dearing AC, Pallanch JF: **Mapping the frontal sinus ostia using virtual endoscopy.** *The Laryngoscope* 2012, **122**(10):2143-2147.
63. Kennedy DW, Kuhn FA, Hamilos DL, Zinreich SJ, Butler D, Warsi G, Pfister PJ, Tavakkol A: **Treatment of Chronic Rhinosinusitis with High-Dose Oral Terbinafine: A Double Blind, Placebo-Controlled Study.** *The Laryngoscope* 2005, **115**(10):1793-1799.

64. Zinreich SJ: **Imaging for staging of rhinosinusitis.** *ANNALS OF OTOLARYNGOLOGY AND LARYNGOLOGY* 2004, **113**(5; PART 2):19-23.
65. Meltzer EO, Hamilos DL, Hadley JA, Lanza DC, Marple BF, Nicklas RA, Bachert C, Baraniuk J, Baroody FM, Benninger MS: **Rhinosinusitis: establishing definitions for clinical research and patient care.** *Journal of allergy and clinical immunology* 2004, **114**(6):155-212.
66. Martin Bland J, Altman D: **Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement.** *The lancet* 1986, **327**(8476):307-310.
67. Ludlow JB, Ivanovic M: **Comparative dosimetry of dental CBCT devices and 64-slice CT for oral and maxillofacial radiology.** *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2008, **106**(1):106-114.
68. Blendl C, Fiebich M, Voigt J, Selbach M, Uphoff C: **Untersuchung zur geometrischen 3-D-Genauigkeit und zur Bildqualität (MTF, SRV und W) von Volumentomografie-Einrichtungen (CT, CBCT und DVT).** In: *RöFo-Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren: 2012*: © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart· New York; 2012: 24-31.
69. Rouas P, Bandon D, Nancy J, Delbos Y, Hauret L, Bar D: **[Digital volume tomography using the NewTom system: advantages of this new technique in children].** *Archives de pediatrie: organe officiel de la Societe francaise de pediatrie* 2006, **13**(8):1169-1177.
70. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P: **Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice.** *Journal of the Canadian Dental Association* 2006, **72**(1).
71. 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.** *Dentomaxillofacial Radiology* 2004, **33**(2):83-86.
72. Gosch D, Kurze W, Deckert F, SCHULZ T, PATZ A, KAHN T: **Strahlenexposition bei der 3D-Rotationsangiographie des Schädels.** In: *Rofo Fortschritte auf dem Gebiet der Rontgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren: 2006*: Thieme; 2006: 880-885.
73. Müssig E, Wörtche R, Lux CJ: **Indications for digital volume tomography in orthodontics.** *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie* 2005, **66**(3):241-249.

74. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P, Rudzki-Janson I: **Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations.** *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie* 2005, **66**(6):434-444.
75. Voßhans J, Huemmeke S, Wiesend M, Esser E: **Genauere Lagebestimmung der unteren Achter prä operationem.** *ZM* 2005; 2: 32 2005, **36**.
76. Bremke M, Wiegand S, Sesterhenn A, Eken M, Bien S, Werner J: **Digital volume tomography in the diagnosis of nasal bone fractures.** *Rhinology* 2009, **47**(2):126.
77. Savvateeva DM, Güldner C, Murthum T, Bien S, Teymoortash A, Werner JA, Bremke M: **Digital volume tomography (DVT) measurements of the olfactory cleft and olfactory fossa.** *Acta oto-laryngologica* 2010, **130**(3):398-404.
78. Schmidt C, Harbort J, Knecht R, Grzyska U, Muenscher A, Dalchow C: **Measurement and comparison of labyrinthine structures with the digital volume tomography: ancient Egyptian mummies' versus today's temporal bones.** *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2013, **270**(3):831-840.
79. Majdani O, Thews K, Bartling S, Leinung M, Dalchow C, Labadie R, Lenarz T, Heidrich G: **Temporal bone imaging: comparison of flat panel volume CT and multisection CT.** *American Journal of Neuroradiology* 2009, **30**(7):1419-1424.
80. Dalchow CV, Weber AL, Yanagihara N, Bien S, Werner JA: **Digital volume tomography: radiologic examinations of the temporal bone.** *American Journal of Roentgenology* 2006, **186**(2):416-423.
81. Kurzweg T, Dalchow CV, Bremke M, Majdani O, Kureck I, Knecht R, Werner JA, Teymoortash A: **The value of digital volume tomography in assessing the position of cochlear implant arrays in temporal bone specimens.** *Ear and hearing* 2010, **31**(3):413-419.
82. Dalchow C, Knecht R, Grzyska U, Muenscher A: **Radiographic examination of patients with dehiscence of semicircular canals with digital volume tomography.** *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2013, **270**(2):511-519.
83. Dalchow C, Weber A, Bien S, Yanagihara N, Werner J: **Value of digital volume tomography in patients with conductive hearing loss.** *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck* 2006, **263**(2):92-99.

## 8 Danksagung

Herzlichen Dank allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Ich bedanke mich sehr bei Herrn Prof. Dr. Rainald Knecht, dem Klinikdirektor der Klinik für Hals- Nasen und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Hamburg Eppendorf, für die Möglichkeit, diese wissenschaftliche Arbeit durchzuführen.

Mein besonderer Dank gilt meiner Betreuerin Frau Dr. Friederike Jenckel, welche die Betreuung meiner Arbeit übernommen hat. Mit ihren Anregungen und Ideen hat sie beständig die Entwicklung dieser Arbeit gefördert und war jederzeit ein sehr guter und zuverlässiger Ansprechpartner.

Zusätzlich zu erwähnen sind auch Frau Lommatzsch, Sekretärin des Klinikdirektors, die mir in allen bürokratischen Angelegenheiten mit ihrer netten und freundlichen Art immer eine gute Hilfe war und Frau Susanne Sehner, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für medizinische Biometrie und Epidemiologie, die mich bei der Auswertung der statistischen Daten unterstützt hat.

Zuletzt möchte ich meinen Eltern für alles, was sie mir ermöglicht haben, von ganzen Herzen danken.

## 9 Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich übernommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens) und Band des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift:

---