Aus der Radiologischen Universitätsklinik Tübingen
Abteilung Radiologische Diagnostik
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. C. D. Claussen

„ Entwicklung eines CT-basierten Scoring der chronischen Sinusitis anhand Korrelation mit der klinischen Symptomatik“

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Elke Grit Schönekess, geb. Sonnenburg

aus

Berlin

2007

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. F. Dammann

2. Berichterstatter: Professor Dr. I. P. Arlat

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 1

1.1 Klinische Situation 1

1.2 Anatomie der Nasennebenhöhlen und der Nasenhaupthöhle 3

1.2.1 Embryonale Entwicklung 3

1.2.2 Nasennebenhöhlen 3

1.2.2.1 Sinus maxillaris 5

1.2.2.2 Sinus frontalis 5

1.2.2.3 Sinus ethmoidalis 5

1.2.2.4 Sinus sphenoidalis 6

1.2.3 Nasenhaupthöhle 6

1.3 Entzündliche Erkrankung der NNH 6

1.3.1 Akute Sinusitis 6

1.3.2 Chronische Sinusitis 8

1.3.2.1 Klinik 8

1.3.2.2 Diagnostik 9

1.3.2.3 Therapie 9

1.4 Bildgebende Diagnostik bei der chronischen Sinusitis 10

1.4.1 Computertomografie (CT) 11

1.4.1.1 Technik 11

1.4.1.2 CT der NNH 12

1.4.2 MRT der NNH 13

1.5 Stagingsysteme der chronischen Sinusitis 14

1.5.1 Bildbasierte Staging-Systeme 14

1.5.1.1 Staging-System nach Kennedy 14

1.5.1.2 Staging-System nach Levine und May 16

1.5.1.3 Lund-Score 16

1.5.1.4 Harvard-Score 17

1.5.2 Symptombasierte Staging-Systeme 18

1.5.2.1 SF-36 18

1.5.2.2 SNOT 20 GAV 19

1.5.3 Mischformen 19

1.5.3.1 Staging-System nach Friedman ... 19
1.6 Aktuelle Problematik ... 20
1.7 Fragestellungen ... 21
2. Material und Methodik ... 22
2.1 Patienten ... 22
2.2 Erfassung der subjektiven Beschwerden (SNOT-20 GAV) ... 22
2.3 CT-Untersuchungen ... 23
2.4. Erhebung der CT-Scores ... 24
2.4.1 Tübinger Checkliste ... 25
2.4.2 Tübinger Score ... 27
2.5 NNH-Volumetrie ... 27
2.6 Statistische Auswertung ... 28
3. Ergebnisse ... 30
3.1 Patientenkollektiv ... 30
3.2 Subjektive Beschwerden (SNOT-20 GAV) ... 31
3.3 CT-basierte Stagingsysteme ... 31
3.3.1 Lund-Score ... 31
3.3.2 Harvard-Score ... 33
3.3.3 Tübinger-Score ... 34
3.3.4 Korrelation der Scores untereinander ... 35
3.3.5 Analyse der anatomischen Strukturen im Tübinger Score ... 37
3.3.6 Inter- und Intraobserver Reliabilität ... 42
3.3.6.1 Interobserver Reliabilität beim Tübinger-Score ... 42
3.3.6.2 Intraobserver Reliabilität beim Tübinger- Score ... 45
3.3.6.3 Inter- und Intraobsrever der Ergebnisse sämtlicher Scores ... 46
3.3.6.4 Diagnostik anatomischer Varianten ... 48
3.4 Volumetrie der Nasenhaupthöhle ... 49
3.4.1 Korrelation des NHH-Volumens zum SNOT-20 GAV ... 50
3.4.2 Korrelation des NHH-Volumens zu den CT-basierten Scores ... 50
3.5 Korrelation der CT-basierten Scores zum SNOT 20 GAV ... 52
3.6 Optimierung des Tübinger Scores ... 53
3.6.1 Relevanz der CT-Befunde der Nasenhaupthöhle ... 53
3.6.2 Relevanz der einzelnen anatomischen Strukturen ... 54
3.6.3 Relevanz der anatomischen Varianten ... 56

3.6.4 Vereinfachter Tübinger-Score 58
3.6.4.1 Zusammensetzung 58
3.6.4.2 Resultate und Korrelation zum SNOT 20 GAV 59
4. Fallbeispiele 61
5. Diskussion 65
5.1 Harvard-Score 66
5.2 Lund- Score 67
5.3 Tübinger-Score 69
5.3.1 Anatomische Varianten 70
5.4 Volumen 71
5.5 Vereinfachter Tübinger Score 72
5.6 Schlussfolgerung 73
6. Zusammenfassung 74
7. Anhang 76
7.1 Fragebögen zur Auswertung der CT-Untersuchungen 76
Harvard-Score 76
Lund- Score 77
Tübinger Checkliste 78
Fragebogen SNOT-20 GAV **80**
8. Abkürzungen 81
9. Danksagung 82
10. Lebenslauf 83
11. Literaturverzeichnis 84

1. Einleitung

Chronische Nasennebenhöhlenerkrankungen sind ein weltweit verbreitetes Gesundheitsproblem. Nach amerikanischen Angaben des „Center for disease Control and Prevention“ stellt die Sinusitis die häufigste chronische Erkrankung unterhalb eines Lebensalters von 45 Jahren dar. 14% der weltweiten Population ist betroffen [1]. Die Diagnose einer chronischen Rhinosinusitis wurde in der Bundesrepublik Deutschland zwischen Juli 2000 und Juni 2001 2,6 Millionen Mal gestellt [2]. Hieraus folgt die erhebliche gesundheitliche und ökonomische Bedeutung dieses Erkrankungskomplexes.

Endoskopische Operationstechniken haben die Chirurgie der Nasennebenhöhlen (NNH) in den letzten 20 Jahren grundlegend verändert und ermöglichen eine dauerhafte Sanierung chronisch entzündlicher Veränderungen. Die verfeinerten Operationstechniken erfordern eine entsprechende präoperative Diagnostik. Die hochauflösende Computertomografie (CT) in Dünnschichttechnik hat sich als Untersuchungsmethode der Wahl etabliert. Ein so genanntes „road mapping“ ist hierdurch möglich [3].

Verschiedene Klassifikationssysteme (im folgenden Stagingsysteme genannt) wurden entwickelt, um rationale therapeutische Entscheidungsgrundlagen zu schaffen und unterschiedliche Therapiemodalitäten vergleichen zu können. Diese Stagingsysteme sollen auch prognostische Aussagen ermöglichen.

1.1. Klinische Situation

Zur Diagnostik der chronischen Sinusitis wurde bereits wenige Jahre nach Entdeckung der Röntgenstrahlen die Durchführung radiologischer Projek-

tionsaufnahmen eingeführt. Diese Aufnahmen erfolgen in occipito-mentaler (o.m.) und occipito-frontaler (o.f.) Projektion. In der o.m.-Projektion sind die Kieferhöhlen und der Sinus sphenoidalis besonders gut beurteilbar, in der o.f.-Projektion werden die Stirnhöhlen und Siebbeinzellen besser dargestellt.

Die oben genannten Aufnahmen haben zwar den Vorteil der schnellen Durchführbarkeit und des geringen Aufwandes, erlauben jedoch nicht eine zuverlässige Erkennung pathologischer Schleimhautschwellungen der NNH und eine überlagerungsfreie Beurteilung der anatomischen Verhältnisse, wie sie für eine optimale präoperative Diagnostik erforderlich sind.

Mit Einführung der CT im Jahre 1972 durch G. N. Hounsfield wurden die genannten konventionellen Röntgenaufnahmen zunehmend abgelöst. Heute hat sich die hochauflösende CT in Dünnschichttechnik als Methode der Wahl etabliert. Seit Ende der 80er Jahre beinhaltet die NNH-CT sowohl axiale als auch coronare Schichtaufnahmen [4].

Bei der CT handelt es sich um ein Schnittbildverfahren, das eine überlagerungsfreie Darstellung der NNH und angrenzenden Strukturen ermöglicht. Im Gegensatz zur Projektionsradiographie ermöglicht die CT zudem eine zuverlässige Beurteilung von Weichteilstrukturen.

Von besonderer Bedeutung ist nicht nur das Ausmaß der entzündlichen Veränderungen, sondern auch die Beschreibung der variantenreichen anatomischen Verhältnisse im Bereich des vorderen Siebbeins und der Mündungsregion der Ausführungsgänge im Bereich des mittleren und oberen Nasenganges. Einige anatomische Varianten bedeuten potenziell eine erhöhte Gefahr bei endoskopischen Operationen, andere Varianten haben eine Bedeutung für die Entstehung von NNH-Erkrankungen [5, 6].

Durch die Entwicklung verschiedener Stagingsysteme [7-11] wurde versucht, unterschiedliche Erkrankungsstadien zu klassifizieren, um fundiertere prognostische Aussagen zu ermöglichen und ein objektivierte Grundlage für therapeutische Entscheidungen zu schaffen. Dies ermöglicht eine bessere Beurteilung des Krankheitsverlaufes und genauere Einschätzung der Therapieergebnisse.

In den Stagingsystemen wird der Schweregrad der pathologischen Schleimhautschwellung gesondert für einzelne Regionen der NNH nach einer festgelegten Punkteskala bewertet. Bei höherer Punktzahl sind auch die pathologischen Veränderungen stärker ausgeprägt.
Ein etabliertes Instrument zur Einschätzung und Klassifikation der klinischen Symptomatik ist der SNOT-20 [12]. Hierbei handelt es sich um eine semiquantitative Erfassung und Wichtung von Patientensymptomen und Einschränkungen der Lebensqualität. Auch hierbei resultiert als Ergebnis der Quantifizierung ein Punktwert innerhalb einer definierten Punkteskala.

1.2. Anatomie der Nasennebenhöhlen und der Nasenhaupthöhle

1.2.1. Embryonale Entwicklung

Die Entwicklung der am Ende der Fetalzeit angelegten NNH vollzieht sich durch Ausstülpung des Nasenepithels von der Nasenhöhle nach der Geburt. Dies gilt sowohl für die Kieferhöhle, als auch für die Stirnhöhle und die Keilbeinhöhle. Bei den Siebbeinzellen entstehen abgekapselte Hohlräume durch Verwachsungen der tiefen Muschelteile. Erst nach der Pubertät erreichen die NHH ihre endgültige Ausdehnung [13].

1.2.2. Nasennebenhöhlen

Die paarig angelegten NNH bestehen aus Kieferhöhle (Sinus maxillaris), Stirnhöhle (Sinus frontalis), vorderen, mittleren und hinteren Siebbeinzellen (Cellulae ethmoidales) und Keilbeinhöhle (Sinus sphenoidalis) (Abb.1).

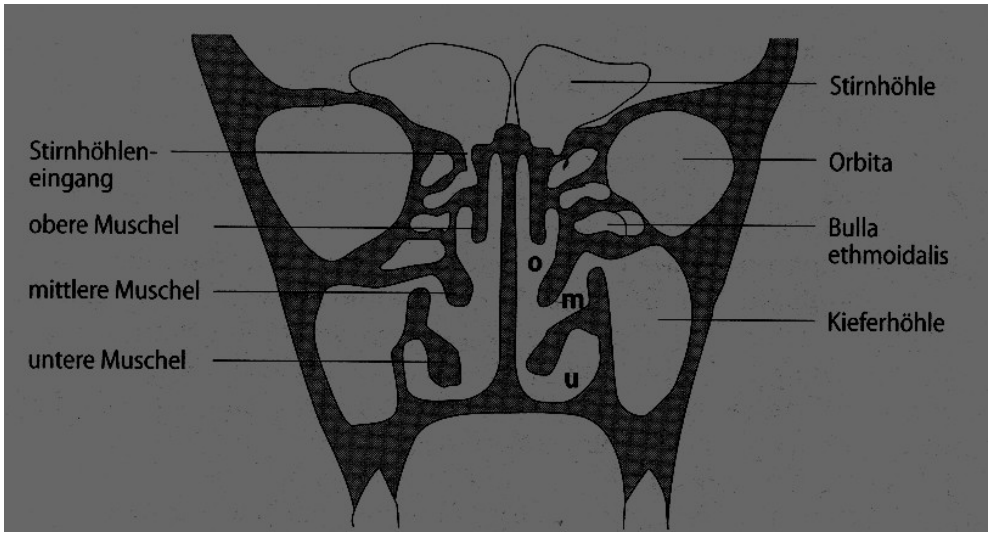

Abb.1: Darstellung der NNH in coronarer Orientierung o: oberer Nasengang, m: mittlerer Nasengang, u: unterer Nasengang [14]

Die zentrale anatomische Funktionseinheit der Nasenhaupt- und nebenhöhlen wird durch den ostiomeatalen Komplex (OMK) gebildet. Der OMK beinhaltet das Ostium und Infundibulum der Kieferhöhle, die Bulla ethmoidalis, den Processus uncinatus, die mittlere Nasenmuschel und den mittleren Nasengang. Im Hiatus semilunaris münden die Ostien der vorderen und mittleren Siebbeinzellen, der Kieferhöhle und der Stirnhöhle.

Zahlreiche Studien [5,15] haben die Bedeutung des OMK für die Selbstreinigungsfunktion und die Pathophysiologie der NNH belegt. Moderne mikrochirurgische Operationen setzen an dieser Schlüsselstelle an, um einen ungehinderten Abfluss und eine ausreichende Belüftung zu gewährleisten.

Anatomische Varianten der Nasenhaupthöhle (NHH), der NNH und der benachbarten Strukturen sind sehr häufig. Zu den häufigsten Varianten zählen die Agger-nasi-Zellen (71,4%), Varianten des Processus uncinatus (68,3%) und die Septumdeviation (47,7%) [16].

1.2.2.1. Sinus maxillaris

Die Kieferhöhlen haben das grösste Volumen aller Nasennebenhöhlen und sind in Form und Grösse sehr variabel. Die kraniale Begrenzung ist die Orbita, medial die Nasenhöhle, kaudal der harte Gaumen und dorsal die Fossa pterygopalatina. Die begrenzenden Knochenlamellen sind zum Teil sehr dünn, was das Übergreifen einer Entzündung vereinfacht. Der Sekrettransport in den Kieferhöhlen erfolgt über das respiratorische Flimmerepithel in Richtung der Kieferhöhlenostien und von dort über das Infundibulums und den Hiatus semilunaris in den mittleren Nasengang.

1.2.2.2. Sinus frontalis

Form und Volumen der Stirnhöhle unterliegen einer grossen Variationsbreite. Aplasien sind relativ häufig und haben keinen pathologischen Wert. Die Stirnhöhle liegt im Os frontale. Kaudal wird die Stirnhöhle durch eine Knochenlamelle von der Orbita getrennt. Die vordere Schädelgrube bildet den grössten Teil der dorsalen Begrenzung. Ein meist paramedian gelegenes Septum unterteilt die Stirnhöhle. Die Verbindung zur NHH erfolgt über den Recessus frontalis durch einen schmalen gewundenen Kanal.

1.2.2.3. Sinus ethmoidalis

Hierbei handelt es sich um ein System aus ca. 10 bis 20 NNH-Zellen. Die Grösse und Ausdehnung dieses wabenartigen Systems sind variabel. Kranial bilden die vordere Schädelgrube bzw. die Stirnhöhle die Begrenzung, lateral die Orbita. Das Siebbeinzellsytem kann in einen vorderen, einen mittleren und einen hinteren Abschnitt unterteilt werden. Der Ausführungsgang der vorderen und mittleren Siebbeinzellen mündet in den Hiatus semilunaris unter der mittleren Nasenmuschel. In den Meatus nasi superior mündet der Ausführungsgang für die hinteren Siebbeinzellen. Als Bulla ethmoidalis wird eine grössere Siebbeinzelle bezeichnet, die in vorderen Ethmoid im Bereich des OMK liegt.

1.2.2.4. Sinus sphenoidalis

Die Keilbeinhöhle liegt im Corpus ossis sphenoidalis, ist in der Grösse unterschiedlich und im Regelfall durch ein Septum getrennt. Kaudal wird die Keilbeinhöhle durch den Meatus nasopharyngeus, kranial durch die Fossa hypophysialis begrenzt. In unmittelbarer Nachbarschaft befinden sich der Sinus cavernosus und die A. carotis interna. Eine Verbindung zur Nasenhaupthöhle besteht durch den Recessus sphenoethmoidalis.

1.2.3. Nasenhaupthöhle

Die mediane Scheidewand, das Septum nasi, teilt die Nasenhaupthöhle in eine rechte und eine linke Hälfte. Sie wird von der Lamina perpendicularis und dem Vomer gebildet und zeigt häufig Deviationen. Weiterhin wird die Nasenhaupthöhle durch die unteren, mittleren und oberen Nasenmuscheln gegliedert. Diese befinden sich an der lateralen Nasenwand. Die Choanen stellen die hinteren Öffnungen der Nasenhöhle dar. Schleimhaut überzieht die Wände der Nasenhaupthöhle. Eine Schleimhautschwellung kann aus diesem Grunde die Nasenhaupthöhle einengen und den Zugang erschweren.

1.3. Entzündliche Erkrankung der NNH

Entzündungen der NNH (Sinusitis) sind eine häufige Erkrankung, von der alle Altersschichten betroffen sind. Es wird zwischen einer akuten und chronischen Sinusitis unterschieden, wobei die Definitionen bei Erwachsenen und Kindern unterschiedlich sind. Eine gängige Definition der Sinusitis bei Erwachsenen wurde im Jahre 1993 in Princeton, New Jersey, formuliert [17]. 1997 definierte eine „Task Force on Rhinosinusitis“ Zeichen und Symptome einer chronischen Sinusitis noch genauer [18].

1.3.1. Akute Sinusitis

Als akute Sinusitis wird ein Infekt bezeichnet, bei dem die Symptome nicht länger als 6-8 Wochen andauern oder nicht mehr als 4 Episoden im Jahr über mehr als 10 Tage vorliegen. Meist handelt es sich bei der akuten Si-

nusitis um eine Folge einer akuten Rhinitis. Merkmal einer akuten Sinusitis ist weiterhin eine Befundbesserung nach medikamentöser Therapie [18]. Eine dauerhafte Schädigung der Schleimhaut resultiert nicht.

Eine schleimige bis eitrige Sekretion, Fieber und Klopfschmerzhaftigkeit über den erkrankten NNH zählen zu den häufigsten klinischen Symptomen einer akuten Sinusitis. Weiterhin wird häufig eine Druckschmerzhafigkeit über den Nervenaustrittspunkten der Nervi supra- und infraorbitales angegeben.

Speziell nach der Lage der einzelnen betroffenen NNH können typische Symptome bei der Anamneseerhebung festgestellt werden. So ist bei der Sinusitis maxillaris ein Klopfschmerz über den Kieferhöhlen typisch. Typische Beschwerden bei der Sinusitis frontalis sind Schmerzen und Druckgefühl im Stirnbereich, häufig verstärkt bei Lagewechsel. Bei der Sinusitis sphenoidalis ist die Befundkonstellation unspezifischer. Häufiger werden dumpfe, einseitige Schmerzen mit Ausstrahlung in den Hinterkopf angegeben. Auch eine Ausstrahlung in den Bereich von Stirn- und Kieferhöhlen kann vorliegen.

Bei Säuglingen und Kleinkindern ist die Sinusitis ethmoidalis relativ häufig. Eine retrobulbäre Schmerzlokalisation und ein einseitiger Kopfschmerz zählen zu den typischen Symptomen.

Um eine exakte Beurteilung und Einschätzung des Krankheitsbildes zu erhalten, muss eine genaue Anamneseerhebung eine klinische Untersuchung erfolgen.

Zu Beginn der klinischen Untersuchung stehen Palpation und Perkussion der betroffenen NNH. Weiterführend ist eine Rhinoskopie üblich, wobei eine Schleimhautbeurteilung erfolgt und evtl. vorliegendes Sekret erkannt werden kann. Die Diaphanoskopie spielt nur noch eine untergeordnete Rolle. Konventionelle Röntgenaufnahmen zeigen bisweilen einen Sekretspiegel. Der Sekretspiegel ist ein wenig sensitives, aber sehr spezifisches Kriterium. Dies bedeutet, dass bei einer akuten Sinusitis eher selten ein Sekretspiegel im Röntgenbild erkennbar ist. Liegt jedoch ein Sekretspiegel vor, gilt dies als pathognomonisches Zeichen für eine akute Sinusitis.

Therapeutisch werden abschwellende Massnahmen, Inhalationen und ggf. eine antiobiotische Therapie eingesetzt. Bei anhaltenden Schmerzen können adjuvant Analgetika verschrieben werden.
Operative Konsequenzen resultieren bei einer akuten Sinusitis nur, wenn konservative Massnahmen erfolglos sind. Insbesondere ein Empyem bzw. Sekundärkomplikationen (wie z. B. eine orbitale Mitbeteiligung) erfordern eine operative Intervention. Hierbei wird heute eine endonasal-endoskopische Vorgehensweise bevorzugt.

1.3.2. Chronische Sinusitis

1.3.2.1. Klinik

Die chronische Sinusitis ist eine persistierende Erkrankung. Eine medikamentöse Therapie kann hierbei keine Heilung erreichen. Die chronische Sinusitis ist definiert durch länger als 8 Wochen andauernde Symptome oder mehr als 4 Episoden pro Jahr [17,18].
Aktuelle Einteilungen gebrauchen den Begriff Rhinosinusitis an Stelle von Sinusitis und verlangen zur Diagnose einen dauerhaften Beschwerdezeitraum von mindestens 12 Wochen [62]. Es erfolgt eine Unterteilung der chronischen Rhinosinusitis (CRS) in eine Form mit und ohne nasale Polyposis. Neben der Beschwerdedauer sind bei beiden Formen mindestens zwei der folgenden Symptome erforderlich:

- Mucopurulentes Sekret
- Nasale Obstruktion
- Gesichts-/Druckschmerz (nur CRS ohne nasale Polyposis)
- Vermindertes Geruchsvermögen (nur CRS mit nasaler Polyposis).

Bei chronisch entzündlichen Veränderungen kann die Chronifizierung einer akuten Sinusitis eine mögliche Entstehungsursache sein. Des weiteren können allergische Komponenten, anatomische Varianten und Verengungen auf Grund von Polypen eine Rolle spielen. Die Kieferhöhlen und die Siebbeinhöhlen sind die am häufigsten betroffenen NNH.

Man unterscheidet eine eitrige und eine serös-polypöse Form mit jeweils unterschiedlicher klinischer Symptomatik. Bei der eitrigen Form ist als häufiges klinisches Symptom der Kopfdruck, der beim Bücken zunimmt, festzustellen. Von den Patienten wird weiterhin ein eitriger Sekretfluss aus der Nase und in den Rachen berichtet. Bakterielle Infektionen sind die Hauptursache der eitrigen Sinusitis. Zu den häufigsten Erregern zählt Streptococcus pneumoniae und Hämophilus influenzae.
Bei der serös-polypösen Form besteht ein dumpfer Kopfdruck und ein schleimiger Sekretfluss aus der Nase. Weiterhin sind eine Beeinträchtigung der Nasenatmung und Geruchsstörungen zu nennen.
Durch die Lage der NNH ist ein Übergreifen auf benachbarte Strukturen eine gefürchtete Komplikation. Insbesondere die orbitale und zerebrale Ausbreitung der Entzündung ist hervorzuheben.
Differentialdiagnostisch sind odontogene Zysten, Gingivaabszesse, Tumore und Mukozelen zu berücksichtigen.

1.3.2.2. Diagnostik

Die Rhinoskopie ist wie auch bei der akuten Sinusitis ein wichtiges Diagnosemittel. Bei der Rhinoskopie kann eine polypös veränderte Schleimhaut festgestellt werden. Diese Schleimhautveränderungen können bei bestimmter Lokalisation Ausführungsgänge blockieren und somit eine massive Abflussbehinderung verursachen.
Röntgenologisch sind Schleimhautschwellungen der betroffenen Regionen oft feststellbar. Die Diagnose der eitrigen Form kann endgültig jedoch erst durch Punktion und Spülung gestellt werden.

1.3.2.3. Therapie

Nach erfolgtem Abstrich wird als erster Schritt eine Antibiotikabehandlung in der Behandlung einer chronisch eitrigen Sinusitis eingeleitet. Bei der operativen Behandlung hat sich die Infundibulotomie nach Messerklinger als Basiseingriff bewährt. Die chirurgische Therapie der NNH ist erst indi-

ziert, wenn die Entzündung unter konservativer Therapie nicht innerhalb von 4-6 Wochen abheilt.
Bei der serös-polypösen Sinusitis werden kleine Polypen mit Kortison und Antihistaminika therapiert. Bei unumgänglicher Operation hat sich die minimal invasive Operationstechnik durchgesetzt [64].

1.4. Bildgebende Diagnostik bei chronischen Sinusitis

Konventionelle Röntgenaufnahmen spielen lediglich bei der Diagnostik einer akuten Sinusitis noch eine Rolle. Die konventionelle Tomographie ist inzwischen obsolet, da die CT eine wesentlich bessere und aussagekräftigere Beurteilung der NNH ermöglicht. Die Bildqualität ist deutlich überlegen. Die gewonnenen Daten aus einem Untersuchungsgang können zur Darstellung verschiedener Ebenen genutzt werden.
Methode der Wahl ist heute die hochauflösende CT in Dünnschichttechnik, die eine überlagerungsfreie Darstellung der anatomischen Strukturen und der pathologischen Veränderungen ermöglicht. Sie stellt ein aussagekräftiges Verfahren mit einer hohen Sensitivität und Spezifität für eine exakte präoperative Diagnostik der NNH dar [19].
Durch die Untersuchung werden eventuelle Ursachen chronischer Entzündungen sichtbar, z.B. anatomische Varianten als Prädisposition für eine Entzündung oder Schleimhautveränderungen, die eine Abflussbehinderung verursachen [17].
Für die minimalinvasive endoskopische Operation (Functional Endoscopic Sinus Surgery, FESS), die heute als Standardverfahren zur optimalen Therapie der chronischen Sinusitis gilt, wird eine präoperative CT-Untersuchung mit Darstellung operationsrelevanter anatomischer Strukturen (u.a. OMK, Lamina cribosa und Knochensepten der Ethmoidalzellen) gefordert. Ohne eine vorhergehende CT-Untersuchung werden in den meisten Zentren minimalinvasive Verfahren nicht durchgeführt. In der Literatur existieren jedoch auch Arbeiten [20], die darauf hinweisen, dass ein Fehlen einer CT-Untersuchung das Risiko einer Komplikation nicht signifikant erhöht.

1.4.1. Computertomografie (CT)

1.4.1.1. Technik

Eine in der Gantry gelegene Röhren-Detektor-Einheit bewegt sich kreisförmig um den Patienten unter kontinuierlicher Aussendung von Röntgenstrahlen. Die nicht vom Patienten absorbierte Strahlung trifft auf einen Detektorkranz. Aus der so gemessenen Schwächung der Röntgenstrahlen und ihrer bekannten örtlichen Verteilung kann über die Fourier-Transformation ein in Graustufen kodiertes Bild angefertigt werden.

Pioniere der CT waren der Physiker M. Cormack sowie insbesondere Godfrey N. Hounsfield, nach dessen Namen die definierte Skalierung der CT-Dichtewerte in Hounsfield-Einheiten (HE) benannt wurde. Die Skala stellt die CT-Dichtewerte in einem Bereich von -1024 bis +3071 HE dar.

Die ersten CT-Geräte waren 1972 verfügbar. Eine rasante technische Entwicklung führte zu immer schnelleren Untersuchungen bei verbesserter Auflösung. Die CT-Untersuchungen erfolgten sequentiell bis zur Einführung des sog. Spiral-CT Anfang der 90er Jahre. Bei der Spiral-CT erfolgt eine spiralförmige Abtastung des untersuchten Patienten bei kontinuierlichem Vorschub des Untersuchungstisches. Dadurch war erstmals eine lückenlose Volumenerfassung des Untersuchungsareales möglich. Ein weiterer Quantensprung erfolgte durch die Einführung von mehrzeiligen CT-Geräten, sog. Mehrschicht-CT (MSCT). Aktuell werden bis zu 64-zeilige Geräte in der Diagnostik verwendet

Mit der zunehmenden Etablierung von MSCT und der möglichen Anfertigung sehr dünner Schichten (unter 1 mm) in kurzer Zeit war es erstmalig mögliche eine dreidimensionale Bildnachverarbeitungstechnik durch die Aufnahme von echten Volumendatensätzen anzuwenden. Es resultieren nahezu isotrope Voxel, so dass aus den gewonnen Datensätzen qualitativ hochwertige Sekundärrekonstruktionen erzeugt werden können.

Die Bildqualität der CT hängt von verschiedenen Variablen ab. Neben Röhrenspannung (Messgröße kV) und mAS spielen Detektoreffizienz, die Ortsauflösung (als Resultat von Schichtdicke und untersuchtem field of

view (FOV)), sowie die verwendeten Rekonstruktionsalgorithmen eine wesentliche Rolle.

1.4.1.2. CT der NNH

Beim MSCT kann auf die unbequeme Bauchlagerung der Patienten verzichtet werden, da coronare Rekonstruktionen aus dem axialen Datensatz ohne Qualitätsverlust berechnet werden können [21, 22, 23, 24]. Beim Einzeilen-CT wird üblicherweise eine direkt coronare Schichtung in Bauchlage durchgeführt. Beim MSCT führen die geringen noch vorhandenen Stufenartefakte bei der Diagnose der chronischen Sinusitis zu keiner relevanten Befundeinschränkung. Durch die geringe verwendete Schichtdicke und ein kleines Inkrement mit überlappenden Rekonstruktionen werden die Artefakte auf ein Minimum reduziert [25,26]. Zudem treten bei coronaren Sekundärrekonstruktionen - im Gegensatz zum direkten coronaren Scan - prinzipbedingt keine störenden Metallartefakte von Zahnmaterial auf. Untersuchungen haben gezeigt, dass durch den Einsatz des MSCT eine verbesserte Diagnostik verglichen mit dem vormalig üblichen Standard (direkte coronare Schichtung) erreicht werden kann [27].

Für die Darstellung der NNH verwendet man eine breite Fenstereinstellung, da hierbei die von Luft umgebenen Knochen- und Weichteilstrukturen am besten zu beurteilen sind. Als Standardfenster bei der Diagnostik der chronischen Sinusitis wird vorwiegend ein Zentrum bei 0 HE mit einer Breite von 1900 HE verwendet (alternativ: Knochenfenster mit Zentrum bei 200 HE, Breite bei 2000 HE).

Die coronare Schicht ist die wichtigste Abbildungsorientierung bei der Beurteilung von Nasennebenhöhlenerkrankungen (Abb. 2). Sie wird von der überwiegenden Mehrzahl der Operateure bevorzugt, da sie weitgehend dem intraoperativen Eindruck des Operateurs entspricht. Weiterhin zeigt die coronare Schicht im Vergleich zur axialen besser die meisten anatomischen Varianten, die für die chronische Sinusitis ursächlich sein können oder eine potenzielle OP-Gefahr bedeuten.

Transversale Schichten der NNH ermöglichen eine bessere Beurteilung der Lamina papyracea der Orbita, eine exaktere Einschätzung der ap - Ausdehnung der Schleimhautveränderungen des Siebbeines und erbringen zusätzliche Informationen über die Lage von Nervus opticus und A. carotis interna.

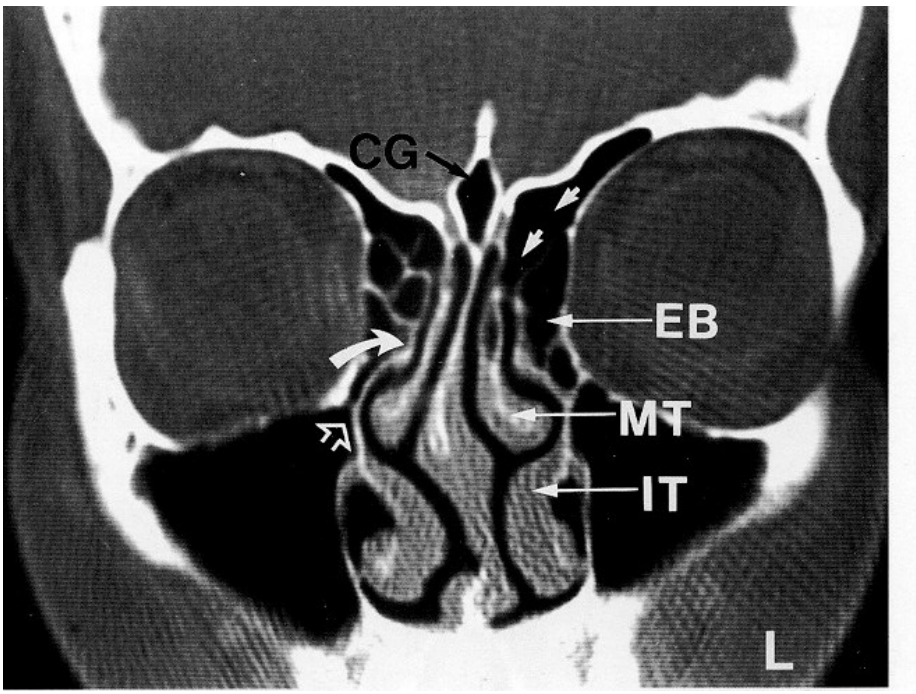

Abb. 2: Coronares CT der Nasennebenhöhlen. CG: Crista galli, EB: Bulla ethmoidalis, MT: mittlere Nasenmuschel, IT: untere Nasenmuschel, gebogener Pfeil: Proccesus uncinatus, offener Pfeil: Kieferhöhlenostium mit seiner Öffnung in das Infundibulum ethmoidale

1.4.2. MRT der NNH

Eine Alternative zu der CT in der Diagnostik der NNH ist die Magnetresonanztomografie (MRT). Es handelt sich ebenfalls um ein Schnittbildverfahren mit überlagerungsfreier Darstellung der Strukturen.

Bei der Magnetresonanztomografie ist die – auch gegenüber der CT - wesentlich bessere Differenzierung der Weichteilstrukturen und die fehlende ionisierende Strahlung als wichtigstes Merkmal zu nennen. Sämtliche Untersuchungsorientierungen sind ohne Umlagerung des Patienten einstellbar.

Ein Nachteil der MRT im Vergleich zur CT ist die schlechtere Darstellung feiner Knochenstrukturen, die ähnlich wie Luft kein MRT-Signal erzeugen und deshalb nur indirekt als signallose (schwarze) Aussparung angrenzend an die signalreiche Schleimhaut erkennbar sind. Diese Eigenschaft kann gerade bei der OP-vorbereitenden Diagnostik chronischer Sinusitiden eine übersichtliche Darstellung der pathologischen Strukturen einschränken. Weiterhin sind die Verfügbarkeit der Methode sowie die wesentlich höheren Kosten ein nicht zu vernachlässigender Aspekt [28].

1.5. Stagingsysteme der chronischen Sinusitis

Die Häufigkeit und die ökonomische Bedeutung chronischer, nichtneoplastischer NNH-Erkrankungen haben seit den späten 80er Jahren zur Entwicklung von Stagingsystemen geführt [7-11], die eine Aussage zur Prognose und / oder adäquaten Therapie ermöglichen sollten. Hierbei lassen sich inhaltlich drei Arten von Stagingsystemen unterscheiden: 1. solche, die allein auf Befunden bildgebender Methoden (Röntgen, CT) basieren, 2. solche, die allein anhand klinischer Symptome definiert sind, und 3. Mischformen.

Von den zahlreichen publizierten Systemen fanden lediglich die Vorschläge von Friedman et al. [29-31], Kennedy et al. [32], Levine und May [9], Gliklich und Metson (Harvard-System) [33,34], sowie von Lund [35,36] eine gewisse Verbreitung. Sie werden im Folgenden beschrieben. Die Vorschläge von Jorgensen, Newman et al. [37,38] sowie von Gaskins [39] konnten sich dagegen nicht durchsetzen, da sie entweder zu kompliziert oder zu wenig aussagekräftig waren.

1.5.1. Bildbasierte Stagingsysteme

1.5.1.1. Stagingsystem nach Kennedy

Kennedy [32] entwickelte 1992 ein auf der Basis von CT-Befunden beruhendes Stagingsystem (Tab. 1).

Stadien	Befund
0	Kein Befund
1	Anatomische Varianten, alle unilateralen Sinuspathologien oder bilaterale Erkrankungen, die auf die Siebbeinzellen limitiert sind
2	Bilateraler sekundärer Sinusbefall (Stirn-, Kiefer- oder Keilbeinhöhle) mit oder ohne Beteiligung der Siebbeinzellen, wobei nur ein Sinus auf jeder Seite betroffen ist
3	Bilateraler sekundärer Sinusbefall (Stirn-, Kiefer- oder Keilbeinhöhle) mit oder ohne Beteiligung der Siebbeinzellen, wobei mehr als nur ein Sinus auf jeder Seite betroffen ist mit oder ohne Beteiligung der Siebbeinzellen
4	Diffuse sinonasale Polyposis

Tab. 1: Stagingsystem der chronischen Sinusitis nach Kennedy

Dieses Stagingsystem differenziert 5 Stadien. Stadium 0 bezeichnet normale Verhältnisse, das Maximalstadium 4 bezeichnet eine diffuse sinonasale Polyposis. Anatomische Varianten gehen unter anderem in das Stadium 1 ein. Allerdings liegt keine weitergehende Bewertung der Varianten vor, so dass auch nicht pathogene Varianten den Scorewert beeinflussen. Patienten mit beidseitigem Befund in den Siebbeinzellen und Kieferhöhlen würden lediglich in das Stadium 2 eingestuft, obwohl dies aus der klinischen Erfahrung heraus bereits als fortgeschrittenes Erkrankungsstadium zu werten ist, das eine operative Therapie erforderlich macht.

1.5.1.2. Staging-System nach Levine und May

Im Jahre 1993 entwickelten Levine and May [9] ein System, das ebenfalls von Stadium 0 bis Stadium 4 unterteilt (Tab. 2).

Stadien	Befund
0	Kein Befund
1	Erkrankung beschränkt auf den OMK
2	Inkomplette Verschattung von einer oder mehreren NNH (Stirn-, Kiefer- oder Keilbeinhöhle)
3	Komplette Verschattung von einer oder mehreren NNH, wobei nicht alle NNH betroffen sind
4	Totale Verschattung aller NNH

Tab 2: Stagingsystem der chronischen Sinusitis nach Levine und May

Stadium 0 bedeutet normale Verhältnisse. Hierunter ist eine Schleimhautdicke in den NNH bis zu 2 mm eingeschlossen. Stadium 1 beinhaltet eine ausschließlich auf den OMK bezogenen Befund ohne Sekundärbeteiligung der sonstigen NNH. Stadium 2 und 3 unterscheiden sich nur hinsichtlich einer „inkompletten“ oder „kompletten“ NNH-Verschattung. Stadium 4 meint eine vollständige Verschattung aller Nasennebenhöhlen als schwerste Form einer Sinusitis.

1.5.1.3. Lund-Score

Im Jahre 1993 und 1995 publizierten Lund et al. [35,36] ein Stagingsystem für Patienten mit Sinusitis, das ebenso wie die vorher beschriebenen auf einer CT-Untersuchung beruht. Im Gegensatz zu den vorangegangenen ordinalen Systemen resultiert beim System nach Lund ein numerischer Score-Wert. Eine Stadienunterteilung existiert nicht. Das System fand weltweite Bedeutung, da es bei einfacher Anwendung eine hohe Untersucherübereinstimmung erwies. Im klinischen Alltag ist es die am häufigsten eingesetzte Anwendung [40].

Im Lund-Score erfolgt eine gesonderte Beurteilung hinsichtlich einer pathologischen Schleimhautschwellung für den Sinus maxillaris, die vorde-

ren Siebbeinzellen, die hinteren Siebbeinzellen, den Sinus sphenoidalis und den Sinus frontalis bei jeweils seitengetrennter Bewertung (Tab. 3).

Punktwert	Befund
0	keine Pathologie
1	partielle Verschattung/ SHS
2	komplette Verschattung

Tab. 3: Dreistufige Skala zur Bewertung der pathologischen Schleimhautschwellung (SHS) der Nasennebenhöhlen beim Lund-Score

Abweichend hiervon wird für den ostiomeatalen Komplex (OMK) folgende Bewertung vorgenommen: 0 = nicht verlegt, 2 = verlegt. Die Höchstpunktzahl pro Seite beträgt demnach 12 Punkte. Bei einem Patienten sind somit maximal 24 Punkte erreichbar.

1.5.1.4. Harvard-Score

Im Jahre 1994 wurde ein weiteres, einfach zu handhabendes, CT-basiertes Staging-System von Gliklich und Metson [33] entwickelt, das allgemein als Harvard-Score bezeichnet wird. Die Praktikabilität der Anwendung im klinischen Alltag und eine gute Reproduzierbarkeit [34] heben dieses System ebenfalls gegenüber anderen Vorläufern hervor. Im Gegensatz zum Lund-Score ist der Harvard-Score ordinal aufgebaut (Tab. 4). Es erfolgt eine Einteilung in 5 verschiedene Stadien, beginnend bei Stadium 0 (normal, bzw. maximale Schleimhautdicke bis 2 mm) bis zu Stadium 4 (Pansinusitis beidseits).

Stadieneinteilung	Beurteilung
Stadium 0	an jedem Ort weniger als 2 mm Schleimhautdicke
Stadium 1	alle einseitig pathologischen oder anatomischen Veränderungen (Varianten)
Stadium 2	bilaterale Pathologien der Siebbeine oder der Kieferhöhlen
Stadium 3	bilaterale Pathologien mit Einbeziehung wenigstens einer Keilbeinhöhle oder Stirnhöhle.
Stadium 4	Pansinusitis beidseits.

Tab. 4: Stagingsystem der chronischen Sinusitis nach dem Harvard- Score

1.5.2. Symptombasierte Stagingsysteme

Neben bilddiagnostisch begründeten Scores wurden auch Scoresysteme zur Klassifizierung der chronischer Sinusitis entwickelt, die vollständig auf einer Erfassung der klinischen Symptomatik beruhen [41]. Ziel dieser Scoresysteme war vor allem, den Erfolg oder Misserfolg unterschiedlicher Therapien anhand einer Quantifizierung der subjektiven empfunden Lebensqualität zu messen. Die Bewertung erfolgt mit Hilfe von Fragebögen, in denen krankheitsbezogene Symptome und Einschränkungen der Lebensqualität erfasst werden.

Die Einführung von symptombezogenen Fragebögen resultiert auch aus den Limitationen der bildbasierten Stagingsysteme, bei denen die subjektiven Beschwerden der Patienten nicht oder fallweise nur unzureichend berücksichtigt werden. Zudem müssen Bildbefund und Beschwerdesymptomatik nicht unbedingt korrelieren. So kann z. B. ein objektiv geringer CT-Befund (z. B. bei Allergikern) mit einer erheblichen Einschränkung der allgemeinen Lebensqualität der Betroffenen einhergehen.

1.5.2.1. SF-36

Für die Erfassung der allgemeinen Lebensqualität ist international der SF-36 Fragebogen (36 item short form questionnaire) [42] etabliert. Dieser

wurde von Bullinger und Kirchberger in die deutsche Sprache übersetzt und validiert [43]. Dieser Fragebogen stellt wegen seiner sehr guten Validierung eine gute Grundlage des Vergleiches von Patientenkollektiven dar.

1.5.2.2. SNOT 20 GAV

Eine gekürzte, für Patienten leichter verständliche und hierdurch besser zu handhabende Version des 31-item Rhinosinusitis Outcome Measure [44], ist der weit verbreitete Sino-Nasal Outcome Test-20 (SNOT 20) [12,45]. In der vorliegenden Arbeit wurde eine modifizierte Version des SNOT-20 verwendet, der SNOT-20 GAV (German Adapted Version)[46]. Dieser ist noch stärker auf spezifische Beschwerden der Patienten mit chronischer Sinusitis fokussiert und bezieht im Gegensatz zum ursprünglichen SNOT-20 typische Symptome der chronischen Sinusitis wie Nasenatmungsbehinderung und Riechminderung mit ein. Der SNOT 20 GAV enthält die Subscores primär nasale Symptome (PNS), sekundär nasale Symptome (SRS) und allgemeine Lebensqualität (ALQ), auf deren genaue Definition im Methodenteil der Arbeit eingegangen wird.

1.5.3. Mischformen

1.5.3.1. Staging-System nach Friedman

Das Ende der achtziger Jahre von Friedman et al. [29-31] als eines der ersten Stagingsysteme entwickelte Verfahren wurde in seiner abschliessenden Fassung 1990 [30] vorgestellt (Tab.5).

Stadien	Beurteilung
0	Kein Befund
1	Einzelner Sinusbefund, unilateral oder bilateral
2	Diskontinuierlicher oder fokaler Befund in einer NNH, der auf Medikation anspricht
3	Kontinuierlicher Befund in den Siebbeinzellen (evtl. Mitbeteiligung anderer NNH), der auf Medikation anspricht
4	Kontinuierliche Mukosaverdickung in den Siebbeinzellen mit massivem Befund anderer NNH, nicht ansprechend auf Medikation

Tab. 5: Stagingsystem der chronischen Sinusitis nach Friedman

Das Friedman-System beinhaltet 5 Stadien, mit dem Stadium 0 als Normalbefund und Stadium 4 als ausgedehnte diffuse Schleimhautschwellung der Siebbeinzellen mit massivem Befund in weiteren, jedoch nicht unbedingt in sämtlichen NNH. Das System unterscheidet nicht zwischen unilateraler und bilateraler Erkrankung. Im Gegensatz zu anderen Systemen wird auch eine therapeutische Komponente in Form eines Ansprechens auf eine medikamentöse Therapie mit berücksichtigt. Das Friedman-System ist zwar sehr einfach zu handhaben, konnte sich jedoch auch nach einer Modifikation im Jahre 1995 [47] nicht weitläufig etablieren.

1.6. Aktuelle Problematik

Um bei der chronischen Sinusitis eine adäquate Diagnostik zu gewährleisten, bei der sowohl die Einschränkungen der subjektiven Lebensqualität des Patienten als auch die bilddiagnostisch fassbaren morphologischen Veränderungen der NNH und NHH berücksichtigt werden, ergeben sich drei wesentliche Problemfelder:

1. Es existiert eine Vielzahl CT-basierter und klinischer Scores zur chronischen Sinusitis, die von sehr unterschiedlicher Qualität und Praktikabilität sind.
2. erfolgte bislang keine ausreichende Untersuchung zur Korrelation von klinisch basierten Scores und CT-Befunden, obwohl die CT-Diagnostik heute standardmäßig zur Planung der operativen Therapie bei chronischer Sinusitis durchgeführt wird.
3. Die etablierten CT-basierten Staging- und Scoresysteme sind sämtlich mindestens 10 Jahre alt und berücksichtigen nicht die zwischenzeitlichen rasanten technischen Fortschritte in der bildgebenden Diagnostik.

1.7. Fragestellungen

Aus den vorausgehenden Ausführungen sind im Wesentlichen folgende Anforderungen zu formulieren, die ein Stagingsystem der chronischen Sinusitis erfüllen sollte: das System muss einfach in der Anwendung sein und einen hohen Aussagewert besitzen. Idealerweise sollten HNO-Ärzte und Radiologen bei einem CT-basierten Stagingsystem zu einer identischen Stadieneinschätzung gelangen können. Eine hohe inter- und intraindividuelle Reproduzierbarkeit ist ebenso erforderlich wie eine klare Differenzierung verschiedener Krankheitsstadien.

Hieraus leiten sich beiden zentralen Aufgabestellungen der vorliegenden Arbeit ab:

1. Bestimmung der Korrelation zwischen den am meisten verbreiteten bildbasierten Scores (Harvard- und Lund-Score) und dem am weitesten verbreiteten symptombezogenen Score (SNOT-20).
2. Versuch der eigenen Entwicklung eines optimierten CT-basierten Scores unter Berücksichtigung der aktuellen CT-Technik.

2. Material und Methodik

2.1. Patienten

In die vorliegende prospektive Studie wurden Patienten eingeschlossen, bei denen im Rahmen der Diagnostik einer chronischen Sinusitis die Durchführung einer NNH-CT klinisch indiziert war und das Einverständnis der Patienten zur Teilnahme vorlag. Die vorab konsultierte Ethikkommission hatte dem vorliegenden Studienprotokoll der CT-Untersuchungen zugestimmt (Projekt Nr. 337/2003V).

2.2. Erfassung der subjektiven Beschwerden (Fragebogen SNOT-20 GAV)

Vor der Durchführung der NNH-CT erhielten die Patienten einen Fragebogen zur Erfassung der subjektiven Beschwerden (SNOT-20 GAV) ausgehändigt und wurden aufgefordert, diesen Fragebogen selbstständig auszufüllen. Der SNOT-20 GAV ist aus der Originalversion des SNOT-20 abgeleitet, in dem zwei Items, die sich mit Schlafproblemen (von insgesamt 5 Fragen zu dieser Problematik) befassen, durch die vorher nicht vorhandenen Items „Nasenatmungsbehinderung“ und „Riechminderung“ ersetzt wurden.

Der SNOT-20 GAV beinhaltet somit 20 Fragen, mit denen die für eine Rhinosinusitis typischen Symptome und Beeinträchtigungen erfasst werden. Der SNOT-20 GAV ist gegliedert in nasale, paranasale und Schlafsymptome sowie soziale und emotionale Symptome. Auf einer 6-Punkte-Skala werden den Symptomen mit wachsender Beschwerdeintensität (von „0=kein Problem“ bis „5=schlechter kann es nicht werden“) höhere Punktwerte zugeordnet. Die maximale Punktzahl dieses Fragebogens beträgt 100 Punkte.

Der SNOT-20 GAV beinhaltet folgende Subscores:
PNS (primär nasale Symptome) mit folgenden Einzelfragen: Nasenatmungsbehinderung, Niesreiz, ständiges Nasenlaufen, dickes schleimiges Nasensekret und Riechminderung.

SRS (sekundär rhinogene Symptome) mit folgenden Einzelfragen: Sekretfluss in den Rachen, Räusperzwang, trockener Hals, Husten, Druckgefühl auf den Ohren, Ohrenschmerz, Gesichtsschmerz, Druckgefühl im Gesicht.

ALQ (allgemeine Lebensqualität) mit folgenden Einzelfragen: Schwindelgefühl, Probleme beim Einschlafen, nächtliches Aufwachen, Tagesmüdigkeit, verminderte Leistungsfähigkeit, Konzentrationsschwäche, Frustrationen, Traurigkeit, Nebenhöhlenbeschwerden sind mir peinlich.

In einer zusätzlichen Spalte auf dem Fragebogen sollten die Patienten die für sie 5 wichtigsten Symptome markieren. Dies diente bei der Auswertung einer Gewichtung der aus Patientensicht dominantesten Beschwerden.

2.3. CT-Untersuchungen

Bei der vorliegenden Studie kamen drei CT-Geräte mit aktueller Spiral-CT-Technik zum Einsatz. Ein CT-Gerät mit einzeiligem Detektorring (ESCT; Tomoscan AVE, Philips, Hamburg), ein MSCT mit vierzeiligem Detektorring (Somatom Volume Zoom, Siemens, Erlangen) und ein 16–zeiliges MSCT (Sensation16, Siemens, Erlangen).
Nach den an der Tübinger Universitätsklinik üblichen Standardprotokollen wurden die NNH in Niedrigdosis- Technik (20-35 mAs, 120 KV) untersucht.
Zu Beginn der Untersuchung wurde bei allen verwendeten Geräten ein sagittales Topogramm angefertigt. Auf diesem Topogramm erfolgte die genaue Planung der Schnittführung. Die transversale Schichtführung reichte dabei von der Orbitaoberkante bis zur Oberkante des Ramus mandibulae.

Am ESCT wurden zunächst axiale Schichten in Rückenlage des Patienten bei vertikal stehender Gantry durchgeführt. Zusätzlich erfolgte zur Aufnahme von coronaren Schichten eine Untersuchung in Bauchlage bei maximaler Kopfreklination. Die Gantrywinkelung war maximal, so dass eine coronare Schichtebene vertikal zur Ebene des harten Gaumens dargestellt wurde. Die Schichtdicke lag bei 2 mm, der Tischvorschub bei 3 mm und das Inkrement bei 1 mm.

Bei den MSCT–Geräten wurde ausschliesslich eine einzige Spirale in Rückenlage mit axialer Schichtorientierung durchgeführt. Die Gantry der MSCT- Geräte wurde bei den Aufnahmen nicht gekippt. Sekundäre coronare Berechnungen erfolgten. Für die MSCT-Geräte betrugen die Daten: 1 mm Schichtdicke, Pitch 1, 0,5 mm Inkrement.

Das FOV wurde bei allen Untersuchungen auf 200 mm eingestellt. Die Bildmatrix betrug 512 x 512, die Pixelgrösse in Schichtebene somit 0,39 mm.

Ein von den Herstellern empfohlener Faltungskern wurde zur Bildberechnung eingesetzt. Der Einsatz dieses Faltungskernes bewirkt eine leichte Kantenanhebung bei allen Untersuchungen.

Die Aufnahmen wurden auf Laserfilmen (43x30) belichtet. Dabei wurden der Name und das Geburtsdatum aus dem Datensatz entfernt, um eine Anonymisierung der Patienten für die folgende Bildauswertung zu gewährleisten. Die Darstellung erfolgte in einer standardisierten Fenstereinstellung (Level 0 HE, Fensterbreite 1900 HE), die eine möglichst gute Darstellung sowohl von Schleimhautschwellungen als auch von dünnen Knochenlamellen ermöglicht.

2.4. Erhebung der CT-Scores

Zwei erfahrene Fachärzte (ein Radiologe und ein HNO-Arzt) beurteilten die angefertigten Aufnahmen unabhängig voneinander und in Unkenntnis der klinischen Symptomatik. Dies erfolgte zweimalig in einem zeitlichen Abstand von 8 Wochen.

Für die CT-Aufnahmen jedes Patienten wurden unabhängig voneinander die Kriterien des Harvard-Scores, die des Lund-Scores und die Kriterien einer selbst entwickelten Checkliste erfasst. Die Ergebnisse beider Auswertungsgänge wurden dabei für jedes Scoresystem und für jeden Patienten auf einem eigenen Auswertebogen notiert. Das Design der Erfassungsbögen ist im Anhang dargestellt. Der erste Auswertungsgang wurde als „Test“ bezeichnet, der zweite Auswertungsgang als „Re-Test“. Die Erfassungsbögen beinhalten ausserdem die Initialen der beiden Auswerter.

2.4.1. Tübinger Checkliste

Die selbst entwickelte Checkliste basiert ebenso wie der Lund-Score und der Harvard-Score exklusiv auf einer Auswertung einer CT-Untersuchung. Die Checkliste ist in 4 Bereiche unterteilt: neben einer individuellen Beurteilung der NNH einschließlich einer gesonderten Bewertung des OMK werden auch das Vorliegen von anatomischen Varianten, Verschattungen der Nasenhaupthöhle sowie pathologischen Veränderungen im Bereich der Nasenmuscheln und des Septum überprüft. Mit Ausnahme von Nasenmuscheln und Septum werden alle Strukturen seitengetrennt bewertet. Veränderungen der Nasenhaupthöhle (NHH) wurden wie folgt erfasst (Tab. 6):

Punkteskala	Bewertung
0	ohne Befund
1	mittlerer Nasengang verlegt
2	Vorwölbung der Schleimhaut in die Nasennebenhöhlen
3	Prolaps der Schleimhaut in die Nasennebenhöhlen

Tab. 6: Vierstufige Skala zur Bewertung der Pathologie der Nasenhaupthöhle

Pathologische Veränderungen der Nasennebenhöhlen wurden ebenfalls anhand einer 4-stufigen Skala erfasst (Tab. 7).

Punkteskala	Bewertung
0	keine Schleimhautschwellung
1	Schleimhautschwellung <3 mm
2	partielle Verschattung
3	totale Verschattung.

Tab. 7: Vierstufige Skala zur Bewertung der Pathologie von ostiomeatalem Komplex, Kieferhöhle, Siebbein, Stirnhöhle und Keilbeinhöhle.

Hinsichtlich der anatomischen Varianten wurden nur solche erfasst, die potenziell für die Entstehung einer chronischen Sinusitis mit verantwortlich sein können (s. Einleitung). Auch die anatomischen Varianten wurden für beide Seiten getrennt bewertet. Wenn keine anatomischen Varianten vorhanden waren, wurden 0 Punkte vergeben. Beim Vorliegen von Varianten wurde 1 Punkt vergeben.

Die Beurteilung des Nasenseptums ist in Tab. 8 dargestellt.

Punkteskala	Bewertung
0	gerade
1	geringe Deviation
2	deutliche Leiste
3	massive Deviation.

Tab.8: Vierstufige Skala zur Bewertung der Pathologie des Nasenseptums

Zusätzlich wurden Hyperplasien der Nasenmuscheln anhand einer 3-stufigen Skala beurteilt (Tab. 9).

Punkteskala	Bewertung
0	ohne Befund
1	geringe Hyperplasie
2	mässige Hyperplasie
3	massive Hyperplasie

Tab.9: Vierstufige Skala zur Bewertung der Pathologie der Nasenmuscheln

2.4.2. Tübinger Score

Die Addition aller Einzelpunktwerte der Tübinger Checkliste lässt sich als Score definieren, der im Folgenden als Tübinger Score bezeichnet wird.
Die Addition der seitengetrennt erfassten Kriterien ergibt eine maximal zu erreichende Punktzahl von 19 Punkten pro Seite. Zusammen mit den beiden Punktwerten für das Nasenseptum und die Nasenmuscheln sind somit pro Patient maximal 44 Punkte möglich.

2.5. NNH-Volumetrie

Zusätzlich zur subjektiv geprägten diagnostischen Auswertung der CT-Untersuchungen zur Berechnung der Scorewerte erfolgte im Rahmen dieser Arbeit die Erhebung eines objektiven Messparameters in Form einer Volumenbestimmung der Nasenhaupthöhle (NHH) anhand der CT-Untersuchungen.
Zur Volumetrie der NHH wurden die coronaren Aufnahmen über eine Netzwerkverbindung im DICOM-Format an eine medizinische Bildworkstation übertragen (Vitrea 3.5, Vital Images, USA). Verwendet wurden 25-30 Bilder pro coronarem Datensatz für die jeweilige Ausmessung. Der Luftraum in der NHH wurde unter Aussparung der Nasenmuscheln seitengetrennt manuell mit einer Linie umzeichnet (segmentiert). Zur Segmentierung des Luftraums wurde eine Fenstereinstellung von 650/60 HE (Fens-

terbreite/ Fenstermitte), weil hierbei die Grenze zwischen Luft und Weichteilstrukturen bzw. Knochen am besten zu erkennen war. Die übliche NNH-Fensterung erwies sich hierfür als zu hart, d.h. es wäre ein zu kleines Volumen des Luftraums gemessen worden. Das Messvolumen reichte ventral vom Vorderrand der Nasenscheidewand bis zu den Choanen als dorsale Begrenzung.

Diese Segmentierung erfolgte in jedem zweiten Bild, die Segmentierung der dazwischen liegenden Schichten wurde von der Software automatisch interpoliert.

Im Anschluss an diese Segmentierungsarbeit berechnete die Software auf Basis der Schichtdicke und der pro Schicht markierten Fläche durch Addition der Schichtvolumina automatisch und seitengetrennt das Volumen der NHH.

2.6. Statistische Auswertung

Der Produktmoment-Korrelationskoeffizient nach Pearson r wurde zur Ermittlung der Korrelation zwischen SNOT-20 GAV sowie dessen Untergruppen zum Gesamtvolumen der NHH verwendet. Weiterhin wurde dieser Koeffizient eingesetzt bei der Auswertung der Korrelationen der CT-basierten Bewertungsscores zum SNOT-20 GAV, zur Berechnung der Korrelationen der einzelnen anatomischen Strukturen zum Tübinger Score sowie zur Berechnung der Korrelationen der Bewertungsscores untereinander.

Die folgende Interpretation der Werte wurde verwendet (Tab.10) [63]:

Wert	Korrelation
0	keine (poor)
0.01-0.2	sehr geringe Korrelation (slight)
0.21-0.4	geringe Korrelation (fair)
0.41-0.60	mittlere Korrelation (moderate)
0.61-0.80	hohe Korrelation (substantial)
0.81-1.00	sehr hohe Korrelation (almost perfect agreement)

Tab.10. Interpretation statistischer Werte

Zur Beurteilung des Einflusses der unterschiedlichen anatomischen Strukturen im Tübinger Score wurde zusätzlich zum Produktmoment-Korrelationskoeffizient nach Pearson r die korrigierte Trennschärfe bestimmt [48].

Beim Vergleich der anatomischen Varianten mit dem SNOT-20 GAV sowie mit den CT-Bewertungsscores wurde der Ein-Stichproben-t-Test verwendet. Zur Erkennung signifikanter Unterschiede wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% definiert und die p-Werte für den Vergleich multipler Ergebnisse nach Bonferroni-Holm festgelegt. Das Maß der Übereinstimmung bei mehreren Auswertern wurde mit Hilfe der κ-Statistik durchgeführt.

Die Bestimmung der intra- und interindividuellen Reliabilität wurde durch den Interklassenkorrelationskoeffizient [49,50] ermittelt und zur grafischen Darstellung die Methode nach Bland-Altman verwendet [51]. Diese Methode ist gut geeignet, um grössere Abweichungen im Ergebnis darstellen zu können. Bei allen verwendeten Tests wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% festgesetzt.Die statistischen Auswertungen wurden mit Hilfe der Software JMP 5.0.1 durchgeführt. (SAS Institute Inc., 2002). Die Bestimmung der Mittelwerte und Standardabweichungen erfolgte mit Microsoft Excel 2000, ebenso die grafischen Darstellungen.

3. Ergebnisse

3.1. Patientenkollektiv

Die vorliegenden Arbeit beinhaltet die Daten von insgesamt 73 Patienten (53 männlich, 20 weiblich) im Alter zwischen 10 Jahren und 76 Jahren (Median: 47 Jahre) (Abb. 3 und 4). Bei allen Patienten lagen vollständige und technisch fehlerfreie CT-Untersuchungen und vollständig ausgefüllte Fragebögen zur subjektiven Eigenbewertung der Lebensqualität (SNOT-20 GAV) vor.

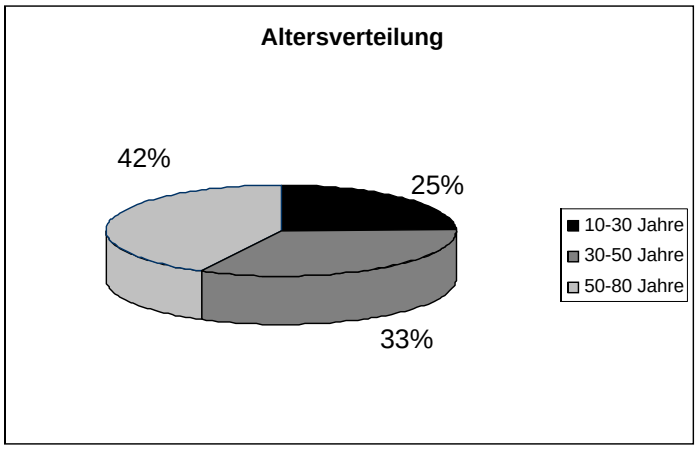

Abb.3. Altersverteilung des Patientenkollektivs

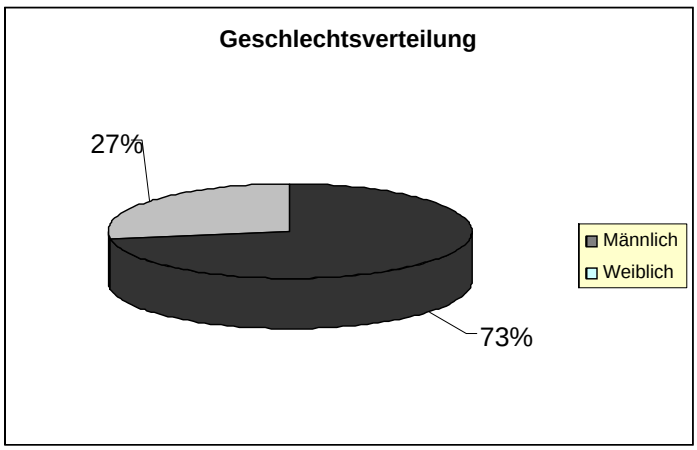

Abb.4: Geschlechtsverteilung des Patientenkollektivs

3.2. Subjektive Beschwerden (SNOT-20 GAV)

Die erreichten Punktzahlen der Patienten, ermittelt durch den Fragebogen SNOT-20 GAV, ergaben folgendes Ergebnis: die Punktzahl von rund 80% der Patienten lag zwischen 12 und 52 Punkten (von 100 maximal zu ereichenden Punkten).

In Quartilwerten (25% und 75 %) ausgedrückt bedeutet das eine Punktespanne von 17 bis 41 Punkten. Der Durchschnittswert liegt bei 30 Punkten. Das entspricht einer milden bis mittelstarken Beschwerdesymptomatik der Patienten des untersuchten Kollektivs.

Eine leichte Erhöhung der erreichten Punktzahlen erfolgte bei der Subunterteilung in primär nasale Symptome. Dabei liegt der Wert für die 25% Quartile bei 28 Punkten, für die 75% Quartile bei 56 Punkten. Der Durchschnittswert betrug 40 Punkte (mittelstarke Beschwerdesymptomatik). Dies stellt eine etwas stärkere Ausprägung der Beschwerden im Vergleich zum Gesamt SNOT-20 GAV dar.

Bei den sekundär rhinogenen Symptomen (SRS) und der allgemeinen Lebensqualität (ALQ) lagen die Werte niedriger. Bei den SRS betrug der Durchschnitt 27 Punkte, bei der ALQ 25 Punkten (milde Beschwerdesymptomatik).

3.3. CT-basierte Stagingsysteme

3.3.1. Lund-Score

Beim Lund –Score wurden Quartilwerte von 2 und 12 Punkten (bei 25 maximal zu erreichenden Punkten) vergeben, was einer Punktevergabe zwischen 10 % bis 50% der Maximalpunktzahl entspricht.

Die Häufigkeitsverteilung ist in der folgenden Abbildung dargestellt (Abb. 5).

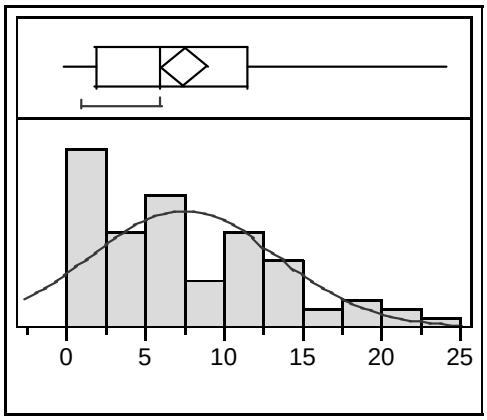

Abb.5:Häufigkeitsverteilung Lund-Score (Punkteverteilung)

Die Abb. 6 zeigt ein Kreisdiagramm des Lund-Scores, wobei eine Stadieneinteilung vergleichbar dem Harvard-Score gewählt wurde, um die verschiedenen Stagingsysteme miteinander vergleichen zu können. Die Stadieneinteilung erfolgte jeweils in 5 Unterstufen (Stadium 0 bis 4), wobei ausgehend von der Maximalpunktzahl eine Unterteilung in 5 Stadien erfolgt. Dies bedeutet, dass alle Patienten im Lund-Score mit einer erreichten Punktzahl zwischen 0 und 5 Punkten dem Stadium 0 zugeordnet wurden. Die weitere Einteilung erfolgte analog.

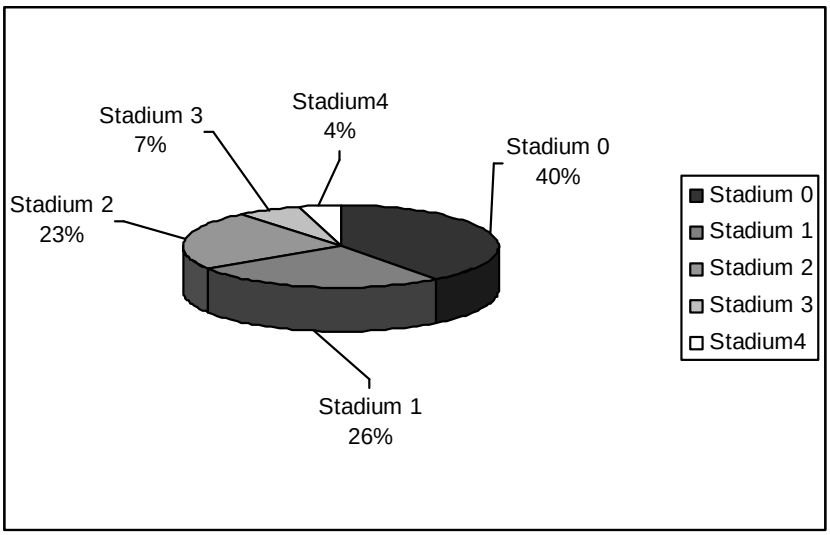

Abb.6: Häufigkeitsverteilung des Lund-Scores in Stadieneinteilung analog zum Harvard-Score

Die Grafik verdeutlicht, dass die höheren Stadien (Stadium 3 und 4) insgesamt nur schwach vertreten sind (11% der Gesamtanzahl).

3.3.2. Harvard-Score

Beim Harvard- Score wurde der Level 3 am häufigsten bei der Beurteilung vergeben. Dies stellt eine gewisse Verzerrung der Beschwerden nach oben, im Sinne einer Überbewertung der Beschwerden, dar.
In Abb. 7 ist die prozentuale Aufschlüsselung des Harvard-Scores wiedergegeben.

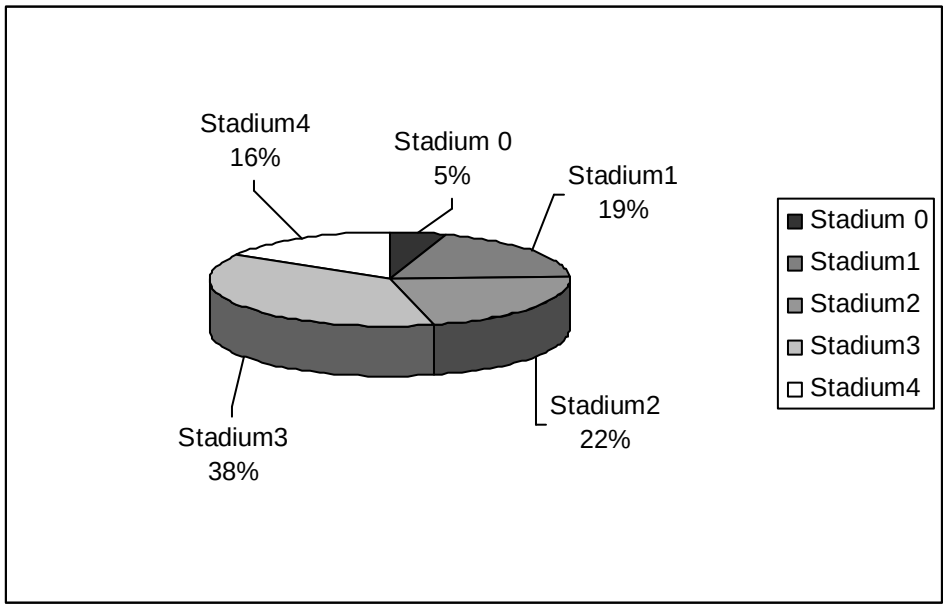

Abb.7: Häufigkeitsverteilung der einzelnen Stadien beim Harvard- Score.

Die Verteilung zeigt, dass die höheren Stadien (Stadium 3 und 4) im Harvard-Score eindeutig stärker vertreten als in den beiden anderen Scores (54% der Gesamtanzahl).

3.3.3. Tübinger-Score

Beim Tübinger Score wurden Quartilwerte von 5,5 bis 19 (bei maximal 44 zu erreichenden Punkten) verteilt, dies entspricht ebenfalls eine Bewertungsspanne zwischen 10% und 50%.

In Abb. 8 sind die Zusammenhänge als Balkendiagramm dargestellt.

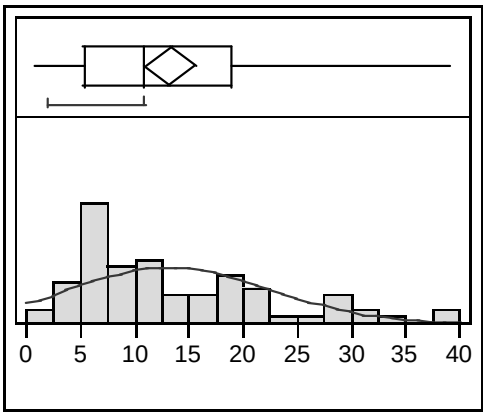

Abb.8:Häufigkeitsverteilung Tübinger-Score (Punkteverteilung)

Wie auch beim Lund-Score waren die höheren Stadien deutlich niedriger vertreten als beim Harvard-Score. Die beiden höchsten Stadien wurden zusammen nur in 12 % der Gesamtanzahl vergeben (Abb. 9).

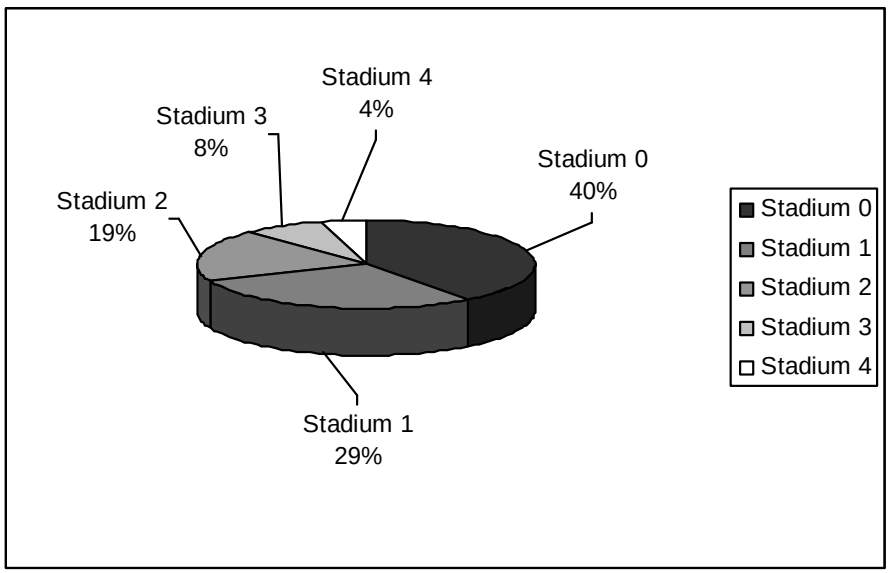

Abb.9 : Häufigkeitsverteilung des Tübinger- Scores in Stadieneinteilung analog zum Harvard- Score

3.3.4. Korrelation der Scores untereinander

Der Tübinger- Score wurde mit dem international schon lange etablierten Lund- Score korreliert. Die Korrelation der beiden Scores war hochgradig, ein „almost perfect“ konnte als Übereinstimmung registriert werden, r= 0,9799.

Die ellipsenförmige Umrandung der erreichten Punkte stellt das 95% Intervall dar. Diese Darstellung zeigt die weitgehende Übereinstimmung der beiden Score-Systeme (Abb. 10).

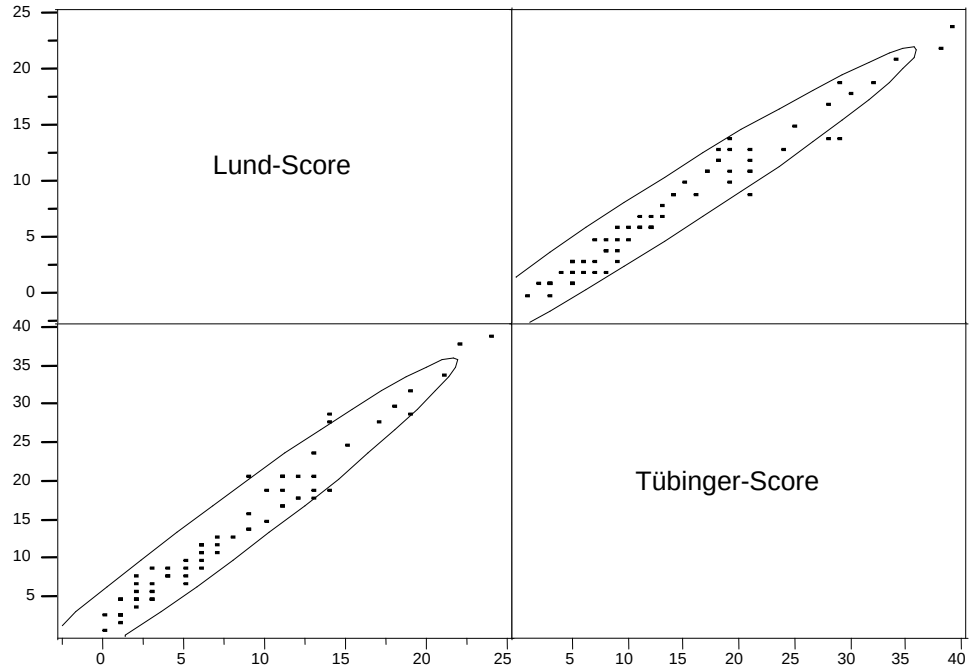

Abb. 10: Scatterplotdarstellung des Vergleiches des Lund- Scores mit dem Tübinger-Score

Auch Harvard- und Lund-Score zeigten ein „almost perfect agreement“, der Korrelationskoeffizient lag mit r= 0,8531 allerdings niedriger als beim Vergleich Tübinger-Score/ Lund-Score (Abb.11).

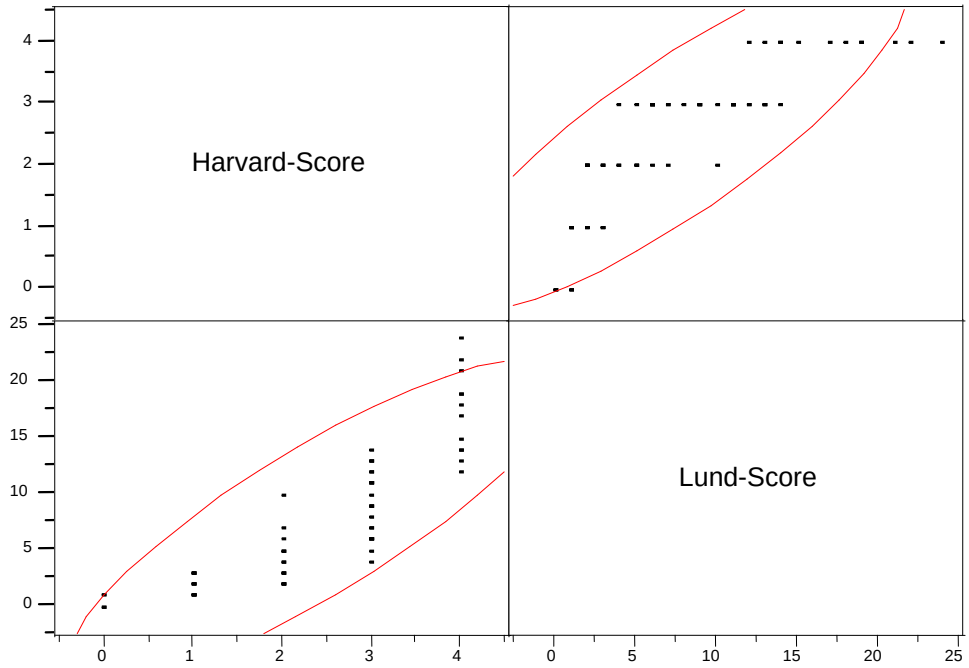

Abb. 11: Scatterplotdarstellung des Vergleiches des Harvard- Scores mit dem Lund-Score

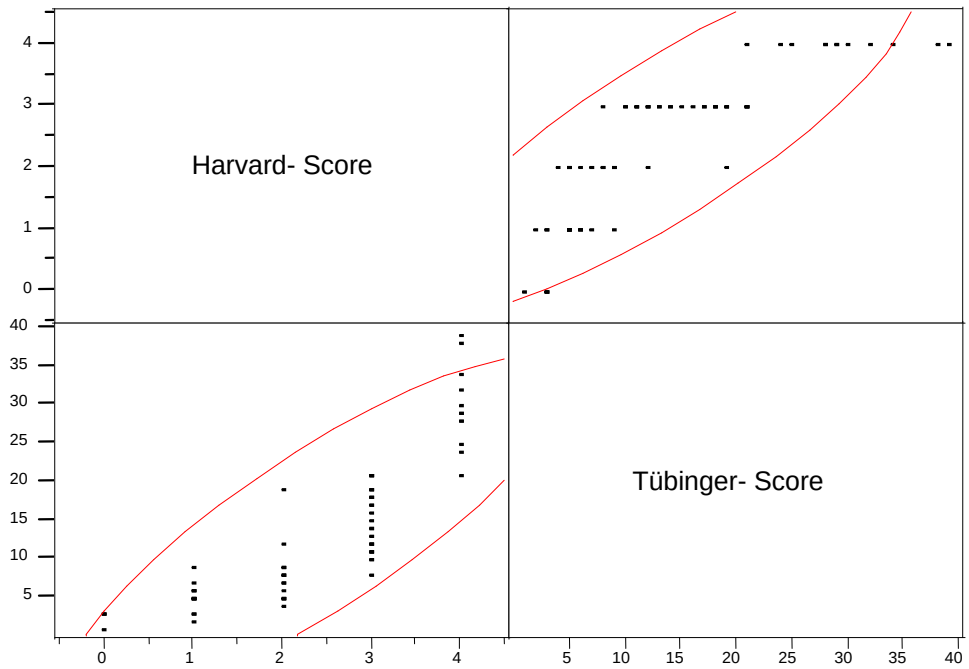

Abb.12: Scatterplotdarstellung des Vergleiches des Harvard- Scores mit dem Tübinger-Score

Der Vergleich Harvard-/Tübinger-Score zeigt ein fast identisches Ergebnis. Der Korrelationskoeffizient r lag bei 0,8488, was ein marginal besse-

res Ergebnis gegenüber dem Vergleich Harvard-/Lund-Score bedeutet (Abb.12). Tab. 11 verdeutlicht die Zusammenhänge.

Korrelation der Scores miteinander	r- Wert
Lund-Score/Tübinger-Score	0,9799
Harvard-Score/Lund- Score	0,8531
Harvard-Score/Tübinger- Score	0,8488

:

Tab.11. Korrelation der Scores untereinander

3.3.5. Analyse der einzelnen anatomischen Strukturen im Tübinger Score

Die einzelnen anatomischen Strukturen wurden getrennt nach Seiten analysiert, um eine exakte anatomische Lokalisation der pathologischen Veränderungen sicherzustellen.

Bei der Erfassung pathologischer Veränderungen im Tübinger Score ergaben sich folgende Ergebnisse: in der Häufigkeitsverteilung (entsprechend der Bewertungsskala des Tübinger-Scores, Punkteskala von 0 - 3) sind die anatomischen Varianten beidseits, die Nasenhaupthöhle beidseits und die Keilbeinhöhle beidseits in der Häufigkeit am stärksten vertreten (Abb.13).

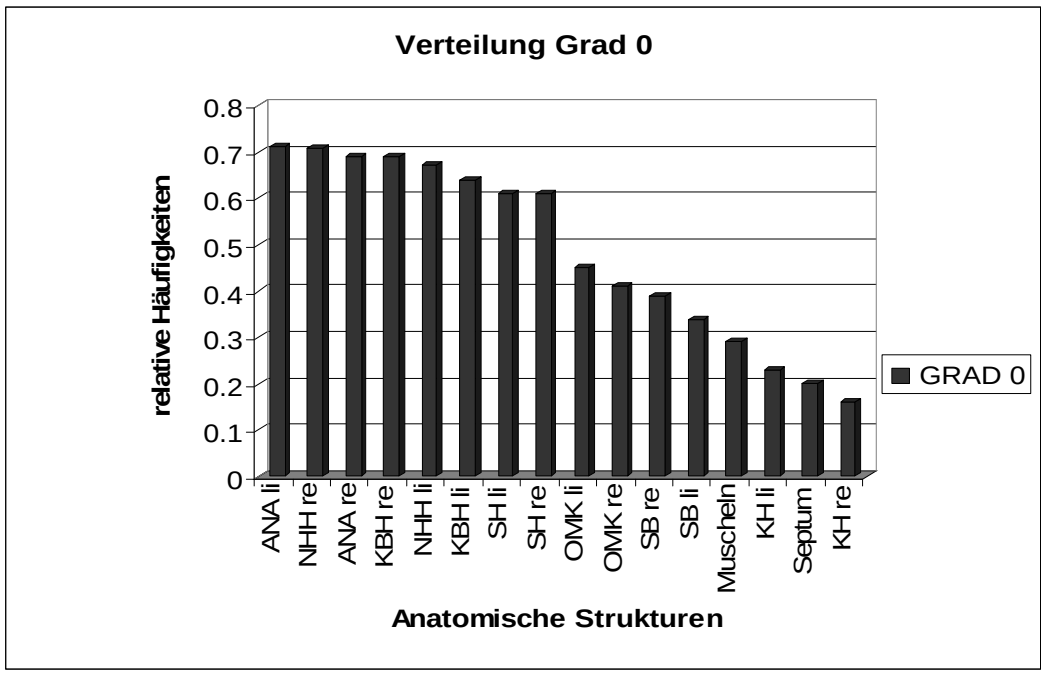

Abb.13: Darstellung der Verteilung der unterschiedlichen anatomischen Strukturen für Grad 0 im Tübinger-Score

Bei der Grad 1 Einteilung stehen die Nasenmuscheln, das Septum und die anatomischen Varianten im Vordergrund. (Abb.14).

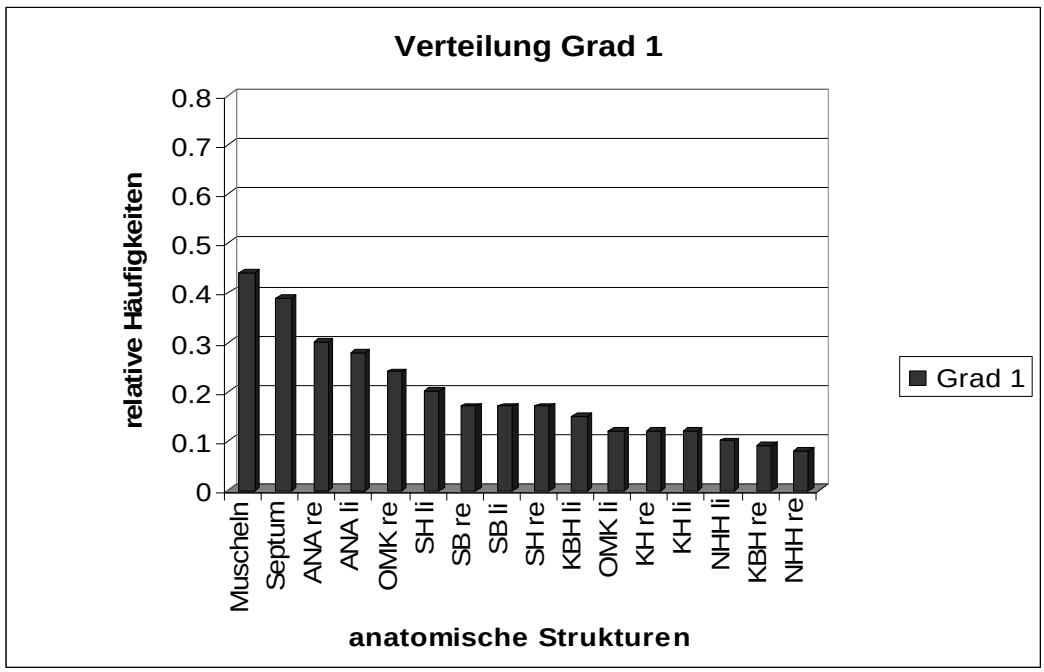

Abb.14.: Darstellung der Verteilung der unterschiedlichen anatomischen Strukturen für Grad 1 im Tübinger-Score

In der Grad 2 Einteilung s.o. stehen die Kieferhöhlen und Siebbeinzellen sowie der linke OMK im Vordergrund (Abb.15).

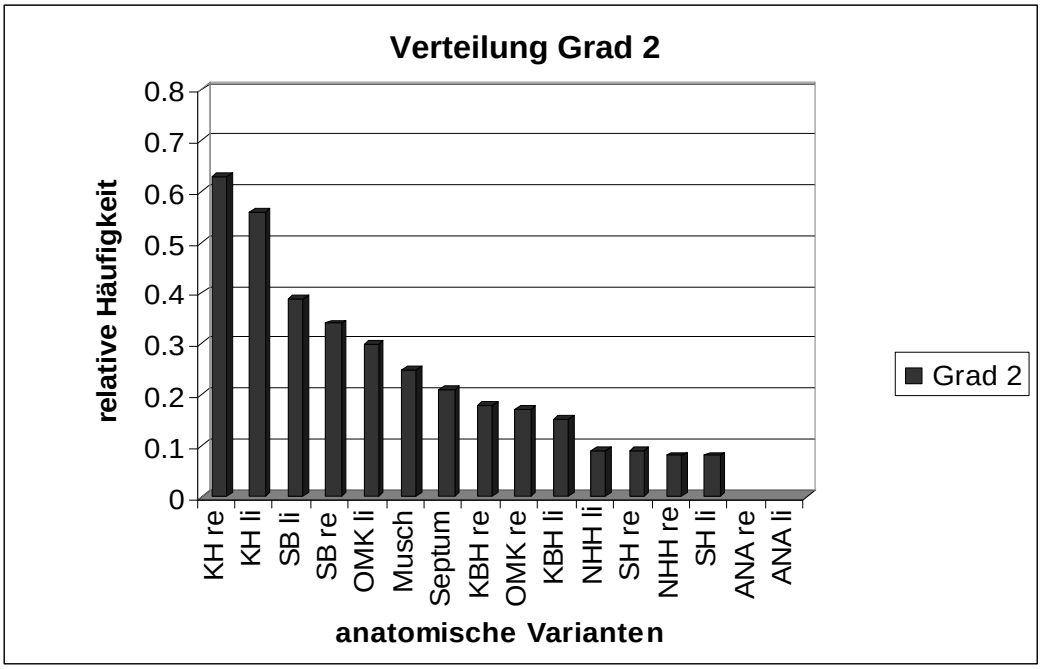

Abb.15.: Darstellung der Verteilung der unterschiedlichen anatomischen Strukturen für Grad 2 im Tübinger-Score

Das Nasenseptum, der OMK beidseits und die Nasenhaupthöhle beidseits, treten in der höchsten Gradeinteilung, Grad 3, am häufigsten auf. Eine sehr geringe Bedeutung haben dagegen die Keilbeinhöhlen und die Nasenmuscheln (Abb16).

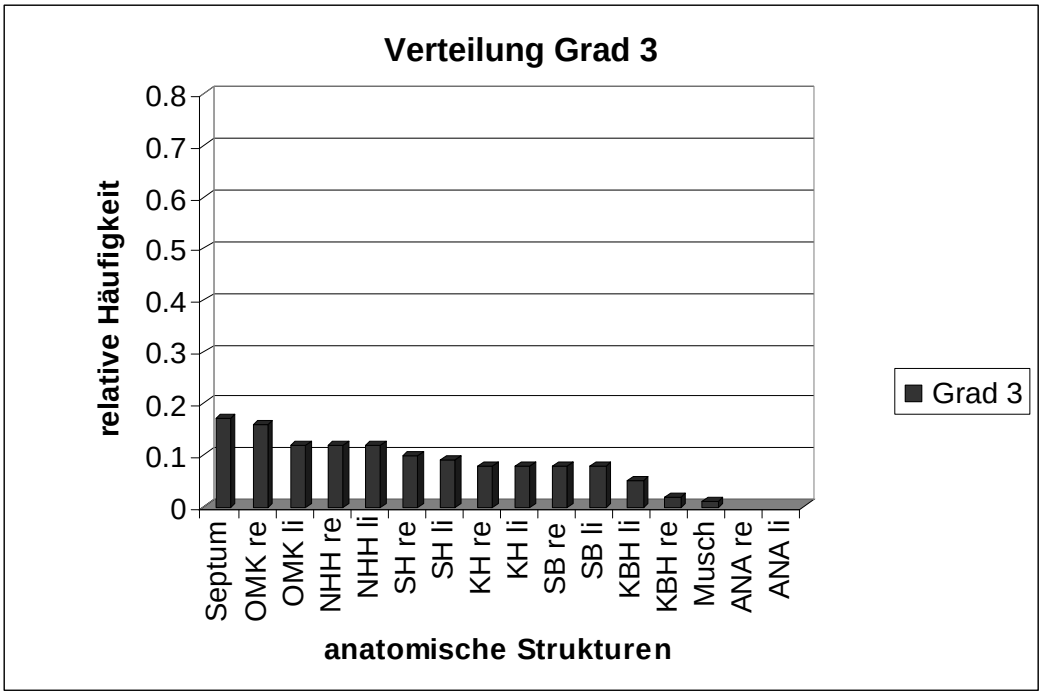

Abb.16.: Darstellung der Verteilung der unterschiedlichen anatomischen Strukturen für Grad 3 im Tübinger-Score

Zur Darstellung der Korrelation der einzelnen anatomischen Strukturen im Tübinger- Score wurde die Methode der „korrigierten Trennschärfe“ verwendet. Bei dieser Methode geht die einzelne anatomische Struktur nicht im additiven Gesamtergebnis mit ein und kann somit zu keiner künstlichen Erhöhung des Testergebnisses führen.

Dabei konnte eine „substantial“ Korrelation der meisten anatomischen Strukturen zum Tübinger-Score festgestellt werden. Nur bei den Kieferhöhlen beidseits und der Keilbeinhöhle links wurden nur „moderate“ Korrelationen festgestellt.

Einen sehr geringen „slight“ Zusammenhang bzw. gar keine Korrelation wurde bei den Nasenmuscheln und dem Nasenseptum ermittelt. Die Werte vom Nasenseptum lagen sogar im negativen Bereich (inverse Korrelation).

In Abb. 17 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

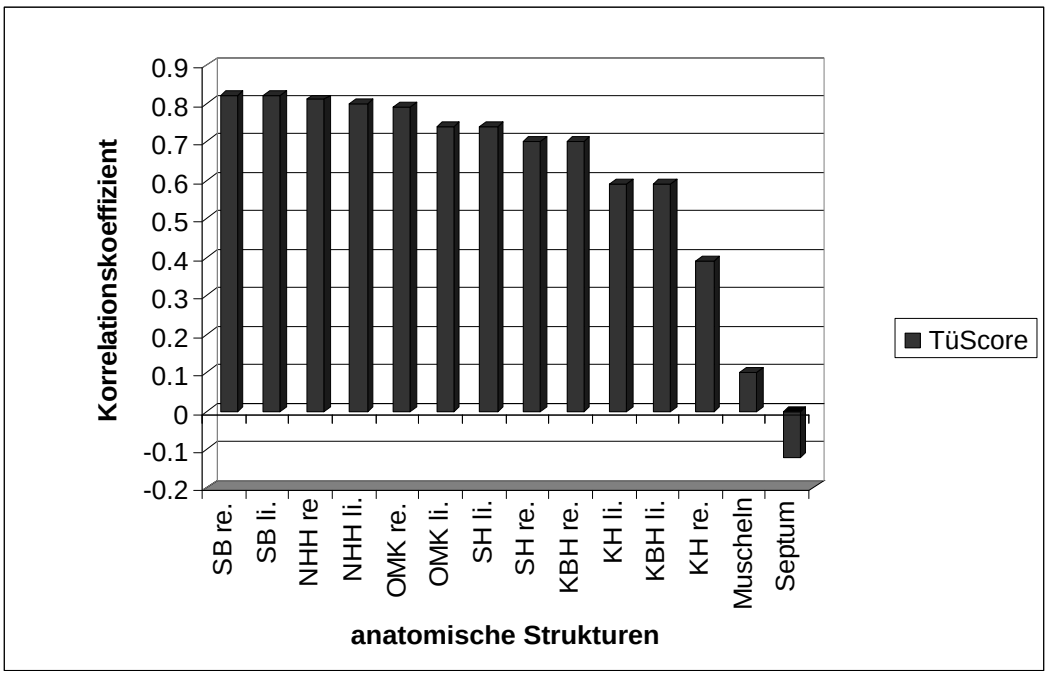

Abb.17.: Korrelation der anatomischen Strukturen mit dem Tübinger- Score (korrigierte Trennschärfe)

Im Harvard-Score sind keine detaillierten anatomischen Strukturen enthalten, so dass hier keine Angaben möglich sind.

3.3.6. Inter- und Intraobserver Reliabilität

3.3.6.1. Interobserver Reliabilität beim Tübinger-Score

Es erfolgte eine Differenzierung in inter- und intraindividuelle Unterschiede.

Bei allen Vergleichen konnte ein „almost perfect agreement“ festgestellt werden.

Die Werte lagen beim Vergleich der Erstbefundung beider Untersucher (D1 und B1) bei r=0,963 (durchschnittlicher Wert), bei der Zweitbefundung (D2 und B2) noch etwas besser bei r=0,9748 (durchschnittlicher Wert).

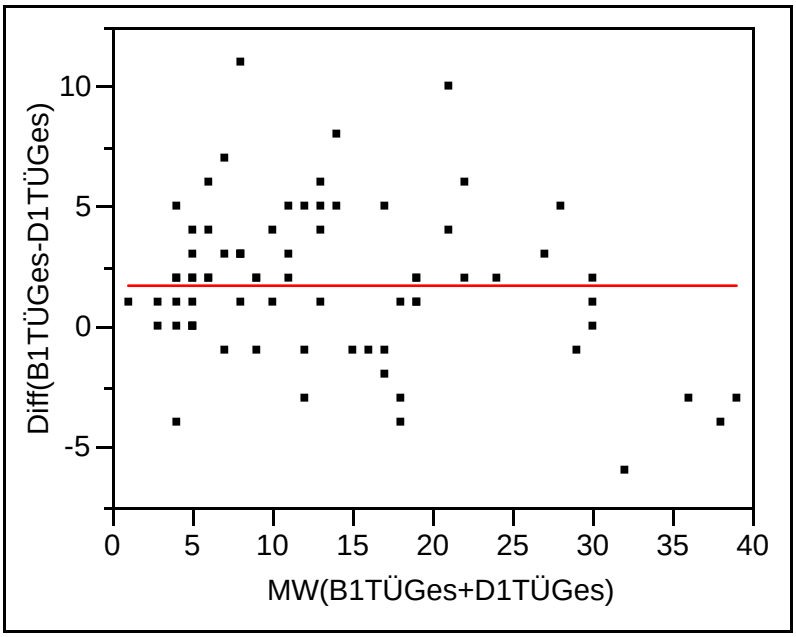

Abb. 18: Residuenartige Darstellung der Messwertdifferenzen der Befunder D. und B. nach Bland und Altman. Diff. = Differenz, B1= Erstbefundung durch Befunder B, D1= Erstbefundung durch Befunder D. MW= Mittelwert, TÜGES= Tübinger-Score Gesamt

Bei der Erstauswertung lag die durchschnittliche Abweichung von der Nulllinie (vollständig identisches Ergebnis beider Befunder) bei etwa 2 Punkten (Medianwert), es fanden sich nur vereinzelte Ausreisser (Abb.18). Die maximale Abweichung beträgt 11 Punkte, die minimale Abweichung 6 Punkte.

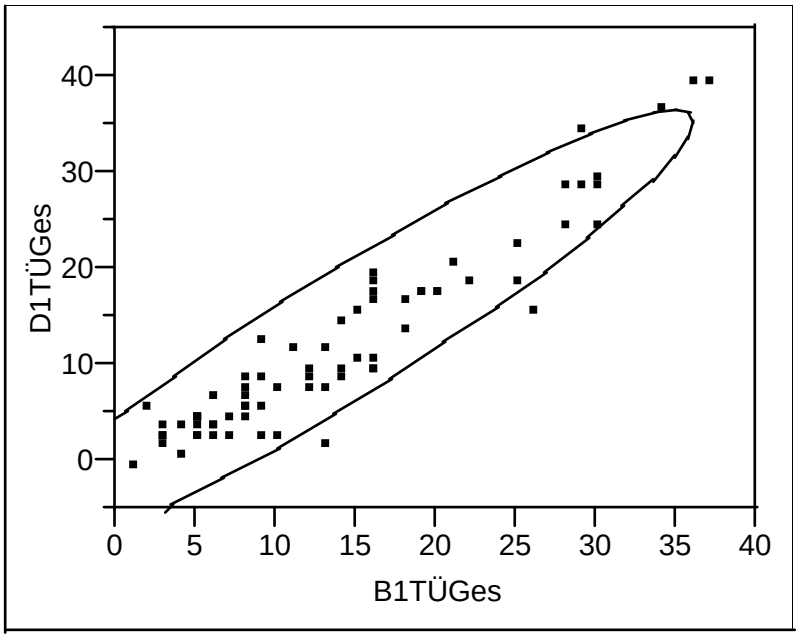

Abb.19 : Reliabilität der Befunde von Untersucher D. und B. beim Tübinger-Score (Erstbefundung)

Die sehr gute Übereinstimmung (über 95%, almost perfect agreement) zeigt auch die Abb. 19 mit der Darstellung der Messwerte als Punktwolke und einer annähernd erreichten Winkelhalbierenden. Die ellipsenförmige Eingrenzung spiegelt das 95%- Intervall dar. Eine vollständige Übereinstimmung der beiden Befunder wäre erreicht, wenn die erzielten Werte sämtlich auf der Winkelhalbierenden liegen würden.

Für die Zweitbefundung, die 8 Wochen nach der Erstbegutachtung erfolgte, konnten ähnliche Werte erzielt werden.

Der maximale Unterschied zwischen den Befundern, ausgedrückt in Punkten, betrug 10 Punkte. Die Ergebnisse sind in den beiden folgenden Abbildungen 20 und 21 gut ersichtlich.

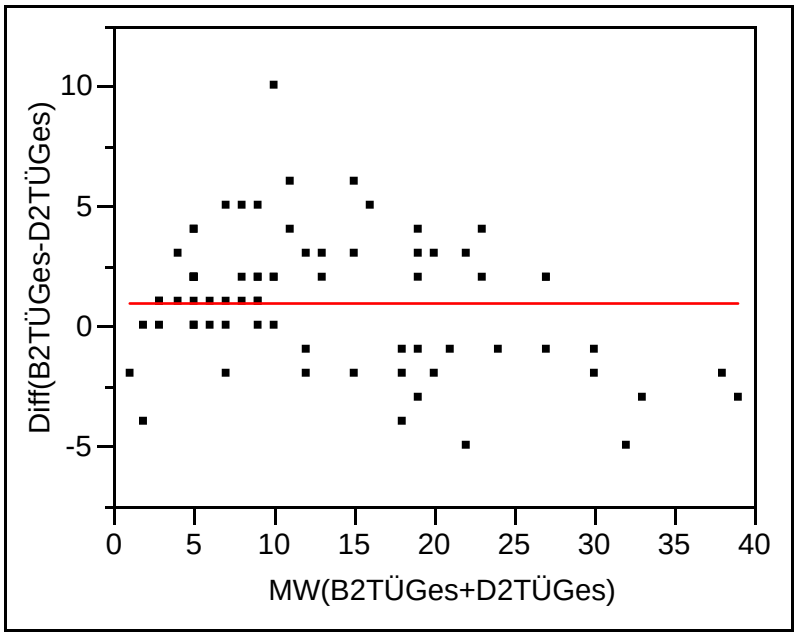

Abb. 20: Residuenartige Darstellung der Messwertdifferenzen der Befunder D. und B. nach Bland und Altman Diff. = Differenz, B2= Zweitbefundung durch Befunder B, D2= Zweitbefundung durch Befunder D., MW = Mittelwert, TÜGES= Tübinger-Score Gesamt

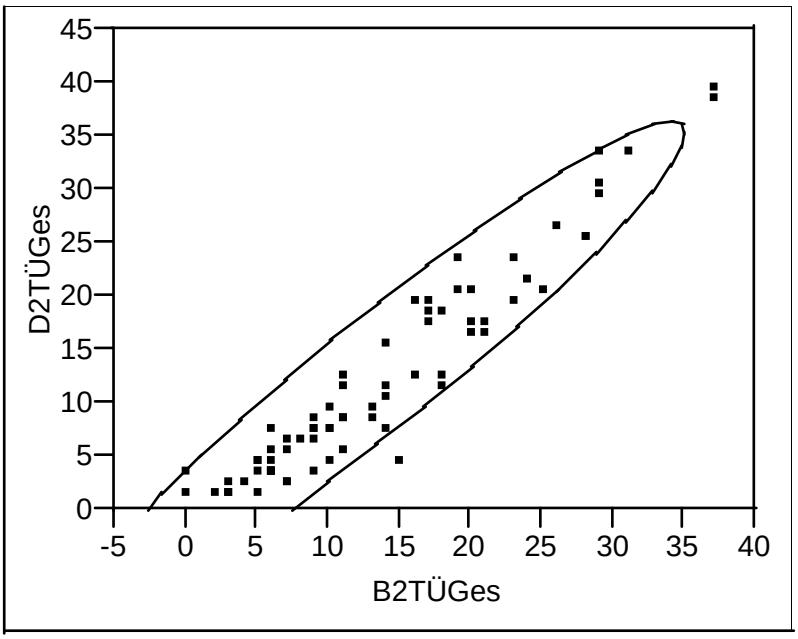

Abb.21: Reliabilität der Befunde von Untersucher D. und B. beim Tübinger-Score (Zweitbefundung)

Die Homogenität der Befunder zeigt ebenfalls die Abb. 22 Die ellipsenförmige Eingrenzung spiegelt das 95%- Intervall dar. Es bestehen nur sehr vereinzelt Aussreiser.

3.3.6.2. Intraobserver Reliabilität beim Tübinger- Score

Die Korrelation zwischen der Erst- und Zweitbefundung für den Befunder D. ergab mit r=0,989 einen sehr hohen Wert. Dies bedeutet ein „almost perfect agreement. Die Ellipse zeigt in Abb. 22 wieder das 95% Intervall an. Die maximale Punktedifferenz bei der Verteilung der Werte lag bei 8 Punkten (bei 50 maximal zu vergebenden Punkten).

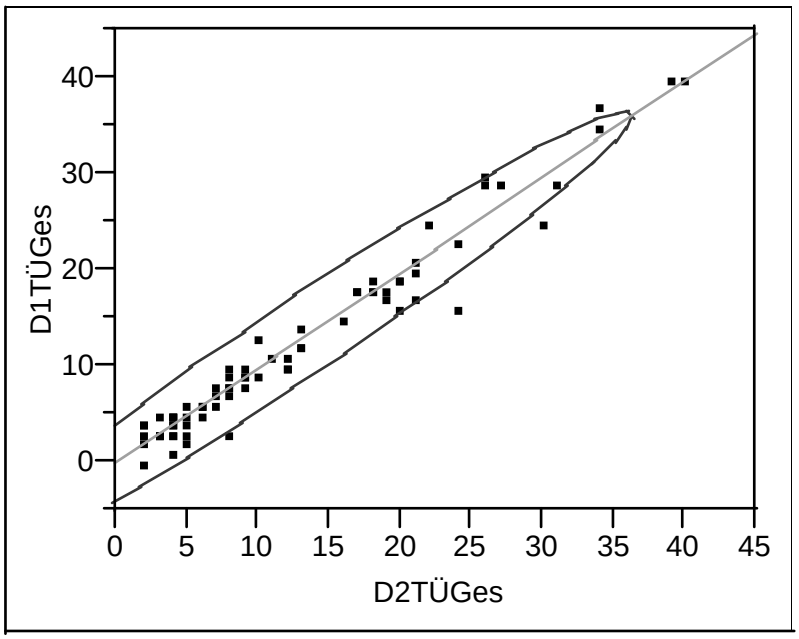

Abb. 22: Vergleich Erstbefundung und Zweitbefundung von Untersucher D.
D1= Erstbefundung durch Befunder D. D2= Zweitbefundung durch Befunder D TÜGES= Tübinger- Score Gesamt

Die Korrelation zwischen Erst- und Zweitbefundung für den Befunder B. betrug r= 0,980. Es handelt sich ebenfalls um ein „almost perfect agreement“. Die maximale Differenz lag hier bei 7 Punkten. Die folgenden Grafiken verdeutlichen die Stabilität der Befundung (Abb. 23)

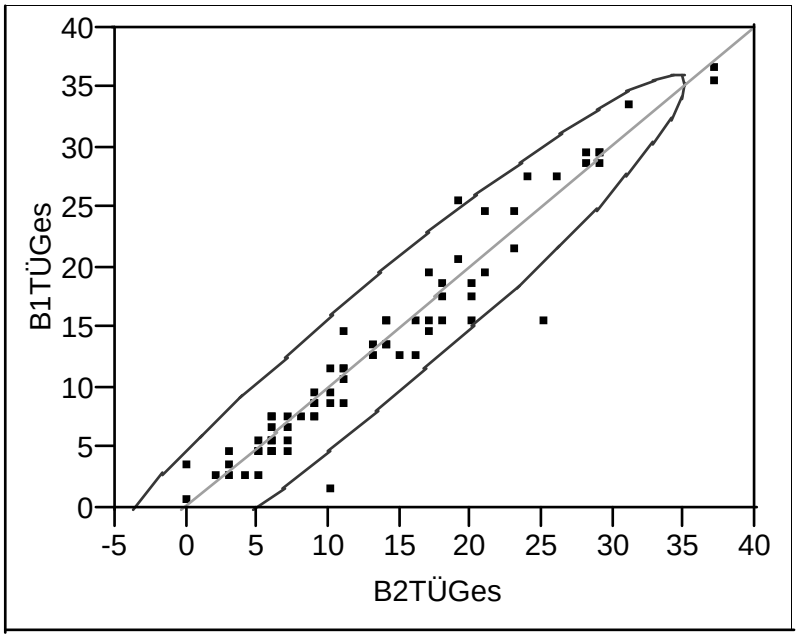

Abb. 23: Vergleich Erstbefundung und Zweitbefundung von Untersucher B.
B1= Erstbefundung durch Befunder B. B2= Zweitbefundung durch Befunder TÜGES= Tübinger- Score Gesamt

3.3.6.3. Inter- und Intraobsrever der Ergebnisse sämtlicher Scores

Da es sich beim Tübinger-Score um eine Neuentwicklung handelt, wurden die erhobenen Daten ausführlich präsentiert.

Auf eine ähnlich ausführliche Darstellung bei den anderen Scores wurde verzichtet, die Ergebnisse für den Lund Score und ein Vergleich mit dem Tübinger-Score werden in Tab.12 in komprimierter Form durch den Interklassenkorrelationskoeffizienten (r) präsentiert.

Score	B1/D1	B2/D2	B1/B2	D1/D2
Tübinger-Score	0,963	0,974	0,980	0,989
Lund-Score	0,959	0,967	0,979	0,983

Tab.12.: Tabellarische Darstellung des Interklassenkoeffizienten des Tübinger Score und des Lund Scores (intra- und interindividuell)

Beide Scores zeigten in der Reliabilität nur minimale Unterschiede.
Da beim Harvard-Score ausschliesslich ordinale Werte verwendet werden, kann keine direkte Vergleichbarkeit zu den anderen Scores hergestellt werden. Der κ- Wert bietet sich in diesem Fall als Maß der erreichten Reliabilität an.

Scores	B1/D1	B2/D2	B1/B2	D1/D2
Havard-Score	0,635 (±0,069)	0,708 (±0,064)	0,739 (±0,062)	0,639 (±0,068)

Tab13.: Tabellarische Darstellung des κ- wertes für den Harvard- Score. (intra- und interindividuell)

Die Daten in Tab. 13 zeigen, dass beim Harvard-Score deutlich schlechtere Ergebnisse erzielt wurden als bei den beiden anderen Vergleichscores, lediglich ein „substantial“ konnte als Korrelation erzielt werden.
Die interindividuelle Korrelation war demgegenüber beim Tübinger Score und beim Lund-Score sehr gut, die Werte lagen in beiden Scores konstant *> 0,9* (Korrelationskoeffizient nach Pearson) bei nur minimalen statistischen Differenzen.
Tübinger-Score und Lund-Score zeigten ein vergleichbares Ergebnis. Der Harvard-Score fiel gegenüber diesen Werten ab, die Ergebnisse lagen

zwischen 0,635 minimal und 0,739 maximal zwar noch gut, aber nicht „almost perfect“ wie bei den beiden anderen Scores.
Abb. 24 zeigt die weitgehende Übereinstimmung von Lund- und Tübinger-Score.

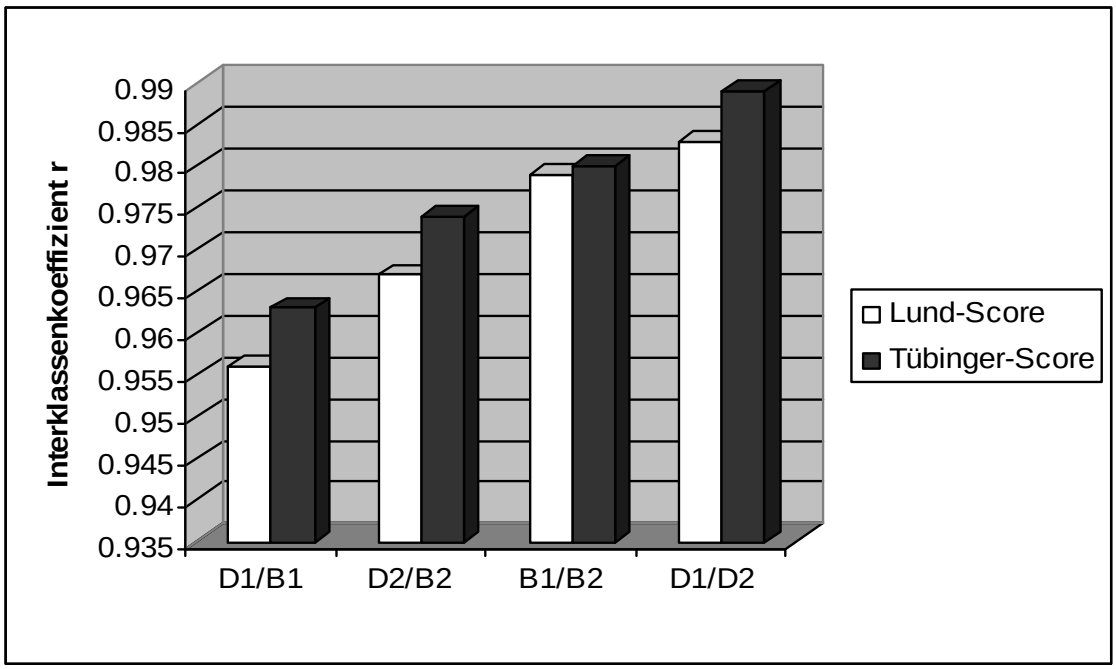

Abb. 24: Grafische Darstellung des Interklassenkoeffizienten des Tübinger Score und des Lund Score (intra- und interindividuell)

3.3.6.4. Diagnostik anatomischer Varianten

Lediglich beim Tübinger Score wurde auch das Vorhandensein anatomischer Varianten und deren eventuelle pathologische Relevanz mit einbezogen.

Bei der Beurteilung konnte eine relativ gute Reproduzierbarkeit intraindividuell festgestellt werden. Die κ- Werte lagen zwischen 0,42-0,79 (moderate Übereinstimmung). Die interindividuelle Übereinstimmung kann nur als gering eingestuft werden. Die κ- Werte lagen nur zwischen 0,13- 0,25.

Es wurden in 32 % der Erstbeurteilungen ein unterschiedliches Urteil durch die beiden Befunder abgegeben. Bei der Zweitbefundung war in 36% der Fälle die Einschätzung unterschiedlich.

Bei der Ermittlung der intraindividuellen Konstanz wurde für den Befunder D. in 20 % der Fälle, für den Befunder B. in 9% der Fälle ein unterschiedliches Ergebnis festgestellt.

3.4. Volumetrie der Nasenhaupthöhle

Bei der Ermittlung des Volumens der Nasenhaupthöhle ergaben sich im Mittel fast identische Werte für die rechte und linke Seite. Der Unterschied war nicht signifikant. Der Mittelwert (MW) betrug für die rechte Seite 11,5 cm^3 und für die linke Seite 11,2 cm^3. Das Gesamtvolumen lag minimal bei 7,4 cm^3, maximal bei 39,7 cm^3, der Medianwert lag bei 22,4 cm^3. (Tabelle 14).

	Volumen Rechts [cm^3]	**Volumen Links [cm^3]**	**Vol. gesamt [cm^3]**	**VD [cm^3]**
MW	11,5	11,2	22,7	3,0
Min.	4,8	2,6	7,4	0,0
Max.	25,2	21,0	39,7	15,6
MD	11,1	11,11	22,4	2,2

Tab.14: Darstellung des Volumens der Nasenhaupthöhle MW= Mittelwert MD= Median; VD= Mittelwert der Volumendifferenz

3.4.1. Korrelation des NHH-Volumens zum SNOT-20 GAV

Der Zusammenhang des Gesamtvolumens zu den Beschwerden der Patienten wird in Tab. 15 wiedergegeben.

SNOT-20 GAV und Subunterteilungen	Korrelationskoeffizient r
SNOT- 20 GAV	-0,0850
PNS	-0,2329
SRS	0,0514
ALQ	-0,0493

Tab.15: Tabellarische Darstellung der Korrelation des Gesamtvolumens der Nasenhaupthöhle zum SNOT-20 und dessen Subscores. PNS = primär nasale Symptome, SRS = sekundäre rhinogene Symptome, ALQ = allgemeine Lebensqualität.

Es besteht keine Korrelation zwischen dem Volumen der NHH, dem SNOT 20-GAV, den SRS und der ALQ. Bei den PNS liegt eine inverse Korrelation vor („fair“).

3.4.2. Korrelation des NHH-Volumens zu den CT-basierten Scores

In Tab. 16 und Abb. 25 ist der Zusammenhang der verschiedenen Scores zum Volumen der Nasenhaupthöhle dargestellt.

Scores	Korrelationskoeffizient r
Harvard gesamt	-0,2526
Lund gesamt	-0,3683
Tübingen gesamt	-0,4422

Tab.16: Tabellarische Darstellung der Korrelation der Bewertungsscores zum Volumen der Nasenhaupthöhle

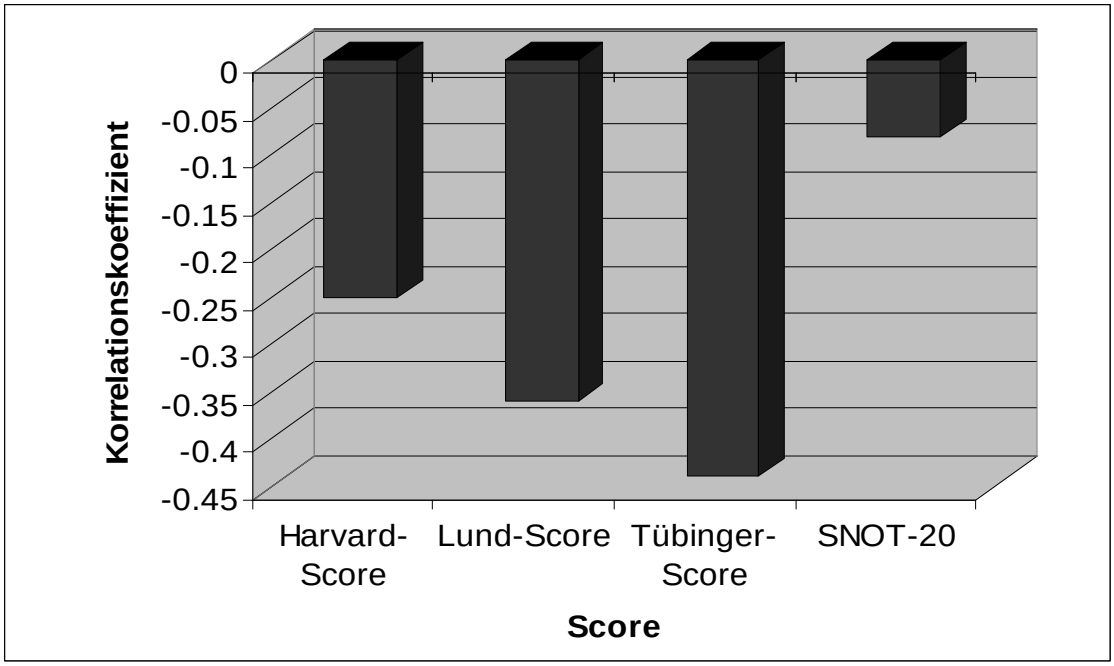

Abb.25: Korrelation der verschiedenen Scores mit dem Gesamtvolumen der Nasenhaupthöhle

Die berechneten Korrelationskoeffizienten zeigen eine negative Korrelation zum Gesamtvolumen der Nasenhaupthöhle, am stärksten ausgeprägt beim Tübinger Score. Die Zusammenhänge reichen von „fair“ bei Harvard und Lund bis „moderate“ beim Tübinger Score.

3.5. Korrelation der CT-basierten Scores zum SNOT 20 GAV

Eine Korrelation der einzelnen angewendeten Bewertungsscores (Harvard-, Lund- und Tübinger Score) mit den Beschwerden der Patienten, ausgedrückt im SNOT-20 GAV, konnte nachgewiesen werden. Durch die weitere Untergliederung des SNOT-20, in primär nasale Symptome (PNS), sekundäre Symptome (SRS) und allgemeine Lebensqualität (ALQ), konnte eine differenziertere Beurteilung der Beschwerden erfolgen.

Die grösste Korrelation bestand zwischen den PNS und den Bewertungsscores. Bei sämtlichen Scores resultierte ein „moderate agreement“, wobei der Harvard-Score mit (r= 0,43) geringfügig schlechter lag als Lund- und Tübinger Score, die fast identische Werte aufwiesen (r= 0,49 beim Lund-Score, respektive r= 0,50 beim Tübinger Score).

SRS und ALQ zeigen nur eine sehr geringe Korrelation.

Die Korrelationen der drei Bewertungsscores zum Gesamtscore des SNOT-20 GAV liegen zwischen „slight“ beim Harvard-Score r=0,16 und „fair“ bei Lund- und Tübinger- Score, r = 0,27 bzw. 0,25, die ein nahezu identisches Ergebnis aufweisen.

Die Zusammenhänge sind in Tab. 17 und Abb. 26 zusammengefasst und grafisch verdeutlicht.

Score	**Gesamtscore SNOT-20 GAV**	**PNS**	**SRS**	**ALQ**
Harvard-Score	0,16	0,43	0,064	0,0002
Lund-Score	0,27	0,49	0,059	0,16
Tübinger-Score	0,25	0,50	0,036	0,1375

Tab.17: Korrelation der drei Bewertungsscores zu Gesamtscore SNOT-20 GAV, PNS, SRS und ALQ; Werte r= Korrelationkoeffizient nach Pearson; SNOT-20 GAV = Sino-Nasal Outcome Test-20 PNS = primär nasale Symptome, SRS = sekundäre rhinonasale Symptome, ALQ = allgemeine Lebensqualität

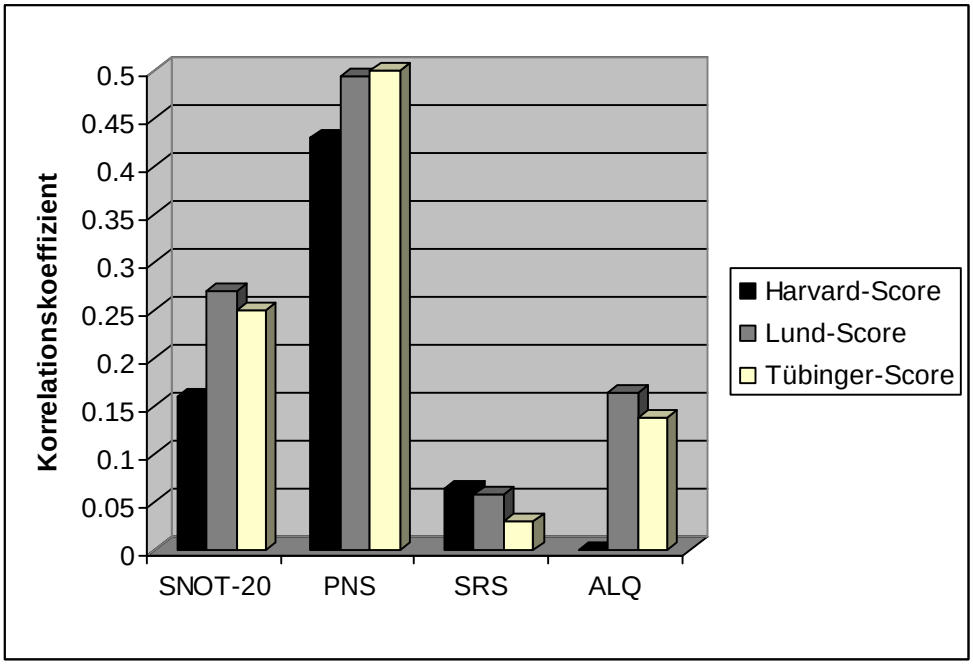

Abb. 26: Korrelation der einzelnen Scores zu den Beschwerden der Patienten

3.6. Optimierung des Tübinger Scores

Im Tübinger-Score wurden – im Gegensatz zu den beiden anderen Scores – zusätzlich anatomische Strukturen beurteilt. Die Beurteilung von NHH, Nasenmuscheln, Nasenseptum und das Vorliegen von anatomischen Varianten sind nicht Bestandteile von Harvard- und Lund-Score. Im Folgenden werden Einfluss und Bedeutung dieser Strukturen dargestellt. Zusätzlich ist die Korrelation aller untersuchten anatomischen Strukturen mit der subjektiven Beschwerdesymptomatik der Patienten von Interesse.

3.6.1. Relevanz der CT-Befunde der Nasenhaupthöhle

Im Vergleich zu den anderen Scores wurde im Tübinger Score die Nasenhaupthöhle mit in die Beurteilung einbezogen. Veränderungen in diesem Bereich führen zu starken Beeinträchtigungen des Befindens der Patienten. Aus diesem Grund war ein Ziel unserer Studie, die Bedeutung dieser Veränderungen im Bewertungsscore mit einfließen zu lassen.

So wurde der Tübinger Score zum einen ohne die Beurteilung der Nasenhaupthöhle (incl. Nasenmuscheln und Nasenseptum), zum anderen mit Beurteilung der Nasenhaupthöhle ausgewertet. Vergleichsmaßstab waren

die beschriebenen Beschwerden der Patienten, ausgedrückt im SNOT-20 GAV.

Bei diesem Vergleich konnte kein signifikanter Unterschied im Ergebnis festgestellt werden.

Abb.27 zeigt die nur geringfügigen Unterschiede bei Einbeziehung der Nasenhaupthöhle gegenüber den Werten ohne Nasenhaupthöhle.

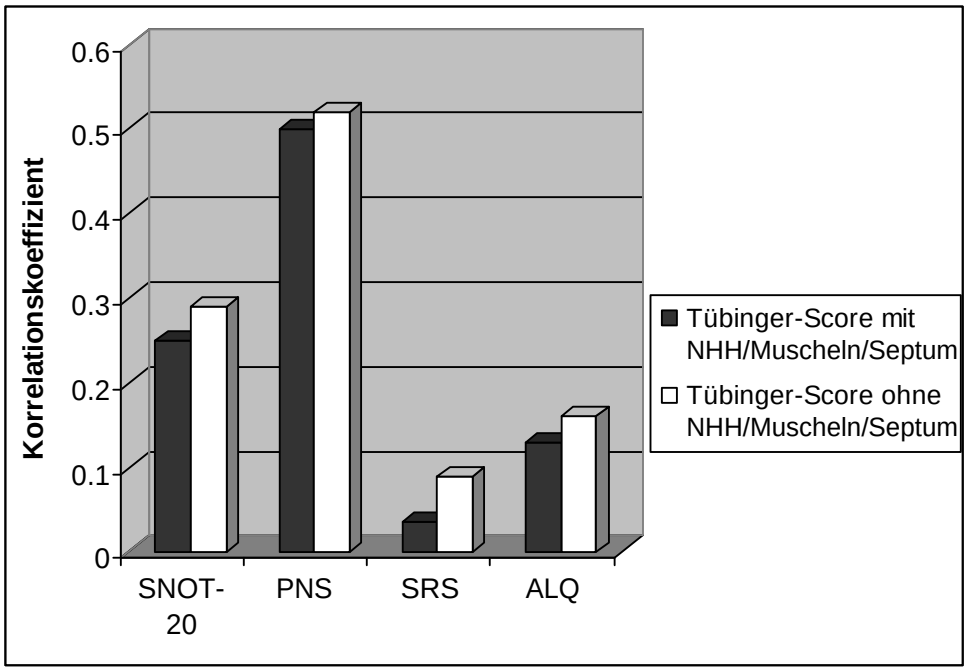

Abb.27: Korrelation des Tübinger-Scores mit Nasenhaupthöhle/Nasenmuscheln und Nasenseptum mit SNOT-20 GAV, PNS, SRS und ALQ

SNOT-20 GAV = Sino-Nasal Outcome Test-20, PNS = primär nasale Symptome, SRS = sekundäre rhinogene Symptome, ALQ = allgemeine Lebensqualität.

3.6.2. Relevanz der einzelnen anatomischen Strukturen

Nachdem die relativen Häufigkeiten der verschiedenen anatomischen Strukturen im Tübinger Score untersucht wurden, folgte nun die Überprüfung der Korrelation der einzelnen anatomischen Strukturen mit der Beschwerdesymptomatik der Patienten, ausgedrückt durch den Gesamtscore des SNOT-20 GAV und dessen Subscores PNS, SRS und ALQ.Die

Korrelation der einzelnen Strukturen mit dem Gesamtscore des SNOT-20 GAV war gering. Es wurden lediglich die Werte „slight“ bis „fair“ erreicht.
Eine bessere Differenzierung gelang bei der Untersuchung der Korrelation mit den primär nasalen Symptomen. Dort wurden statistisch relevante Ergebnisse erzielt, die eine Korrelation mit der Klinik sinnvoll erscheinen lassen. Die pathologischen CT- Befunde der der anatomischen Strukturen korrelieren „fair“ bis „moderate“ mit den primär nasalen Symptomen.
In Abb.28 sind die Korrelationskoeffizienten der Bewertungen der einzelnen anatomischen Strukturen mit dem Gesamtscore und den primär nasalen Symptomen veranschaulicht. Mit Ausnahme von Nasenseptum und Nasenmuscheln zeigten alle anatomischen Strukturen Korrelationskoeffizienten zwischen 0,3 und 0,5.

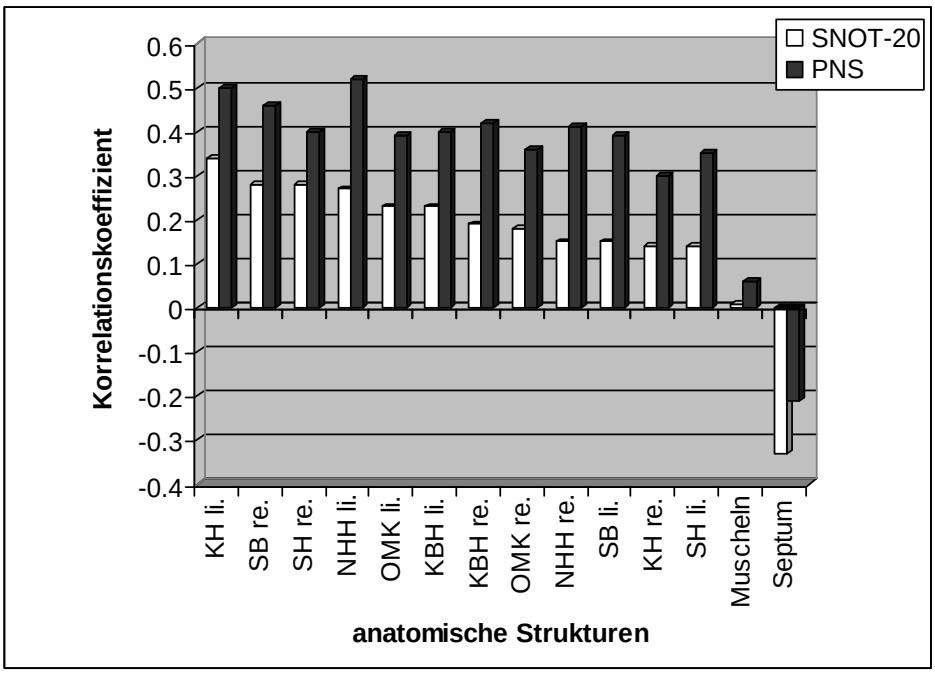

Abb.28: Korrelation der anatomischen Strukturen mit SNOT-20 GAV und PNS; gemeinsame Darstellung der Ergebnisse

Bei beiden Auswertungen ist der geringe Einfluss der Nasenmuscheln und des Nasenseptums deutlich, die nur eine minimale bzw. inverse Korrelation aufweisen.

3.6.3. Relevanz der anatomischen Varianten

Weiterhin wurde der Frage nach einem Einfluss des Vorhandenseins anatomischer Varianten auf den Gesamtscore des SNOT-20 GAV und dessen Subscores nachgegangen.

Ein eventueller Einfluss von Varianten auf die Level der übrigen Scores war ebenfalls von Interesse.

Die Ergebnisse wurden durch die statistische Signifikanz, den p- Wert, angegeben.

Ein hoher p-Wert sprach gegen einen Zusammenhang von registrierten Variablen, Resultate ab einem p-Wert von ≤ 0,05 galten als statistisch signifikant.

Es konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen anatomischen Varianten und dem Gesamtscore des SNOT-20 GAV und der Subscores festgestellt werden.

Der p-Wert für den Zusammenhang zwischen anatomischen Varianten und dem SNOT-20 GAV Gesamtscore liegt bei p=0,8. und ist damit statistisch nicht signifikant.

Ähnliche Werte werden auch bei der Überprüfung des Zusammenhanges zwischen anatomischen Varianten und den primär nasalen Symptomen (PNS) p= 0,92, den sekundär nasalen Symptomen (SRS) p= 0,63 und der allgemeinen Lebensqualität (ALQ) p= 0,5 festgestellt. (siehe Abbildung 29).

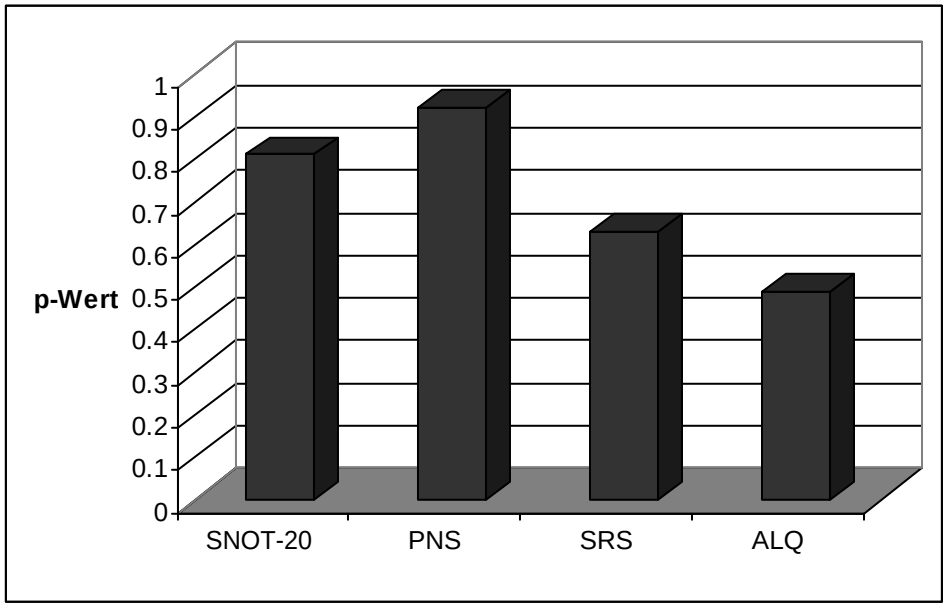

Abb. 29: Grafische Darstellung des Zusammenganges der anatomischen Varianten (Balken) mit SNOT-20 GAV , PNS, SRS und ALQ SNOT-20= Sino-Nasal Outcome Test-20 PNS = primär nasale Symptome, SRS = sekundäre rhinogene Symptome, ALQ = allgemeine Lebensqualität.

Zusätzlich wurde untersucht, ob ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein anatomischer Varianten und den eigentlichen Bewertungsscores besteht.

Anatomische Varianten sind Bestandteil des Tübinger-Scores. Beim Harvard-Score und Lund-Score sind diese nicht aufgeführt. Um eine Vergleichbarkeit der Scores herstellen zu können, wurden die Ergebnisse von Patienten mit vorhandenen anatomischen Varianten (im Tübinger Score festgestellt) mit den Ergebnissen dieser Patientengruppe im Harvard- und Lund-Score verglichen.

Im Unterschied zu den subjektiven Beschwerden der Patienten konnte hier ein signifikanter Zusammenhang zwischen den einzelnen Scores und den anatomischen Varianten ermittelt werden.

Der p- Wert für den Lund- Score beträgt p=0,0006, für den Tübinger Score p= 0,0007. Der Wert für den Harvard Score (keine direkte Vergleichbarkeit wegen ordinaler Skala) wird als χ^2= 0,0053 angegeben.

3.6.4. Vereinfachter Tübinger-Score

Die statistische Auswertung der Einzelkriterien des Tübinger Scores und der daraus gebildeten Rangfolge ergab als Konsequenz eine Optimierung dieses Stagingsystems, die im Folgenden vereinfachter Tübinger-Score genannt wird.

Dieser vereinfachte Tübinger-Score schliesst eine möglichst geringe Zahl von Kriterien ein und soll gleichzeitig eine hohe Korrelation zur Klinik aufweisen. Somit würden die Kriterien eines guten Stagingsystems, nämlich hohe Aussagekraft einerseits und schneller und einfacher Gebrauch im klinischen Alltag andererseits, erfüllt werden.

3.6.4.1. Zusammensetzung

Bei diesem Score erfolgte eine deutliche Reduzierung der zu beurteilenden NNH. Es wurden lediglich die Siebbeinzellen beidseits, die Kieferhöhle beidseits, sowie die Nasenhaupthöhle (einfach gewertet) untersucht.

Es wurden die Stadien 0 (kein Befund) und 1 (pathologischer Befund) unterschieden. Jede Schleimhautschwellung größer als 3 mm (exklusive eindeutiger einzelner Zysten) sowie ein Schleimhautprolaps in der Nasenhaupthöhle (über das Niveau des mittleren Nasenganges hinaus) wurden als pathologischer Befund bewertet. Es erfolgte keine erneute Beurteilung.

Der vereinfachte Tübinger Score hatte eine maximal zu erreichende Punktzahl von 5 für beide Seiten. Es erfolgte eine Einteilung in Klassen (Tab.18).

Klassen	**Punkte**	**Bewertung**
Klasse I	0-2 Punkte	keine bis gering - mässige Ausprägung der pathologischen Veränderungen
Klasse II	3-5 Punkte	massive bis extreme Ausprägung der pathologischen Veränderungen

Tab.18: Einteilung des vereinfachten Tübinger-Scores

3.6.4.2. Resultate und Korrelation zum SNOT 20 GAV

Auf Grundlage der Ergebnisse im Tübinger-Score wurde eine Optimierung dieses Scores vorgenommen. Die Häufigkeitsverteilung der Punkte des vereinfachten Tübinger Scores ist in Abb. 30 dargestellt.

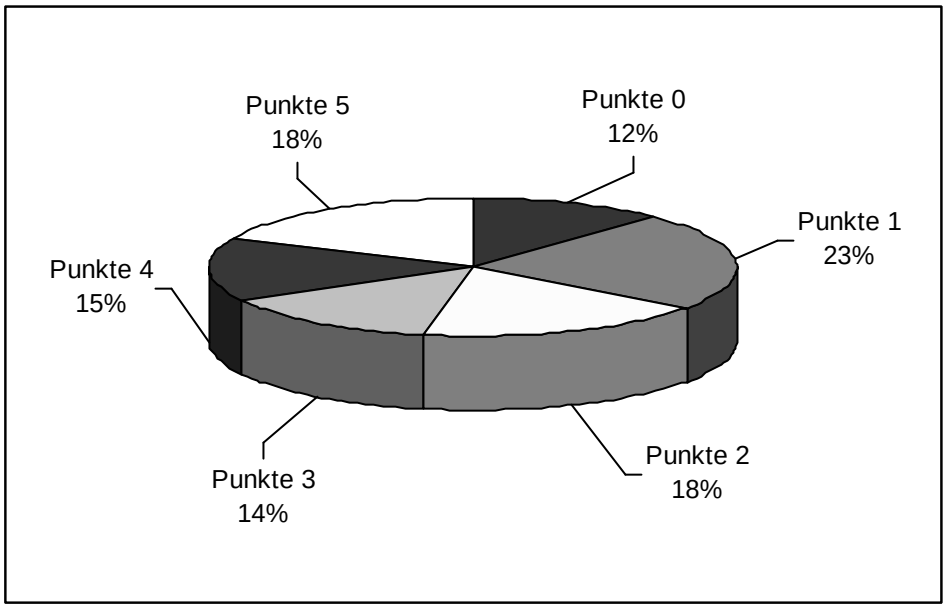

Abb.30: Häufigkeitsverteilung des vereinfachten Tübinger-Scores

53 % der Patienten gehörten der Klasse I an.

Weiterhin wurde untersucht, ob eine bessere Korrelation zu den subjektiven Beschwerden, ausgedrückt im SNOT-20 GAV und dessen Subunterteilungen, feststellbar war.

Die Korrelationskoeffizienten für die Korrelationsanalyse zwischen den Scores des SNOT-20 GAV und dem vereinfachten Tübinger Score betrugen r = 0,2543, für PNS r = 0,5153, für SRS r = 0,0574 und für die ALQ r =0,1202. Die Abbildung 31 zeigt die Werte für SNOT-20 GAV und PNS im Vergleich mit dem Original-Tübinger Score, dem Lund- Score und dem Harvard- Score.

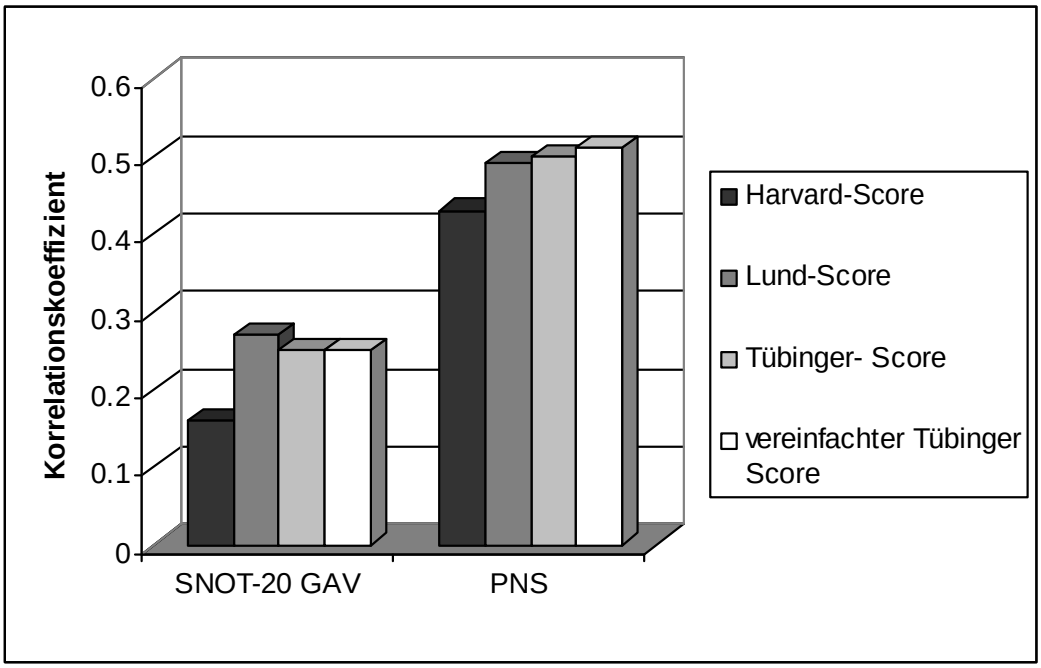

Abb. 31: Vergleich OriginalTübinger-Score, vereinfachter Tübinger-Score, Lund-Score und Tübinger-Score

Die Ergebnisse des vereinfachten Tübinger-Scores liegen bei den PNS geringgradig besser als in der Originalversion und sind ebenfalls geringgradig besser als im Lund-Score. Gegenüber dem Harvard-Score besteht eine deutliche Überlegenheit.

Der grosse Vorteil dieser Vereinfachung sind jedoch die Kürze, die schnelle Durchführbarkeit und die eindeutig definierte Pathologie. In dieser Hinsicht ist der vereinfachte Tübinger-Score dem Lund-Score überlegen.

4. Fallbeispiele

Hohe SNOT GAV Werte und hohe Score Werte

Abb. 32 a

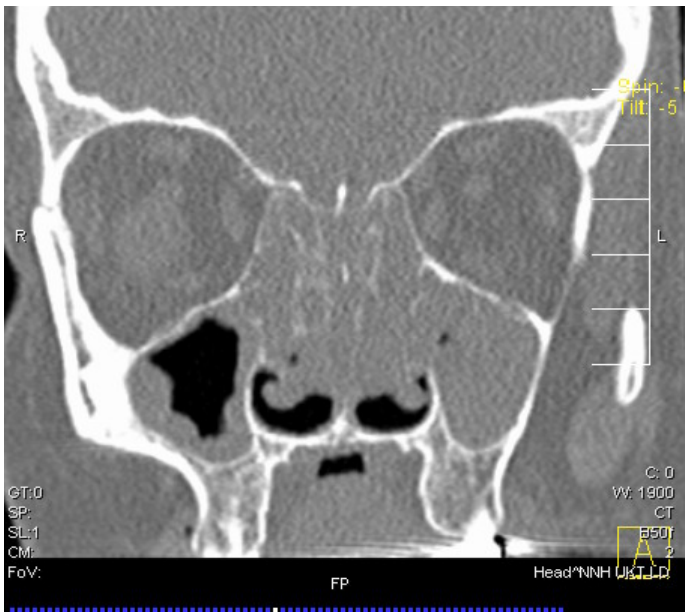

Abb.32 b

Abb.32: a) transversales CT b) coronares CT der NNH.
Die Aufnahmen dieses Pat. zeigen eine ausgeprägte Sinusitis maxillaris und ethmoidalis. Es besteht eine gute Korrelation bei hohen Werten im SNOT-20 GAV (61 Punkte) sowie hohen Lund –Score Werten (19 Punkte) und Tübinger-Score-Werten (32 Punkten)

Hoher SNOT-20 GAV Werte und geringe Score Werte

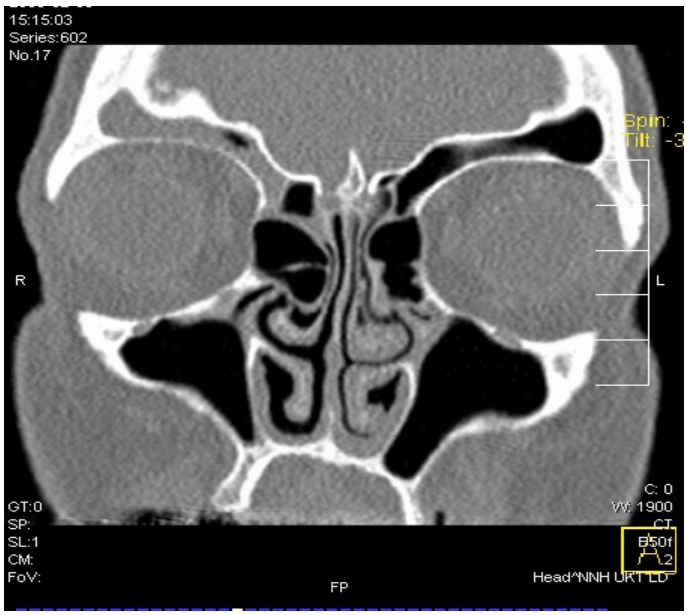

Abb. 33 a

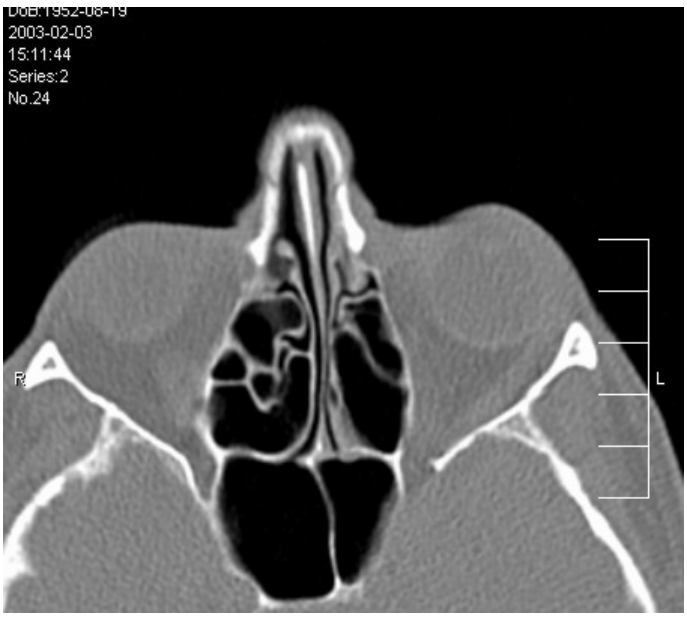

Abb. 33 b

Abb.33: a) coronares CT b) transversales CT der NNH
Die Abb. dieses Pat. zeigen nur einen mässigen Befund bei chronischen. Sinusitis frontalis rechts. Dementsprechend niedrige Werte im Lund-Score (3 Punkte) undTübinger-Score(5 Punkte), aber hohe SNOT-20 GAV-Werte(64 Punkte) bei diskrepantem Befund .

Geringer SNOT-20 GAV - Wert hohe Score Werte

Abb. 34 a

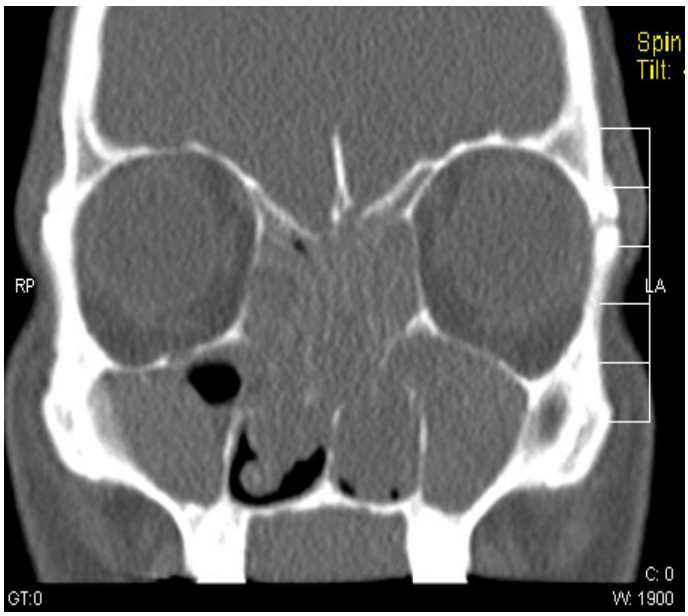

Abb. 34 b

Abb.34: a) transversals CT b) coronaresCT der NNH
Bei diesem Pat. besteht ein massiver NNH-Befund in der CT mit entsprechend hohen Werten im Lund- Score (22 Punkte) und Tübinger-Score (39 Punkte). Die subjektive Symptomatik war jedoch nur gering bei moderaten Werten im SNOT-20 GAV (17 Punkte)

Geringer SNOT-20 GAV Werte und geringe Score Werte

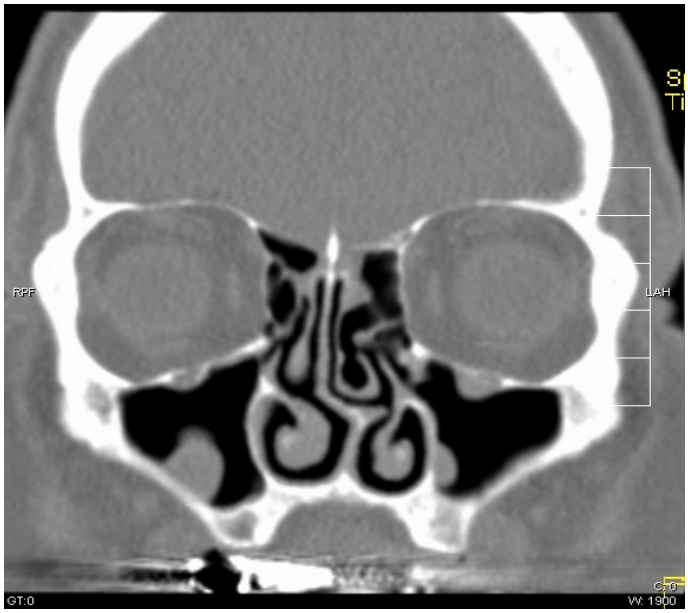

Abb. 35 b

Abb, 35 b

Abb.35: a) coronares CT b) transversales CT der NNH
In diesem Fall von polypoiden Schleimhautschwellungen gute Übereinstimmung der Lund-Score Werten (11 Punkte) und der Tübinger-Score Werten(11 Punkte) mit dem SNOT-20 GAV Werten(8 Punkte).

5. Diskussion

Die chronische Sinusitis zählt zu den am häufigsten gestellten Diagnosen. Allein in Deutschland wurden zwischen 7/2000 – 6/2001 insgesamt 44654 Patienten auf Grund der Diagnose chronische Sinusitis stationär behandelt [2]. In diesem Zeitraum wurde die Diagnose chronische Sinusitis 2,6 Millionen Mal gestellt. Neben der erheblichen gesundheitlichen Bedeutung sind auch die daraus resultierenden Kosten von grosser ökonomischer Relevanz.

Für die Betroffenen stellt die chronische Sinusitis – als häufigste chronische Erkrankung unter 45 Jahren - eine bedeutende Beeinträchtigung in ihrer Lebensqualität dar.

Um unterschiedliche klinische Stadien der Erkrankung definieren zu können, wurden seit den späten 80-iger Jahren verschiedene Klassifikationssysteme entwickelt. Zusätzlich sind prognostische Einschätzungen sowie Entscheidungshilfen zur Therapie möglich.

Von den diversen Scores haben sich letztlich lediglich zwei Klassifikationssysteme international etabliert, nämlich der Lund- und der Harvard–Score. Diese wurden auch in der vorliegenden Arbeit als Referenzen für Vergleiche zum neu entwickelten Tübinger Score herangezogen. Beide Scores sind vor mehr als 10 Jahre entwickelt worden und basieren auf dem damaligen Stand der CT-Technik. Wünschenswert ist eine ausreichend differenzierte Klassifikation der CRS mit seitengetrennter Beurteilung der einzelnen NNH und Einbeziehung anatomischer Varianten, die mögliche Ursachen chronischer NNH-Erkrankungen sein könnten.

Erforderlich ist zudem eine einfache, leicht anzuwendende Einteilung und ein robustes Ergebnis, so dass prinzipiell Radiologen und HNO-Ärzte zu einer möglichst gleichen Einschätzung bei der Anwendung eines Scores kommen.

Jeder klinisch angewandte Score muss aber den klinischen Befund wiedergeben, da sonst ein ausreichender Praxisbezug nicht gegeben ist. In die untersuchten CT-Stagingsysteme gehen die subjektiven Beschwerden

der Patienten nicht ein. Auch sind CT-Befund und klinische Symptomatik keinesfalls immer eindeutig korreliert [45]. Ohne die Einbeziehung von patientenbezogenem Krankheitsbefund ist aber eine adäquate Einschätzung des Therapieergebnisses nicht möglich.
Der durchschnittliche Punktewert für den Gesamtscore des SNOT-20 GAV lag in dieser Arbeit bei 30 Punkten (Maximalwert 100) und für die PNS bei 40 Punkten (Maximalwert 100). Dieses Ergebnis entspricht in etwa einer mässigen bis maximal mittelgradig ausgeprägten Beschwerdesymptomatik der Patienten.
Auch die Durchschnittswerte bei den SRS und für die ALQ ergaben ein vergleichbares Ergebnis.
Die Resultate reflektieren die Durchmischung des untersuchten Patientenkollektives, wobei auch mildere Formen von NNH- Erkrankungen einbezogen waren. Das Patientenkollektiv zeigte eine breite Verteilung aller bestehenden Stadien einer chronischen Sinusitis..

5.1. Harvard-Score

Beim Harvard-Score waren Stadium 3 und Stadium 4 (Maximalstadium) mit mehr als 50% vertreten. Dies ist deutlich different von der Stadieneinteilung bei den beiden anderen Scores, die lediglich zu 11% (Lund-Score) bzw. 12% (Tübinger-Score) die Patienten höheren Erkrankungsstadien zurechneten. Weiterhin stellt es eine Verzerrung der Beschwerden der Patienten nach oben dar und korreliert nicht mit der Beschwerdesymptomatik ausgedrückt im SNOT-20 GAV. Die durchschnittliche vergebene Punktzahl im SNOT-20 GAV lag lediglich bei 30 von maximal 100 Punkten. Dies entspricht einer milden bis mittleren Beschwerdesymptomatik, die der Harvard-Score nicht adäquat widerspiegelt. Entsprechend lag die Korrelation zur Beschwerdesymptomatik (SNOT 20 GAV) lediglich im Bereich „slight“. Diese Werte liegen deutlich unter den Werten der anderen Scores.

Dieses Ergebnis spiegelt auch die fehlende Untergliederung des Harvard-Scores in die einzelnen Strukturen der NNH wider.

Bei der Beurteilung der Reliabilität der Intra- und Interobserver-Werte konnte der Harvard-Score ebenfalls den Ansprüchen eines praktisch anwendbaren Scores nicht genügen. Die erzielten Werte (lediglich „substantial“) lagen deutlich unter denen der anderen Scores, die beide ein „almost perfect“ Ergebnis erzielten.

Um einen direkten Vergleich mit den anderen Bewertungsscores zu erhalten, wurden Korrelationsanalysen aller verwendeten Scores durchgeführt. Auch hierbei wurde zwar eine hohe (r= 0,85 und 0,84) Korrelation des Harvard-Scores zum Tübinger- und Lund-Score festgestellt, die aber im Vergleich zum Ergebnis der beiden anderen Scores deutlich geringer war.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der Harvard- Score nicht die Stabilität und Aussagekraft besitzt, die für eine praktische Anwendung dieses Scores erforderlich ist. In sämtlichen Unterpunkten ist das Ergebnis jeweils schlechter als das der beiden anderen Scores.

5.2. Lund- Score

Um eine Vergleichbarkeit von Harvard-Score (ordinale Skala) und Lund-/Tübinger-Score (numerische Skala) zu ermöglichen, erfolgte eine Stadieneinteilung in fünf Stufen (Stadium 0– 4) im Lund- und Tübinger-Score. Im Gegensatz zum Harvard- Score – wo mehr als 50% der Patienten als Stadium 3 und 4 eingestuft wurden - waren diese Stadien im Lund-Score deutlich geringer vertreten (11 %). Der Lund-Score spiegelt die CT-Pathologie der Untersuchungen demnach wesentlich präziser wieder als der Harvard-Score. Ein bedeutender Teil des Patientenkollektives lag innerhalb des Scores unterhalb von 6 Punkten (40%), was nur einer geringen Beschwerdesymptomatik entspricht. Aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass ein durchschnittlicher Lund-Score bei asymptomatischen Patienten nicht bei 0 liegen muss [52]. Ergebnisse zwischen 0 und 5 Punkten können noch einem normalen Befund zugeordnet werden.

Auch die Korrelation zur Beschwerdesymptomatik (SNOT-20 GAV) mit dem Lund-Score war deutlich stärker ausgeprägt als beim Harvard-Score. Die Korrelation lag bei „fair“ im Lund-Score im Gegensatz zu „slight“ im Harvard-Score, was nur eine sehr geringe Korrelation zur subjektiven Beschwerdesymptomatik bedeutet.

Auch das vergleichsweise gute Ergebnis des Lund-Scores zeigt jedoch, dass subjektiver Befund und objektive CT-Dokumentation zum Teil relativ deutlich diskrepant sind. In zahlreichen Studien wird ebenfalls auf die mangelnde oder eingeschränkte Korrelation von CT-Befund und klinischer Symptomatik hingewiesen [10, 45, 53-59].

Ein stärkerer Zusammenhang von Symptomen und Score-Befunden war erkennbar, wenn Bezug auf die primär nasalen Symptome (PNS) genommen wurde. Bei sämtlichen verwendeten Scores waren die Korrelationen am klarsten, wenn auf die PNS Bezug genommen wurde. Dennoch bestanden auch in diesen Fällen lediglich moderate Korrelationen zum Lund-Score. Andere Untersuchungen [7], die ebenfalls versuchten, spezifischere NNH-Beschwerdesymptome zu verwenden, kamen etwa zu vergleichbaren Ergebnissen.

Bei der Analyse der intra- und interindividuellen Übereinstimmung wurde ein „almost perfect agreement“ sowohl intra- wie interindividuell festgestellt. Dieses Ergebnis bestätigt die sehr gute Stabilität, was von grosser praktischer Bedeutung bei der Anwendung eines Bewertungsscores ist.

Bei der Bestimmung der Korrelation der verschiedenen anatomischen Strukturen zum Lund-Score lagen die Werte im Bereich „substantial“.

Die deutlichsten Korrelationen bestanden bei den Siebbeinzellen, Stirnhöhlen, Keilbeinhöhlen und Kieferhöhlen. Die Reihenfolge entspricht weitgehend dem Tübinger Score.

Der durchschnittliche Scorewert bei Patienten mit anatomischen Varianten (klassifiziert im Tübinger-Score) lag unterhalb des durchschnittlichen Wertes von Patienten ohne anatomische Varianten. In dieser Arbeit ist daher eine pathologische Bedeutung der Varianten nicht nachzuweisen. In der Literatur werden ähnliche Ergebnisse berichtet [3, 60].

5.3. Tübinger-Score

Wie auch beim Lund-Score wurden nur relativ wenige Patienten (12%) in höhere Stadien eingeteilt. Die Stadieneinteilung für den Tübinger-Score war ähnlich verteilt wie für den Lund-Score, so dass beide Scores die CT-Pathologie des untersuchten Kollektives vergleichbar gut abbildeten.

Die Korrelation des Tübinger-Scores mit dem Gesamtscore des SNOT-20 GAV ergab – wie beim Lund-Score - eine „faire“ Korrelation. Sowohl der Tübinger- wie auch der Lund-Score gaben die Beschwerdesymptomatik der Pat. ausreichend wieder, wobei klinische Symptomatik und objektiver CT-Befund insgesamt nur mässig miteinander korrelierten. Wie bei der Diskussion des Lund-Scores bereits aufgeführt, kamen zahlreiche andere Untersucher zu einem ähnlichen Ergebnis. In dieser Arbeit wird immerhin eine „faire“ Korrelation erzielt, was darauf zurückzuführen sein könnte, das der SNOT-20 GAV stärker auf NNH-spezifische Beschwerden eingeht als subjektive Bewertungsscores in anderen Studien. In sämtlichen untersuchten Zusammenhängen zeigten die primär nasalen Symptome stets die größten Korrelationen zu den verschiedenen Scores. Der SNOT-20 GAV vermeidet die Verwendung einer Vielzahl uncharakteristischer Krankheitssymptome. Eine grössere Studie [46] hat gezeigt, dass der SNOT-20 GAV ein zuverlässiger und sensitiver Score zur Messung der Beschwerdesymptomatik ist. Die Ergebnisse dieser Arbeit bestätigen diese Einschätzung.

Das minimal bessere Ergebnis des Tübinger-Score im Vergleich zum SNOT-20 GAV gegenüber dem Lund-Score ist nicht signifikant. Analog zum Lund-Score werden bessere Ergebnis nur bei Bezug auf spezifischen Symptome (PNS) erzielt.

Der intra- und interindividuelle Vergleich ergab bei der Anwendung des Tübinger-Scores ein „almost perfect agreement“. Somit hat der neu entwickelte Tübinger-Score die gleichen Qualitäten im Sinne der Stabilität wie der Lund-Score und ist bei diesem Kriterium als deutlich besser zu bewerten als der Harvard-Score.

Um weitere Aspekte des Tübinger Scores zu untersuchen, und ihn auf seine Anwendbarkeit zu überprüfen, wurden die unterschiedlichen anatomischen Strukturen differenziert untersucht.

Bei mittelgradiger und höherer NNH-Symptomatik sind die Kieferhöhlen, die Siebbeinzellen, der OMK, das Nasenseptum und die Nasenhaupthöhle von besonderer Bedeutung. Die Bedeutung des OMK, der Siebbeinzellen und der Kieferhöhle wird von mehreren Untersuchern hervorgehoben [5, 45,52].

Im Gegensatz zu den beiden anderen Systemen gehen in den Tübinger-Score auch Strukturen wie NHH, Nasenseptum/Muscheln und anatomische Varianten ein, die detailliert untersucht wurden.

Schleimhautschwellungen im Bereich der NHH können zu einer starken subjektiven Beeinträchtigung bei den Patienten führen. Die physiologische Funktion (Nasenatmung, Befeuchtung, Erwärmung und Reinigung) kann wesentlich eingeschränkt sein. Auch stärkere Septumdeviationen und pathologische Veränderungen der Nasenmuscheln sind mögliche Auslöser einer Sinusitis. Anatomische Varianten können ebenfalls zu einer Obstruktion mit nachfolgender Klinik führen.

Auf Grundlage dieser Zusammenhänge wurden diese Strukturen im Tübinger Score berücksichtigt. Bei der Bestimmung der Korrelationen musste aber festgestellt werden, dass die pathologische Bedeutung der Nasenmuscheln und des Nasenseptums gering war.

5.3.1. Anatomische Varianten

Bei der Entstehung einer chronischen Sinusitis können anatomische Varianten als mögliche Ursache einer Obstruktion beteiligt sein, wobei Lokalisation und Ausprägung entscheidend sind [5]. Zusätzlich können einige Varianten als potentielle Komplikationsquelle zu einem erhöhten operativen Risiko führen. Hierzu zählen z.B. die Agger-nasi-Zellen, Haller`sche Zellen, Abweichungen des Proc. uncinatus, stärkere Septumdeviationen, eine Concha bullosa und eine vergrösserte Bulla ethmoidalis [16].

Für die Entstehung einer chronischen Sinusitis sind dabei vor allem Abflussbehinderungen im Bereich der ostiomeatalen Einheit von Bedeutung,.
Entgegen den Erwartungen und anderen Studienergebnissen [61], wiesen Patienten mit anatomischen Varianten keine höheren Scorewerte im SNOT-20 GAV-Gesamtscore und den Subscores (PNS, SRS und ALQ) auf, d.h. sie hatten keine stärkeren Beschwerden als Patienten ohne anatomische Varianten. Andere Studien [45, 3, 60] konnten ebenfalls keinen Einfluss von anatomischen Varianten auf die Entstehung einer chronischen Sinusitis belegen. Diese Studien und die eigenen Ergebnisse deuten auf eine geringe pathologische Relevanz von anatomischen Varianten hin.
Sämtliche Scoresysteme zeigten keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Schweregrad der Sinusitis und anatomischen Varianten.
Einschränkend ist zu sagen, dass in dieser Arbeit Lage und Grösse der Varianten nicht analysiert wurde. Somit könnte diese Art der Analyse von anatomischen Varianten nicht ausreichend genau gewesen sein, da auch klinisch vermutlich bedeutungslose Varianten erfasst wurden.
Weiterhin konnten wir feststellen, dass auch zwei erfahrene Befunder unterschiedliche Einschätzungen von anatomischen Varianten haben können. Selbst intraindividuell konnte lediglich eine moderate Korrelation zwischen Erst- und Zweitbefundung erzielt werden.
Der Versuch, in ein Stagingsystem anatomische Varianten einzubringen, war daher in dieser Studie nicht erfolgreich.

5.4. Volumen

Unseres Wissens wurde der Zusammenhang zwischen dem Volumen der Nasenhaupthöhle, genauer des Anteils der NHH, der mit Atemluft durchströmt wird, und den Scores der NNH-CT-Stagingsysteme bislang nicht untersucht.
Aus diesem Grund wurde untersucht, ob eine statistisch signifikante Korrelation besteht. Hypothetisch könnte vermutet werden, dass bei relativ kleinem Volumen der NHH eine weitere Beeinträchtigung des Abflusses

sowie eine schlechtere Belüftung zu einer stärkeren Ausprägung der Erkrankung führt.

Sowohl zum SNOT-20 GAV-Gesamtscore und dessen Subscores als auch zu den CT-basierten Scores bestehen inverse Korrelationen zum Volumen der Nasenhaupthöhle.

Zwischen den primär nasalen Symptomen (PNS) und dem Volumen war der Korrelationskoeffizient am stärksten negativ ausgeprägt. Hieraus könnte man schlussfolgern, dass ein geringes Volumen der belüfteten Nasenhaupthöhle (NHH) häufiger mit subjektiven Beschwerden verbunden ist. Ein geringes Volumen der Nasenhaupthöhle könnte also eine gewisse Prädisposition für einen stärkeren Erkrankungsgrad der NNH darstellen.

Die Testergebnisse des Tübinger-Scores mit bzw. ohne NHH, Nasenmuscheln und Septum unterscheiden sich jedoch nur gering. Die Ergebnisse bei den anderen Subscores (SRS, ALQ) zeigen ebenfalls keine wesentlichen Differenzen. Bei den anatomischen Strukturen im Tübinger-Score zeigt die NHH jedoch eine starke Korrelation, so dass die abschliessende Wertung schwierig ist.

5.5. Vereinfachter Tübinger Score

Lund-Score und Tübinger-Score zeigten bei den Auswertungen ähnliche Ergebnisse und waren dem Harvard-Score deutlich überlegen. Die zusätzlichen Differenzierungen im Tübinger Score führen aber zu einer aufwendigeren und komplizierteren Handhabung verglichen mit dem Lund-Score. Die ausschliesslich im Tübinger-Score berücksichtigten anatomischen Varianten, Nasenmuscheln und Nasenseptum zeigten keinen Einfluss auf das Gesamtergebnis und müssen demnach nicht unbedingt Bestandteil eines neu entwickelten Scoresystems sein.

Aus diesem Grund wurde ein weiterentwickelter Tübinger-Score erarbeitet. Zielsetzung war eine weitere Vereinfachung bei gleicher Aussagekraft.

Neben der statistisch festgestellten Bedeutung der anatomischen Strukturen wurden in der Optimierung auch klinische Aspekte und anatomische Überlegungen berücksichtigt. So wurden lediglich die Siebbeinzel-

len, die Kieferhöhlen und die Nasenhaupthöhle in diesen Score aufgenommen und eine Klassenunterteilung eingeführt bei einer Maximalpunktzahl von 5 für beide Seiten (NHH einfach gewertet.).
Der vereinfachte Tübinger Score zeichnet sich durch seine einfache und schnelle Handhabbarkeit aus. Die Ergebnisse sind minimal besser als im ursprünglichen Tübinger-Score und im Lund-Score sowie wesentlich besser als im Harvard-Score. Trotz der geringen Anzahl von Einzelfragen besitzt der vereinfachte Tübinger-Score eine hohe Aussagekraft .

5.6. Schlussfolgerung

Harvard-Score, Lund-Score und ein neu entwickelter Tübinger-Score sowie dessen vereinfachte Variante wurden unter verschiedenen Aspekten untersucht. Bei sämtlichen Fragestellungen schnitt der Harvard-Score schlechter oder bestenfalls vergleichbar zu den beiden anderen Scores ab. Aus diesem Grund ist der Harvard-Score als CT-Stagingsystem nicht zu empfehlen.
Lund-Score und Tübinger-Score zeigten unter allen Gesichtspunkten ein vergleichbares Ergebnis, wobei der neu entwickelte Tübinger-Score meist geringfügig besser abschnitt. Die Unterschiede zwischen beiden Scores waren aber nicht signifikant. Auch mit Bezug zur klinischen Symptomatik (gemessen mit dem SNOT-20 GAV) waren keine wesentlichen Unterschiede erkennbar wobei die Korrelationen zur klinischen Symptomatik bei beiden Scores „moderate“ ausfielen.
Die Zusammenhänge zwischen den Scores der CT-Stagingsysteme und der subjektiven Beschwerdesympomatik der Patienten wurden durch die primär nasalen Symptome wesentlich klarer ausgedrückt als durch den Gesamtscore des SNOT-20 GAV.
Lund-Score und Tübinger Score sind geeignete CT-Klassifikationssysteme zur Anwendung bei chronischen Sinusitiden. Beide Scores zeigten hohe positive Korrelationen in den untersuchten Zusammenhängen, wiesen eine gute Reproduzierbarkeit auf und waren in ihren Ergebnissen robust und ohne Widersprüche.

Der bereits im Jahre 1993 eingeführte Lund-Score weist allerdings verglichen mit dem Tübinger-Score eine etwas schlechtere Korrelation zur subjektiven Beschwerdesymptomatik auf.
Der vereinfachte Tübinger-Score zeigte ein gleich gutes Ergebnis, hatte jedoch den Vorteil der weiteren Vereinfachung und wesentlich schnelleren Durchführbarkeit.

6. Zusammenfassung

CT basierte Stagingsysteme zur Bewertung chronischer Sinusitiden werden seit 10 Jahren zunehmend in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert. Als Forderung muss gestellt werden, dass die jeweiligen Scores einfach anzuwenden sind, robust im Ergebnis sind und eine ausreichende Korrelation zur Klinik aufweisen.
Drei verschiedene Stagingsysteme (Harvard-Score, Lund-Score und Tübinger-Score) wurden in einer prospektiven verblindeten Studie mit einem Patientenkollektiv (n =73) untersucht.
Die subjektive Beschwerdesymptomatik wurde aufgrund von Messungen mit dem SNOT-20 GAV bewertet. Zusätzlich wurden Korrelationsanalysen zu Zusammenhängen zwischen den CT-Stagingsystemen und dem SNOT-20 GAV durchgeführt. Für die Beantwortung der Fragestellungen dieser Arbeit erwies sich ein Bezug auf den Subscore PNS (primär nasale Symptome) des SNOT-20 GAV als aussagekräftiger als ein Bezug zum unspezifischeren Gesamtscore dieses Lebensqualitäts-Messinstrumentes.
Es fand sich eine leichte inverse Korrelation des Volumens der Nasenhaupthöhle zum SNOT-20 GAV. Dies könnte man dahingehend deuten, dass ein relativ geringes Volumen der Nasenhaupthöhle zu einem stärkeren Erkrankungsgrad führen könnte.
Von den untersuchten Stagingsystemen schnitt der Harvard-Score unter sämtlichen Fragestellungen am schlechtesten ab und ist aus diesem Grunde nicht empfehlenswert.

Tübinger-Score und Lund-Score waren in nahezu allen Punkten gleichwertig, wobei der neu entwickelte Tübinger-Score fast immer minimal besser abschnitt.

Der etablierte Lund-Score ist jedoch einfacher anzuwenden und aus diesem Grunde dem Tübinger-Score prinzipiell vorzuziehen.

Mit der vorgestellten Weiterentwicklung des Tübinger-Scores, dem sog. vereinfachten Tübinger-Score, existiert als Ergebnis dieser Arbeit jedoch ein CT-Stagingsystem zur Anwendung bei der chronischen Sinusitis, das verglichen mit dem Lund-Score mindestens gleich gute Korrelationen zur subjektiven Beschwerdesymptomatik aufweist und zudem schneller und einfacher anzuwenden ist als der etablierte Lund-Score.

Der entwickelte „vereinfachte Tübinger-Score“ ist intra- und interindividuell sehr stabil, weist eine etwas bessere Korrelation zu den subjektiven Beschwerdeparametern auf als der etablierte Lund-Score und ist im Vergleich zu diesem schneller und einfacher durchführbar. Deshalb sollte der hier vorgestellte „ Vereinfachter Tübinger-Score“ als bildbasiertes Scoringsystem bei chronischer Sinusitis bevorzugt werden.

Auch unter Anwendung des „vereinfachten Tübinger-Scores“ lässt sich jedoch allenfalls eine „moderate“ Korrelation zu den symptombasierten Klassifikationssystemen bei chronischer Sinusitis erreichen. Für eine reguläre klinische Krankenversorgung ist die Anwendung von bildbasierten Scoresystemen deshalb in diagnostischer Hinsicht eher von nachrangiger Bedeutung. Eine eventuelle Relevanz hinsichtlich der Auswahl des Therapieverfahrens und dem Grad des Heilungserfolges wurde im Rahmen der vorliegenden Studie jedoch nicht untersucht und bleibt somit davon unberührt.

7. Anhang

7.1. Fragebögen zur Auswertung der CT-Untersuchungen

HARVARD-SCORE

Pat.Nr. ☐ ☐ ☐

Test : ☐ **Auswerter Arzt D.** ☐

Re-Test : ☐ **Arzt B.** ☐

☐ Stadium 0: An jedem Ort weniger als 2mm Schleimhautdicke

☐ Stadium 1: alle einseitigen pathologischen oder anatomischen Veränderungen

☐ Stadium 2: Bilaterale Pathologien der Siebbeine oder der Kieferhöhlen

☐ Stadium 3: Bilaterale Pathologien mit Einbeziehung wenigstens einer Keilbeinhöhle oder Stirnhöhle

☐ Stadium 4: Pansinusitis beidseits

Lund- Score

Pat.Nr. ☐ ☐ ☐

Test : ☐ **Auswerter Arzt D.** ☐

Re-Test : ☐ **Arzt B.** ☐

Nasennebenhöhlen	**Rechts**	**Links**
Kieferhöhlen (0,1,2)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Vorderes Sieb-bein(0,1,2)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Hinteres Siebbein (0,1,2)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Keilbeinhöhle (1,2,3)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Stirnhöhle (1,2,3)	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐	0 ☐ 1 ☐ 2 ☐
Ostiomeataler Komplex (0oder 2)*	0 ☐ 2 ☐	0 ☐ 2 ☐
Gesamt	☐	☐

Legende: 0 = keine Pathologie
1 = partielle Pathologie
2 = Komplette Verschattung

0* = nicht verlegt
2* = verlegt

Tübinger Checkliste

Pat.Nr. ☐ ☐ ☐

Test : ☐ **Auswerter : Arzt D.** ☐

Re-Test : ☐ **Arzt B.** ☐

Struktur	Rechts	Links
Nasenhaupthöhle *	0 1 2 3	0 1 2 3
Ostiomeataler Komplex	0 1 2 3	0 1 2 3
Kieferhöhle	0 1 2 3	0 1 2 3
Siebbein	0 1 2 3	0 1 2 3
Stirnhöhle	0 1 2 3	0 1 2 3
Keilbeinhöhle	0 1 2 3	0 1 2 3
Anat.Varianten	0 1	0 1
Nasenseptum**	0 1 2 3	
Nasenmuscheln***	0 1 2 3	

Legende Seite 89

Legende: 0 = keine Schleimhautschwellung
1 = Schleimhautschwellung< 3mm
2 = partielle Verschattung
3 = totale Verschattung

NHH*: 0 = o.B.
1 = mittl.NG. verlegt
2 = Vorwölbung der SH in NHH
3 = Prolaps der SH in NHH

Anatomische Varianten: 0= nicht vorhanden 1= vorhanden

**** Nasenseptum:** 0 = gerade 1= geringe Deviation 2 = deutliche Leiste
3= massive Deviation

Nasenmuscheln***:** 0=o.B. 1= geringe Hyperplasie 2= mäßige Hyperplasie 3= massive Hyperplasie

I.D.:_____ **SINUSITIS SYMPTOM SCORE-20 SSS-20**

Pat.Nr.: ☐☐☐

Unten finden Sie eine Liste von Symptomen und sozialen/emotionalen Folgen einer Nasennebenhöhlenerkrankung. Wir möchten gerne mehr über diese Probleme erfahren und bitten Sie, die Fragen nach bestem Wissen zu beantworten. Es gibt keine falschen oder richtigen Antworten, uns interessiert Ihre persönliche Sicht. Bitte beantworten Sie die Fragen in Bezug auf die letzten beiden Wochen. Vielen Dank für Ihre Teilnahme.

Um beurteilen zu können, wie stark die einzelnen Symptome ausgeprägt sind, kreuzen Sie bitte bei jeder einzelnen Frage die entsprechende Ziffer an.		Kein Problem	Sehr geringes Problem	Kleines Problem	Mittelgradiges Problem	Hochgradiges Problem	Schlechter kann es nicht mehr werden	Die 5 wichtigsten Punkte
1.	Nasenatmungsbehinderung	0	1	2	3	4	5	☐
2.	Niesreiz	0	1	2	3	4	5	☐
3.	ständiges Naselaufen	0	1	2	3	4	5	☐
4.	Sekretfluss in den Rachen	0	1	2	3	4	5	☐
5.	dickes schleimiges Nasensekret	0	1	2	3	4	5	☐
6.	Räusperzwang, trockener Hals	0	1	2	3	4	5	☐
7.	Husten	0	1	2	3	4	5	☐
8.	Druckgefühl auf den Ohren	0	1	2	3	4	5	☐
9.	Ohrenschmerz	0	1	2	3	4	5	☐
10.	Riechminderung	0	1	2	3	4	5	☐
11.	Schwindelgefühl	0	1	2	3	4	5	☐
12.	Gesichtsschmerz, Druckgefühl im Gesicht	0	1	2	3	4	5	☐
13.	Probleme beim Einschlafen	0	1	2	3	4	5	☐
14.	Nächtliches Aufwachen	0	1	2	3	4	5	☐
15.	Tagesmüdigkeit	0	1	2	3	4	5	☐
16.	Verminderte Leistungsfähigkeit	0	1	2	3	4	5	☐
17.	Konzentrationsschwäche	0	1	2	3	4	5	☐
18.	Frustrationen/Rastlosigkeit/Reizbarkeit	0	1	2	3	4	5	☐
19.	Traurigkeit	0	1	2	3	4	5	☐
20.	Nebenhöhlenbeschwerden sind mir peinlich	0	1	2	3	4	5	☐

2. Bitte markieren Sie die für Ihre Gesundheit wichtigsten 5 Probleme

_____☐

8. Abkürzungen

ALQ	allgemeinen Lebensqualität
ANA	anatomischen Varianten
CT	Computertomografie
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
ESCT	Einzeilen-Spiral-CT
FESS	Functional endoscopic sinus surgery
HE	Hounsfield-Einheit (Dichtewerte bei der CT)
KBH	Keilbeinhöhle
KH	Kieferhöhle
MRT	Magnetresonanztomografie
MSCT	Mehrzeilen-CT
NHH	Nasenhaupthöhle
NNH	Nasennebenhöhle
o.-f. Strahlengang	occipito-frontaler Strahlengang
OMK	Ostiomeataler Komplex
o.-m. Strahlengang	occipito-mentaler Strahlengang
PNS	primär nasale Symptome
SB	Siebbeinzellen
SH	Stirnhöhle
SNOT-20	Sino-Nasal Outcome Test - 20
SRS	sekundär rhinonasale Symptome

9. Danksagung

Danken möchte ich Herrn **Prof. Dr. C. D. Claussen**, ärztlicher Direktor der Abteilung Radiologische Diagnostik und Dekan der medizinischen Fakultät, für die Überlassung dieses Themas.

Meinem Betreuer **PD Dr. F. Dammann** möchte ich sehr herzlich für die ausgezeichnete Betreuung danken.

Weiterhin gilt mein Dank **Dr. I. Baumann** für Unterstützung und Diskussionen. **Dr. G. Blumenstock** danke ich für die kompetente, herzliche und zeitintensive Hilfe bei der statistischen Auswertung der sehr umfangreichen Daten.

An dieser Stelle möchte ich auch meinen Eltern für ihre ständige Unterstützung und Hilfe auf meinem Lebensweg danken.

Meinem Mann danke ich für seine Nachsicht und Geduld bei der Erstellung dieser Arbeit.

10.Lebenslauf

08.01.1970	geboren in Berlin
1976-1988	Schulausbildung Abitur, Friedrich- Engels- Schule in Berlin
1988 -90	Praktikum im Energiekombinat Berlin
1990-1993	Fachschulausbildung mit Abschluss zur MTRA in Berlin
1993-2000	Tätigkeit als MTRA in einer neuroradiologischen Praxis
2000-2002	Beginn des Studiums der Humanmedizin an der FU-Berlin Physikum 03/2002
2002- jetzt	Studienortwechsel an die Eberhard- Karls - Universität Tübingen 1.Staatsexamen 03/2003 2. Staatsexamen 08/2005

11. Literaturverzeichnis

1. Ganjian E., Gannon PJ, Fliegelman LJ, Lawson W. Nasal obstruction: an alternative to ostiomeatal complex dysfunktion in sinus disease. Laryngoscope 1997;109(11): 1848-51.

2. AWMF Leitlinien Diagnose und Therapie der Sinusitis und Polyposis nasi, Allergologie 2003; 26: 52-71.

3. Stewart MG, Johnson RF. Chronic sinusitis: symptoms versus CT scan findings. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2004; 12: 27-29.

4. Zinreich SJ. Imaging of the nasal cavity and paranasal sinuses. Curr Opin Radiol 1992; 4: 112-116.

5. Pöckler C, Brambs HJ, Plinkert P. Computertomographie der Nasennebenhöhlen vor endonasaler Operation. Radiologe 1994; 34:79-83.

6. Bingham B, Shankar L, Hawke M. Pitfalls in computed tomography of the paranasal sinuses. J Otolaryngol.1991; 20: 414-418.

7. Kenny TJ, Duncavage J, Bracikowski J, et al. Prospective analysis of sinus symptoms and correlation with paranasal computed tomography scan. Otolaryngol Head Neck Surg 2001;125: 40-43.

8. Gliklich RE, Metson R. Techniques for outcomes research in chronic sinusitis. Laryngoscope 1995; 105:387-390.

9. May M, Levine HL, Schaitkin B, et al. Results of surgery. In:Levine H, May M, editors.Rhinology and sinusology. New York: Thieme Medical Pubishers**;** 1993. p. 176-192.

10. Stewart MG, Sicard MW, Piccirillo JF, et al. Severity staging in chronic sinusitis: are CT scan findings related to patient symptoms? Am J Rhinol 1999; 13: 161-167.

11. Zinreich SJ. Imaging for Staging of Rhinosinusitis. Ann Otol Rhinol Laryngol 2004; 113: 19-23.

12. Piccirillo J F, Merritt MG jr, Richards ML, Psychometric and clinimetric validity of the 20-Item Sino- Nasal Outcome Test(SNOT-20). Otolaryngol Head Neck Surg; 126: 41-47.

13. Waldeyer A., Mayet A., Anatomie des Menschen, Band 2, Kopf und Hals, Auge, Ohr, Gehirn, Arm, Brust, Walter de Gruyter Berlin, New York 1993: 40-41.

14. Hülse M, Bachmann W. HNO Untersuchungskurs Anleitung zum Untersuchungskurs für Studenten. Springer- Verlag Berlin Heidelberg New York 1998: Seite74.

15. Bolger WE, Butzin CA, Parsons DS. Paranasal sinus bony anatomic variations and muconasal abnormalities: CT analysis for endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 1991; 101: 56-64.

16. Weber A., May A., Mikrochirurgisch bedeutsame Varianten der Nasennebenhöhlen im Computertomogramm. Otorhinolaryngol Nova 1995; 5: 281-286.

17. Clement P.A.R. Definitions of sinusitis .Acta Otorhinolaryngol Belg.1997; 51:201-203.

18. Lanza DC, Kennedy DW. Adult rhinosinusitis defined. Otolaryngology Head Neck Surgery 1997; 117: 1-7.

19. Bhattacharyya N, Fried M. The Accuracy of Computed Tomography in the Diagnosis of Chronic Rhinosinusitis. Laryngoscope 2003; 113: 125-129.

20. Bernal-Sprekelsen M., Sudhoff H., Dazert S. Komplikationen nach endonasalen Eingriffen bei entzündlichen NNH- Erkrankungen. Laryngo-Rhino -Otol 2004; 83:23-28.

21. Spreer J, Krahe T, Jung G, Lackner K. Spiral versus conventional CT in routine examinations of the neck. J Comput Assist Tomogr 1995; 19:905-910.

22. Beus J, Kauczor HU, Schwickert HC, Mohr W, Mildenberger P. Koronare Nasennebenhöhlen –CT: Einsatz der Spiraltechnik. Aktuelle Radiol 1998; 8: 34-39.

23. Dammann F. Schnittbilddiagnostik der Nasennebenhöhlen: Optimierung der Bildqualität und Röntgenexposition mit neuen ein- und mehrzeiligen Computertomographen sowie im Vergleich zur Magnetresonanztomografie.Habilitationsschrift Uni- Tübingen 2001;102-103

24. Babbel R, Harnsberger HR, Nelson B, Sonkens J, Hunt S. Optimization of Techniques in Sceening CT of the Sinuses. AJNR 1991;12: 849-854.

25. Kasales CJ, Hopper KD, Ariola DN, TenHave TR, Meilstrup JW, Mahraj RP et al. Reconstructed helical CT scans: improvement in z-axis resolution compared with overlapped and nonoverlapped conventional Ct scans. AJR. Am.J.Roentgenol. 1995; 164: 1281-1284.

26. Wang G, Vannier MW. Longitudinal resolution in volumetric x-ray computerized tomography – analytical comparison between conventional and helical computerized tomography. Med. Phys. 1994; 21: 429-433.

27. Dammann F., Bode A., Heuschmid M, Kopp AF, Georg C, Pereira PL, Claussen CD. Mehrschicht- Spiral-CT der Nasennebenhöhlen: Erste Erfahrungen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlenexposition. Fortschr Röntgenstr 2000; 172: 701-706.

28. Weiss F, Habermann CR, Welger J, Knaape A, Metternich F, Steiner P, Rozeh B, Schoder V, Bücheler E. MRT in der präoperativen Diagnostik der chronischen Sinusitis im Vergleich mit der CT. Fortschr Röntgenstr 2001; 173: 319-324.

29. Friedman WH, Katsantonis GP, Staging Systems for Chronic Sinus Disease. ENT Journal 1994; 73(7): 481-484.

30.Friedman WH, Katsantonius GP, Sivore M, Kay S.Computed tomography staging of the paranasal sinuses in chronic hyperplastic rhinosinusitis. Laryngoscope 1990;100: 1161-1165.

31. Friedman WH, Staging systems for nasal and sinus disease. Otolaryngol Head Neck Surg 1996; 4: 12-16.

32. Kennedy DW. Prognostic factors, outcome and staging in ethmoid sinus surgery. Laryngoscope 1992; 102: 1-18.

33. Gliklich RE, Metson R.A comparison of sinus computed tomography (CT) staging systems for outcome research. Am J Rhinol 1994; 291-297.

34. Metson R, Gliklich RE, Stankiewicz JA, Kennedy DW, Duncavage JA, Hoffman SR, Ohnishi T, Terrell JE, White PS. Comparison of sinus com-

puted tomography staging systems. Otolaryngol Head Neck Surg 1997; 117: 372-379.

35. Lund VJ, Mackay IS. Staging in rhinosinusitus. Rhinology 1993; 31: 183-184.

36. Lund VJ, Kennedy DW. Quantification for staging sinusitis .Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 1995;167: 17-21.

37. Jorgensen RA. Endoscopic and computed tomographic findings in ostiomeatal sinus disease. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1991; 17: 279-287.

38. Newman LJ, Platts-Mills TA, Phillips CD, Hazen KC, Gross CW. Chronic sinusitis. Relationship of computed tomographic findings to allery, athma, and eosinophilia. JAMA 1994; 271: 363-367.

39. Gaskins RE Jr. A surgical staging system for chronic sinusitis. Am J Rhinol. 1992; 1: 5-12.

40. Oluwole M, Russell N, Tan L, Gardiner Q, White P. A comparison of computerized tomographic staging systems in chronic sinusitis. Clin Otolaryngol.1996;21:91-95.

41. Lund VJ. Health related quality of life in sinonasal disease. Rhinology 2001; 39:182-186.

42. Ware JE Jr, Kosinski M, Gandek B, Aaronson NK, Apolone G, Bech P, Brazier J, Bullinger M, Kaasa S, Leplege A, Prieto L, Sullivan M. The factor structure of the SF-36 Health Survey in 10 countries: results from the IQOLA Projekt. International Quality of Life Assessment.Clin Epidemiol. 1998;51: 1159-1165

43. Bullinger M, Kirchberger I. SF-36 Fragebogen zum Gesundheitszustand. Handanweisung. Hogrefe-Verlag für Psychologie Göttingen, Bern, Toronto, Seattle.

44. Piccirillo JF, Edwards D, Haiduk A, A.B., Yonan C, S.B., Thawley SE. Psychometric and Clinimetric Validity of the 31-Item Rhinosinusitis Outcome Measure(RSOM-31). Am J Rhinol 1995; 9: 297-306.

45. Bhattacharyya T, Piccirillo J F, Wippold II FJ. Relationship between patient-based descriptions of sinusitis and paranasal sinus computed tomographic findings. Arch Otolaryngol Head Neck Surg 1997; 123: 1189-1192.

46. Baumann I, Blumenstock G, DeMaddalena H, Plinkert PK, Piccirillo JF Validierung des Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV) zur Messung der Lebensqualität(LQ) bei Patienten mit chronischer Rhinosinusitis(CRS). HNO-Information 2005; 84:190.

47. Eichel BS. Simplified method of staging hyperplastic rhinosinusitis. Arch otolaryngol Head Neck Surg 1995; 121(7): 725-728.

48. Bortz J, Döring N. Forschungsmethoden und Evaluation. Springer-Verlag Berlin Heidelberg .2. Auflage 1995: 199-200.

49. Guggenmoos-Holzmann I, Wernecke KD. Medizinische Statistik. Blackwell Wissenschafts- Verlag Berlin, Wien 1996:160-164.

50. Müller R, Büttner P. A critical Discussion of intraclass correaltion coefficients. Statstics in medicine 1994;13:2465-2476.

51. Bland JM, Altman DG. Statistical Methods for assessing Agreement between two Methods of clinical Measurement. The Lancet 1986;8: 307-310.

52. Ashraf N, Bhattacharyya N. determination of the “incidental” Lund score for staging of chlinic rhinosinusitis.Otolaryngol Head Neck Surg 2001;125: 483-486.

53. Smith TH, H. Rhee JS, Loehrl TA, Burzynski ML, N. R, Laud PW, Nattinger PD and AB. American Joernal of Rhinology.2003; 17: 351-356.

54. Smith MM, Smith TL. The role of CT imaging in rhinosinusitis and the need for a standardized CT reading system. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg 2001; 9: 17-22

55. Casiano RR. Correlation of clinical examination with computer tomography in paranasal sinus disease. Am J Rhinol 1997; 11: 193-196.

56. Arango P, Kountakis SE. Significance of Computed Tomography Pathology in Chronic Rhinosinusitis. Laryngoscope 2001; 111: 1779-1782.

57. Hwang PH, Irwin SB, Griest SE, Caro JE, Nesbit GM. Radiologic correlates of symptom-based diagnostic criteria for chronic rhinosinusitis. Otolaryngol Head Neck Surg 2003; 128: 489-496.

58. Basu S, Georgalas C, Kumar BN, Desai S. Correlation between symptoms and radiological findings in patients with chronic rhinosinusitis: an evaluation study using the Sinonasal Assessment Questionnaire and Lund-Mackey grading system. Eur Arch Otorhinolaryngol.2005 Mar 8; ahead of print (in Abstract).

59. Bradley DT, Kountakis SE. Correlation between computed tomography scores and symptomatic improvement after endoscopic sinus surgery. Laryngoscope 2005;115: 466-469.

60. Pruna X. Morpho-functional evaluation of ostiomeatal complex in chronic sinusitis by coronal CT. Eur Radiol. 2003; 13: 1461-1468.

61. Calhoun KH, Waggenspack GA, Simpson CB, Hokanson JA, Bailey BJ. CT evaluation of the paranasal sinuses in symptomatic and asymptomatic populations. Otolaryngol head Neck Surg 1991; 104: 480-483.

62.Meltzer EO, Hamilos DL, Hadley JA, Lanza DC, Marple BF, Nicklas RA, Bachert C, Baraniuk J, Baroody FM, Benninger MS, Brook I,Chowdhury BA, Druce HM, Durham S, Ferguson B, Gwaltney JM, Kaliner M, Kennedy DW, Lund V, Naclerio R, Pawanker R, Piccirillo JF, Rohane P, Simon R, Slavin RG, Togias A, Wald ER, Zinreich SJ. Rhinosinusitis:establishing definitions for clinical research and patient care.J Allergy Clin Immunol. 2004 Dec;114(6 Suppl): 155-212.

63. Bühl A, Zöfel P. SPSS für Windows Version 6.1- Praxisorientierte Einführung in die moderne Datenanalyse. Addison-Wesley Publishing Company,Bonn,Paris 1995:1-623.

64. Zenner HP. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde.Chapman&Hall London, Glasgow, Weinheim, New York, Tokio, Melbourne, Madras 1997:194-198.