

Aus der Klinik für Hals-, Nasen-, und Ohrenheilkunde
Direktor: Herr Prof. Dr. med. Dr. h. c. Thomas Zahnert

**Prädiktoren für das Riechvermögen nach
Nasennebenhöhlenoperation bei Patienten mit chronischer
Nasennebenhöhlenentzündung mit Polypen (CRSwNP)**

Dissertationschrift
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Zahnmedizin
Doctor medicinae dentariae
(Dr. med. dent.) vorgelegt
der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus
der Technischen Universität Dresden

von

Laura Fischer

aus Essen

Dresden 2022

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der mündlichen Prüfung:

gez.:

.....

Vorsitzender der Promotionskommission

Anmerkung:

Die Eintragung der Gutachter und Tag der mündlichen Prüfung (Verteidigung) erfolgt nach Festlegung von Seiten der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden. Die oben genannten Eintragungen werden durch die Doktoranden nach der Verteidigung zwecks Übergabe der fünf Pflichtexemplare an die Zweigbibliothek Medizin in gedruckter Form oder handschriftlich vorgenommen.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
1 Einleitung	7
2 Grundlagen	9
2.1 Anatomie der Nase und Nasennebenhöhlen	9
2.2 Histologie der Nase und Nasennebenhöhlen	11
2.3 Der Geruchssinn	13
2.4 Chronisch polypöse Rhinosinusitis (CRSwNP)	16
2.4.1 <i>Definition und Klassifikation</i>	16
2.4.2 <i>Nasendpolypen</i>	18
2.4.3 <i>Pathogenese</i>	18
2.4.4 <i>Komorbiditäten</i>	20
2.4.5 <i>Diagnostik</i>	20
2.4.6 <i>Therapie</i>	22
3 Material und Methoden	25
3.1 Studiendesign und Patienten	26
3.2 Ethik	26
3.3 Versuchsablauf	27
3.3.1 <i>Versuchsablauf präoperativ</i>	27
3.3.2 <i>Versuchsablauf drei Monate postoperativ</i>	34
3.4 Methoden der statistischen Auswertung	34
4 Ergebnisse	36
4.1 Deskriptive Statistik	36
4.2 Auswertung der endoskopischen Untersuchung	37
4.2.1 <i>Korrelationen</i>	41
4.3 Auswertung des subjektiven Riechempfindens, des objektiven Riechscreenings und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität	42
4.3.1 <i>Auswertung des subjektiven Riechempfindens</i>	43
4.3.2 <i>Auswertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität</i>	45
4.3.3 <i>Auswertung des objektiven Riechscreenings</i>	46
4.3.4 <i>Korrelationen</i>	48
4.4 Auswertung der CT-Beurteilung	49
4.5 Auswertung der qualitativen Riechstörungen.....	52
4.6 Ergebniszusammenfassung.....	52

5	Diskussion	53
5.1	Einfluss des Alters und des Geschlechts auf den operativen Erfolg	54
5.2	Einfluss von komorbiden Erkrankungen auf den operativen Erfolg	56
5.3	Einfluss der endoskopischen Untersuchung auf den operativen Erfolg	59
5.4	Einfluss der CT-Untersuchung auf den operativen Erfolg	62
5.5	Einfluss des subjektiven und objektiven Riechvermögens auf den operativen Erfolg	64
5.6	Einfluss qualitativer Riechstörungen auf den operativen Erfolg	69
5.7	Limitationen der Studie.....	70
5.8	Fazit und Ausblick: Prädiktive Faktoren, die den Erfolg der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation vorhersagen	71
6	Zusammenfassung / Summary.....	72
6.1	Zusammenfassung.....	72
6.2	Summary.....	74
7	Literaturverzeichnis.....	76
8	Abbildungsverzeichnis	86
9	Tabellenverzeichnis.....	87
10	Anhang	88
10.1	Anamnesebogen	89
10.2	SNOT-22 Test.....	91
10.3	Nasenendoskopie: Lildholdt-Grading und Lund-Kennedy-Score.....	92
10.4	CT-Beurteilung: Lund-Mackay-Score und Riechrinnenverschattung.....	93
10.5	SDI Testung	94
	Danksagung.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abkürzungsverzeichnis

A

A. carotis interna	Arteria carotis interna
AERD	Aspirin exacerbated respiratory disease
ANOVA	analysis of variance (einfaktorielle Varianzanalyse)
ASS	Acetylsalicylsäure

B

bzw.	beziehungsweise
------	-----------------

C

cAMP	zyklisches Adenosinmonophosphat
CNG – Kanal	cyclic nucleotide-gated - Kanal
COPD	chronic obstructive pulmonary disease
CRS	chronische Rhinosinusitis
CRSsNP	chronische Rhinosinusitits ohne Nasenpolypen
CRSwNP	chronische Rhinosinusitits mit Nasenpolypen
CT	Computertomographie

D

D	(Geruchs-) Diskrimination
---	---------------------------

F

FESS	functional endoscopic sinus surgery
------	-------------------------------------

G

GABA	gamma-aminobutyric acid (Gamma-Amino-Buttersäure)
GBC	globose basal cells (kugelige Basalzellen)

H

HBC	horizontal basal cells (horizontale Basalzellen)
HNO	Hals-Nasen-Ohrenklinik

I

I	(Geruchs-) Identifikation
IL-4, IL-13	Interleukin-4, Interleukin 13

L

LKS	Lund-Kennedy-Score
LMS	Lund-Mackay-Score

M

MCID	minimally clinical important difference (geringste, für den Patienten wahrgenommene Veränderung)
------	--

N

N. olfactorius	Nervus olfactorius
N. trigeminus	Nervus trigeminus
NNH	Nasennebenhöhlen
NSAR	nichtsteroidales Antirheumatikum

O

OBP	odorant-binding proteins (Duftstoffbindeproteine)
OEC	olfactory ensheathing cells (schwanzzellartige Gliazellen)
OR	odorant receptors (Geruchsrezeptoren)
ORN	olfactory receptor neurons (Riechsinneszellen)

P

p	Signifikanz
PNIF Spitzenfluss)	peak nasal inspiratory flow (inspiratorischer nasaler Spitzenfluss)
PROMS	patient reported outcome measure

R

r	Korrelation
---	-------------

S

S	(Geruchs-) Schwelle
SDI-Wert	Schwellen-Diskriminations-Identifikations-Wert
SNOT-22 Test	Sino-nasal outcome test 22

T

TAAR Spurenamine)	trace amine-associated receptors (Rezeptoren für Spurenamine)
----------------------	---

U	
UK	Unterkategorie
V	
VAS	Visuelle Analogskala

1 Einleitung

Der Geruchssinn ist einer der fünf menschlichen Sinne und von essentieller Bedeutung für die Nahrungsaufnahme, Gefahrenvermeidung und unser soziales Leben.

Nur durch den Geruchssinn sind wir in der Lage, Nahrung zu lokalisieren und Rückschlüsse über deren genießbarkeit zu ziehen. Andererseits hilft das Riechen uns auch Gefahren wie Feuer, Gas oder Rauch frühzeitig zu erkennen (Croy et al., 2014). Kommt es zu einem Verlust des Geruchssinns wird die fehlende Wahrnehmung von Rauch oder Feuer von 38 – 41% der betroffenen Patienten als Hauptrisiko angegeben (Blomqvist et al., 2004).

Nicht nur die Wahrnehmung von Gefahren ist bei einer Riechstörung beeinträchtigt, sondern auch das soziale Leben von Patienten wird negativ beeinflusst. Durch den Verlust des Geruchssinns ist es beispielsweise schwierig, eine adäquate Körperhygiene zu betreiben, wodurch Betroffene dauerhaft besorgt sind, dass ihr eigener Körpergeruch für andere unangenehm sein könnte. Dies kann wiederum das Reproduktionsverhalten des Patienten negativ beeinflussen und es dem Patienten erschweren soziale Beziehungen aufrecht zu erhalten (Croy et al., 2014).

Zu den Auslösern für Riechstörungen zählen das Alter, Erkrankungen der Nase und Nasennebenhöhlen, Infektionen der oberen Atemwege, Traumata im Kopfbereich, sinunasale Operationen sowie die Xerostomie. Auch angeborene oder idiopathische Riechstörungen treten auf (Murphy, 2002; Landis et al., 2004; Kim et al., 2017). Erkrankungen der Nase und Nasennebenhöhlen umfassen neben Septumdeviationen, Nasenpolypen und sinunasalen Neoplasmen, vor allem die chronische Rhinosinusitis, die eine der am häufigsten auftretenden chronischen Erkrankungen im Erwachsenenalter ist und in 21-25% der Fälle den Auslöser für die Entstehung einer Riechstörung darstellt (Rudmik und Smith, 2011; Soler et al., 2015; Kim et al., 2017).

Ungefähr 10% aller Menschen in Europa sind von dieser Erkrankung betroffen. Allein in Deutschland wurde im Jahr 2002 bei 2,6 Millionen Patienten die Diagnose chronische Sinusitis gestellt (Rudmik und Smith, 2011; Cuevas und Zahnert, 2015). Durchschnittlich können ungefähr 75.000 bis 80.000 Konsultationen in deutschen HNO-Kliniken auf die Beeinträchtigung des Geruchssinns zurückgeführt werden (Hummel und Lotsch, 2010; Poletti et al., 2018).

In einer Studie von Kim et al. konnte bei 18% der Patienten mit einer Erkrankung der Nase oder Nasennebenhöhle eine Riechstörung nachgewiesen werden (Kim et al., 2021). Neben der Beeinträchtigung des Geruchssinns zählen zu den häufigsten Symptomen der chronischen Rhinosinusitis eine chronisch verstopfte Nase, Druckschmerzhaftigkeit des Gesichts und Kopfschmerzen.

Daher ist es nicht verwunderlich, dass mit dem Verlust oder der Beeinträchtigung des Geruchssinns auch häufig ein Verlust an Lebensqualität einhergeht. Patienten mit einer chronischen Rhinosinusitis sind nicht selten von Depressionen, Angst- und Schlafstörungen, sexueller Dysfunktion oder Müdigkeit betroffen und leiden daher oft an einer reduzierten Lebensqualität (Rudmik und Smith, 2011; Soler et al., 2015). In einer Studie von Smith et al. erzielten Patienten mit CRS in der amerikanischen Variante des SNOT-22 Tests, vor allem in den Unterkategorien „körperliche Beschwerden“ und „soziale Funktionsfähigkeit“, eine geringere Punktzahl als Patienten, die an Herzschwäche, Angina pectoris, COPD oder Rückenschmerzen litten (Smith et al., 2010).

Um die Lebensqualität zu verbessern und die Symptome zu lindern ist die endoskopische Nasennebenhöhlenoperation bei Patienten mit einer chronischen Rhinosinusitis mit Nasenpolypen die Therapie der Wahl, sofern die konservative Therapie unwirksam ist (Calus et al., 2019).

Von den Patienten werden die Beeinträchtigung des Geruchssinns und die chronische Verstopfung der Nase als die Symptome angegeben, die sich am negativsten auf ihre Lebensqualität auswirken (Calus et al., 2019).

Derzeit ist nur widersprüchlich belegt, ob nach der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation eine Verbesserung des Geruchssinns eintritt. In einigen Studien variiert der Patientenanteil mit einer verbesserten Riechfunktion nach operativem Eingriff zwischen 25 und 100%, währenddessen andere Studien gar keine Verbesserung oder sogar eine Verschlechterung durch den Eingriff angaben (Kohli et al., 2016).

Da bis heute noch kein geeignetes diagnostisches Mittel vorliegt, um einschätzen zu können, welche Patienten mit einer Riechstörung wirklich von der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation profitieren (Gallo et al., 2020) und die meisten Studien Veränderungen des Geruchssinns ausschließlich durch die subjektiven Eindrücke der Patienten nach dem Eingriff bewerten (Haxel et al., 2017), beschäftigt sich die vorliegende Dissertation mit dieser Fragestellung.

Demnach soll in dieser Studie überprüft werden, ob sich

- ein Bewertungssystem für Nasenpolypen, wie der Lund-Kennedy-Score oder das Lildholdt-Grading der Polypen,
- Verschattungen der Nasennebenhöhlen (beurteilt durch den Lund-Mackay-Score) und der Riechrinne,
- das subjektive Riechvermögen, dargestellt durch eine visuelle Analogskala,
- das objektive Riechvermögen, getestet mittels Sniffin' Sticks oder
- die gesundheitsbezogene Lebensqualität, überprüft durch den SNOT-22 Test,

als prädiktiver Vorhersagewert für das Ergebnis nach einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation eignen.

2 Grundlagen

2.1 Anatomie der Nase und Nasennebenhöhlen

Die Nase, als zentrales Element des Gesichtes, ist nicht nur essentiell für die Ästhetik, sondern auch wichtig für physiologische Funktionen, wie die Atmung, den Geruchssinn oder die Sprachformation (Boenninghaus und Lenarz, 2005; Probst et al., 2008).

Die äußere, die innere Nase und zusätzlich die Nasennebenhöhlen bilden den sinunasalen Raum (Vaid und Vaid, 2015).

Die äußere Nase besteht aus der kranialen, knöchernen Nasenpyramide und dem kaudal liegenden Nasenknorpel. Die Nasenpyramide wird gebildet vom Processus frontalis maxillae, dem Processus nasalis ossis frontalis und dem Os nasale. Der knorpelige Anteil von den paarigen Cartilago nasi lateralis, dem paarigen, an der Nasenspitze lokalisierten Cartilago alaris major und dem Cartilago septi nasi (Boenninghaus und Lenarz, 2005).

Die Cavitas nasi, die durch das Septum in die linke und rechte Nasenhaupthöhle getrennt wird, bildet die innere Nase und erstreckt sich bis zu den Choanen, wo sie dann in den Nasopharynx über geht (Boenninghaus und Lenarz, 2005; Pinto, 2011). Nach superior wird die Cavitas nasi von der Lamina cribrosa, nach inferior durch den harten und weichen Gaumen begrenzt (Vaid und Vaid, 2015). Medial befindet sich das Nasenseptum (Boenninghaus und Lenarz, 2005). Der obere Teil des Nasenseptums wird von der sehr dünnen Lamina perpendicularis des Siebbeins gebildet. Der untere Anteil ist knorpelig. Zwischen dem septalen Knorpel und der Lamina perpendicularis befindet sich das Vomer (Witt, 2020).

Die seitlichen Wände der Cavitas nasi bestehen aus den drei Nasenmuscheln, der Concha nasalis superior, Concha nasalis media und Concha nasalis inferior (Vaid und Vaid, 2015).

Die Concha nasalis superior und media sind Bestandteile des Os ethmoidale, währenddessen die Concha nasalis inferior ein eigenständiger Knochen ist (Boenninghaus und Lenarz, 2005).

Die Nasenhaupthöhle ist durch die Nasenmuscheln in die drei Nasengänge, den Meatus nasi superior, den Meatus nasi medius und den Meatus nasi inferior, gegliedert.

Im Meatus nasi superior enden die Cellulae ethmoidales posteriores und über den Recessus sphenoidalis der Sinus sphenoidalis (Boenninghaus und Lenarz, 2005; Vaid und Vaid, 2015; Witt, 2020).

Im mittleren Nasengang befindet sich das dreieckige Infundibulum ethmoidale, das wiederum in den Hiatus semilunaris übergeht. Dieser befindet sich im Raum zwischen der Bulla ethmoidalis, einer besonders großen Siebbeinzelle, und dem Processus uncinatus, der anterior an das Os lacrimale und inferior an die Concha nasalis inferior und den Processus perpendicularis des Os palatinum grenzt. In den Hiatus semilunaris mündet der Ductus nasofrontalis des Sinus frontalis, das Ostium des Sinus maxillaris und die Cellulae

ethmoidales anteriores (Chong et al., 1998; Boenninghaus und Lenarz, 2005; Vaid und Vaid, 2015).

In den Meatus nasi inferior fließt der Ductus nasolacrimalis (Boenninghaus und Lenarz, 2005). Die Riechrinne ist ein schmaler, dreidimensionaler, rechteckiger Raum, der eine wichtige Funktion für den Geruchssinn einnimmt. Nach anterior wird die Riechrinne durch die vordere Befestigung der mittleren Muschel begrenzt, nach posterior durch die anteriore Wand des Sinus sphenoidalis. Lateral grenzt die Riechrinne an die mittlere und obere Nasenmuschel. Medial an das Nasenseptum. Das Dach wird von der Lamina cribrosa gebildet. Die untere Begrenzung befindet sich auf einer gedachten Linie ungefähr 1cm unterhalb der Lamina cribrosa (Kim et al., 2011; Soler et al., 2015).

Da sich in der Riechrinne ein großer Anteil des olfaktorischen Epithels befindet, führt eine Obstruktion zu einer verringerten Wahrnehmung der Duftintensität, was wiederum zu einer Hyposmie führt (Besser et al., 2020).

Die Nasennebenhöhlen sind pneumatische Areale, die im Stirnbein, Siebbein, Keilbein und im Bereich der Oberkieferknochen vorzufinden sind. Alle Nebenhöhlen sind von einer mukösen Membran, dem respiratorischen Epithel als Fortsetzung des Nasenhöhlenepithels, ausgekleidet (Palmer et al., 2012).

Zu den Nasennebenhöhlen zählen der Sinus frontalis, der Sinus ethmoidalis, der Sinus maxillaris und der Sinus sphenoidalis (Vaid und Vaid, 2015).

Die Stirnhöhle ist paarig angelegt und befindet sich im Os frontale. Die kaudale Grenze bildet das Orbitadach, die dorsale Begrenzung die vordere Schädelbasis. Die Stirnanteile, die oberhalb der Orbita liegen, formieren die anteriore Wand. Der Sinus frontalis wird durch das Septum interfrontale in eine rechte und linke Kammer gegliedert, die unterschiedlich groß sein können (Boenninghaus und Lenarz, 2005).

Die pyramidenförmige Kieferhöhle befindet sich im Corpus maxillae. Medial wird der Sinus maxillaris von der seitlichen Wand der Cavitas nasi begrenzt. Dort ist auch das Ostium der Kieferhöhle, das im Infundibulum ethmoidale endet, zu finden. Das Dach, durch das der N. infraorbitalis entlang zieht, wird vom Orbitaboden und die inferiore Grenze vom Processus alveolaris der Maxilla gebildet. In der anterioren Wand befindet sich das Foramen infraorbitale. Die dorsale Begrenzung bildet die Fossa pterygopalatina (Boenninghaus und Lenarz, 2005; Vaid und Vaid, 2015). Der Sinus maxillaris wird aufgrund der superioren Lokalisation des Ostiums innerhalb der medialen Kieferhöhlenwand schlecht drainiert und ist außerdem durch die Verbindung, die zwischen der Kieferhöhle und den Oberkiefermolaren bestehen kann, anfälliger gegenüber Infektionen (Palmer et al., 2012).

Der Sinus ethmoidalis besteht aus ungefähr acht bis zehn Cellulae ethmoidales, die anterior superior an den Sinus frontalis reichen. Das Dach des Sinus ethmoidalis wird von der

Schädelbasis und die laterale Wand, die als Lamina papyracea bezeichnet wird, von der Orbita gebildet. Medial der Siebbeinzellen liegt die seitliche Wand der Cavitas nasi, dorsal der Sinus sphenoidalis und kaudal der Sinus maxillaris (Boenninghaus und Lenarz, 2005). Eine besonders große, vordere Siebbeinzelle ist die Bulla ethmoidalis, die in den Meatus nasi medius ragt und die Concha nasalis media in die Richtung des Nasenseptums schieben kann. Die Bulla ethmoidalis stellt eine wichtige Orientierungshilfe in der endoskopischen Nasennebenhöhlenchirurgie dar (Chong et al., 1998; Boenninghaus und Lenarz, 2005; Vaid und Vaid, 2015).

Die Keilbeinhöhle ist im Os sphenoidale lokalisiert und wird ebenfalls durch ein Septum in eine unterschiedlich große rechte und linke Kammer untergliedert. Kaudal grenzt der Sinus sphenoidalis an die Choanen und den Rachen, kranial an die Sella turcica und an die vordere sowie mittlere Schädelgrube. Die anteriore Wand des Sinus sphenoidalis enthält das Ostium, das in die Concha nasalis superior übergeht. Dorsal liegt die hintere Schädelgrube. Lateral des Sinus sphenoidalis sind die A. carotis interna, der Canalis opticus und der Sinus cavernosus lokalisiert (Boenninghaus und Lenarz, 2005).

Die ostiomeatale Einheit ist ein Abflussgebiet in der lateralen Wand der Cavitas nasi und stellt die Verbindung zwischen Nasenhaupthöhle und Nasennebenhöhlensystem dar. Sie wird von dem Ostium des Sinus maxillaris, dem Meatus nasi medius, dem Infundibulum ethmoidale, der Bulla ethmoidalis, dem Processus uncinatus und dem Hiatus semilunaris gebildet (Chong et al., 1998; Probst et al., 2008; Vaid und Vaid, 2015). Über die ostiomeatale Einheit fließen der Sinus frontalis, der Sinus ethmoidalis und der Sinus maxillaris ab (Palmer et al., 2012).

2.2 Histologie der Nase und Nasennebenhöhlen

In der Nase sind drei verschiedene Epithelien vorzufinden, die zusammen mit einer Bindegewebsschicht, der sogenannten Lamina propria und einer darunter liegenden Muskelschicht, der Lamina muscularis mucosae, die nasale Mukosa bilden. Zu den drei Hauptaufgaben der nasalen Schleimhaut zählen die Befeuchtung, die Reinigung und die Temperaturkonditionierung der einströmenden Atemluft.

Die Region des Vestibulums ist mit einem teilweise keratinisierten Plattenepithel, das Vibrissen aufweist, ausgekleidet.

Der größte Anteil der Nasen- und Nasennebenhöhle besteht aus einem mehrreihigen hochprismatischen Epithel, das mit Kinozilien und Becherzellen ausgestattet ist. Unter diesem sogenannten respiratorischen Epithel befindet sich die Lamina propria, die sowohl seröse als auch muköse Drüsen enthält. Diese Drüsen sind für die Produktion von Mukus, Amylase und Lysozym verantwortlich. Des Weiteren sind in der Lamina propria neben verschiedenen Zellen wie Lymphozyten, Plasmazellen, Makrophagen und Granulozyten, auch Blutgefäße,

umgeben von glatten Muskelzellen, vorzufinden, die für die Erwärmung der Atemluft sorgen (Witt, 2020).

Die Lokalisation eines dritten Epithels, das in der Nase vorzufinden ist, das sogenannte olfaktorische Epithel, ist interindividuell unterschiedlich. Das Riechepithel ist ebenfalls mehrreihig und hochprismatisch und am häufigsten unterhalb der oberen Muschel, im gegenüberliegenden oberen Septumbereich, im Bereich der Lamina cribrosa und am Dach der mittleren Muschel zu finden (Leopold et al., 2000; Lane et al., 2002; Pinto, 2011; Witt, 2020).

Das olfaktorische Epithel besteht aus vier verschiedenen Zelltypen:

1. Basalzellen
2. Riechsinneszellen (Olfactory receptor neurons - ORN)
3. Mikrovillizellen
4. Stützzellen

Die Basalzellen dienen als Ausgangszellen für zwei verschiedene Zelllinien. Zum einen differenzieren neuronale Zellen, wie die Riechsinneszellen und eventuell Mikrovillizellen, aus den Basalzellen und zum anderen eine epitheliale Zelllinie, aus der die Stützzellen hervorgehen. Bei den Basalzellen lassen sich zwei Typen unterscheiden, die für die hochproliferative Natur des Riechepithels verantwortlich sind: die kontinuierlich aktiven, kugeligen Basalzellen (globose basal cells, GBC) und weniger aktive, horizontale Basalzellen (horizontal basal cells, HBC), die die Differenzierung beider Zelllinien nur nach Gewebeschädigung initiieren (Witt, 2020).

Riechsinneszellen sind bipolare, neuroepitheliale Rezeptorzellen, deren apikale Dendriten sich an der Epitheloberfläche befinden. Das verdickte Ende dieser Dendriten enthält sensorische, unbewegliche, in den Mukus reichende Zilien. In der Zellmembran dieser Zilien befinden sich Chaperone, sogenannte „odorant-binding proteins“ (OBP), die den Transport des Duftstoffes zum dazugehörigen Rezeptor beschleunigen.

Am anderen Ende der Riechsinneszellen befindet sich ein Axon, das für die Weiterleitung des Aktionspotenzials in den Bulbus olfactorius verantwortlich ist. Die Axone aller Riechsinneszellen laufen in der Basalmembran zusammen (Holbrook und Leopold, 2006; Pinto, 2011; Daramola und Chandra, 2018; Witt, 2020).

Stützzellen befinden sich am apikalen Ende der Riechsinneszellen, wo sie Tight junctions miteinander bilden. Diese Zellen enthalten verschiedene Enzyme der Cytochrom P450 Oxidoreduktase. Die Enzyme haben eine detoxifizierende Funktion und sind an der metabolischen Transformation der Duftstoffe beteiligt. Außerdem können die Zellen phagozytotisch wirksam werden und das Gehirn vor eingeatmeten Chemikalien schützen (Heimes und Witt, 2020; Witt, 2020). Stützzellen enthalten Mikrovilli, die in den Mukus reichen und ein Transportprotein, das sogenannte Megalin. Dieses Protein ermöglicht die

Internalisierung von Komplexen bestehend aus Geruchsrezeptorproteinen und deren Duftstoffen. Durch die Komplexbildung entfernt das Megalin die Duftstoffe von ihren Bindestellen und verhindert so eine Adaptation (Heimes und Witt, 2020; Witt, 2020).

Die letzte Zellart des olfaktorischen Epithels sind die Mikrovillizellen. Hierbei handelt es sich genau wie bei den Riechsinneszellen um neuroepitheliale Zellen, die durch einen Vorsprung, der einem Axon ähnelt, den Bulbus olfactorius erreichen. Die Mikrovilli dieser Zellen reichen in den Mukus und enthalten die Acetylcholinesterase und einen vesikulären Acetylcholintransporter (Heimes und Witt, 2020; Witt, 2020).

Auch unterhalb des olfaktorischen Epithels befindet sich eine Lamina propria, die aus Zellen, Blutkapillaren, den Fila olfactoria und Drüsen besteht. Zu den Zellen zählen neben den Bindegewebszellen, Zellen des Immunsystems und mesenchymalen Stammzellen, auch sogenannte olfaktorische Ensheathing Cells (OEC). Die OEC sind schwanzzellartige Gliazellen, die die Riechsinneszellen auf dem Weg zum Bulbus olfactorius umgeben und an deren Regeneration beteiligt sind (Heimes und Witt, 2020; Witt, 2020). Bei den Drüsen in der Lamina propria handelt es sich um die Bowman-Spüldrüsen, deren Ausführungsgänge durch das Epithel an die Oberfläche gelangen. Zusammen mit den Becher- und Stützzellen sind diese Drüsen verantwortlich für die Produktion des Mukus (Holbrook und Leopold, 2006; Witt, 2020).

2.3 Der Geruchssinn

Das Einatmen eines Duftstoffes ist der Start unserer Geruchswahrnehmung. Um zur Riechrinne zu gelangen, kann der Duftstoff zwei mögliche Verläufe nehmen: den direkten orthonasalen Weg durch die Nasenlöcher oder die retronasale Geruchswahrnehmung durch die Choanen (Daramola und Chandra, 2018).

Bei der orthonasalen Geruchswahrnehmung entsteht durch das Einatmen des Duftstoffes eine turbulente Luftströmung, wodurch der Duftstoff zu den Regionen in der Nase transportiert wird, in denen sich das olfaktorische Epithel befindet (Pinto, 2011).

Im olfaktorischen Epithel bindet der Duftstoff an Geruchsrezeptoren der Riechsinneszellen. Bis heute konnten bei Wirbeltieren fünf verschiedene Familien von Geruchsrezeptoren nachgewiesen werden, von denen vier auch beim Menschen beschrieben wurden. Dazu zählen: allgemeine Geruchsrezeptoren, sogenannte „odorant receptors“ (OR), vomeronasale Rezeptoren vom Typ 1 und Typ 2 und Rezeptoren für Spurenamine, sogenannte „trace amine-associated receptors“ (TAAR). Ein Duftstoff bindet in der Regel an mehrere Rezeptoren und wird daher durch eine kombinierte Aktivierung mehrerer Rezeptoren zugeordnet. Da die Geruchsrezeptoren G-Protein gekoppelt sind, führt die Bindung des Duftstoffes zur Aktivierung eines olfaktorischen G-Proteins (G_{olf}) (Manzini et al., 2014; Heimes und Witt, 2020). Diese Bindung und auch der Transport der Duftstoffe durch den Mukus zu den Zilien,

die aufgrund des fehlenden Dyneins unbeweglich sind, wird durch die Duftstoff-Bindeproteine (OBP, odorant-binding proteins), die sich in der mukösen Schleimschicht befinden, erleichtert (Doty und Mishra, 2001; Pinto, 2011; Daramola und Chandra, 2018). Durch das G-Protein wird die Adenylatzyklase III aktiviert, wodurch wiederum zyklisches Adenosynmonophosphat (cAMP) hergestellt wird. cAMP ist verantwortlich für die Öffnung nicht-selektiver CNG („cyclic nucleotide-gated“)-Kanäle. Na⁺- und Ca²⁺- Ionen aus der Mukusschicht gelangen nun durch die Kanäle in das Innere der Zilien. Hieraus resultiert die Depolarisation der Riechsinneszelle. Durch den Ca²⁺-Einstrom werden außerdem Chloridkanäle geöffnet, die den Ausstrom von Cl⁻-Ionen ermöglichen, wodurch es zu einer verstärkten Signalweiterleitung kommt.

Zusätzlich zu den Geruchsrezeptoren finden sich auf den olfaktorischen Sinneszellen noch Cannabinoid-, purinerge, adrenerge und cholinerge Rezeptoren, die bereits auf der Ebene des olfaktorischen Epithels modulierend auf die Geruchsantwort einwirken (Manzini et al., 2014).

Die Axone am anderen Ende der Riechsinneszellen formatieren sich zu großen Bündeln, den Fila olfactoria. Sie laufen zusammen mit den olfaktorischen Ensheathing cells durch Foramina in der Lamina cribrosa und leiten das generierte Aktionspotential so als N. olfactorius in den Bulbus olfactorius weiter (Holbrook und Leopold, 2006; Pinto, 2011; Daramola und Chandra, 2018; Witt, 2020). Neben dem ersten Hirnnerv, der für Geruchsempfindungen verantwortlich ist, finden sich im olfaktorischen Neuroepithelium zusätzlich freie Nervenenden des fünften Hirnnervs, dem N. trigeminus, die für somatosensorische Empfindungen in Verbindung mit dem Geruchssinn sorgen. Zu diesen Empfindungen zählen zum Beispiel das Brennen, das durch Ammoniakdämpfe oder verschiedene Säuren ausgelöst wird oder auch die Kühle, die man beim Einatmen von Menthol wahrnimmt (Doty und Mishra, 2001).

Der Bulbus olfactorius ist eine bilaterale Struktur, die sich oberhalb der Lamina cribrosa und unterhalb des Sulcus olfactorius befindet (Witt, 2020). Der Riechkolben besteht von außen nach innen aus 6 verschiedenen Schichten:

1. Riechnervschicht, die von den Fila olfactoria gebildet wird
2. glomeruläre Schicht
3. externe plexiforme Schicht
4. Mitralzellschicht
5. interne plexiforme Schicht
6. Granularzellschicht (Doty und Mishra, 2001)

In den Glomeruli der glomerulären Schicht werden Synapsen zwischen den Axonen der Riechsinneszellen und den nachgeschalteten Projektionsneuronen, den Mitralzellen, geformt. Hierbei laufen alle Axone der Sinneszellen, die den gleichen Geruchsrezeptortyp aufweisen, in gemeinsame Glomeruli. Aufgrund dessen, dass ein Duftstoff mehrere Glomeruli aktivieren

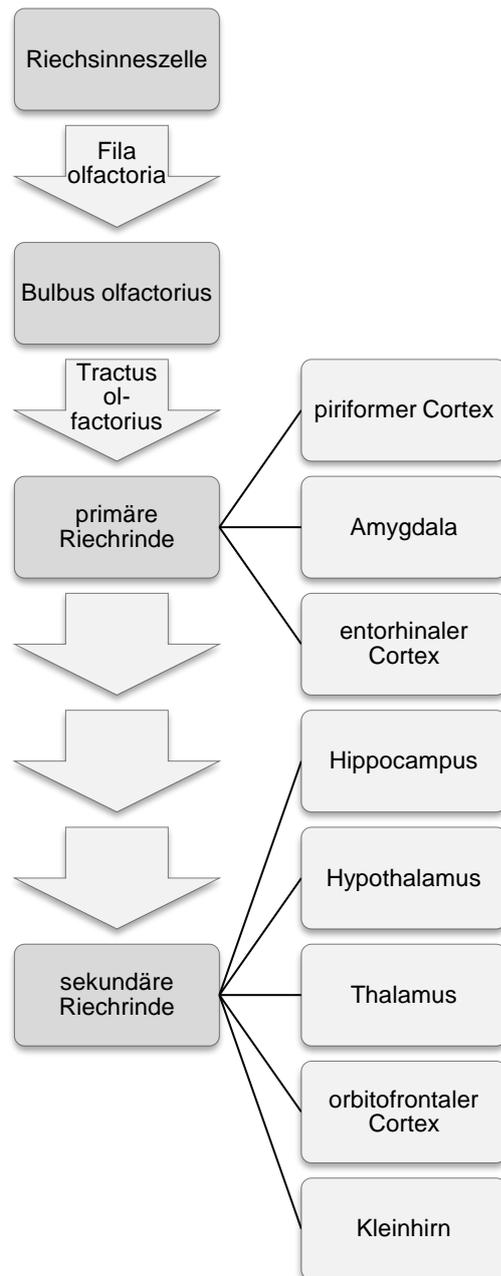
kann und auch ein Glomerulus von mehreren Duftstoffen aktiviert wird, sind für die Entstehung eines Geruchs verschiedene Aktivitätsmuster verantwortlich, die durch das Riechsystem räumlich und zeitlich kodiert werden müssen.

Auch auf der Ebene des Bulbus olfactorius findet eine Modulation der Riechinformation statt. Körnerzellen, periglomeruläre Zellen und lokal hemmende GABA-erge und dopaminerge Interneurone filtern die Riechinformation und üben so einen kontrastverschärfenden Effekt aus (Manzini et al., 2014; Heimes und Witt, 2020).

Vom Bulbus olfactorius wird die Riechinformation über den Tractus olfactorius hauptsächlich ipsilateral zur primären Riechrinde weitergeleitet. Hierbei findet keine Verschaltung der Information im Thalamus statt. Der Tractus olfactorius wird von den Axonen der Mitralzellen gebildet und verläuft im Sulcus olfactorius, der zwischen dem Gyrus rectus und dem medialen orbitalen Gyrus liegt (Manzini et al., 2014).

Zur primären Riechrinde, die direkte Afferenzen vom Bulbus olfactorius empfängt, zählen: der Cortex piriformis, die Amygdala, der entorhinale Cortex und das Tuberculum olfactorium. Hier wird die chemische Riechinformation durch periphere Verbindungen zu den sekundären Riechzentren mit Erfahrungen, Bewertungen und Emotionen assoziiert. Dadurch können wichtige Funktionen, wie die Überwachung der Nahrungsaufnahme, das Geruchsgedächtnis und der Hormonhaushalt, reguliert werden (Manzini et al., 2014; Heimes und Witt, 2020). Sekundäre Geruchszentren sind der Hippocampus, der Hypothalamus, der Thalamus, der orbitofrontale Cortex und das Kleinhirn (Patel und Pinto, 2014). Die verschiedenen Geruchszentren haben bei der Geruchswahrnehmung unterschiedliche assoziative Aufgaben. So wird die Amygdala mit Emotionen, das Tuberculum olfactorium mit Motivation, der entorhinale Cortex und der Hippocampus mit dem Gedächtnis und der orbitofrontale Cortex mit der Entscheidungsfindung, Diskriminierung und Erinnerung in Verbindung gebracht (Heimes und Witt, 2020).

Abbildung 1 Riechbahn – eigene Darstellung nach Manzini et al., Patel und Pinto und Heimes und Witt (Manzini et al., 2014; Patel und Pinto, 2014; Heimes und Witt, 2020)



Bei der retronasalen Geruchswahrnehmung gelangen die Duftstoffe während der Expiration durch die Mundhöhle, den Oropharynx und die Choanen zum olfaktorischen Epithel. Von dort findet die Signalweiterleitung zum Bulbus olfactorius und den Geruchszentren statt. Es wird angenommen, dass der retronasale Weg einen wichtigen Anteil an der Geschmackswahrnehmung hat (Pinto, 2011; Nishijima et al., 2018; Witt, 2020).

2.4 Chronisch polypöse Rhinosinusitis (CRSwNP)

2.4.1 Definition und Klassifikation

Die Rhinosinusitis ist definiert als eine entzündliche Erkrankung der Nase und der Nasennebenhöhlen, für die das Vorhandensein von nasaler Obstruktion oder nasalem Sekret charakteristisch sind. Zusätzlich zu einem der genannten Symptome muss mindestens ein Weiteres der folgenden Symptome vorliegen:

- Gesichtsschmerz oder -druck
- Hyposmie oder Anosmie
- endoskopische Befunde wie:
 - o Nasenpolypen
 - o mukopurulenten Sekret
 - o Ödeme
- computertomographische Auffälligkeiten wie:
 - o veränderte Mukosa des ostiomeatalen Komplexes und / oder der Nasennebenhöhlen.

Kommt es zu einer vollständigen Heilung der Symptome innerhalb von zwölf Wochen, spricht man von einer akuten Rhinosinusitis.

Beträgt die Krankheitsdauer mehr als 12 Wochen, handelt es sich um eine chronische Rhinosinusitis (Philpott et al., 2014; Buckley und Carrie, 2018).

Darüber hinaus lässt sich die chronische Rhinosinusitis einteilen in eine chronisch lokalisierte, chronisch generalisierte, in eine systemische oder sonstige Form.

Als chronisch lokalisierte Rhinosinusitis bezeichnet man das Vorkommen einer CRS in lediglich einer Nasennebenhöhle, ohne dass die Nasenhaupthöhle oder weitere Nasennebenhöhlen betroffen sind. Hierzu zählen die dentogene Rhinosinusitis maxillaris, die Muko- oder Pyozele, der Choanalpolyp, die isolierte nicht invasive Mykose, die invasive Pilzsinusitis und die lokalisierte Sinusitis bei Abweichungen der Anatomie, wie zum Beispiel bei einer Septumdeviation (Cuevas und Zahnert, 2015).

Die chronisch generalisierte Rhinosinusitis wird unterteilt in die chronisch nicht polypöse Rhinosinusitis (CRSsNP) und die chronisch polypöse Rhinosinusitis (CRSwNP), je nach endoskopischem Vor- oder Nichtvorhandensein von Nasenpolypen (Buckley und Carrie, 2018). Histologisch betrachtet kann die chronisch polypöse Rhinosinusitis weiter unterteilt werden in eine eosinophile (65-90% der Fälle) und neutrophile polypöse Form (Cuevas und Zahnert, 2015).

Zu den systemischen Rhinosinuitiden, die im Zusammenhang mit genetischen Erkrankungen auftreten, zählen die Mukoviszidose und die primäre ziliäre Dysfunktion, auch als Kartagener-Syndrom bezeichnet.

Sonstige Erkrankungen, in denen eine CRS vorzufinden ist, sind Syndrome wie das Young- oder Yellow-Nail-Syndrom, Immunsuppressionen oder Systemerkrankungen, wie Morbus Wegener oder der Sarkoidose (Cuevas und Zahnert, 2015).

2.4.2 Nasenpolypen

Nasenpolypen sind entzündliche Wucherungen sinunasaler Gewebe und können bei einer Vielzahl klinischer Erkrankungen, zum Beispiel bei der zystischen Fibrose, beobachtet werden. Häufig treten sie jedoch im Zusammenhang mit einer chronischen Rhinosinusitis auf. Ungefähr 25-30% der Patienten mit einer chronischen Rhinosinusitis leiden zusätzlich an Nasenpolypen. Diese Wucherungen sind benigne und entstammen häufig dem Sinus ethmoidalis. Sie reichen oft bis unterhalb der mittleren Muschel, wodurch sie den Atemweg blockieren. Nasenpolypen sind typischerweise beidseits zu finden. Daher sollte bei isoliertem Auftreten von Nasenpolypen immer eine Neoplasie ausgeschlossen werden (Stevens et al., 2016).

Die Polypen können an unterschiedlichen Lokalisationen innerhalb der Nase entstehen. In einer Studie von Nishijima et al. konnte gezeigt werden, dass verschiedene Lokalisationen den olfaktorischen Luftstrom und auch das Riechvermögen unterschiedlich beeinträchtigen. Polypen innerhalb der olfaktorischen Region, in der präolfaktorischen Region und im Bereich des oberen Nasengangs verringern beispielsweise stark den olfaktorischen Luftstrom und das Riechvermögen. Demzufolge kann eine Entfernung der Nasenpolypen in der anterioren olfaktorischen Region und im Bereich des Meatus nasi superior mittels endoskopischer Nasenoperation schnell zu einem verbesserten Riechvermögen führen (Nishijima et al., 2018).

2.4.3 Pathogenese

Die Riechstörung bei Patienten mit CRSwNP ist multifaktorieller Herkunft (Banglawala et al., 2014).

Es gibt zwei Mechanismen, die für den Verlust des Geruchssinns bei chronisch polypöser Rhinosinusitis verantwortlich sind. Zum einen verhindert die nasale Obstruktion durch das polypöse Gewebe den Weitertransport des Duftstoffes zu den sensorischen Rezeptorzellen und damit die Geruchswahrnehmung und zum anderen beeinflusst die erhöhte Menge an Entzündungsmediatoren direkt oder indirekt die Struktur und Funktion des olfaktorischen Neuroepitheliums. Hierdurch kommt es zu einer erhöhten lokalisierten Entzündungsreaktion, durch welche es dann zur Schädigung der bipolaren Neurone und einer Veränderung der Neurogenese kommt, die dann wiederum zum Verlust des Geruchssinns führt. Auch zusätzliche Faktoren wie Nikotin, Asthma, das Alter, bereits erfolgte endonasale,

endoskopische Eingriffe oder das Vorhandensein einer allergischen Rhinitis können den Geruchssinn beeinträchtigen (Castillo-Bustamante et al., 2019).

Die für die chronische Entzündung zugrunde liegenden Mechanismen sind noch nicht vollständig geklärt, sodass es verschiedene Hypothesen zu deren Entstehung gibt (Philpott et al., 2014; Stevens et al., 2016):

Eine der Ursachen für das Zustandekommen der chronischen Inflammation bei der CRSwNP ist die erhöhte Permeabilität innerhalb des Epithels, die aus einer verminderten Barrierefunktion der Tight Junctions, verursacht durch erhöhte Konzentrationen von bestimmten Typ II Zytokinen, wie IL-4, IL-13 oder Oncostatin M, resultiert. Diese erhöhte Permeabilität führt dann wiederum zum Einstrom körperfremder Antigene in die Submukosa, die der Auslöser für die Entzündungsreaktionen sind (Hulse et al., 2015; Stevens et al., 2016). Auch Krankheitserreger, wie *Pseudomonas aeruginosa* oder *Staphylococcus aureus* führen zu Schäden am Epithel (Stevens et al., 2016). Außerdem begünstigen die Exotoxine von *Staphylococcus aureus*, die als Superantigene wirken, die Entstehung von Nasenpolypen, indem sie die Aktivität verschiedener T-Zellen, eosinophiler Granulozyten und Mastzellen beeinflussen sowie Gewebeschäden und einen Gewebeumbau verursachen (Philpott et al., 2014). Allerdings sind *Staphylococcus Superantigene* eher als krankheitsmodifizierende Faktoren anzusehen, da nur 63% der CRSwNP-Patienten eine *Staphylococcus aureus* Kolonisation aufweisen (Philpott et al., 2014; Stevens et al., 2016).

Zusätzlich begünstigen die Epithelschäden die Bildung von Biofilmen, die auch zur Formation der chronischen Entzündung beitragen können (Philpott et al., 2014).

Eine weitere Ursache der CRSwNP stellt die übermäßige Schleimproduktion und die gestörte muköse Clearance von Antigenen dar. Durch den übermäßigen Schleim ist der Abtransport von Antigenen und Debris für die Zilien erschwert und es kommt zu einer Ansammlung körperfremder Antigene im Atemwegslumen, die ebenfalls zu einer entzündlichen Reaktion führen kann (Hulse et al., 2015).

Neben den Veränderungen im Epithel, sind bei Patienten mit chronisch polypöser Rhinosinusitis veränderte Zyto- und Chemokinlevel vorzufinden.

Eine große Anzahl an Chemokinen, die für die Mobilisierung der wichtigsten Effektorzellen des Immunsystems wichtig sind, sowie auch verschiedene Zytokine, liegen bei Patienten mit CRSwNP in erhöhten Konzentrationen vor. Vor allem die Chemokine Eotaxin 1, 2 und 3 und auch das Zytokin IL-5, sind verantwortlich für die Rekrutierung der eosinophilen Granulozyten, die in gesteigerter Anzahl wiederum die in chronisch polypöser Rhinosinusitis vorkommende Typ-II Inflammation auslösen. Zusätzlich produzieren die eosinophilen Granulozyten

kationische Proteine, die zu einer Schädigung des Epithels führen (Hulse et al., 2015; Stevens et al., 2016; Koennecke et al., 2018).

Ebenfalls an der Entstehung der CRSwNP beteiligt sind zelluläre Veränderungen im angeborenen und adaptiven Immunsystem. Zum Beispiel liegen die T-Zellen in Nasenpolypen in erhöhten Konzentrationen vor. Diese sind im aktivierten Zustand verantwortlich für die B-Zell-Aktivierung und die Produktion proinflammatorischer Zytokine und somit maßgeblich für die Entzündungsreaktion verantwortlich (Hulse et al., 2015; Stevens et al., 2016).

2.4.4 Komorbiditäten

Die CRS tritt häufig in Kombination mit anderen Erkrankungen, wie Asthma oder einer ASS-Intoleranz, auf.

Etwa 48 % der CRSwNP-Patienten leiden zusätzlich an Asthma, das einen negativen Einfluss auf die Krankheitsschwere hat, da sowohl die Entzündungsreaktion, als auch die Nasenpolypen bei Patienten stärker ausgeprägt sind (Stevens et al., 2017).

Des Weiteren weisen ungefähr 50% der an CRSwNP erkrankten Patienten eine pseudoallergische Acetylsalicylsäureintoleranz auf (Gudziol et al., 2017). Dieses Krankheitsbild wird als Exacerbated Respiratory Disease (AERD) bezeichnet und ist durch eine fehlerhafte Regulation des Arachidonsäurestoffwechsels gekennzeichnet (Philpott et al., 2014). Die betroffenen Patienten entwickeln eine pseudoallergische Reaktion nach der Einnahme von Medikamenten, die die Cyclooxygenase hemmen (Hulse et al., 2015).

Das gleichzeitige Vorkommen von Asthma, einer Acetylsalicylsäureintoleranz und CRSwNP wird als Samter-Trias oder Morbus Widal bezeichnet. Die Wahrscheinlichkeit von den drei Krankheitsbildern gleichzeitig betroffen zu sein, steigt ab 40 Jahren mit zunehmendem Alter an (Philpott et al., 2014; Cuevas und Zahnert, 2015). Außerdem weisen Patienten, die an den Samter-Trias erkrankt sind, häufiger Rezidive auf (Cuevas und Zahnert, 2015; Calus et al., 2019).

2.4.5 Diagnostik

Damit die Diagnose CRSwNP gestellt werden kann, ist das gleichzeitige Vorhandensein von klinischen Symptomen einer CRS und objektiven Befunden notwendig. Die klinischen Symptome einer CRS sind im Kapitel 2.4.1 beschrieben. Zu den objektiven Befunden, die durch eine endoskopische Untersuchung oder durch bildgebende Verfahren erhoben werden, zählen das Vorhandensein von Nasenpolypen oder eitrigem Sekret im mittleren Meatus oder in der Region des Os ethmoidale (Banglawala et al., 2014; Kim et al., 2020).

Der wichtigste Aspekt der klinischen Diagnostik ist dennoch die Anamnese. Hier wird das Vorhandensein der für die CRSwNP typischen Symptome (nasale Obstruktion oder nasales

Sekret, Gesichtsschmerz- oder Druck, Hyposmie oder Anosmie) beurteilt. Zusätzlich sollten Schweregrad und Dauer der Symptomatik sowie das Vorliegen der Samter-Trias geprüft werden (Cuevas und Zahnert, 2015).

Außerdem gibt die Anamnese Aufschluss über den Leidensdruck, den die Riechstörung auf den betroffenen Patienten ausübt und hilft behandelnden Ärzten mögliche Differenzialdiagnosen auszuschließen, indem Anlässe erfragt werden, die der Riechstörung vorangegangen sind. Dabei kann es sich zum Beispiel um einen Infekt der oberen Atemwege oder auch ein Schädel-Hirn-Trauma handeln (Schriever et al., 2014).

Zur Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität sollte nach einer momentanen Empfehlung von Fokkens et al. über einen längeren Zeitraum wiederholt der SNOT-22 Test erhoben werden (siehe 3.3.1.2). Zusätzlich sollten weitere anamnestische Informationen erfragt werden, die nicht innerhalb der SNOT-22 Befragung erfasst wurden. Dazu zählen Fragen zur Krankheitsdauer und Symptommfrequenz, zu eingenommenen Medikamenten und den möglichen Nebenwirkungen, zur Notwendigkeit eines operativen Eingriffes sowie zur Auswirkung, die die Krankheit auf den Patientenalltag hat. Zusätzlich sollte auch die Patientencompliance bewertet werden (Fokkens et al., 2020).

Zur Sicherung der Diagnose wird die Nasenendoskopie durchgeführt und bleibt nach wie vor ein essentieller Teil der rhinologischen Untersuchung bei CRS. In den endoskopischen Befunden werden das Nasenseptum, die Nasenmuscheln und die Schleimhäute beurteilt sowie das Vorkommen von Nasenpolypen oder Sekretstraßen erfasst. Außerdem spielt die endoskopische Untersuchung eine wichtige Rolle bei der Erkennung von Rezidivpatienten (Cuevas und Zahnert, 2015; Fokkens et al., 2020).

In einer Studie von Kim et al. konnte gezeigt werden, dass die endoskopische Untersuchung mit einer sehr hohen Zuverlässigkeit eine CRS diagnostizieren kann. Ein zusätzliches CT zur Bestätigung der Diagnose ist oft nicht notwendig, sodass eine unnötige Kosten- und Strahlenbelastung des Patienten vermieden werden kann. Anders verhält es sich allerdings bei einer Nasenendoskopie ohne pathologische Befunde, da diese eine Sinuserkrankung nicht vollständig ausschließt. Daher sollte bei Patienten mit klinischen Symptomen, aber gleichzeitig endoskopisch unauffälligen Befund, ein CT zur Diagnosefindung herangezogen werden.

Die Studie konnte außerdem zeigen, dass die Endoskopie besonders kleine, lokalisierte Krankheitsregionen erfasst, die durch ein CT übersehen werden können. Außerdem lässt sich durch die endoskopische Untersuchung zusätzlich die zur Obstruktion führende Gewebeart bestimmen (Kim et al., 2020).

Auch bildgebende Verfahren sind weiterhin wichtig für die Diagnostik. Dabei stellt die Computertomographie nach wie vor den Goldstandard bei der radiologischen Diagnose rhinologischer Erkrankungen dar. Das CT ermöglicht eine Überprüfung der Nasennebenhöhlen auf verminderte Belüftungen, die sich durch Verschattungen äußern und kann zudem Aufschluss über anatomische Gegebenheiten geben, die während der Operation zu Schwierigkeiten führen könnten (Cuevas und Zahnert, 2015; Fokkens et al., 2020). Im CT wird zur Beurteilung der sinunasalen Entzündung am häufigsten der Lund-Mackay-Score (LMS) angewandt. Beim LMS gibt es eine maximal erreichbare Punktzahl von entweder 12 Punkten pro Gesichtshälfte oder 24 Punkten bezogen auf beide Seiten. Ein Ergebnis von 2 Punkten oder weniger hat einen hervorragenden negativen Vorhersagewert, währenddessen Ergebnisse von 5 Punkten oder mehr ein starker Prädiktor für das Vorhandensein einer CRS sind (Fokkens et al., 2020).

Zusätzlich zur Anamnese, der endoskopischen Untersuchung und dem CT, ist der Riechtest zur Diagnosestellung vor einem operativen Eingriff erforderlich (Cuevas und Zahnert, 2015). Da viele Patienten mit CRS sich ihrer Riechstörung nicht bewusst sind oder die Schwere nicht richtig einschätzen können, ist die Testung des Riechvermögens mittels „Sniffin’Sticks“ (siehe 3.3.3) für die Objektivierung von besonderer Bedeutung (Kim et al., 2020).

Zur Bewertung der nasalen Durchgängigkeit, kann zusätzlich der inspiratorische nasale Spitzenfluss (peak nasal inspiratory flow, PNIF), die Rhinomanometrie oder die akustische Rhinometrie durchgeführt werden.

Auch histopathologische Untersuchungen zur Endotypisierung der entzündlichen Erkrankung und mikrobiologische Sequenztestungen werden immer häufiger durchgeführt. Durch die Histopathologie ist es möglich, die Anzahl der eosinophilen Granulozyten zu bestimmen, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Prognose und die Schwere des Krankheitsverlaufs haben. Die Sequenzierung von DNA und RNA wird vor allem verwendet, um einen besseren Einblick in die Pathophysiologie der CRS zu erlangen (Fokkens et al., 2020).

2.4.6 Therapie

Der Verlust des Geruchssinns gehört zu den häufigsten Symptomen der CRS. Dabei konnte ein Zusammenhang zwischen der Krankheitsschwere bzw. der Schwere der entzündlichen Aktivität der CRS und der Ausprägung der Riechstörung festgestellt werden. Vor allem Patienten, die an einer CRS mit Nasenpolypen leiden, weisen ausgeprägte Störungen des Geruchssinns auf (Hähner et al., 2014).

Da der Riechverlust bei der CRSwNP einerseits durch eine Entzündung und andererseits durch die Riechrinnenobstruktion verursacht wird, reicht eine polypentfernende Operation

bei den meisten Patienten nicht aus, um den Geruchssinn wiederzuerlangen. Viele Patienten benötigen gleichzeitig eine anti-entzündliche Therapie (Fokkens et al., 2020). Es konnte herausgefunden werden, dass sich die entzündliche Veränderung der Nasenschleimhaut scheinbar stärker auf die Schwere der Riechstörung auswirkt als die nasale Obstruktion. Dies äußert sich auch dadurch, dass die anti-entzündliche Therapie zu einer Verbesserung des Riechvermögens führt, währenddessen die chirurgische Entfernung der Polypen zwar für eine bessere Ventilation sorgt, aber das Riechvermögen nicht wesentlich beeinflusst (Hähner et al., 2014). Nach einer Untersuchung von Pade und Hummel wurde gezeigt, dass von 206 Patienten, die sich einer Nasennebenhöhlenoperation unterzogen haben, nur bei 23% ein verbessertes Riechvermögen festgestellt werden konnte. Bei 68% blieb die Riechfunktion ohne Veränderung und bei 9% der Patienten verschlechterte sich der Geruchssinn sogar (Pade und Hummel, 2008).

Bisher ist die Kortikosteroidgabe daher immer noch das Mittel der Wahl für die Therapie von Riechstörungen (Kim et al., 2017). Es wird angenommen, dass die Kortikosteroide anti-inflammatorisch wirken, indem sie die Migration der weißen Blutzellen verhindern, Entzündungsmediatoren und Antikörper herstellen und die Histaminfreisetzung induzieren (Kim et al., 2017; Buckley und Carrie, 2018).

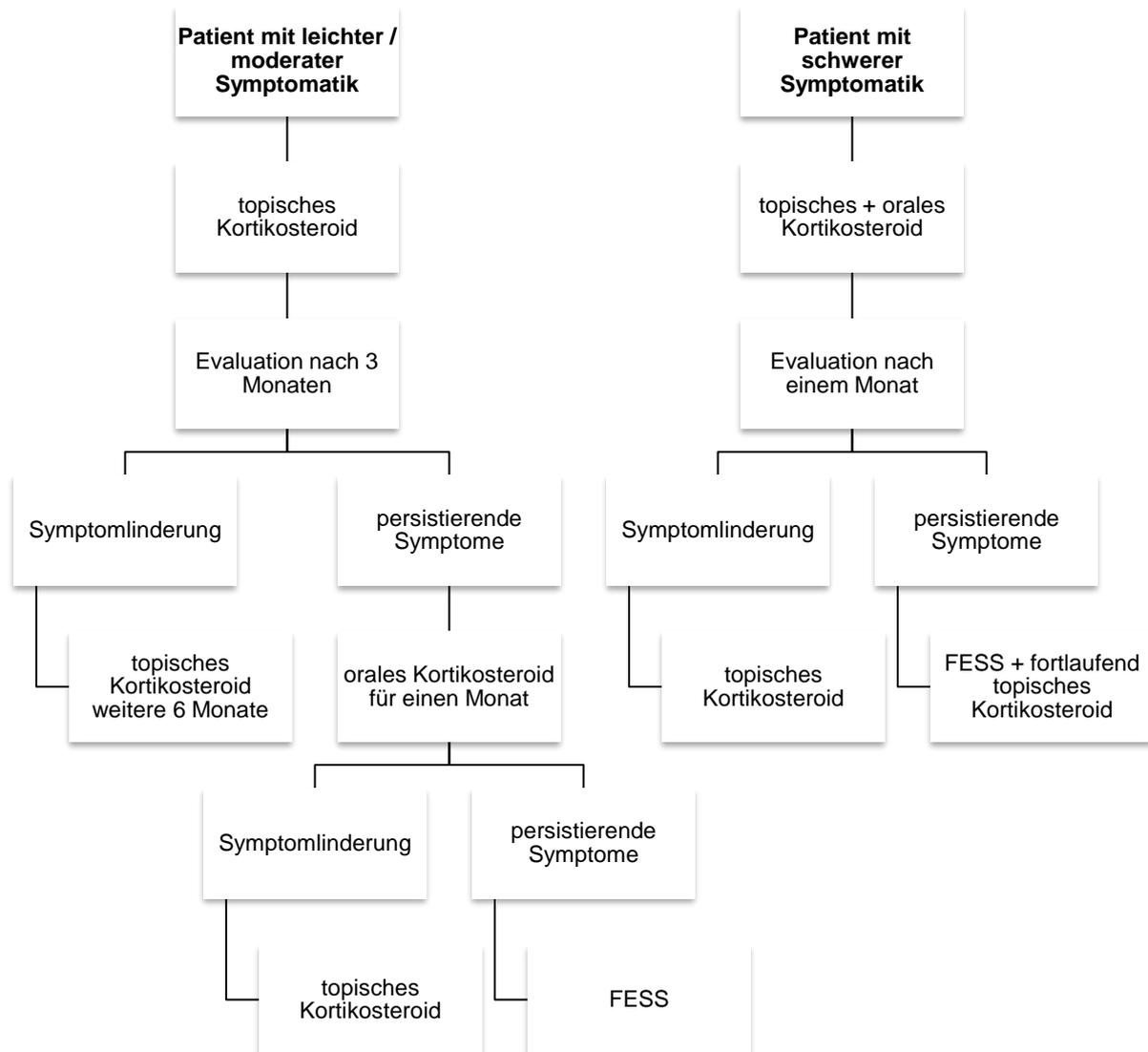
Untersuchungen ergaben, dass der Zeitpunkt der Behandlung ebenfalls eine wichtige Rolle für die Wiederherstellung des Geruchssinns spielt, da eine frühzeitige Therapie das Ausmaß an Entzündungen und geschädigtem Gewebe reduzieren und eine Heilung des Gewebes erleichtern können. Zusätzlich wurde herausgefunden, dass die systemisch applizierten Kortikosteroide gegenüber den topisch applizierten zu besseren therapeutischen Ergebnissen führten (Kim et al., 2017).

Die Therapie bei Patienten mit CRSwNP richtet sich nach der Symptomstärke: Patienten mit leichten und moderaten Symptomen werden zunächst mit einem intranasalen Kortikosteroid behandelt. Kommt es nach drei Monaten zu einer Linderung der Symptome, sollte die Kortikosteroidgabe für weitere sechs Monate erfolgen und danach eine erneute Kontrolluntersuchung stattfinden. Ist nach drei Monaten keine Verbesserung festzustellen, wird der Patient für einen Monat mit oralen Kortikosteroiden behandelt. Wenn auch diese Behandlung wirkungslos bleibt, sollte ein operativer Eingriff mittels funktioneller, endoskopischer Nasennebenhöhlenchirurgie (Functional, Endoscopic Sinus Surgery, FESS) erfolgen. Tritt allerdings nach der oralen Kortikosteroidgabe eine Symptomverbesserung ein, werden wieder topische Kortikosteroidtropfen verabreicht (Meltzer und Hamilos, 2011; Cuevas und Zahnert, 2015).

CRSwNP-Patienten mit schweren Symptomen werden für einen Monat gleichzeitig mit oralen und topischen Kortikosteroiden behandelt. Schlägt die Therapie an, werden nur noch topische

Kortikosteroide allein verabreicht. Ist keine Symptomverbesserung erkennbar, wird auch bei diesen Patienten ein operativer Eingriff empfohlen. Nach der chirurgischen Polypentfernung erfolgt eine fortlaufende Therapie mit intranasalen Kortikosteroiden (Meltzer und Hamilos, 2011)

Abbildung 2 Therapie der CRSwNP eigene Darstellung nach Meltzer und Hamilos und Cuevas und Zahnert (Meltzer und Hamilos, 2011; Cuevas und Zahnert, 2015).



Die chronische Entzündung der Nasennebenhöhlen ist die häufigste Ursache für die Durchführung der funktionellen, endoskopischen Sinuschirurgie (Palmer et al., 2012; Cuevas und Zahnert, 2015). Die FESS ist ein minimal-invasiver Eingriff, der die Sinusfunktion wiederherstellen und den Zugang für topische Kortikosteroide in der medikamentösen Therapie verbessern soll (Rudmik und Smith, 2012). Außerdem soll die Operation dazu dienen, die Belüftung der Nasennebenhöhlen und den mukoziliären Abfluss zu verbessern

sowie pathologisches Gewebe (Polypen) abzutragen. Dabei soll die gesunde Schleimhaut möglichst geschont werden (Cuevas und Zahnert, 2015).

Es gibt verschiedene Eingriffe, die durchgeführt werden können. Je nach Ausdehnung der chronischen Rhinosinusitis kann die FESS entweder ein- oder beidseits oder auch in Kombination mit anderen Eingriffen, wie einer Septum- oder Muschelplastik, erfolgen (Palmer et al., 2012).

Bei der grundlegenden endoskopischen Operationstechnik werden die anterioren Siebbeinzellen eröffnet. Hierbei ist es besonders wichtig, einen Vasokonstriktor sowie ein geeignetes Anästhetikum zu verwenden, um eine Blutung zu vermeiden, die die Sicht erschweren würde. Ohne Blutung kann der mittlere Nasengang und die mittlere Nasenmuschel visualisiert werden. Im Bereich der seitlichen Nasenwand in Höhe des vorderen Endes der mittleren Nasenmuschel liegt der Processus uncinatus, welcher zunächst entfernt werden muss, um die Bulla ethmoidalis und den Hiatus semilunaris freizulegen. Nach der Entfernung des Processus uncinatus erfolgt die Eröffnung der Cellulae ethmoidales anteriores, wodurch es zu einer verbesserten Belüftung kommt. Durch eine Antrostomie des mittleren Meatus, kann das Ostium maxillare erweitert werden, sofern eine Verengung vorliegt. Dieser minimalinvasive Eingriff ist häufig bereits ausreichend, um die Funktion der ostiomeatalen Einheit wiederherzustellen und so zu einer verbesserten Belüftung der Kiefer-, Siebbein- und Stirnhöhle beizutragen (Slack und Bates, 1998).

Sind auch die posterioren Siebbeinzellen und der Sinus sphenoidalis von der chronischen Rhinosinusitis betroffen, muss zunächst der vertikale Anteil der Bodenlamelle der mittleren Nasenmuschel entfernt werden, um Zugang zu den hinteren Siebbeinzellen zu erlangen. Eröffnet man die Cellulae ethmoidales posteriores weiter nach inferior und zur Mitte hin, erreicht man die Vorderwand der Keilbeinhöhle, die ebenfalls entfernt werden muss, um Zugang zum Sinus sphenoidalis zu erlangen. So kann auch in dieser Nasennebenhöhle pathologisches Gewebe entfernt werden. (McCAFFREY, 1993).

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Patienten

Die Studie untersucht Prädiktoren, die eine Verbesserung des Riechvermögens nach erfolgter Nasennebenhöhlenoperation vorhersagen können. Dazu wurden Verschattungen innerhalb der Nasennebenhöhlen und die Verschattung der Riechrinne im CT mittels Lund-Mackay-Score beurteilt, endonasale Verhältnisse mittels Lund-Kennedy-Score und dem Lildholdt-Grading der Polypen erfasst, das Riechvermögen mit Hilfe der Sniffin'Sticks getestet und die Lebensqualität mit dem Sino-Nasal Outcome Test-22 bewertet. Alle genannten Tests wurden präoperativ durchgeführt und mit Ausnahme der CT-Beurteilung, erfolgten auch alle Tests wiederholt drei Monate postoperativ zum Vergleich. Das CT wurde im Rahmen der Routineuntersuchung vor dem operativen Eingriff und nicht studienbedingt angefertigt.

Vor den Untersuchungen wurden die Patienten ausführlich aufgeklärt und die Anamnese wurde erhoben. Insgesamt dauerte die Untersuchung 30-45 Minuten.

An der Studie nahmen insgesamt 72 Patienten mit chronisch polypöser Rhinosinusitis teil, von denen 29 weiblich und 43 männlich waren.

Teilnahmeberechtigt waren Patienten über 18 Jahren mit chronisch polypöser Rhinosinusitis und geplanter Nasennebenhöhlenoperation.

Zum Ausschluss führten eine Schwangerschaft oder Stillzeit bei Frauen, akute Entzündungen der Nase und Nasennebenhöhlen sowie Krankheiten, die die olfaktorische Funktion beeinflussen konnten, wie zum Beispiel eine schwere Diabetes mellitus Typ II, Morbus Parkinson oder eine Niereninsuffizienz.

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte durch persönliche Nachfrage am Tag der präoperativen Aufnahme auf den Stationen in der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Technischen Universität Dresden.

3.2 Ethik

Die Studie „Prädiktoren für das Riechvermögen nach Nasennebenhöhlenoperation bei Patienten mit chronischer Nasennebenhöhlenentzündung mit Polypen (CRSwNP)“ wurde am 27.04.2017 durch die Ethikkommission der medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus der Technischen Universität Dresden bewilligt (Ethikantrag: EK145042017). Alle ethischen Richtlinien, festgelegt durch die Deklaration von Helsinki, wurden beachtet und eingehalten.

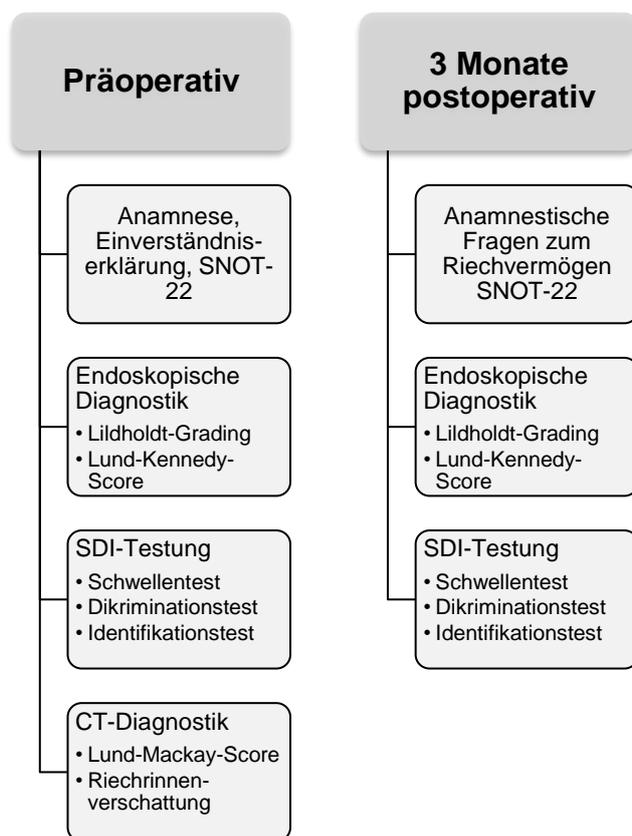
Vor der Teilnahme erfolgte die ausführliche Aufklärung der Patienten über den Ablauf und das Ziel der Studie sowie über die Möglichkeit jederzeit ohne Nennung von Gründen aus der Studie auszutreten. Zudem wurde auf den verschlüsselten, vertraulichen Umgang mit Daten und die mögliche Weitergabe der Daten an die Ethikkommission hingewiesen.

Die Teilnahme der Patienten an der Studie war freiwillig.

Die Aufklärung zum Studiendesign und den Daten sowie die Einverständniserklärung der Patienten zur Teilnahme erfolgte sowohl mündlich als auch schriftlich.

3.3 Versuchsablauf

Abbildung 3 Schema zum Versuchsablauf der Studie (eigene Darstellung)



3.3.1 Versuchsablauf präoperativ

3.3.1.1 Anamnese

Nachdem die Aufklärung erfolgt und unterzeichnet war, wurde die Anamnese erhoben. In dieser wurde der Patient zunächst zu allgemeinen Angaben wie Alter, Körpergröße und Geschlecht befragt. Der Anamnesebogen beinhaltete außerdem Fragen nach bestehenden Krankheitsbildern und bereits erfolgten Operationen im Kopfbereich, nach Allergien, einer bestehenden Aspirin oder NSAR Intoleranz und nach dem Vorhandensein von Asthma. Des Weiteren wurde der Patient gebeten Angaben zum Alkoholkonsum, Rauchverhalten, der Einnahme von Medikamenten und einer möglichen beruflichen Exposition gegenüber Chemikalien zu tätigen.

Zum Schluss erfolgte die Befragung über das Riechvermögen. Die Teilnehmer sollten ihr Riechvermögen, getrennt nach Seiten, mit dem von Anderen vergleichen und mit „sehr gut“, „deutlich besser“, „etwas besser“, „normal“, „etwas schlechter“, „deutlich schlechter“, „sehr schlecht“ oder „keine Riechwahrnehmung“ bewerten. Außerdem sollten sie das Riechvermögen auf einer visuellen Analogskala von 1-10 (1 – „ich rieche nichts“, 10- „bestes Riechvermögen“) einschätzen und Fragen zum Vorhandensein einer Parosmie oder Phantosmie beantworten.

3.3.1.2 Sino-Nasal Outcome Test 22 (SNOT-22)

Als nächstes wurde der SNOT-22 Fragebogen ausgefüllt. Dieser Bogen umfasst 22 Fragen, die sich zum einen auf rhinologische und faziale Symptome beziehen und zum anderen die Schlaffunktion und psychologische Aspekte beleuchten (Lange et al., 2013). Beantwortet wurden die Fragen mit einer Punkteskala, die von 0 – „keine Probleme“ bis 5 – „schlimmer kann das Problem nicht sein“ reicht. Alle Bewertungen der einzelnen Fragen wurden addiert. Das Ergebnis, das zwischen 0 und 110 liegen konnte, diente der Einschätzung des Schweregrads der sinunasalen Erkrankung und deren Auswirkung auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität der Patienten.

Der Fragebogen wurde von den Patienten sowohl vor der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation als auch drei Monate postoperativ beantwortet (Kennedy et al., 2013; Lange et al., 2013).

3.3.1.3 Endoskopische Untersuchung

Für die Beurteilung der endonasalen Verhältnisse wurden zwei verschiedene Bewertungssysteme angewandt: das Lildholdt-Grading der Polypen und der Lund-Kennedy-Score.

Beim Lildholdt-Grading findet die Klassifikation der Ausbreitung der Polypen im Verhältnis zu den Nasenmuscheln statt und es erfolgt eine Einteilung in vier Grade: keine Polypen, milder, moderater und schwerer Polypengrad (Johansson et al., 2002). Die Ausbreitung der Polypen wurde für beide Seiten separat beurteilt und dementsprechend wurden zwei Ergebnisse, eins für die rechte und ein Ergebnis für die linke Seite notiert.

Tabelle 1 Erläuterung des Lildholdt-Gradings der Polypen modifiziert nach Johansson et al. (Johansson et al., 2002)

Lildholdt-Grad	Ausprägung	Erläuterung
0	keine	keine Polypen
1	mild	kleine Polypen im mittleren Nasengang, nicht über die Oberkante der unteren Muschel hinausragend
2	moderat	mittelgroße Polypen, ragen bis zur Unterkante der unteren Muschel
3	schwer	große Polypen, ragen über die Unterkante der unteren Muschel hinaus

Der Lund-Kennedy-Score beurteilt die Ausbreitung der Polypen im Verhältnis zu den Nasengängen und trifft zusätzlich noch Aussagen über Sekretion, Ödeme, Krusten und Narben in der Nasenhöhle. Das Bewertungssystem teilt die verschiedenen Kategorien wieder in jeweils drei Grade ein. Zum Schluss wurden alle Ergebnisse der Unterkategorien seitengetrent addiert (Boari und de Castro, 2005).

Tabelle 2 Erläuterung des Lund-Kennedy-Score modifiziert nach Boari und de Castro (Boari und de Castro, 2005)

	LKS	Ausprägung
Polypen	0	abwesend
	1	begrenzt auf den mittleren Nasengang
	2	reicht bis in die Nasenhöhle
Sekretion	0	kein Sekret
	1	dünnflüssiges, klares Sekret
	2	dickflüssiges, eitriges Sekret
Ödem	0	kein Ödem
	1	mildes Ödem
	2	schweres Ödem
Krusten	0	keine Krustenbildung
	1	milde Krustenbildung
	2	schwere Krustenbildung
Narben	0	keine Narben
	1	milde Narben
	2	schwere Narben

3.3.1.4 Sniffin'Sticks Riechscreening

Nach Anamnese, SNOT-22 Fragebogen und endoskopischer Untersuchung erfolgte das Riechscreening der Patienten. Hierfür wurden die Sniffin'Sticks der Firma Burghardt, Wedel, Deutschland verwendet.

Dieser Test besteht aus 112 Filzstiften, die jeweils 4ml eines Duftstoffes gelöst in Propylen-Glykol enthalten. Die Stifte werden den Patienten in einem ruhigen, geruchsneutralem Raum, einmalig für 3-4 Sekunden ca. 2cm unterhalb des Nasenloches präsentiert (Hummel et al., 1997; Rumeau et al., 2016).

Das Riechscreening wurde in drei Abschnitte unterteilt. Zuerst erfolgte die Bestimmung der Riechschwelle, dann der Diskriminationstest und anschließend die Identifikation von Gerüchen. Zum Schluss wurden die Ergebnisse der drei einzelnen Testungen addiert und es ergab sich der SDI-Sumimationswert, der dann die Unterteilung der Patienten in normosmisch, hyposmisch oder anosmisch erlaubte. Ein Patient war normosmisch, wenn der SDI-Wert über 30 war, hyposmisch, wenn der SDI-Wert zwischen 15 und 30 lag und anosmisch, wenn der SDI-Wert unter 15 lag (Hummel et al., 2007a).

Die Schwellentestung bestand aus 16 Stiftetriplets. Als Riechschwelle wird die geringste Konzentration eines Duftstoffes bezeichnet, die von dem Patient wahrgenommen werden kann (Doty und Mishra, 2001). Jeweils ein Stift der Triplets wies den Geruch nach n-Butanol oder Phenylethylalkohol in einem Lösungsmittel in absteigender Konzentration auf, währenddessen die anderen beiden Stifte des Triplets nur das Lösungsmittel enthielten. Es wurde eine 1:2 Verdünnungsreihe benutzt, die bei 4% anfang und mit 0,00012% endete. Begonnen wurde mit dem Triplet der geringsten Konzentration. Dem Patienten wurden nacheinander drei Stifte präsentiert, von denen der Patient denjenigen identifizieren musste, der den Duftstoff enthielt. Dabei wurde so lange schrittweise die Konzentration erhöht, bis der Patient bei dem Triplet einer Stufe zweimal hintereinander den Stift, der den Duftstoff enthält, erkannt hatte. Damit wurde der erste Umkehrpunkt erreicht und es wurden solange Stiftetriplets der nächst schwächeren Konzentration getestet, bis der Patient nicht mehr den duftenden Stift bestimmen konnte. Damit war der zweite Umkehrpunkt erreicht und die Konzentration wurde wieder erhöht. Dieser Vorgang wurde so lange wiederholt, bis sich sieben Umkehrpunkte ergeben haben. Von diesen sieben Umkehrpunkten wurden allerdings nur die letzten vier zur Errechnung des arithmetischen Mittels herangezogen. Die Triplets durften nur einmal präsentiert werden. Zwischen den Präsentationen der einzelnen Stiftetriplets, sollten ungefähr 20 Sekunden liegen. Die gesamte Untersuchung wurde mit verbundenen Augen durchgeführt (Hummel et al., 1997; Wolfensberger und Schnieper, 1999; Hummel et al., 2007b; Hummel et al., 2007a; Rumeau et al., 2016).

Tabelle 3 Schwellentest Sniffin'Sticks modifiziert nach Rumeau et al. (Rumeau et al., 2016). Der Schwellenwert (Mittwert der letzten 4 Wendepunkte) ist in diesem Beispiel 7.00.

Konzentration	1 ↑	2 ↓	3 ↑	4 ↓	5 ↑	6 ↓	7 ↑
1							
2							
3							
4							
5							
6	x x		x x		x x		x x
7		x x	-	x x	-	x x	x -
8	x-	x x	x -	-		x -	
9		-					
10	-						
11							
12	-						
13							
14	x-						
15							
16	-						

Die Diskriminationstestung bestand ebenfalls aus 16 Stiftetriplets. Jeweils zwei Stifte des Triplets wiesen den gleichen Geruch auf, währenddessen der dritte Stift unterschiedlich roch. Der Patient wurde gebeten, den unterschiedlich riechenden Stift zu identifizieren. Um das Testergebnis zu erhalten, wurden alle richtigen Antworten addiert, sodass sich eine Zahl zwischen 0 und 16 ergab. Auch hier durfte jedes Stiftetriplet nur einmal präsentiert werden. Zwischen der Präsentation der Triplets sollten ungefähr 30 Sekunden liegen und zwischen der Präsentation innerhalb der einzelnen Triplets ungefähr drei Sekunden. Dieser Test wurde ebenfalls mit verbundenen Augen durchgeführt (Hummel et al., 1997; Wolfensberger und Schnieper, 1999; Hummel et al., 2007a; Hummel et al., 2007b; Rumeau et al., 2016).

Tabelle 4 Diskriminationstest Sniffin'Sticks (grün ist der jeweils unterschiedlich riechende Stift). Das Ergebnis (Summe der korrekten Antworten) ist in diesem Beispiel 11.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
rot	x		x					x				x	x			
grün		x			x	x	x		x	x				x	x	
blau				x							x					x

Als letzter Test des Richscreensings wurde der Identifikationstest durchgeführt. Dieser bestand aus 16 einzelnen Stiften. Nachdem der Testperson jeweils ein Stift präsentiert wurde,

musste diese sich für den richtigen Geruch aus vier gelisteten Substanzen entscheiden. Das Testergebnis ergab sich auch hier aus der Addition der richtigen Antworten, sodass als Ergebnis eine Zahl zwischen 0 und 16 möglich war. Zwischen den einzelnen Duftpräsentationen sollte ein Intervall von ungefähr 30 Sekunden liegen (Hummel et al., 1997; Wolfensberger und Schnieper, 1999; Hummel et al., 2007a; Hummel et al., 2007b; Rumeau et al., 2016).

Tabelle 5 Identifikationstest Sniffin' Sticks (die richtige Antwort ist fett gedruckt)

Sniffin' Sticks	Substanz 1	Substanz 2	Substanz 3	Substanz 4
1	Orange	Brombeere	Erdbeere	Ananas
2	Rauch	Schuhleder	Klebstoff	Gras
3	Honig	Vanille	Zimt	Schokolade
4	Schnittlauch	Zwiebel	Fichte	Pfefferminz
5	Kokos	Kirsche	Walnuss	Banane
6	Pfirsich	Apfel	Zitrone	Grapefruit
7	Gummibär	Lakritz	Kaugummi	Kekse
8	Terpentin	Gummi	Menthol	Senf
9	Knoblauch	Zwiebel	Sauerkraut	Möhren
10	Zigarette	Kaffee	Wein	Kerzenrauch
11	Melone	Pfirsich	Apfel	Orange
12	Senf	Pfeffer	Zimt	Gewürznelke
13	Birne	Pflaume	Pfirsich	Ananas
14	Kamille	Himbeere	Rose	Kirsche
15	Rum	Anis	Honig	Fichte
16	Fisch	Brot	Käse	Schinken

3.3.1.5 CT-Diagnostik: Lund-Mackay-Score und Beurteilung der Riechrinne

Als nächstes erfolgte die Beurteilung der Verschattung der Nasennebenhöhlen und der Riechrinne. Das CT der Patienten wurde im Rahmen der Routineuntersuchung präoperativ angefertigt und nicht studienbedingt.

Zur Beurteilung der Verschattung der Nasennebenhöhlen wurde der Lund-Mackay-Score herangezogen. Jeder Sinus wurde nach diesem System seitengetreunt mit 0 – keine Verschattung, 1 – partielle Verschattung oder 2 – vollständige Verschattung beurteilt. Auch die ostiomeatale Einheit wurde seitengetreunt mit 0 – keine Obstruktion oder 2 – vollständige

Obstruktion bewertet. Anschließend wurden alle Ergebnisse beider Seiten addiert und es ergab sich der Lund-Mackay-Score (Konstantinidis et al., 2007; Kim et al., 2015).

Tabelle 6 Erläuterung des Lund-Mackay-Score modifiziert nach Kim et al. (Kim et al., 2015)

	Lund-Mackay-Score	Verschattung
Sinus maxillaris	0	keine
	1	teilweise
	2	vollständig
Sinus frontalis	0	keine
	1	teilweise
	2	vollständig
Sinus ethmoidalis (vorderes Ethmoid)	0	keine
	1	teilweise
	2	vollständig
Sinus ethmoidalis (hinteres Ethmoid)	0	keine
	1	teilweise
	2	vollständig
Sinus sphenoidalis	0	keine
	1	teilweise
	2	vollständig
Ostiomeatale Einheit	0	keine
	1	vollständig

Die Riechrinnenverschattung wurde seitengetreunt sowie unterteilt in einen vorderen und hinteren Anteil beurteilt. Dabei wurde die Begrenzung zwischen vorderer und hinterer Riechrinne durch das anteriore Ende der oberen Nasenmuschel gebildet. Die Bewertung der Verschattung erfolgte in vier Graden: Grad 0 – keine Verschattung, Grad 1- bis zu 25% Verschattung, Grad 2 – 25 bis 50% Verschattung, Grad 3 – 50-75% Verschattung und Grad 4 – über 75% Verschattung. Die Ergebnisse der rechten und linken Seite wurden addiert (Kim et al., 2011).

Tabelle 7 Erläuterung der Beurteilung der Riechrinnenverschattung modifiziert nach Kim et al. (Kim et al., 2011)

	Grad	Verschattung
Riechrinne rechts / links; vorne / hinten	0	keine
	1	1-25%
	2	25-50%
	3	50-75%
	4	>75%

3.3.2 Versuchsablauf drei Monate postoperativ

Drei Monate nach erfolgter endonasaler Operation der Nasennebenhöhlen wurden zunächst erneut die anamnestischen Fragen zum Riechvermögen gestellt, um herauszufinden ob sich die subjektive Riechwahrnehmung verändert hat (siehe 3.3.1).

Danach wurde der SNOT-22 Test erhoben (siehe 3.3.2). Anschließend erfolgte die erneute endoskopische Untersuchung (siehe 3.3.4) und die postoperative Riechtestung (siehe 3.3.3) zum Vergleich mit den präoperativen Ergebnissen.

3.4 Methoden der statistischen Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit der SPSS Software Version 27.0 (IBM, Deutschland) und die graphische Darstellung mit Microsoft Excel 2011 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA).

Die deskriptive Statistik wurde berechnet für demographische Merkmale, die Verschattung der Nasennebenhöhlen und der Riechrinne, die Bewertung der Nasenpolypen, die gesundheitsbezogene Lebensqualität sowie für das subjektive und objektive Riechvermögen. Die Darstellung der Daten erfolgte als Mittelwert mit Standardabweichung.

Häufigkeiten wurden in Prozent angegeben.

Mit Hilfe des T-Tests bei gepaarten Stichproben konnten prä- und postoperative Patientendaten untersucht werden. Durch den Levene-Test wurde vorab die Varianzgleichheit überprüft.

Der SDI konnte innerhalb der präoperativen Patientengruppe als unabhängige Stichprobe mit dem Geschlecht, dem Vorhandensein von Asthma, mit stattgefundenen Nasennebenhöhlenoperationen und dem Lund-Mackay-Score verglichen werden. Die Veränderung des SDI postoperativ wurde ebenfalls als unabhängige Stichprobe mit dem Vorhandensein von Asthma, dem Vorhandensein von Allergien und dem Vorhandensein einer Phantomsie verglichen. Auch hier fand vorab eine Überprüfung der Varianzgleichheit statt. Der T-Test wurde für normal verteilte Werte und der nichtparametrische Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für nicht normal verteilte Werte angewandt. Durch letzteren Test fand ein Vergleich des

Lildholdt-Gradings der Polypen prä- und postoperativ statt sowie ein Vergleich der Mittelwerte der Unterkategorien des Lund-Kennedy-Scores prä- und postoperativ.

Mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) wurde der SDI mit den einzelnen Klassen des Lildholdt-Gradings der Polypen verglichen. Für die Post Hoc Analyse fand die Bonferroni Korrektur Verwendung.

Die Überprüfung der Korrelationen erfolgte sowohl durch den Pearson's als auch durch den Spearman's rho Korrelationskoeffizienten. Die Pearson Korrelationskoeffizienten wurden ermittelt für: das Alter, das subjektive Riechempfinden prä- und postoperativ, den Lund-Mackay-Score mit seinen einzelnen Unterkategorien, das Lildholdt-Grading der Polypen prä- und postoperativ, den Lund-Kennedy-Score prä- und postoperativ, den SDI mit Unterkategorien prä- und postoperativ und für den SNOT-22 Test prä- und postoperativ.

Der nicht-parametrische Spearman's rho Koeffizient diente der Feststellung von Zusammenhängen zwischen dem SDI prä- und postoperativ, dem SNOT-22, dem Lildhold-Grading der Polypen, dem Lund-Mackay-Score, dem subjektivem Riechempfinden, dem Lund-Kennedy-Score und der Unterkategorie „Riechen“ des SNOT-22.

Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt.

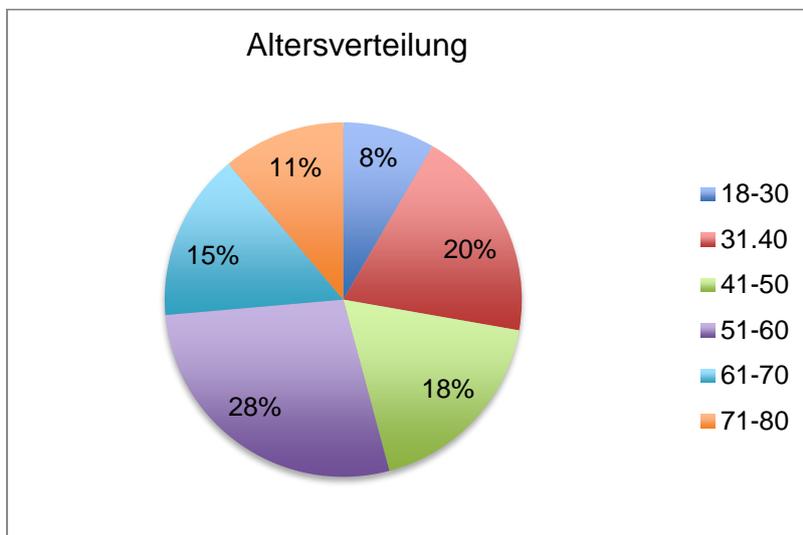
4 Ergebnisse

4.1 Deskriptive Statistik

An der Studie nahmen 72 Patienten im Alter zwischen 23 und 79 Jahren teil. Das Durchschnittsalter betrug in der präoperativen Patientengruppe 51,12 Jahre. In der postoperativen Gruppe betrug das Durchschnittsalter 50,74 Jahre.

Abbildung 4 zeigt die Altersverteilung der Studienteilnehmer. Die größte Gruppe bildeten die Patienten zwischen 51 und 60 Jahren. Die wenigsten der Patienten waren zwischen 18 und 30 Jahre alt.

Abbildung 4 Graphische Darstellung der prozentualen Altersverteilung aller Patienten, die an der Studie teilgenommen haben



59,7% (43) der Patienten waren männlich und 40,3% (29) weiblich. Von den 72 Patienten nahmen 47 drei Monate postoperativ an einer zweiten Messung teil. 37,5% (25) der Studienteilnehmer erschienen nicht zur zweiten Messung.

Von allen Patienten gaben 58,3% (42) an, bereits im Kopf-Hals-Bereich operiert worden zu sein. Davon wurden 57% (24) mindestens ein zweites Mal an der Nase operiert. 44,4% waren Allergiker, 13,9% gaben eine ASS-Intoleranz an und 34,7% litten an Asthma bronchiale. 18,1% der Patienten waren Raucher und 33,3% beruflich Chemikalien ausgesetzt. Von einer Parosmie waren lediglich 4,2% der Studienteilnehmer und von einer Phantosmie 19,4% betroffen. Alle Daten sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Tabelle 8 *Tabellarische Darstellung der demographischen Merkmale. In Klammern ist der prozentuale Anteil angegeben.*

	Patientengruppe präoperativ	Patientengruppe postoperativ
Anzahl	72	47
Alter (Jahre)	51,12	50,74
Weiblich	29 (40,3%)	20 (43%)
Männlich	43 (59,7%)	27 (58%)
OP im Kopf-Hals-Bereich	42 (58,3%)	30 (41,7%)
NNH-Revisionsoperation	16 (22%)	9 (19%)
Allergiker	32 (44,4%)	40 (55,6%)
ASS Intoleranz	10 (13,9%)	62 (86,1%)
Asthma	25 (34,7%)	47 (65,3%)
Raucher	13 (18,1%)	59 (81,9%)
Exposition gegenüber Chemikalien	24 (33,3%)	48 (66,7%)
Parosmie	3 (4,2%)	69 (95,8%)
Phantosmie	14 (19,4%)	58 (80,6%)

4.2 Auswertung der endoskopischen Untersuchung

Zur Beurteilung der Polypenausdehnung wurden zwei verschiedene Bewertungssysteme angewandt. Zum einen das Lildholdt-Grading der Polypen und zum anderen der Lund-Kennedy-Score.

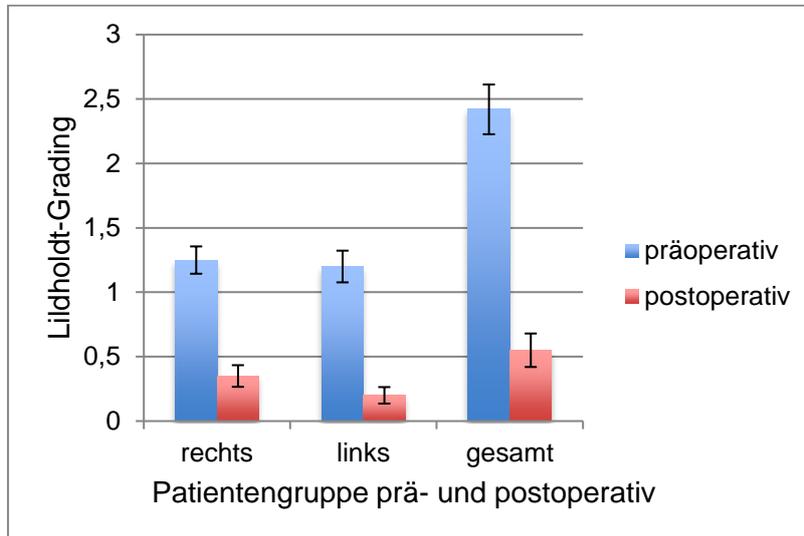
Der Anteil der Studienteilnehmer mit Lildholdt-Klasse 0, 1, 2 und 3 vor und nach der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation kann aus Tabelle 9 abgelesen werden.

Tabelle 9 *Tabellarische Darstellung des Anteils an Studienteilnehmern mit Lildholdt-Klasse 0, 1, 2 und 3 prä- und postoperativ*

Lildtholdt – Grad	präoperativ	postoperativ
0 - keine Polyposis nasi	3 (4,2%)	27 (57,4%)
1 - milde Polyposis nasi	42 (58,3%)	18 (38,3%)
2 - moderate Polyposis nasi	16 (22,2%)	2 (4,3%)
3 - schwere Polyposis nasi	11 (15,3%)	0

Der Mittelwert für das Lildholdt-Grading betrug präoperativ $2,42 \pm 0,19$ und sank postoperativ auf $0,55 \pm 0,13$ (siehe Abbildung 5). Die prä- und postoperativen Mittelwerte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0$, $p \leq 0,05$).

Abbildung 5 Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen des Lildholdt-Gradings der Polypen prä- und postoperativ, rechts, links sowie beidseitig



Der Vergleich der SDI-Mittelwerte abhängig von der Lildholdt-Klasse vor dem operativen Eingriff wurde mittels einfaktorieller Varianzanalyse durchgeführt. Die einzelnen Werte können aus Tabelle 10 abgelesen werden.

Der Bonferroni Test ergab, dass sich lediglich die Mittelwerte des SDI-Sumptionswerts zwischen den Patienten mit einem Lildholdt-Grading von 1 und den Patienten mit einem Lildholdt-Grading von 3 signifikant unterschieden ($p=0,004$, $p \leq 0,05$).

Wurden die Untertests des SDI einzeln betrachtet, so ergab sich für die Mittelwerte der Schwellentestung ein signifikanter Unterschied zwischen den Patienten mit einem Lildholdt-Grading von 0 und 3 ($p=0,043$, $p \leq 0,05$) sowie zwischen den Patienten mit einem Lildholdt-Grading von 1 und 3 ($p=0,001$, $p \leq 0,05$). Für die Differenzierungs- und Identifikationstestung gab es lediglich zwischen den Patienten mit einer Lildholdt-Klasse von 1 und 3 einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte (Differenzierung: $p=0,44$, $p \leq 0,05$; Identifikation: $p=0,41$, $p \leq 0,05$) zu verzeichnen.

Tabelle 10 Vergleich der Ergebnisse der Riechtestung abhängig von der Lildholdt-Klasse präoperativ (n=72)

Lildholdt-Klasse	n	S	D	I	SDI
0	3	6,5 ± 0,43	10 ± 1,73	12,33 ± 1,16	28,83 ± 2,5
1	42	5,44 ± 2,8	10,57 ± 3,54	11,4 ± 3,76	27,42 ± 8,94
2	16	3,45 ± 2,82	9,69 ± 3,65	9,5 ± 3,98	22,64 ± 9,26
3	11	1,8 ± 1,4	7,36 ± 2,87	7,91 ± 3,33	17,07 ± 6,74

Ein Vergleich der prä- und postoperativen SDI-Ergebnisse mit dem Lildholdt-Grading wurde mittels T-Test bei gepaarten Stichproben durchgeführt und in Tabelle 11 dargestellt.

Ein signifikanter Unterschied der prä- und postoperativen Mittelwerte konnte lediglich bei den Werten der Lildholdt-Klasse 3 festgestellt werden. In dieser Kategorie konnte sowohl für den Schwellen- und Identifikationstest ein signifikanter Unterschied prä- und postoperativ ermittelt werden (für S und I jeweils $p=0,10$, $p \leq 0,05$), als auch für das SDI-Sumationsergebnis ($p=0,005$, $p \leq 0,05$). Die Mittelwerte für den SDI in Lildholdt-Klasse 1 und 2 zeigten prä- und postoperativ keine signifikanten Unterschiede.

Abbildung 6 Vergleich der prä- und postoperativen SDI-Ergebnisse mit dem Lildholdt-Grading

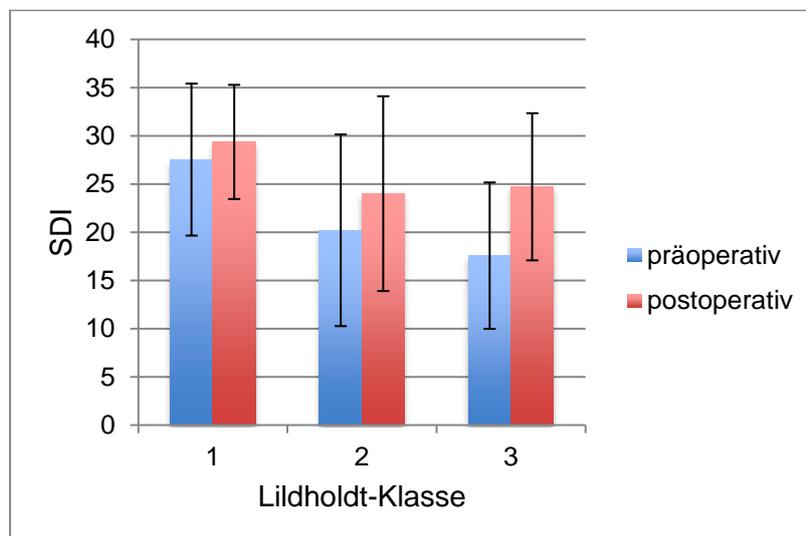


Tabelle 11 Vergleich der prä- und postoperativen SDI Ergebnisse mit dem Lildholdt-Grading

	präoperativ				postoperativ			
Lildholdt-Klasse	S	D	I	SDI	S	D	I	SDI
1	5,39± 2,63	10,55± 3,27	11,59± 3,13	27,53± 7,88	5,98± 2,80	11,41± 2,38	11,97± 2,53	29,36± 5,92
2	3,02 ± 2,83	8,82± 4,09	8,36± 4,27	20,20± 9,94	4,18± 3,02	10,18± 4,09	9,64± 3,96	24,00± 10,1
3	2,00± 1,73	7,29± 3,30	8,29± 3,50	17,57± 7,59	3,71± 2,38	11,00± 2,89	10,00± 3,22	24,71± 7,63

Des Weiteren fand eine Bewertung mittels Lund-Kennedy-Score statt. Der Gesamtmittelwert für den Lund-Kennedy-Score betrug präoperativ $5,32 \pm 0,51$ und postoperativ $2,98 \pm 0,57$. Beide Werte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0,001$, $p \leq 0,05$). Der Vergleich des Gesamtmittelwertes sowie die seitengetrenten Mittelwerte des Lund-Kennedy-Scores sind in Abbildung 7 dargestellt. Die Mittelwerte der einzelnen Unterkategorien des Lund-Kennedy-Scores können der Tabelle 12 entnommen werden.

Abbildung 7 Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen des Lund-Kennedy-Scores prä- und postoperativ

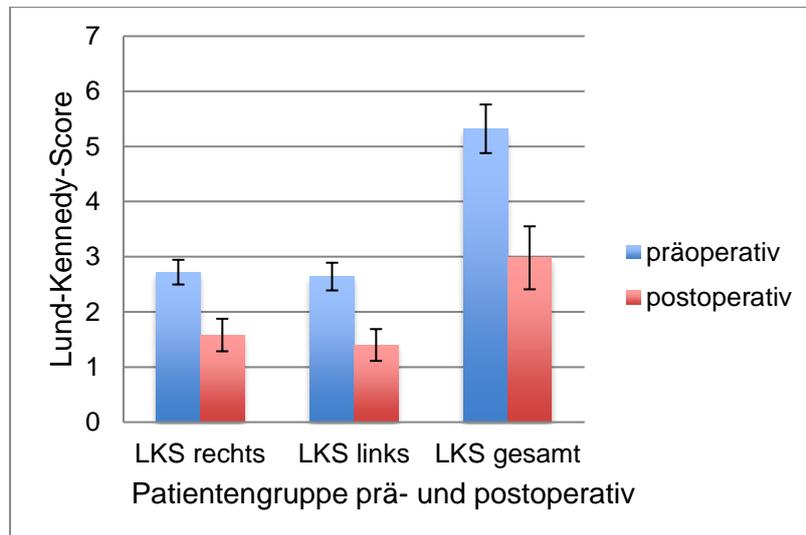


Tabelle 12 Vergleich der Mittelwerte der Unterkategorien des Lund-Kennedy-Scores prä- und postoperativ (rote Markierung: postoperativ gestiegene Mittelwerte, blaue Markierung: postoperativ gesunkene Mittelwerte, signifikante Mittelwertveränderungen mit $p \leq 0,01$ und $p \leq 0,05$ sind mit ** bzw. * markiert)

	Präoperativ (n=71)		Postoperativ (n=40)	
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung
Polypen rechts	1,18	0,80	0,35**	0,53
Polypen links	1,10	0,93	0,25**	0,49
Sekretion rechts	0,65	0,68	0,32	0,53
Sekretion links	0,69	0,69	0,30*	0,56
Ödeme rechts	0,48	0,63	0,35	0,58
Ödeme links	0,54	0,63	0,27*	0,51
Krusten rechts	0,24	0,49	0,25	0,44
Krusten links	0,20	0,47	0,25	0,49
Narben rechts	0,17	0,41	0,30	0,56
Narben links	0,15	0,40	0,33	0,62
LKS gesamt	5,32	3,74	2,98**	3,61

4.2.1 Korrelationen

Um die Frage zu beantworten, ob bestimmte Prädiktoren für eine erfolgreiche endoskopische Nasennebenhöhlenoperation vorlagen, wurden die Korrelationskoeffizienten nach Pearson bzw. nach Spearman für das Lidholdt-Grading der Polypen, den Lund-Kennedy-Score, den SDI-Wert, das subjektive Riechempfinden, den SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“ und für das Alter berechnet.

Das präoperativ gemessene Lidholdt-Grading korrelierte mit den präoperativen Messwerten des SDI-Tests, des subjektiven Riechempfindens, des SNOT-22 Tests und den Werten der Unterkategorie „Riechen“ des SNOT-22 Tests. Zusätzlich lagen Korrelationen zwischen dem Lidholdt-Grading vor dem operativen Eingriff und der postoperativen Veränderung des SDI Ergebnisses vor.

Ähnlich verhielt sich der Lund-Kennedy-Score. Auch dieser korrelierte präoperativ mit dem präoperativen SDI-Wert, dem präoperativen subjektiven Riechempfinden und dem präoperativen SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“. Zudem lag ein Zusammenhang zwischen dem Lund-Kennedy-Score vor dem operativen Eingriff und der postoperativen Veränderung des subjektiven Riechempfindens sowie der Veränderung des SNOT-22 Testergebnisses vor.

Des Weiteren wurden Zusammenhänge zwischen der endoskopischen Untersuchung und dem Alter analysiert. Dabei konnten Korrelationen zwischen dem Alter und dem präoperativen

Lildholdt-Grading und dem Lund-Kennedy-Score sowie zu der postoperativen Veränderung des Lildholdt-Gradings nachgewiesen werden.

Die einzelnen Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman können aus Tabelle 13 abgelesen werden.

*Tabelle 13 Korrelationen nach Pearson und Spearman für das Lildholdt-Grading der Polypen und den Lund-Kennedy-Score (Korrelationen nach Pearson in blau und Korrelationen nach Spearman in rot dargestellt, signifikante Korrelationen mit $p \leq 0,01$ und $p \leq 0,05$ sind mit ** bzw. * markiert)*

		Lildholdt-Grading		Lund-Kennedy-Score	
		präoperativ	postoperativ	präoperativ	postoperativ
SDI präoperativ	r	- 0,45**	0,20	- 0,37**	- 0,16
		- 0,54**		- 0,40**	
SDI postoperativ	r	0,25	- 0,08	0,19	0,03
		0,43**		0,27	
VAS präoperativ	r	- 0,39**	0,15	- 0,30*	- 0,26
		- 0,47**		- 0,34**	
VAS postoperativ	r	0,28	- 0,15	0,37*	0,03
SNOT 22 präoperativ	r	0,28*	0,21	0,31**	- 0,14
		0,30*		0,27*	
SNOT 22 postoperativ	r	- 0,23	0,18	- 0,43**	0,27
UK „Riechen“ präoperativ	r				
		0,46**		0,39**	
Alter	r	- 0,15	0,31*	- 0,19	0,62
		- 0,30*		- 0,38**	

4.3 Auswertung des subjektiven Riechempfindens, des objektiven Riechscreenings und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität

Vor jeder Riechtestung wurde der Patient aufgefordert eine subjektive Einschätzung seines Riechvermögens auf einer visuellen Analogskala von eins („Ich rieche nichts“) bis zehn („das beste Riechvermögen“) zu geben. Die objektive Riechtestung wurde mittels Sniffin' Sticks durchgeführt und die Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität mittels SNOT-22 Fragebogen ermittelt.

4.3.1 Auswertung des subjektiven Riechempfindens

Der Mittelwert für das subjektive Riechempfinden lag präoperativ bei $4,70 \pm 2,81$ und ist postoperativ auf $6,30 \pm 2,24$ angestiegen (siehe Abbildung 8). Beide Werte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0$, $p \leq 0,05$).

Auch die prozentuale Verteilung der subjektiven Bewertung des Riechvermögens auf einer visuellen Analogskala von 1 bis 10 wurde prä- und postoperativ untersucht und ist in Abbildung 9 dargestellt. Präoperativ bewerteten mehr als die Hälfte der Patienten (59%) ihr Riechvermögen mit 5 oder schlechter. Postoperativ waren es nur noch 32% der Teilnehmer. Die unterschiedliche Gesamtanzahl der subjektiven Einschätzungen prä- und postoperativ entstand durch die fehlende Teilnahme der Patienten an der zweiten Messung.

Abbildung 8 Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichung der subjektiven Einschätzung des Riechvermögens prä- und postoperativ

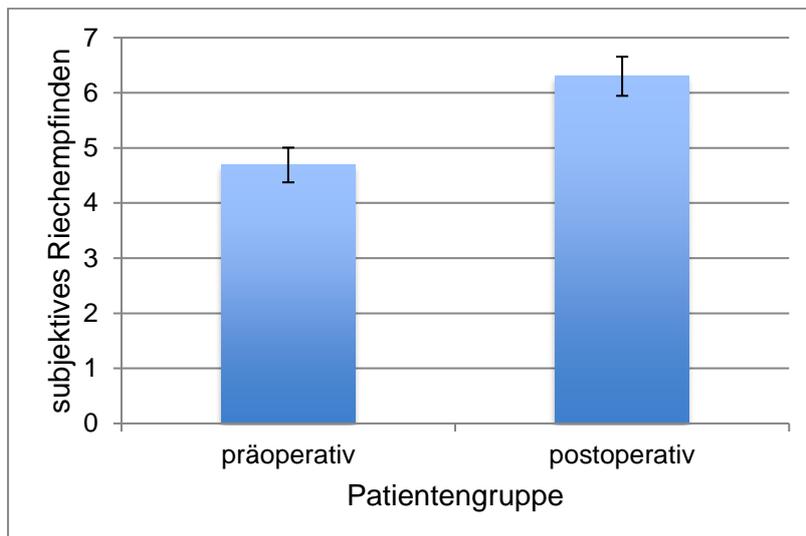
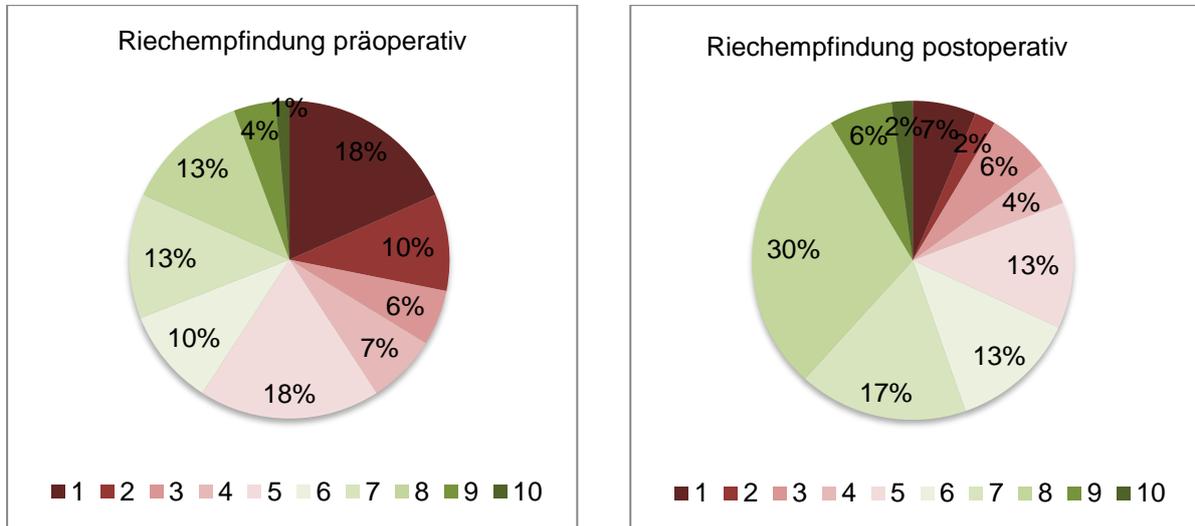


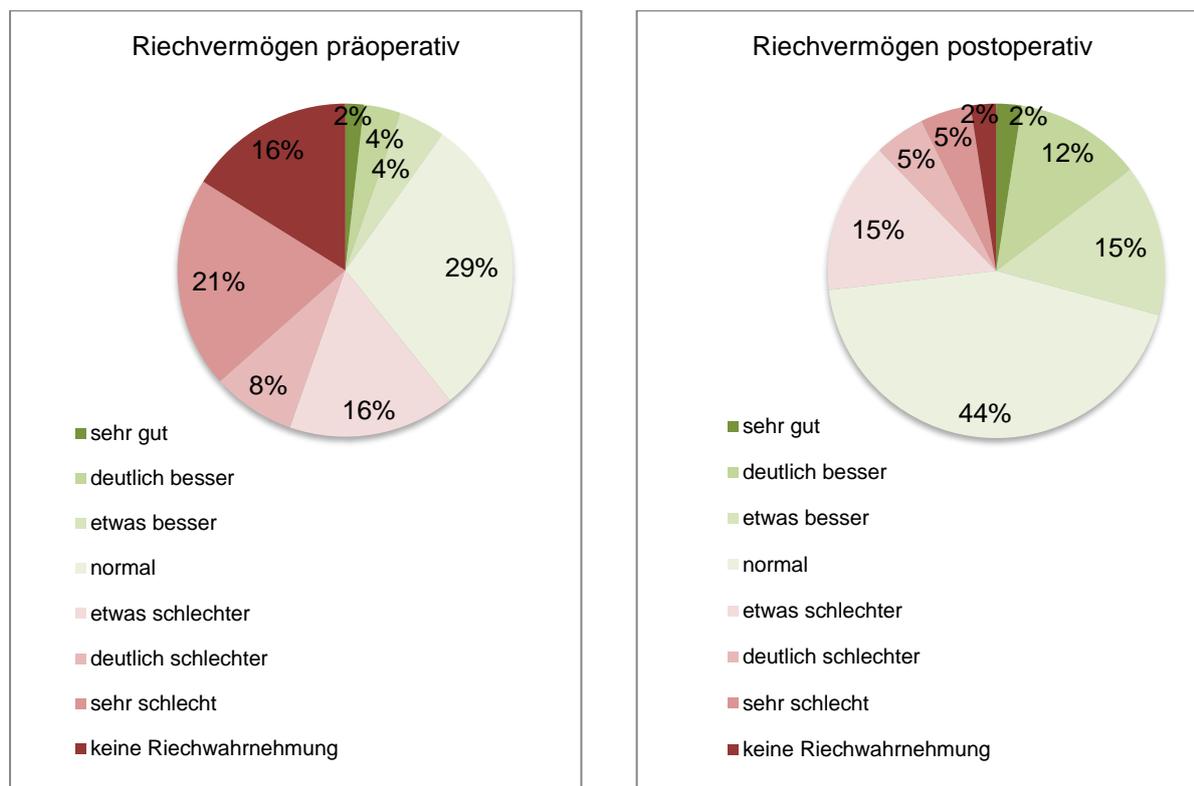
Abbildung 9 Prozentuale Verteilung der Bewertung der subjektiven Riechempfindung prä- und postoperativ mittels visueller Analogskala von 1-10 (1 – „ich rieche nichts“, 10 – „bestes Riechvermögen“, Rottöne repräsentieren den Patienten-anteil mit keiner bzw. schlechter Riechempfindung, Grüntöne repräsentieren den Patientenanteil mit guter bzw. sehr guter Riechempfindung)



Zur weiteren subjektiven Einschätzung des Riechvermögens sollten die Patienten sowohl vor, als auch nach dem chirurgischen Eingriff ihr Riechvermögen mit dem von Gesunden vergleichen. Dabei konnten die Patienten ihren Geruchssinn mit „sehr gut“, „deutlich besser“, „etwas besser“, „normal“, „etwas schlechter“, „deutlich schlechter“, „sehr schlecht“ und „keine Riechwahrnehmung“ bewerten.

Die prozentuale Verteilung der Antworten ist in Abbildung 10 dargestellt. Präoperativ bewerteten 61% der Patienten ihren Geruchssinn mit schlechter als „normal“. Postoperativ lag der Wert nur noch bei 27%.

Abbildung 10 Vergleich des eigenen Riechvermögens mit Gesunden prä- und postoperativ (prozentuale Verteilung)

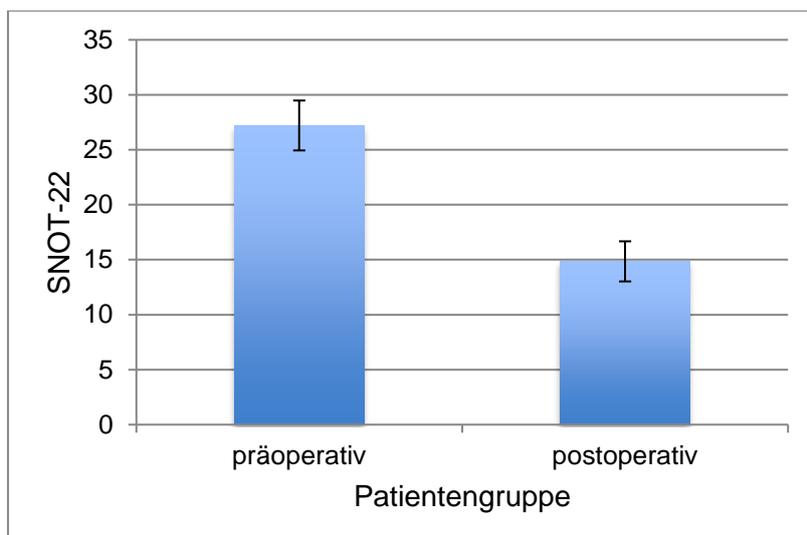


4.3.2 Auswertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität

Die gesundheitsbezogene Lebensqualität wurde mittels SNOT-22 Fragebogen bewertet. Hier lag der Mittelwert präoperativ bei $27,21 \pm 19,26$ und drei Monate nach dem Eingriff bei $14,85 \pm 11,54$ (siehe Abbildung 11). Beide Mittelwerte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0$, $p \leq 0,05$).

Bei 23 der Patienten konnte eine MCID erreicht werden. Als MCID („minimally clinical important difference“) wird die geringste postoperative Veränderung des SNOT-22 Tests bezeichnet, die den Patienten nach dem operativen Eingriff eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität feststellen lässt. Diese MCID liegt bei einer Veränderung von neun Punkten vor. Beträgt die Veränderung des SNOT-22 Tests nach der Operation weniger als neun Punkte, ist es unwahrscheinlich, dass der Patient eine Veränderung seiner gesundheitsbezogenen Lebensqualität feststellt (Hopkins et al., 2009a). Die fünf am schlechtesten bewerteten Unterkategorien des SNOT-22 Tests waren „verstopfte Nase“ (\emptyset 2,9 Punkte), „Riechen und Schmecken“ (\emptyset 2,5 Punkte), „Verschleimung hinter der Nase“ (\emptyset 2,3 Punkte), „zähes Nasensekret“ (\emptyset 2,1 Punkte) und „Nase putzen“ (\emptyset 2,1 Punkte).

Abbildung 11 Vergleich der SNOT-22 Ergebnisse zur Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität prä- und postoperativ (Mittelwerte und Standardabweichung)



4.3.3 Auswertung des objektiven Riechscreenings

Das Riechvermögen der Patienten wurde mit Hilfe der Sniffin' Sticks ermittelt. Hierfür wurde jeweils die Riechschwelle (S), die Diskrimination (D) und die Identifikation (I) von verschiedenen Gerüchen überprüft.

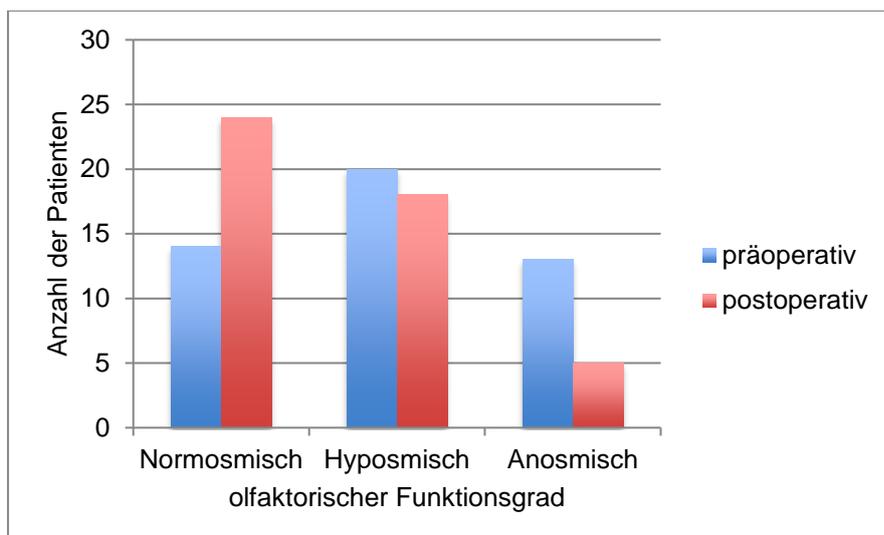
Vor der Operation waren 28 (14) Patienten normosmisch, 29 (20) hyposmisch und 15 (13) anosmisch (in Klammern steht die Anzahl der Patienten, die auch zur zweiten Testung erschienen sind). Postoperativ waren 24 der Patienten, die zur zweiten Testung erschienen sind normosmisch, 18 hyposmisch und 5 anosmisch (siehe Abbildung 12).

Nach dem chirurgischen Eingriff zeigten 27 Patienten ein verbessertes Riechvermögen, bei 4 Patienten war prä- und postoperativ kein Unterschied zu verzeichnen und bei 16 Patienten wurde das Riechvermögen nach dem Eingriff schlechter. 12 Patienten verbesserten sich innerhalb ihrer Ausgangsgruppe, 7 Patienten von hyposmisch zu normosmisch, 5 Patienten von anosmisch zu hyposmisch und 3 Patienten sogar von anosmisch zu normosmisch.

Von den Patienten, bei denen sich das Riechvermögen durch die Operation verschlechterte, wechselten zwei Patienten von der normosmischen in die hyposmische Gruppe, einer von hyposmisch zu anosmisch und ein Patient von normosmisch zu anosmisch. Der Großteil der Patienten (12) verschlechterte sich innerhalb der Ausgangsgruppe.

Bis auf einen Patienten, konnte bei allen anosmischen Studienteilnehmern eine Verbesserung beobachtet werden. Der eine Patient, der keine Verbesserung zeigte, verschlechterte sich lediglich um 0,25 Punkte.

Abbildung 12 Vergleich der Anzahl an norm-, hyp- und anosmischen Patienten prä- und postoperativ



Lässt man die Messwerte der Patienten, die nur zur ersten Testung erschienen sind, außer Acht, betrug der Mittelwert für die präoperative Riechschwelle $4,33 \pm 2,88$, für die Diskrimination $9,66 \pm 3,62$ und für die Identifikation $10,34 \pm 3,76$.

Postoperativ stieg der Mittelwert für die Riechschwelle auf $5,22 \pm 2,91$ an, für die Diskrimination auf $11,06 \pm 2,91$ und für die Identifikation auf $11,13 \pm 3,13$. Außer für den Identifikationstest unterschieden sich alle prä- und postoperativen Mittelwerte signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, Riechschwelle $p=0,026$, $p \leq 0,05$, Differenzierung $p=0,011$, $p \leq 0,05$, Identifikation $p=0,115$, $p \geq 0,05$).

Der Mittelwert für das SDI-Summationsergebnis betrug präoperativ $24,33 \pm 9,18$ und postoperativ $27,41 \pm 7,57$. Beide Werte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0,012$) (siehe Abbildung 13).

Im Mittel veränderte sich der SDI Summationswert nach dem operativen Eingriff um $3,08 \pm 8,08$ Punkte, die Riechschwelle um $0,89 \pm 2,65$ Punkte, die Diskrimination um $1,40 \pm 3,61$ Punkte und die Identifikation um $0,79 \pm 3,36$ Punkte.

Zur weiteren Analyse wurde überprüft, welchen Einfluss das Geschlecht, eine vorherige Nasennebenhöhlenoperation, Asthma und die Verschattung der Nasennebenhöhlen auf das präoperative Riechscreening hatte.

Beim Vergleich der SDI-Ergebnisse zwischen Männern und Frauen wurde herausgefunden, dass Frauen einen mittleren Summationswert von $28,27 \pm 7,79$ aufwiesen, währenddessen der Mittelwert der Männer niedriger war und $22,52 \pm 9,54$ betrug. Beide Werte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test bei gepaarten Stichproben, $p=0,007$, $p \leq 0,05$).

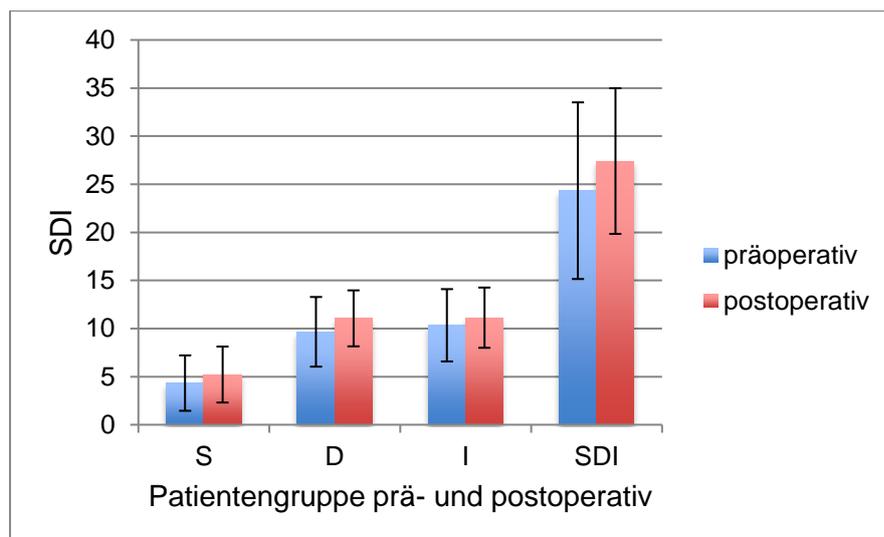
Die Patienten, die sich einer Revisionsoperation an den Nasennebenhöhlen ($21,18 \pm 9,25$) unterzogen, hatten im Mittel ein um $5,48$ Punkte geringeres SDI-Ergebnis als Patienten, die

zum ersten Mal operiert wurden ($26,66 \pm 8,81$). Auch hier unterschieden sich beide Mittelwerte signifikant voneinander ($p=0,017$, $p \leq 0,05$).

Des Weiteren fand ein Vergleich der Mittelwerte zwischen Patienten mit und ohne komorbides Asthma statt. Komorbides Asthma führte zu einer Senkung des SDI-Ergebnisses um 5,74 Punkte. Patienten mit Asthma hatten einen mittleren SDI-Wert von $21,09 \pm 9,72$ und Patienten ohne Asthma $26,83 \pm 8,46$. Beide Mittelwerte sind mit einer Signifikanz von $p=0,017$ ($p \leq 0,05$) unterschiedlich voneinander.

Als letztes wurde beurteilt, ob sich die mittleren Summationswerte des SDI-Tests zwischen Patienten mit partieller und vollständiger Verschattung der Nasennebenhöhlen im CT unterschieden. Patienten mit ausschließlich partieller Verschattung wiesen signifikant höhere SDI-Werte auf ($28,66 \pm 7,33$), als Patienten mit totaler Verschattung der Nasennebenhöhlen ($18,46 \pm 8,72$) ($p=0$, $p \leq 0,05$).

Abbildung 13 Vergleich der prä- und postoperativen SDI Mittelwerte und Standardabweichungen



4.3.4 Korrelationen

Auch für das subjektive Riechempfinden, den SDI und den SNOT-22 Test wurden die Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman berechnet.

Der präoperative SDI korrelierte mit dem subjektiven Riechempfinden und dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“ sowohl prä- als auch postoperativ.

Auch zwischen dem subjektiven Riechempfinden und dem SNOT-22 Test konnten sowohl vor als auch nach dem operativen Eingriff signifikante Korrelationskoeffizienten ermittelt werden. Präoperativ korrelierte sowohl das subjektive Riechempfinden, als auch der SNOT-22 mit der Unterkategorie „Riechen“.

Zum Schluss wurde überprüft, wodurch eine Veränderung des SDI-Testergebnisses postoperativ am wahrscheinlichsten hervorgerufen werden könnte. Es wurde herausgefunden, dass ein Zusammenhang zwischen der postoperativen Veränderung des SDI-Testergebnisses und dem Alter, dem präoperativen SDI-Wert, dem subjektiven Riechempfinden sowie der Veränderung des subjektiven Riechempfindens nach dem Eingriff und der postoperativen Veränderung des SNOT-22 Tests bestand. Keine signifikante Korrelation konnte zwischen der postoperativen SDI-Veränderung und dem präoperativen SNOT-22 Test sowie zwischen dem SNOT-22 Test und dem Alter nachgewiesen werden. Alle Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman sind in Tabelle 14 dargestellt.

*Tabelle 14 Korrelationen nach Pearson und Spearman für den SDI, den SNOT-22 und das subjektive Riechempfinden (Korrelationen nach Pearson in blau und Korrelationen nach Spearman in rot dargestellt, signifikante Korrelationen mit $p \leq 0,01$ und $p \leq 0,05$ sind mit ** bzw. * markiert)*

		SDI		subjektives Riechempfinden		SNOT-22	
		prä-operativ	post-operativ	prä-operativ	post-operativ	prä-operativ	post-operativ
SDI präoperativ	r		- 0,60**	0,71**	- 0,45**	- 0,44**	0,32*
				0,66**		- 0,42**	
SDI postoperativ	r	- 0,60**		- 0,35*	0,64**	0,20	- 0,37*
				- 0,43**		0,22	
VAS präoperativ	r	0,71**	- 0,35*			- 0,46**	0,36*
		0,66**	- 0,43**			- 0,50**	
VAS postoperativ	r	- 0,45**	0,64**			0,42**	- 0,56**
SNOT-22 präoperativ	r	- 0,44**	0,20	- 0,46**	0,42**		
		- 0,42**	0,22	- 0,50**			
SNOT 22 postoperativ	r	0,32*	- 0,37*	0,36*	- 0,56**		
Alter	r	- 0,04	- 0,51**	0,02	- 0,47**	- 0,03	0,29
		0,18	- 0,57**				
UK „Riechen“ präoperativ	r	- 0,64**		0,70**		0,55**	
UK „Riechen“ postoperativ	r		- 0,30*				

4.4 Auswertung der CT-Beurteilung

Zur Beurteilung der Verschattung der Nasennebenhöhlen im CT wurde der Lund-Mackay-Score verwendet. Hier wurden alle Nasennebenhöhlen sowie die ostiomeatale Einheit mit 0 – „keine Verschattung“, 1 – „partielle Verschattung“ oder 2 – „vollständige Verschattung“ bewertet. Zusätzlich wurde die vordere und hintere Riechrinne der rechten und linken Seite evaluiert. Die CT Beurteilung erfolgte lediglich präoperativ und wurde im Rahmen der Routineuntersuchung für den operativen Eingriff durchgeführt.

63% (45) der Patienten zeigten eine partielle Verschattung der Nasennebenhöhlen, währenddessen 37% (27) eine vollständige Verschattung aufwiesen.

Der Mittelwert für den Gesamt-Lund-Mackay-Score betrug $10,61 \pm 5,45$. Die Mittelwerte und Standardabweichungen für die einzelnen Unterkategorien des Bewertungssystems können aus Tabelle 15 entnommen werden.

Für die Riechrinne betrug der Mittelwert rechtsseitig $2,44 \pm 3,16$ und für die linke Seite $2,42 \pm 3,214$.

Tabelle 15 Tabellarische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichungen für den Lund-Mackay-Score und die Riechrinne

	Mittelwert		Standardabweichung	
	rechts	links	rechts	links
S. maxillaris	0,93	0,89	0,66	0,69
S. frontalis	0,87	0,72	0,81	0,74
S. ethmoidalis ant.	1,00	0,85	0,54	0,60
S. ethmoidalis post.	0,90	0,89	0,61	0,65
S. sphenoidalis	0,56	0,52	0,71	0,71
ostiomeatale Einheit	1,34	1,33	0,90	0,93
Lund-Mackay-Score	5,51	5,10	2,92	3,20
Riechrinne ant.	1,27	1,20	5,45	1,62
Riechrinne post.	1,21	1,25	1,63	1,62

Auch für den Lund-Mackay-Score und die Riechrinnenverschattung wurde mittels Pearson- und Spearman's rho Korrelation überprüft, ob Zusammenhänge mit anderen Messwerten vorlagen.

Der Lund-Mackay-Score korrelierte präoperativ mit dem SDI, dem subjektiven Riechempfinden, dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“ und den Bewertungssystemen für die endoskopische Untersuchung (Lildholdt-Grading der Polypen und Lund-Kennedy-Score).

Auch die Riechrinnenverschattung korrelierte mit dem SDI, dem subjektiven Riechempfinden, und den Polypenbewertungssystemen. Dabei konnten Zusammenhänge nicht nur prä-, sondern für den SDI, das subjektive Riechempfinden und den Lund-Kennedy-Score auch postoperativ festgestellt werden. Lediglich der SNOT-22 Test korrelierte nicht mit der Riechrinnenverschattung. Alle Korrelationskoeffizienten sind in Tabelle 16 vorzufinden.

*Tabelle 16 Korrelationen nach Pearson und Spearman für den Lund-Mackay-Score und die Riechrinnenverschattung (Korrelationen nach Pearson in blau und Korrelationen nach Spearman in rot dargestellt, signifikante Korrelationen mit $p \leq 0,01$ und $p \leq 0,05$ sind mit ** bzw. * markiert)*

		Lund-Mackay-Score	Riechrinnenverschattung
		präoperativ	präoperativ
SDI präoperativ	r	- 0,51**	- 0,53**
		- 0,55**	
SDI postoperativ	r	0,30	0,33*
VAS präoperativ	r	- 0,47**	- 0,58**
		- 0,49**	
VAS postoperativ	r	0,31	0,39*
SNOT 22 präoperativ	r	0,35**	0,17
		0,32**	
SNOT 22 postoperativ	r	- 0,31	- 0,29
UK „Riechen“ präoperativ	r	0,50**	
Lildholdt-Grading präoperativ	r	0,52**	0,37**
		0,54**	
Lildholdt-Grading postoperativ	r	- 0,31	- 0,22
LKS präoperativ	r	0,55**	0,40**
		0,54**	
LKS postoperativ	r	0,18	0,31*

4.5 Auswertung der qualitativen Riechstörungen

4,2% der (2) Patienten, die auch zur zweiten Testung nach dem operativen Eingriff erschienen sind, wiesen eine Parosmie auf, währenddessen 23,4% (11) von einer Phantosmie betroffen waren.

Um zu überprüfen, wie sich qualitative Riechstörungen auf die postoperative Veränderung des SDI-Ergebnisses auswirkten, wurde ein T-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Da der Anteil der Patienten, die von einer Parosmie betroffen waren unter 5% lag, wurde der T-Test lediglich für die Patienten mit zusätzlicher Phantosmie durchgeführt.

Die mittlere postoperative Veränderung des Summationswertes des SDI-Tests für Patienten mit einer Phantosmie lag bei $7,80 \pm 10,0$. Verglichen mit dem Mittelwert für Patienten ohne eine qualitative Riechstörung ($1,64 \pm 6,94$) war dieser 6,16 Punkte höher. Beide Werte unterschieden sich signifikant voneinander (T-Test für unabhängige Stichproben, $p=0,025$, $p \leq 0,05$). Auch die Untertests des SDI zeigten bei den Patienten mit Phantosmie eine größere Veränderung durch den operativen Eingriff. Für die Patienten mit qualitativer Riechstörung betrug der Mittelwert für die Veränderung der Riechschwelle postoperativ $1,80 \pm 2,46$, für die Veränderung des Differenzierungswertes $3,36 \pm 3,91$ und für die Veränderung des Identifikationswertes $2,64 \pm 4,70$. Damit war der Wert für die Riechschwelle 1,19 Punkte, für die Differenzierung 2,55 Punkte und für die Identifikation 2,42 Punkte höher als bei Patienten ohne Phantosmie. Ein signifikanter Unterschied für die Mittelwerte konnte allerdings nur für die Differenzierung festgestellt werden (T-Test bei unabhängigen Stichproben Riechschwelle $p=0,199$, $p = \geq 0,05$, Diskrimination $p=0,038$, $p \leq 0,05$, Identifikation $p=0,130$, $p = \geq 0,05$).

4.6 Ergebniszusammenfassung

Die endoskopische Untersuchung zeigte sowohl für das Lildholdt-Grading der Polypen als auch für den Lund-Kennedy-Score eine Verbesserung der Mittelwerte durch den operativen Eingriff.

Auch das objektive Riechscreening, die subjektive Riecheinschätzung und die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserten sich postoperativ.

Es lagen Korrelationen vor:

- zwischen dem Lildholdt-Grading der Polypen und dem Alter, dem SDI-Test, dem subjektiven Riechempfinden und dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“
- zwischen dem Lund-Kennedy-Score und dem Alter, dem SDI-Test, dem subjektiven Riechempfinden und dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“
- zwischen dem SDI-Wert und dem Alter, dem subjektiven Riechempfinden und dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“

- zwischen dem subjektiven Riechempfinden, dem Alter und dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“
- zwischen dem Lund-Mackay-Score und dem SDI-Wert, dem subjektiven Riechempfinden, dem SNOT-22 Test, inklusive der Unterkategorie „Riechen“, dem Lildholdt-Grading der Polypen und dem Lund-Kennedy-Score
- zwischen der Riechrinnenverschattung und dem SDI-Wert, dem subjektiven Riechempfinden, dem Lildholdt-Grading der Polypen und dem Lund-Kennedy-Score.

5 Diskussion

5.1 Einfluss des Alters und des Geschlechts auf den operativen Erfolg

Die Altersgruppe, die am häufigsten von einer CRS betroffen war, lag in dieser Studie zwischen 51 und 60 Jahren.

Auch die Studien von Chen et al. aus den Jahren 2003 und 2020 untersuchten die Altersprävalenz der CRS-Patienten und stimmten mit den vorliegenden Ergebnissen überein. 2003 wurde herausgefunden, dass die Altersprävalenz zwischen 30 und 60 Jahren lag (Chen et al., 2003). In einer weiteren Studie aus dem Jahr 2020 konnte die Altersprävalenz auf zwischen 40 und 60 Jahre weiter eingegrenzt werden (Chen et al., 2020). Alle Studienergebnisse zeigten, dass Menschen mittleren Alters am häufigsten von einer chronischen Entzündung der Nasennebenhöhlen betroffen waren.

Eine negative Korrelation nach Spearman zeigte sich zwischen dem Alter und dem präoperativen Lildholdt-Grading sowie mit dem präoperativen Lund-Kennedy-Score. Zusätzlich lag nach Pearson eine positive Korrelation mit dem postoperativen Lildhold-Grading der Polypen vor. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass ältere Patienten präoperativ eine geringere Ausprägung der Polypen aufwiesen, andererseits aber nach dem operativen Eingriff ein größere Wahrscheinlichkeit vorlag, dass es zu einem Wiederauftreten der Polypen kam.

Zu widersprüchlichen Ergebnissen gelangte die Studie von Lee und Lee. Die Autoren teilten die Studienteilnehmer in drei verschiedene Altersgruppen ein: Eine pädiatrische Gruppe mit Patienten im Alter von 5 bis 18 Jahren, eine Erwachsenenengruppe im Alter von 19 bis 65 Jahren und eine geriatrische Gruppe ab 66 Jahren. Es wurde vor dem operativen Eingriff und sechs Monate postoperativ eine objektive sowie auch eine subjektive Bewertung zur Beurteilung des Operationserfolges durchgeführt. Die Autoren der Studie stellten fest, dass vor allem in der geriatrischen Altersgruppe sehr gute postoperative Erfolge ohne ein Wiederauftreten von Polypen oder Ödemen der Schleimhaut zu verzeichnen waren. Ursache hierfür waren laut Lee und Lee die altersbedingte verminderte Regeneration der Mukosa, die verringerte Zellproliferation sowie die seltenere Exposition gegenüber Fremdkörpern und Mikroorganismen (Lee und Lee, 2007).

Des Weiteren konnte in der vorliegenden Studie eine negative Korrelation nach Pearson bzw. Spearman zwischen dem Alter und der postoperativen Veränderung der Riechtestung sowie der postoperativen Veränderung des subjektiven Riechempfindens festgestellt werden. Dies bedeutet, dass ältere Patienten weniger verbesserte Ergebnisse in der postoperativen Riechtestung sowie in der Einschätzung des subjektiven Riechempfindens verzeichneten.

Lee und Lee kamen zu ähnlichen Ergebnissen. In ihrer Studie wurde ebenfalls nachgewiesen, dass ältere Patienten postoperativ ein weniger verbessertes Riechvermögen zeigten als jüngere Studienteilnehmer. Erklärungen hierfür waren der altersbedingte Austausch des Riechepithels durch respiratorisches Epithel, eine erhöhte Anzahl an geschädigten Riechsinneszellen sowie eine verringerte Anzahl an Nervenfasern im Riechkolben (Lee und Lee, 2007).

Auch die Studie von Qi et al. unterstützt die Annahme, dass sich das postoperative Riechvermögen bei älteren Patienten weniger verbessert als bei jüngeren. Hier wurden die Teilnehmer ebenfalls in Altersgruppen unterteilt: Die Kindergruppe bis 18 Jahre, die Jugendgruppe von 18 bis 39 Jahren, die Gruppe mittleren Alters von 40 bis 59 Jahren und die älteste Gruppe ab 60 Jahren.

Die Riechschwelle, eine subjektive Riecheinschätzung, ein modifizierter Lund-Mackay-Score und der Lund-Kennedy-Score wurden prä- und drei Monate postoperativ erfasst und verglichen. Alle vier Altersgruppen zeigten postoperativ verbesserte Testergebnisse, wobei mit steigendem Alter die Verbesserung immer geringer wurde. Das nur gering verbesserte Riechvermögen im Alter erklärt Qi et al. mit der generellen Abnahme der Sinnesorganfunktion, die bei älteren Menschen physiologisch auftritt sowie durch die verlangsamte Genesung und den verlängerten Krankheitsverlauf im Alter (Qi et al., 2021).

Laut den Studien von Pade und Hummel, Litvack et. al sowie der Studie von Andrews et al. hat das Alter keinen prädiktiven Vorhersagewert für den Erfolg der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation (Pade und Hummel, 2008; Litvack et al., 2009; Andrews et al., 2016).

Ein weiterer Auslöser für die verminderte Riechverbesserung bei älteren Studienteilnehmern kann die generelle Beeinträchtigung des Geruchssinns sein, die im höheren Alter gehäuft vorzufinden ist. Für diese verringerte Riechfunktion sind sowohl psychologische Veränderungen, wie eine altersbedingte beeinträchtigte Gedächtnisfunktion, sowie auch physiologische und strukturelle Veränderungen, die das olfaktorische Epithel schädigen, verantwortlich. Zu diesen physiologischen und strukturellen Veränderungen zählen zum Beispiel ein reduzierter Stoffwechsel, der Verschluss der Foramina der Lamina cribrosa, ein verringerter Blutfluss innerhalb der Mukosa sowie eine erhöhte Viskosität des Mukus (Doty, 1994; Hummel et al., 1997).

Auch die Studie von Attems et al. zeigte, wie stark die Riechleistung altersbedingt abnahm. 3,8 - 5,8% der generellen Population waren laut der Studie von einer Anosmie betroffen. Dieser Anteil stieg bei den über 65-jährigen bereits auf 13,9%, bei den Teilnehmern zwischen 65 und 80 Jahren auf über 50% und sogar auf 80% bei den über 80-jährigen (Attems et al., 2015).

Auch die Übersicht von Schäfer et al. unterstreicht die Annahme, dass die Anzahl der Riechstörungen mit dem Alter ansteigt (Schäfer et al., 2021).

Bezogen auf das Geschlecht konnten die vorliegenden Studienergebnisse zeigen, dass 59,7% und damit mehr als die Hälfte der Studienteilnehmer männlich waren.

In vielen weiteren Studien konnte diese Geschlechtsverteilung bestätigt werden (Stevens et al., 2016; Bachert et al., 2020; Bartosik et al., 2021; Desiato et al., 2021).

Zu widersprüchlichen Ergebnissen kamen die Studien von Chen et al. und Martin et al. Hier wurde nachgewiesen, dass eine chronische Rhinosinusitis häufiger Frauen als Männer betraf (Chen et al., 2003; Martin et al., 2006). Eine mögliche Erklärung für die Prävalenz bei weiblichen Patienten waren laut den Autoren die kleineren Ostien, die schneller blockierten und demnach auch schneller zu einer Entzündung der Nasennebenhöhlen führen konnten. Außerdem könnte eine weitere Ursache sein, dass Frauen empfindlicher gegenüber den Kardinalsymptomen einer CRS waren und daher auch medizinische Leistungen schneller in Anspruch nahmen als Männer (Chen et al., 2003).

Ob das Geschlecht letztendlich einen Einfluss auf den Operationserfolg hat, wurde in der vorliegenden Studie nicht nachgewiesen. Es wurde lediglich festgestellt, dass die weiblichen Patienten verglichen mit den männlichen Studienteilnehmern einen um 5,75 Punkte höheren mittleren SDI-Sumptionswert in der olfaktorischen Riechtestung aufwiesen.

Auch die schon oben beschriebene Studie von Pade und Hummel bestätigen ebenso wie die Studien von Andrews et al. und Litvack et al., dass kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Operationserfolg vorlag (Pade und Hummel, 2008; Litvack et al., 2009; Andrews et al., 2016).

5.2 Einfluss von komorbiden Erkrankungen auf den operativen Erfolg

Mehr als die Hälfte (58,3%) der Studienteilnehmer wurde bereits einmal im Kopf-Hals-Bereich operiert. Davon unterzogen sich 22,2% mindestens einmal einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation.

Verglichen mit Studienteilnehmern, die sich das erste Mal operieren ließen, wiesen Patienten mit einem Revisionseingriff einen um 5,48 Punkte schlechteren Sumptionswert bei der SDI-Testung auf. Demnach wirkte sich die längere Dauer einer CRS, die mit einer Revisionsoperation einhergeht, negativ auf die Riechfunktion der Patienten aus.

Dass sich die Revisionsoperation auch auf das postoperative Ergebnis der Riechfunktion auswirkte, konnten Calus et al. herausfinden. Laut den Autoren sank die Wahrscheinlichkeit nach dem operativen Eingriff eine normale Riechfunktion zu erlangen mit steigender Anzahl an Nasennebenhöhlenoperationen. Außerdem wurde nachgewiesen, dass es bestimmte

Risikofaktoren, wie hohe Interleukin-5 Werte oder komorbide Allergien, gab, die einen erneuten Eingriff wahrscheinlicher machten (Calus et al., 2019).

Auch Nguyen et al., Smith et al. und DeConde et al. kamen zu dem Ergebnis, dass sich die steigende Anzahl an vorangegangenen Nasennebenhöhlenoperationen negativ auf die postoperative Verbesserung der Riechfunktion auswirkte (Smith et al., 2010; DeConde et al., 2014a; Nguyen et al., 2015). Laut Smith und Kollegen gehörte die Revisions-Nasennebenhöhlenoperation zu den besten Vorhersagewerten für den geringeren Erfolg des operativen Eingriffs. In der Studie von DeConde und Kollegen wurde die NNH-Revisionsoperation sogar als einziger Prädiktor angesehen (Smith et al., 2010; DeConde et al., 2014a).

In einer weiteren Studie von Kennedy und Kollegen wurde herausgefunden, dass die Patienten, die sich erstmals einer Nasennebenhöhlenoperation unterzogen, die größte absolute Verbesserung nach dem operativen Eingriff erzielten. Ursache für dieses Ergebnis war laut den Autoren der verbesserte Zugang für die postoperative Medikation, der durch eine erstmalige Fensterung der Nasennebenhöhlen erzielt wurde. Bei Revisionsoperationen hat die Fensterung bereits stattgefunden und kann nicht mehr zu der gewünschten Verbesserung führen. Außerdem hatten Patienten, die sich einer Revisionsoperation unterzogen, oftmals einen komplexeren Krankheitsverlauf, der zu schlechteren postoperativen Ergebnissen führte (Kennedy et al., 2013).

Eine weitere Ursache für schlechtere Ergebnisse bei Revisionsoperationen können eine Fibrose oder Krusten der Riechrinne, Synechien zwischen der mittleren Nasenmuschel und dem Septum, die Austrocknung der Riechspalte nach Nasenmuschelentfernung oder die direkte Schädigung des olfaktorischen Epithels durch den operativen Eingriff sein (Rombaux et al., 2016).

Zu widersprüchlichen Ergebnissen kamen die Studien von Litvack et al. und Ninan et al.

Laut der Studie von Litvack et al. hatte die Anzahl an Nasennebenhöhlenoperationen, die zuvor stattgefunden hatten, keinen Einfluss auf die postoperative Riechfunktion (Litvack et al., 2009).

Auch Ninan et al. fanden heraus, dass weder Polypen, Rauchen, eine Revisionsoperation, eine Allergie oder Asthma einen signifikanten Einfluss auf die postoperative Verbesserung des Riechvermögens hatten (Ninan et al., 2021).

34,7% der Studienteilnehmer mit CRSwNP waren auch gleichzeitig von Asthma betroffen. Diese Prävalenz stimmte mit anderen Studien überein. Bei Loftus et al. lag die Prävalenz von Asthma bei 43,2% , in der Studie von Stevens et. al bei 55% und die Autoren um Laidlaw et. al gaben sogar an, dass 67% der CRSwNP-Patienten auch zusätzlich Asthma aufwiesen (Stevens et al., 2017; Loftus et al., 2020; Laidlaw et al., 2021).

Des Weiteren konnte die vorliegende Studie zeigen, dass Patienten mit komorbidem Asthma präoperativ einen um 5,48 Punkte schlechteren SDI-Wert aufwiesen als Patienten, die nicht zusätzlich von Asthma betroffen waren. Das Riechvermögen war bei diesen Studienteilnehmern präoperativ stärker beeinträchtigt und demzufolge auch der Verlauf der CRSwNP schwerer. Postoperativ waren, verglichen mit CRSwNP-Patienten ohne Asthma, keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen. Daher kann geschlussfolgert werden, dass Asthma in dieser Studie keinen prädiktiven Vorhersagewert für den operativen Erfolg hatte.

Dass Asthma zu einem schwereren Krankheitsverlauf führt, konnte auch die Studie von Stevens et al. bestätigen. Die Autoren fanden heraus, dass das Ausmaß an sinuinaler Entzündung im CT sowie der Grad an Polyposis nasi in der endoskopischen Untersuchung höher waren als bei Patienten ohne komorbidem Asthma. Zusätzlich war auch die Wahrscheinlichkeit sich einer Revisionsoperation unterziehen zu müssen für Patienten mit CRSwNP und Asthma höher (Stevens et al., 2017).

Zu den gleichen Ergebnissen kamen Laidlaw et al., die außerdem zusätzlich herausfanden, dass der Verlust des Geruchssinns bei Patienten mit CRSwNP mit komorbidem Asthma wahrscheinlicher war (Laidlaw et al., 2021).

Neben komorbidem Asthma wiesen auch 13,9% der Studienteilnehmer eine ASS-Intoleranz auf. Davon waren über die Hälfte (78%) außerdem zusätzlich von Asthma betroffen. Eine Kondition, die, wie bereits beschrieben, als Samter Trias bezeichnet wird. Bezogen auf die präoperative Gesamtzahl an Studienteilnehmern waren 9,7% der Patienten von den Samter Trias betroffen.

Diese Prävalenz stimmt mit der Prävalenz der Samter-Trias, die in der Studie von Laidlaw et al. beschrieben wurde, überein. Laut den Autoren litten ungefähr 8 - 26% der CRSwNP-Patienten an den Samter-Trias, was nachweislich zu einer signifikant schlechteren Lebensqualität führte (Laidlaw et al., 2021). Zusätzlich zur schlechteren Lebensqualität konnte in einer Studie von Gudziol et al. nachgewiesen werden, dass die Riechfunktion von Patienten mit ASS-Intoleranz stärker beeinträchtigt war (Gudziol et al., 2017).

Ob sich das Vorhandensein einer ASS-Intoleranz auf den Operationserfolg auswirkt, wurde in dieser Studie nicht belegt.

Allerdings fand die Studie von Minovi und Kollegen heraus, dass eine ASS-Intoleranz zu einer stärkeren Verbesserung der Riechfunktion nach dem operativen Eingriff führte (Minovi et al., 2007).

Dagegen spricht eine Studie von Kennedy et al. aus dem Jahr 2013, in der belegt wurde, dass eine ASS-Intoleranz keinen prädiktiven Voraussagewert für den Erfolg der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation darstellte (Kennedy et al., 2013).

5.3 Einfluss der endoskopischen Untersuchung auf den operativen Erfolg

Die Störung des Geruchssinns bei Patienten mit CRS ist auch eine Folge der entzündlichen Veränderung der Mukosa. Daher ist die Endoskopie der Nasennebenhöhlen das Mittel der Wahl, um herauszufinden, ob Schleimhautinfektionen vorhanden sind (Soler et al., 2015).

Zur Beurteilung des vorliegenden Grades an Polyposis nasi wurden in der endoskopischen Untersuchung zwei Bewertungssysteme angewandt: das Lildholdt-Grading der Polypen und der Lund-Kennedy-Score.

Die Mittelwerte des Lildholdt-Gradings der Polypen zeigten postoperativ eine klare Verbesserung des präoperativen Mittelwertes von 2,52 auf 0,55. Auch die seitengetrennte Beurteilung zeigte einen positiven Effekt des chirurgischen Eingriffs.

Der Mittelwert des Lund-Kennedy-Scores sank ebenfalls von präoperativ 5,32 auf postoperativ 2,98. Die einzelnen Unterkategorien des LKS zeigten nach der chirurgischen Entfernung der Polypen alle einen verbesserten Mittelwert. Ausnahmen stellten die Mittelwerte zur Beurteilung der Krusten und Narben dar. Ursache für die nicht verbesserten Mittelwerte in diesen Unterkategorien könnte die noch nicht vollständig abgeschlossene Wundheilung nach dem operativen Eingriff sein.

Die verbesserten Mittelwerte beider Bewertungssysteme verdeutlichen, dass der operative Eingriff in den meisten Fällen zur erfolgreichen Entfernung der Nasenpolypen führte und es nach drei Monaten bei einer Mehrzahl der Patienten zu keinem Wiederauftreten der Polypen kam.

Vor der Operation wiesen die meisten Patienten (58%) einen milden Grad an Polyposis nasi auf, gefolgt von den Patienten mit moderaten Polypen (22%). Die wenigsten (15%) litten unter schwerer Polyposis nasi. Es wurde herausgefunden, dass beide Bewertungssysteme der endoskopischen Untersuchung eine negative Korrelation zum präoperativen SDI-Test aufwiesen. Dies bedeutet, dass die präoperativen Mittelwerte des SDI-Tests umso schlechter wurden, je höher der Grad an Polyposis nasi war. Außerdem konnte eine positive Korrelation zwischen dem präoperativen Lildholdt-Grading und der postoperativen Veränderung des SDI-Ergebnisses festgestellt werden. Daraus ergab sich die Annahme, dass Patienten mit einem höheren präoperativen Grad an Polyposis nasi postoperativ eine größere Verbesserung des SDI-Sumationsergebnisses erzielten. Dafür spricht auch, dass eine signifikante Verbesserung des Mittelwerts der prä- und postoperativen SDI-Testung nur bei Patienten mit schwerer Polyposis nasi festgestellt werden konnte.

Ursache für die verminderte Riechfunktion bei Patienten mit Nasenpolypen und CRS war die vorliegende Entzündungsreaktion, die für die Erkrankung verantwortlich ist. Bei der CRSwNP

liegen Entzündungsmediatoren in erhöhten Mengen vor, welche die Struktur und Funktion des olfaktorischen Neuroepitheliums beeinflussen und zu einer Schädigung der bipolaren Neurone führen. Diese Schädigung führt dann wiederum zu einem Verlust des Geruchssinns (Castillo-Bustamante et al., 2019).

Wu et al. begründeten außerdem die verminderte Riechfunktion mit einer stärkeren Obstruktion des orthonasalen Riechwegs, die mit einem höheren Grad an Polyposis nasi einherging (Wu et al., 2018). Rombaux und Kollegen fanden heraus, dass bei Patienten mit CRSwNP eine signifikant bessere Funktion des Geruchssinns vorherrschte, wenn die Duftstoffe retronasal appliziert wurden. Dies bedeutet, dass auch die Lokalisation der Nasenpolypen die Riechfunktion maßgeblich beeinflusst.

Außerdem konnte festgestellt werden, dass eine weitere Ursache für die schlechteren Riechtestergebnisse bei schwerer Polyposis nasi das Vorliegen einer höheren Gewebeeosinophilie war, da eosinophile Granulozyten zur Freisetzung von Neurotoxinen führten, die eine Schädigung der olfaktorischen Rezeptorzellen auslösten (Rombaux et al., 2016).

Dass ein Zusammenhang zwischen dem Grad an Polyposis nasi und der objektiven Riechtestung besteht, konnten auch die Studien von Haxel et al., Litvack et al. und Andrews et al. belegen. Alle Autoren kamen zudem zu der Erkenntnis, dass Patienten mit einer Riechstörung schlechtere Ergebnisse in der präoperativen Endoskopieuntersuchung aufwiesen und dass Patienten mit Polyposis nasi schlechtere prä- und postoperative Ergebnisse der objektiven Riechtestung zeigten (Litvack et al., 2009; Andrews et al., 2016; Haxel et al., 2017). Zusätzlich konnten Litvack und Kollegen feststellen, dass anosmische Patienten mit Polypen nach dem operativen Eingriff stärkere Verbesserungen der Riechtestung aufwiesen als anosmische Patienten ohne Polypen. Ursache hierfür war die Auflösung der Riechrinnenobstruktion, die mit der Polypenentfernung einherging. Duftstoffe gelangen so leichter zum olfaktorischen Epithel und konnten demnach auch wieder schneller erkannt werden (Litvack et al., 2009).

Auch Nguyen et al. stellen fest, dass eine Korrelation zwischen der präoperativen Einteilung des Polypengrades und der postoperativen Riechfunktion bestand (Nguyen et al., 2015).

Betrachtet man die Ausdehnung der Polypen nach dem operativen Eingriff, wies keiner der Patienten einen schweren Grad an Polyposis nasi auf. Nur noch bei 4,3% der Studienteilnehmer wurde ein moderater Grad an Polyposis nasi dokumentiert, 38,3% zeigten eine milde Polyposis nasi und beim größten Teil der Studienteilnehmer (57,4%) konnten keine Nasenpolypen mehr nachgewiesen werden. Demnach konnte durch den operativen Eingriff eine effektive Polypenreduktion und -entfernung erreicht werden.

Eine Studie der Autoren um DeConde et al. zeigte, dass diese Verbesserung der Endoskopiergebnisse nach 12 und 18 Monaten nicht mehr zu verzeichnen war. Lediglich nach 6 Monaten konnte die Verbesserung des postoperativen Endoskopieergebnisses noch nachgewiesen werden (DeConde et al., 2017).

Widersprüchlich zu der Studie von DeConde et al. zeigten Calus et al., dass auch zwölf Jahre nach dem operativen Eingriff kein Wiederauftreten der Polypen, eine signifikante Symptomverbesserung sowie verbesserte endoskopische Untersuchungsergebnisse zu verzeichnen waren (Calus et al., 2019).

Nicht nur die objektive Riechtestung zeigte einen Zusammenhang mit den endoskopischen Bewertungssystemen, sondern auch die Tests zur subjektiven Riecheinschätzung und Bewertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Eine negative Korrelation lag zwischen beiden Bewertungssystemen und den präoperativen Messwerten für das subjektive Riechempfinden vor. Der SNOT-22 Test korrelierte mit beiden Systemen positiv. Das bedeutet: Je stärker der Grad an Polyposis nasi präoperativ war, desto niedriger war die Selbsteinschätzung auf einer visuellen Analogskala einerseits und je höher das SNOT-22 Testergebnis und infolgedessen je schlechter die gesundheitsbezogene Lebensqualität andererseits. Zusätzlich konnte eine positive Korrelation zwischen dem Lund-Kennedy-Score und der postoperativen Veränderung des subjektiven Riechempfindens sowie eine negative Korrelation mit der postoperativen Veränderung des SNOT-22 Tests festgestellt werden. Demzufolge rief ein höherer Lund-Kennedy-Score präoperativ zwar eine größere Verbesserung des subjektiven Riechempfindens hervor, die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserte sich allerdings weniger.

Im Gegensatz zu dieser Studie fanden Psaltis et al. heraus, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem SNOT-22 Test und dem Lund-Kennedy-Score bestand.

Eine Korrelation zwischen der subjektiven Bewertung der Symptome auf einer visuellen Analogskala und dem Lund-Kennedy-Score konnte demgegenüber nachgewiesen werden (Psaltis et al., 2014).

Mace et al. kamen wiederum zu anderen Ergebnissen. Die Autoren fanden heraus, dass nach dem operativen Eingriff ein Zusammenhang zwischen der Verbesserung des Lund-Kennedy-Scores und der Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität vorlag. Ausschlaggebend für die Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität waren laut den Autoren die verbesserte Ventilation, der verbesserte Geruchssinn sowie der reduzierte Gesichtsdruk, der durch die endoskopische Nasennebenhöhlenoperation erzielt werden konnte (Mace et al., 2010).

5.4 Einfluss der CT-Untersuchung auf den operativen Erfolg

Mehr als die Hälfte (63%) aller Studienteilnehmer wiesen eine partielle Verschattung der Nasennebenhöhlen auf, während bei 37% der Patienten die Nasennebenhöhlen im CT sogar vollständig verschattet waren. Es konnten Korrelationen zwischen dem Lund-Mackay-Score und dem präoperativen SDI, dem subjektiven Riechempfinden, dem SNOT-22 Test und den Bewertungssystemen für die endoskopische Untersuchung herausgefunden werden.

Zwischen dem Lund-Mackay-Score und dem präoperativen SDI-Ergebnis lag eine negative Korrelation vor. Dies bedeutet, je stärker die Nasennebenhöhlen präoperativ verschattet waren, umso schlechter fiel das Ergebnis der präoperativen Riechtestung aus. Patienten mit partieller Verschattung der Nasennebenhöhlen zeigten einen um 10,2 Punkte höheren SDI-Wert als Patienten mit vollständiger Verschattung.

Dass eine Korrelation zwischen dem Lund-Mackay-Score und der präoperativen Riechtestung besteht, konnte auch in den Studien von Haxel et al. und Lind et al. bestätigt werden. Als mögliche Erklärung für diesen Zusammenhang gaben die Autoren die stärkere Obstruktion an, die mit einer stärkeren Verschattung der Nasennebenhöhlen einherging und welche demzufolge den Weg des Duftstoffes zur Riechrinne erschwerte (Lind et al., 2016; Haxel et al., 2017).

Nicht nur die objektive Riechtestung, sondern auch das subjektive Riechempfinden und der SNOT-22 Test korrelierten mit dem Lund-Mackay-Score. Das subjektive Riechempfinden und auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität wurden umso schlechter eingeschätzt, je stärker die Verschattung der Nasennebenhöhlen war. Ursache hierfür war wahrscheinlich die größere Beeinträchtigung des Geruchssinns, die durch den stärkeren Entzündungsgrad der Nasennebenhöhlen und die Verlegung der Riechspalte hervorgerufen und auch subjektiv als schwerwiegender eingeschätzt wurde.

Dass auch das SNOT-22 Testergebnis mit stärkerer Verschattung schlechter ausfiel, könnte damit zusammenhängen, dass die nasalen Symptome einer CRSwNP und vor allem das Vorliegen einer Riech- oder Schmeckstörung die gesundheitsbezogene Lebensqualität am stärksten negativ beeinflussten (Mattos et al., 2019).

Einen besseren Vorhersagewert als der Lund-Mackay-Score hatte die Riechrinnenverschattung. Je stärker diese ausgeprägt war, desto schlechter fiel die präoperative SDI-Testung aus und umso größer war die Veränderung des SDI-Ergebnisses nach dem operativen Eingriff. Eine mögliche Erklärung hierfür ist die gleiche wie auch bei der Verschattung der Nasennebenhöhlen.

Auch das subjektive Riechempfinden wurde durch die Verschattung der Riechrinne negativ beeinflusst.

Ein weiterer Zusammenhang bestand zusätzlich mit den Bewertungssystemen der endoskopischen Untersuchung. Je stärker die Verschattung der Nasennebenhöhlen und der Riechrinne war, desto stärker waren die Polypen präoperativ ausgeprägt. Die Verschattung der Riechrinne korrelierte zusätzlich mit der postoperativen Veränderung des Lund-Kennedy-Scores. Dies führte zu der Erkenntnis, dass Patienten mit einer stark verschatteten Riechrinne die größten Veränderungen des Lund-Kennedy-Scores nach dem operativen Eingriff verzeichneten.

Auch in der Studie von Loftus et al. konnten Korrelationen zwischen der Verschattung der Riechrinne und der objektiven Riechtestung festgestellt werden. Je mehr die Riechrinne verschattet war, desto eher kam es zu einer Abnahme der Riechfunktion und zu einer Abnahme der gesundheitsbezogenen Lebensqualität.

Loftus et al. fanden in ihrer Studie außerdem heraus, dass die Verschattung der Riechrinne einen stärkeren Vorhersagewert für die Riechfunktion darstellte als die generelle Verschattung der Nasennebenhöhlen, die durch den Lund-Mackay-Score repräsentiert wurde. Demzufolge sind Therapieansätze, die direkt auf die entzündliche Veränderung des Riechrinnenepithels einwirken, wahrscheinlich effizienter für Patienten mit CRSwNP (Loftus et al., 2020).

Auch laut Litvack et al. wiesen Patienten mit Riechstörungen höhere Ergebnisse in der CT- und Endoskopiebeurteilung auf (Litvack et al., 2009).

Chang et al. fanden ebenfalls heraus, dass ein Zusammenhang zwischen der Verschattung der Riechrinne und der Riechfunktion bestand. Die Autoren stellten fest, dass die veränderte Mukosa innerhalb der Riechrinne mit dem Ausmaß des Geruchssinnverlustes korrelierte (Chang et al., 2009).

In der Studie von Wu et al. wurde ein enger Zusammenhang zwischen einer gestörten Riechfunktion und der Veränderung der Riechrinne hergestellt. Laut den Autoren konnte die röntgenologische Beurteilung der Obstruktion der Riechrinne den Grad der Riechstörung reflektieren. Gleichzeitig fanden die Autoren heraus, dass die Obstruktion der Riechrinne nicht als prognostischer Faktor für den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation angesehen werden kann (Wu et al., 2018). Diese Ergebnisse wurden durch Kennedy und Kollegen bestätigt (Kennedy et al., 2013).

Kim et al. fanden heraus, dass Patienten mit partiell verschattetem Sinus ethmoidalis anterior die höchste Wahrscheinlichkeit hatten, nach der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation ein verbessertes Riechvermögen zu erlangen. Bezüglich der Verschlechterung des Riechvermögens konnte dagegen kein prädiktiver Vorhersagewert bestimmt werden (Kim et al., 2015).

Laut Ryan et al. lag für die gesundheitsbezogene Lebensqualität und die Beurteilung der Nasennebenhöhlen im CT nur eine schwache Korrelation vor. Lediglich die Unterkategorien des SNOT-22 Tests, welche die Hauptsymptome der CRS darstellten, wie „eitriger

Nasenausfluss“, „verstopfte Nase“ und „Riechstörung“, konnten einen moderaten Zusammenhang zur CT-Untersuchung aufweisen. Wie auch in dieser Studie konnten Ryan et al. eine Korrelation zwischen der endoskopischen Untersuchung und der CT-Beurteilung feststellen (Ryan et al., 2011).

5.5 Einfluss des subjektiven und objektiven Riechvermögens auf den operativen Erfolg

Der größte Teil der Patienten (27 bzw. 58%) zeigte nach der Operation ein verbessertes Riechvermögen, bei 4 (9%) Patienten war kein Unterschied zu verzeichnen und bei 16 (34%) Patienten sogar eine Verschlechterung.

Ein möglicher Grund für die hohe Anzahl an verschlechterten postoperativen SDI-Ergebnissen könnte eine Art permanenter Verletzung des Neuroepitheliums sein, die durch die Entzündung und den Epithelschaden, der bei einer CRS vorliegt, hervorgerufen wurde. Dieser Epithelschaden könnte zu einer Zerstörung der olfaktorischen Neurone (ORN) führen und demnach zu einer Beeinträchtigung des Geruchssinns. Zusätzlich könnte ein Fehlschlagen des operativen Eingriffs außerdem durch ein persistierendes Ödem der Mukosa oder eine persistierende entzündliche Veränderung der Riechrinne hervorgerufen worden sein (Kim et al., 2015).

Haxel et al. kamen zu ähnlichen Ergebnissen, wobei der Anteil an Patienten, bei denen sich das Riechvermögen verschlechterte, geringer war. In der Studie verbesserten 44% der Teilnehmer ihr Riechvermögen nach dem operativen Eingriff, bei 46% der Patienten konnte keine Änderung verzeichnet werden und bei 10% eine Verschlechterung (Haxel et al., 2017). Zu ähnlichen Ergebnissen wie Haxel et al. kamen auch Andrews und Kollegen. Die Autoren fanden heraus, dass 54,5% der Patienten mit CRSwNP nach der Operation eine verbesserte Riechfunktion aufwiesen, bei 12,1% war die Riechfunktion unverändert und auch hier verschlechterte sich bei einem großen Teil (33,3%) der Geruchssinn nach dem operativen Eingriff (Andrews et al., 2016).

Murali et al. fanden heraus, dass alle Studienteilnehmer eine Verschlechterung des Geruchssinns direkt nach dem operativen Eingriff erlitten, die sich aber nach zwölf Wochen wieder normalisierte. Wie auch in der vorliegenden Studie beobachteten Murali et al. eine Verbesserung bei allen anosmischen Patienten, auch wenn sie keinen normosmischen Status erreichten (Murali et al., 2021).

Das mittlere SDI-Testergebnis konnte sich postoperativ signifikant um 3,08 Punkte verbessern. Die Schwellentestung stieg postoperativ um 0,89 Punkte an, die Diskriminationstestung um 1,4 Punkte und die Identifikationstestung um 0,79 Punkte.

Die verbesserten Ergebnisse nach der endoskopischen Nasennebenhöhlenchirurgie wurden wahrscheinlich neben der Beseitigung der Obstruktion durch die Polypen auch durch die Senkung des Entzündungsgrades der sinunasalen Mukosa hervorgerufen (Kim et al., 2015). In der Studie von Katotomichelakis et al. konnte beobachtet werden, dass auch noch 6 Monate nach dem chirurgischen Eingriff ein verbessertes SDI- Ergebnis erreicht wurde. Dabei wurde herausgefunden, dass sich die Dauer der Riechstörung, eine Aspirin-Intoleranz, eine NNH-Revisionsoperation, Allergien und auch das Alter negativ auf das Ergebnis der Riechtestung auswirkten. Das Patientengeschlecht, der Raucherstatus oder Geschmacksstörungen hatten laut den Autoren keinen prädiktiven Vorhersagewert für das Ergebnis nach der Operation (Katotomichelakis et al., 2010).

Zu anderen Ergebnissen kamen Litvack et al. In deren Studie wurde herausgefunden, dass die Schwere der Riechstörung bei Patienten mit CRS abhängig ist vom Patientenalter (ab 65 Jahre), dem Vorhandensein von Asthma oder Nasenpolypen und dem Rauchen. Eine Aspirin-Intoleranz, eine allergische Rhinitis oder die medizinische Vorgeschichte einer Nasennebenhöhlenoperation wurden hingegen nicht mit einer gestörten Riechfunktion assoziiert. Außerdem fanden die Autoren heraus, dass Nasenpolypen im direkten Zusammenhang mit einer Hyposmie und Anosmie standen. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch die Studien von Perry et al. und Brämerson et al (Perry und Kountakis, 2003; Brämerson et al., 2004; Litvack et al., 2008).

Das Riechvermögen wurde jedoch nicht nur objektiv überprüft. Auch die Patienten selbst sollten eine subjektive Einschätzung ihres Riechvermögens abgeben. Die subjektive Bewertung des Riechvermögens konnte sich durch den operativen Eingriff um 1,6 Punkte verbessern. In der Einschätzung des Riechvermögens im Vergleich zu anderen gaben vor der Operation 49% der Patienten an, dass sich ihr Riechvermögen zwischen „normal“ und „sehr gut“ befindet. Durch den operativen Eingriff stieg dieser Anteil der Patienten auf 73% an.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Perry und Kountakis. In ihrer Studie wurde ebenfalls das subjektive Riechvermögen prä- und postoperativ bewertet. Hier gaben sogar 86% der Studienteilnehmer an, dass sich ihr Riechvermögen durch den operativen Eingriff besserte (Perry und Kountakis, 2003).

Im Gegensatz dazu berichtete die Mehrheit aller Patienten (69%) in einer Studie von Schriever et al., dass sie keinen Unterschied ihrer Riechfunktion nach dem operativen Eingriff feststellen konnten. 30% der Patienten konstatierten eine Verbesserung und 1% der Patienten berichteten sogar über eine Verschlechterung (Schriever et al., 2012).

Zur Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität wurde prä- und postoperativ der SNOT-22 Test angewendet, der als einer der besten subjektiven Tests zur Bewertung des

Operationsergebnisses (PROMS - „patient reported outcome measure) gilt (Hopkins et al., 2015). Durch den operativen Eingriff konnte der Mittelwert des SNOT-22 Tests um 12,36 Punkte reduziert werden, wodurch sich folglich auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserte. Im Mittel konnte also bei den Patienten eine Verbesserung um mehr als neun Punkte erzielt und somit eine MCID erreicht werden.

Zusätzlich wurde festgestellt, dass die fünf am schlechtesten bewerteten Unterkategorien des SNOT-22 Test alle die rhinologischen Symptome betrafen.

Auch Gallo et al. stellten fest, dass sich die gesundheitsbezogene Lebensqualität durch die endoskopische Nasennebenhöhlenchirurgie verbesserte. In der Studie konnte eine Abnahme des SNOT-22 Testergebnisses um 26 Punkte festgestellt werden (Gallo et al., 2020).

Soler et al. fanden ebenfalls heraus, dass bei allen Studienteilnehmern eine signifikante Veränderung zwischen den prä- und postoperativen SNOT-22 Testergebnissen aufgetreten war. Die Differenz betrug zwischen 12,7 und 44,8 Punkten. Asthma, ein höheres präoperatives SNOT-22 Testergebnis und eine NNH-Revisionsoperation wurden dabei mit größeren Unterschieden zwischen den Ergebnissen assoziiert (Soler et al., 2018).

In einer Studie von Hopkins et al. wurden die Langzeiterfolge der endoskopischen NNH-Operation untersucht. Die Autoren stellten fest, dass ein verbessertes SNOT-22 Testergebnis auch noch fünf Jahre nach dem operativen Eingriff vorgefunden werden konnte (Hopkins et al., 2009b).

Dass der SNOT-22 Test nicht nur die gesundheitsbezogene Lebensqualität beeinflusst, sondern auch einen Einfluss auf die Wahl des therapeutischen Verfahrens bei CRS-Patienten nehmen kann, untersuchte die Studie von DeConde et al. Die Autoren fanden heraus, dass Patienten, die höhere Punktwerte in den Unterkategorien der Schlaf- und psychologischen Störungen angaben, eine höhere Wahrscheinlichkeit hatten, sich für den operativen Eingriff anstatt der fortlaufenden medikamentösen Therapie zu entscheiden. Außerdem kamen DeConde et al. zu dem Ergebnis, dass Patienten, die sich einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation unterzogen, die stärksten Verbesserungen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität nach dem Eingriff verzeichneten (DeConde et al., 2014b).

Auch die Studie von Rudmik et al. kam bezogen auf die Wahl des therapeutischen Verfahrens zu denselben Ergebnissen wie DeConde et al. Darüber hinaus beobachteten Rudmik und Kollegen, dass die Wahrscheinlichkeit eine MCID zu erreichen abhängig war vom präoperativen SNOT-22 Testwert. Demnach gab es für Patienten mit einem SNOT-22 Wert von über 30 Punkten eine 80%-ige Wahrscheinlichkeit, nach der Operation eine MCID zu erreichen. Zusätzlich wurde eine Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität um 50% hergestellt. Patienten, die einen SNOT-22 Wert zwischen 20 und 30 erreichten, hatten nur noch eine weniger als 55%-ige Wahrscheinlichkeit eine MCID zu erreichen,

währenddessen Patienten mit Ergebnissen unter 20 Punkten eine Verschlechterung der postoperativen SNOT-22 Ergebnisse aufwiesen (Rudmik et al., 2015).

Zu den gleichen Ergebnissen kamen Hopkins et al. sowie Soler et al. Zusätzlich fanden Hopkins et al. heraus, dass Patienten mit einem Testergebnis von 30 oder mehr gleichzeitig aber auch die höchste Wahrscheinlichkeit hatten, sich einer Revisionsoperation unterziehen zu müssen. Soler et al. erkannten, dass ökonomische Faktoren, Persönlichkeitsprofile, soziale Hilfsstrukturen, das Patientenvertrauen in den Arzt, der Schweregrad der CT- und Endoskopieuntersuchung sowie die objektiv gemessene Riechfunktion keinen Einfluss auf die Therapieentscheidung nahmen (Soler et al., 2013; Hopkins et al., 2015).

Korrelationen lagen zwischen dem SDI-Wert, dem subjektivem Riechempfinden und dem SNOT-22 Test sowohl prä- als auch postoperativ vor. Es wurde herausgefunden, dass präoperativ ein positiver Zusammenhang zwischen der objektiven Riechtestung und der subjektiven Riecheinschätzung vorlag. Dies bedeutet, je schlechter das Riechempfinden vor dem Eingriff eingeschätzt wurde, desto niedriger fiel die objektive Riechtestung aus. Bei der gesundheitsbezogenen Lebensqualität verhielt es sich ebenso. Je höher der erreichte SNOT-22 Wert war, also je schlechter die gesundheitsbezogene Lebensqualität beurteilt wurde, desto niedriger war das Riechtestergebnis.

Außerdem wurde festgestellt, dass die postoperative Veränderung des SDI-Werts eine negative Korrelation mit der präoperativen subjektiven Riechempfindung aufwies. Dies lässt schlussfolgern: Je schlechter die subjektive Riecheinschätzung vor dem Eingriff war, desto größer war die postoperative Veränderung des SDI-Ergebnisses. Zusätzlich korrelierte die postoperative SDI-Veränderung auch positiv mit der postoperativen Veränderung der subjektiven Riechempfindung. Das bedeutet wiederum: Je größer die Veränderung subjektiv war, desto größer waren auch die Veränderungen in der objektiven Riechtestung nach dem operativen Eingriff.

Auch das subjektive Riechempfinden und das SNOT-22 Testergebnis korrelierten negativ miteinander. Demzufolge stimmte die subjektive Riechempfindung des Patienten auch mit der gesundheitsbezogenen Lebensqualität überein. Je schlechter das Riechvermögen von den Patienten vor der Operation eingeschätzt wurde, desto höher war das Ergebnis des SNOT-22 Tests und dementsprechend schlechter war auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Postoperativ konnte genau der gleiche Zusammenhang festgestellt werden. Außerdem bestand eine positive Korrelation zwischen der präoperativen subjektiven Riecheinschätzung und der postoperativen Veränderung des SNOT-22 Tests. Demzufolge war die Veränderung des SNOT-22 Tests postoperativ höher, je schlechter das Riechvermögen vor dem Eingriff eingeschätzt wurde.

Genauer wurde die Unterkategorie „Riechen“ des SNOT-22 Tests untersucht. Auch diese korrelierte negativ sowohl mit dem SDI-Testergebnis als auch mit dem subjektiven Riechempfinden. Diese negative Korrelation bestätigte auch die Zusammenhänge, die zuvor schon zwischen dem SNOT-22 Testergebnis, dem subjektiven Riechen und dem SDI-Test herausgefunden werden konnten. Je schlechter die Unterkategorie „Riechen“ bewertet wurde, also je höher der Punktwert dafür beim SNOT-22 Test war, desto schlechter waren die subjektive Riecheinschätzung auf der visuellen Analogskala und auch der SDI-Test.

In der Studie von Gallo et al. war es nicht die präoperative subjektive Riecheinschätzung, die eine Voraussage über die postoperative Veränderung der Riechtestung treffen konnte, sondern das präoperative SNOT-22 Testergebnis. Die Mehrheit aller teilnehmenden Patienten erfuhr eine Symptomverbesserung, die sich proportional zum präoperativen SNOT-22 Testergebnis verhielt. Dies bedeutet, je höher, also je schlechter der präoperative SNOT-22 Wert war, desto größer war die Symptomverbesserung einer CRS nach dem operativen Eingriff, wenn auch die Wahrscheinlichkeit für die Patienten, eine komplett normale Riechfunktion zu erlangen, geringer war. Patienten mit niedrigeren präoperativen SNOT-22 Ergebnissen hatten eine geringere Wahrscheinlichkeit von dem operativen Eingriff zu profitieren, gleichzeitig war die Wahrscheinlichkeit aber höher wieder eine normale Riechfunktion zu erlangen. Laut den Autoren war der SNOT-22 Test einer der Hauptprädiktoren, die eine Voraussage über den Ausgang einer Nasennebenhöhlenoperation treffen konnte (Gallo et al., 2020).

Kennedy und Kollegen stellten gleiche Ergebnisse fest. Zusätzlich testeten Kennedy et al., ob es Unterkategorien gab, die einen prädiktiven Wert aufwiesen. Es wurde herausgefunden, dass die Unterkategorie „laufende Nase“ mit einer höheren postoperativen Symptomverbesserung assoziiert wurde, die Unterkategorien „Husten“ und „Traurigkeit“ dagegen mit einer geringeren Verbesserung der Symptome nach der Operation. Ursache für die verminderte Symptomverbesserung in Verbindung mit der Unterkategorie „Husten“ könnte mit einer gleichzeitigen Erkrankung an Asthma zusammenhängen (Kennedy et al., 2013).

Lind et al. untersuchten ebenfalls die Unterkategorien des SNOT-22 Tests. Sie fanden heraus, dass die Kategorien „verstopfte Nase“, „häufiges Naseputzen“, „Verlust des Geruchssinns“ und „laufende Nase“ genau wie in der vorliegenden Studie zu den am schlechtesten bewerteten Kategorien vor dem operativen Eingriff zählten (Lind et al., 2016).

Auch laut Hopkins et al. wurden die Unterkategorien „Verstopfung der Nase“ und „Verlust des Geruchs- und Geschmackssinnes“ von den Studienteilnehmern am schlechtesten bewertet (Hopkins et al., 2009a).

Mattos et al. fanden heraus, dass die Patientenzufriedenheit nach dem operativen Eingriff abhängig von der Verbesserung der Symptome war, die den Patienten am stärksten

belasteten. Die fünf Symptome des SNOT-22 Tests, welche die Studienteilnehmer am schlechtesten bewerteten, waren alle die Nase und den Geruchssinn betreffend: verstopfte Nase, Riech- oder Schmeckstörung, zähes Nasensekret, Nase putzen und Verschleimung hinter der Nase (Mattos et al., 2019).

5.6 Einfluss qualitativer Riechstörungen auf den operativen Erfolg

Beeinträchtigungen des Geruchssinns können in quantitative und qualitative Riechstörungen eingeteilt werden. Während bei den quantitativen Riechstörungen (Hyposmie, Hyperosmie und Anosmie) die Intensität von Duftstoffen verändert wahrgenommen wird, kommt es bei qualitativen Störungen zu einer veränderten Wahrnehmung der Qualität des Duftstoffes. Hierzu zählen die Parosmie, bei der ein bestimmter Geruch unterschiedlich vom eigentlichen Geruch der Substanz wahrgenommen wird, die Phantosmie, bei der ein Geruch ohne das Vorhandensein eines Duftstoffes wahrgenommen wird und die Agnosie, bei der ein Patient nicht in der Lage ist, Duftstoffe zu erkennen (Rombaux et al., 2016).

Mögliche Ursachen für qualitative Riechstörungen können Infektionen der oberen Atemwege, ein Trauma im Kopfbereich, sinunasale oder andere Erkrankungen sein. Die häufigste Ursache ist dabei die Infektion der oberen Atemwege. 7 – 17% der qualitativen Riechstörungen werden durch sinunasale Erkrankungen verursacht (Reden et al., 2006; Philpott et al., 2021).

Bei den meisten Patienten mit qualitativer Riechstörung liegt gleichzeitig eine beeinträchtigte gesundheitsbezogene Lebensqualität vor. Dies liegt vor allem daran, dass qualitative Riechstörungen meist mit übelriechenden Wahrnehmungen verbunden werden (Reden et al., 2006; Philpott et al., 2021).

In dieser Studie wiesen 28% der Studienteilnehmer zusätzlich zur CRSwNP eine qualitative Riechstörung auf. Davon litten 4,2% an einer Parosmie und 23,4% an einer Phantosmie. In den meisten anderen Studien war der Anteil an Patienten mit Parosmie größer als der Anteil an Teilnehmern mit Phantosmie (Reden et al., 2006; Philpott et al., 2021).

Alle Patienten dieser Studie, die neben der CRSwNP an einer Phantosmie litten, wiesen eine größere postoperative Veränderung des SDI-Sumationsergebnisses, verglichen mit den Patienten ohne qualitative Riechstörung auf. Auch in den einzelnen Untertests konnte dies bestätigt werden.

Reden et al. stellten fest, dass die Patienten, die zusätzlich zur qualitativen Riechstörung auch an einer CRS litten, verglichen mit den Teilnehmern, die eine qualitative Riechstörung ausgelöst durch andere Ursachen aufwiesen, die höchste Wahrscheinlichkeit hatten, eine Verbesserung des Riechvermögens zu erlangen (Reden et al., 2006).

Wie auch in der vorliegenden Studie konnten Doty sowie Philpott et al. nachweisen, dass die qualitativen Riechstörungen eine positive Korrelation mit der Verbesserung des Geruchssinns aufzeigten (Doty, 1979; Philpott et al., 2021).

Widersprüchlich dazu fanden Reden et al. heraus, dass qualitative Riechstörungen nur eine geringe Aussagekraft für die Wiederherstellung des Geruchssinns hatten (Reden et al., 2006).

5.7 Limitationen der Studie

Limitationen dieser Studie ergaben sich aus der relativ geringen Patientenzahl, die zur postoperativen Riechtestung erschienen ist, die wechselnden Chirurgen mit unterschiedlicher Erfahrung, die präoperative Medikation, die Subjektivität bei der klinischen Beurteilung der Nasenpolypen und Verschattung der Nasennebenhöhlen, die Ablenkung der Patienten bei der Riechtestung durch andere Probanden sowie durch die fehlende Langzeitkontrolle der Ergebnisse.

Betrachtet man die Riechtestung, wiesen nicht alle Studienteilnehmer die gleichen Voraussetzungen auf. Studienteilnehmer mit kortisonhaltiger, präoperativer Medikation erlangten bessere Riechtestergebnisse als Teilnehmer, die keine Medikamente einnahmen. Besser wäre eine einheitliche präoperative Medikation für alle Patienten oder aber ein kompletter Ausschluss einer Medikamenteneinnahme gewesen, um so gleiche Voraussetzungen für alle Studienteilnehmer zu schaffen.

Ein weiterer Nachteil des Versuchsaufbaus war, dass sich während der Riechtestung in den Räumlichkeiten des interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken der Uniklinik Dresden neben den Teilnehmern dieser Studie teilweise auch andere Probanden befanden. Dadurch konnte es zu einer Beeinträchtigung der Konzentration der Studienteilnehmer kommen.

In Bezug auf die operativen Ergebnisse war es nachteilig, dass die Eingriffe von verschiedenen Chirurgen durchgeführt wurden. Diese Chirurgen wiesen dabei auch ein unterschiedliches Maß an Berufserfahrung auf, was sich wiederum auf die Ergebnisse der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation auswirken konnte.

Auch die Beurteilung der Nasenpolypen und die Verschattung der Nasennebenhöhlen im CT zeigte Limitationen auf, da diese zu einem geringen Anteil immer auch abhängig von der subjektiven Einschätzung des durchführenden Behandlers war und somit keine vollständig objektive Bewertung darstellte.

Ein relativ großer Anteil der Studienteilnehmer zeigte keine Verbesserung der Riechtestung oder sogar eine Verschlechterung nach dem operativen Eingriff. Vor allem bei den Patienten mit einer Verschlechterung des Geruchssinns wäre es sinnvoll, das Riechvermögen nicht nur nach 3 Monaten zu beurteilen, sondern auch die Langzeiterfolge des operativen Eingriffs zu beobachten. Dies böte die Möglichkeit herauszufinden, ob die Verschlechterung des

Riechvermögens beispielsweise eine Folge des nicht abgeschlossenen Heilungsprozesses nach dem Eingriff ist.

Durch eine längere postoperative Überwachung der Riechfunktion könnte ebenfalls beurteilt werden, ob der operative Eingriff zu einem Langzeiterfolg führt oder ob sich der Geruchssinn nach 6 oder 12 Monaten wieder verschlechtert.

Um noch besser zu beurteilen, welche Faktoren einen prädiktiven Vorhersagewert für den operativen Erfolg haben, sollte die Teilnehmerzahl in zukünftigen Studien erhöht werden.

5.8 Fazit und Ausblick: Prädiktive Faktoren, die den Erfolg der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation vorhersagen

Ziel der Studie war es herauszufinden, ob es Faktoren gibt, die den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation bei Patienten mit CRSwNP vorhersagen können, um dadurch behandelnden Ärzten die Beratung der Patienten bezüglich der Erfolgsaussichten zu erleichtern.

In der vorliegenden Studie wurde herausgefunden, dass es verschiedene Faktoren gab, welche die postoperative Veränderung der Riechtestung beeinflussten. Dazu zählten zum einen das Alter und die NNH-Revisionsoperation, die sich negativ auf die postoperative Veränderung auswirkten.

Andere Faktoren, wie zum Beispiel der Schweregrad an Polyposis nasi, die Riechrinnenverschattung sowie die subjektive Riecheinschätzung, waren positiv mit postoperativen SDI-Veränderungen korreliert.

Einen weiteren prädiktiven Vorhersagewert wiesen die qualitativen Riechstörungen auf. Es wurde herausgefunden, dass Studienteilnehmer, die zusätzlich an einer Phantosmie litten, gleichzeitig auch höhere postoperative SDI-Veränderungen zeigten.

Außerdem konnte auch festgestellt werden, dass die subjektive Riecheinschätzung nicht nur das SDI-Ergebnis beeinflusste, sondern auch die gesundheitsbezogene Lebensqualität. Je schlechter das Riechvermögen präoperativ eingeschätzt wurde, desto größer war die postoperative Veränderung des SNOT-22 Tests.

In den meisten Studien hatten die Anzahl an NNH-Revisionsoperationen und das Vorhandensein von Nasenpolypen den stärksten prädiktiven Vorhersagewert für den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation (Hopkins et al., 2015; DeConde et al., 2017; Mattos et al., 2019; Gallo et al., 2020). Andere Studien gaben an, dass das Alter und der SNOT-22 Test ebenfalls Prädiktoren für den Operationserfolg waren. Außerdem spielten das Vorhandensein von Asthma, das Geschlecht sowie eine kürzere Symptombdauer vor der Operation eine Rolle für den Operationserfolg (Hopkins et al., 2015; Gallo et al., 2020; Yim et al., 2021).

Ein weiterer Faktor, der in vielen Studien als guter Prädiktor für den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation angegeben wurde, war die Gewebseosinophilie. Wu et al. fanden heraus, dass die Gewebseosinophilie in der Bulla ethmoidalis mit dem Verlust des Geruchssinns bei Patienten mit CRSwNP assoziiert werden konnte und es einen Zusammenhang zwischen der Anzahl an eosinophilen Granulozyten im Blut und dem Verlust des Geruchssinns gab (Wu et al., 2018). Smith et al. stellten fest, dass Patienten mit geringerer Gewebseosinophilie eine zwei- bis viermal höhere Wahrscheinlichkeit hatten, eine Verbesserung des Geruchssinns durch den Eingriff zu erzielen (Smith et al., 2010)

Gegensätzlich zu den genannten Studien sind Toutouchni et al. zu dem Ergebnis gekommen, dass es keine prädiktiven Faktoren gab, die den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation voraussagen konnten (Toutouchni et al., 2018).

Trotz der oftmals widersprüchlichen Ergebnisse nach endoskopischer Nasennebenhöhlenoperation, gaben in einer Studie von Mattos et al. 73% aller Teilnehmer an, dass das Ergebnis ihren präoperativen Erwartungen entsprach. Bei 83% der Patienten führte der Eingriff zu einer Verbesserung der für den Patienten am meisten belastenden Symptome. 86% der Teilnehmer würden den Eingriff wieder durchführen lassen und 94% würden die Operation sogar anderen Patienten empfehlen (Mattos et al., 2019).

Letztendlich beeinflussten in der vorliegenden Studie vor allem der Schweregrad der Polyposis nasi und die Verschattung der Riechrinne maßgeblich den Erfolg der NNH-Operation. Der Großteil der Patienten konnte eine Verbesserung des Geruchssinns verzeichnen, was sich auch auf die gesundheitsbezogenen Lebensqualität auswirkte. Behandelnde Ärzte sollten zusammen mit den Patienten unter Einbeziehung der endoskopischen und CT- Untersuchungsergebnisse abwägen, inwiefern der Betroffene letztendlich von der Operation profitieren würde. Aufgrund des guten prädiktiven Vorhersagewertes, den viele Studien für die Gewebseosinophilie herausfanden, sollten auch diese Werte in Zukunft in die Therapieentscheidung von behandelnden Ärzten einbezogen werden.

6 Zusammenfassung / Summary

6.1 Zusammenfassung

Ziel: Das Ziel der vorliegenden Studie war herauszufinden, ob es Prädiktoren für Patienten mit CRSwNP gibt, die den Erfolg einer endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation

vorhersagen können. Dadurch soll behandelnden Ärzten die Beratung bezüglich der Erfolgsaussichten sowie die zukünftige Therapieentscheidung erleichtert werden.

Methode: Die präoperative Patientengruppe umfasste 72 Teilnehmer (43 männlich, 29 weiblich, mittleres Alter: 51,12 Jahre) und die postoperative Gruppe 48 Teilnehmer (27 männlich, 20 weiblich, mittleres Alter: 50,74 Jahre). Alle Patienten absolvierten vor dem operativen Eingriff eine objektive Bewertung des Geruchssinns mittels Sniffin'Sticks, eine subjektive Bewertung des Riechempfindens durch eine visuelle Analogskala sowie eine Bewertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durch den SNOT-22 Fragebogen. Zur Bewertung der Verschattung der Nasennebenhöhlen und der Riechrinne im CT wurde der Lund-Mackay-Score verwendet. Die Ausdehnung der Polypen wurde in einer endoskopischen Untersuchung mittels Lildholdt-Grading der Polypen und Lund-Kennedy-Score eingeteilt.

3 Monate nach der endoskopischen Nasennebenhöhlenoperation wurde erneut der SDI-Wert ermittelt sowie eine subjektive Bewertung des Riechempfindens und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität durchgeführt und die Ausdehnung der Nasenpolypen bewertet. Mit Hilfe der SPSS Software erfolgte der Vergleich und die Auswertung der prä- und postoperativen Datensätze.

Ergebnisse: Bezüglich des Geruchssinns konnte herausgefunden werden, dass sich das SDI-Sumationsergebnis postoperativ um 3,08 Punkte verbesserte. Auch die subjektive Riecheinschätzung und die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbesserte sich durch den operativen Eingriff (Riecheinschätzung um 1,6 Punkte, SNOT-22 Wert um 12,36 Punkte). Im Durchschnitt wurde beim SNOT-22 Wert also eine MCID erreicht.

Auch die endoskopische Untersuchung zeigte signifikante Verbesserungen durch den operativen Eingriff (Lildholdt-Grading der Polypen um 1,97 Punkte, Lund-Kennedy-Score um 1,92 Punkte).

Die postoperative Veränderung des SDI-Werts war abhängig vom Alter, dem präoperativen Lildholdt-Grading der Polypen, dem präoperativen Lund-Kennedy-Score sowie von den präoperativen Werten für das subjektive Riechempfinden. Außerdem konnte herausgefunden werden, dass ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der NNH-Revisionsoperationen sowie dem Vorliegen einer qualitativen Riechstörung und der postoperativen Veränderung des SDI-Ergebnisses bestand.

Die postoperative Veränderung des SNOT-22 Tests - und damit die Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität - korrelierte mit dem präoperativen Lund-Kennedy-Score sowie dem präoperativen subjektiven Riechempfinden.

Schlussfolgerung: In der vorliegenden Studie konnte herausgefunden werden, dass es Prädiktoren gibt, die den Geruchssinn nach erfolgter endoskopischer Nasennebenhöhlenoperation sowohl negativ als auch positiv beeinflussten. Während sich das Alter und die Anzahl an NNH-Revisionoperationen negativ auf die postoperative Verbesserung des Geruchssinns auswirkten, konnte festgestellt werden, dass der Schweregrad der Polyposis nasi, die Riechrinnenverschattung und die subjektive Riechempfindung zu einer verbesserten postoperativen Riechtestung führten. Demnach konnten in der Studie Prädiktoren ermittelt werden, die behandelnden Ärzten die Beratung der Patienten über die Erfolgsaussichten des operativen Eingriffs in Zukunft erleichtern könnten.

6.2 Summary

Aim: The aim of the present study was to find out whether there are any factors for patients with CRSwNP that can predict the success of endoscopic paranasal sinus surgery. This

should make it easier for treating physicians to advise patients on the prospects of success, as well as to make treatment decisions in the future.

Methods: The preoperative patient group included 72 participants (43 male, 29 female, mean age: 51,12 years) and the postoperative group included 48 participants (27 male, 20 female, mean age: 50,74 years). All patients completed an objective assessment of olfaction using Sniffin'Sticks, a subjective assessment of olfactory sensation by using a visual analog scale, and an assessment of the health-related quality of life using the SNOT-22 questionnaire before surgery. The Lund-Mackay score was used to evaluate the shadowing of the paranasal sinuses and the olfactory groove on CT. The extent of polyps was graded in an endoscopic examination by the Lildholdt grading of polyps and as well by the Lund-Kennedy score. Three months after endoscopic sinus surgery, again the SDI score was determined, a subjective evaluation of olfactory sensation and health-related quality of life was performed, and the extent of nasal polyps was evaluated. SPSS software was used to compare and analyze the pre- and postoperative data sets.

Results: Regarding the sense of smell, it was found that the SDI summation score improved by 3,08 points postoperatively. Subjective olfactory assessment and health-related quality of life also improved as a result of the surgical procedure (olfactory assessment by 1,6 points, SNOT-22 score by 12,36 points). Thus, on average, an MCID was achieved in the SNOT-22 value.

Endoscopic examination as well showed significant improvements by surgical intervention (Lildholdt grading of polyps by 1,97 points, Lund-Kennedy score by 1,92 points).

The postoperative change in SDI score was dependent on age, preoperative Lildholdt grading of polyps, preoperative Lund-Kennedy score, and preoperative subjective olfactory sensation scores. It was also found that there was a relationship between the number of paranasal revision surgeries, as well as the presence of a qualitative olfactory disorder, and the postoperative change in SDI score.

The postoperative change in the SNOT-22 test, and thus the improvement in health-related quality of life, correlated with the preoperative Lund-Kennedy score, as well as the preoperative subjective olfactory perception.

Conclusion: In the present study, it was found that there were predictors that had both negative and positive effects on the sense of smell after endoscopic paranasal sinus surgery was performed. While the age and number of paranasal revision surgeries had a negative effect on the postoperative outcome, it was found that the severity of polyp extension, olfactory

groove shadowing, and subjective olfactory perception led to improved postoperative olfactory testing. Accordingly, the study was able to identify predictors that may facilitate physicians and patients the assessment of success chances by the surgical procedure.

7 Literaturverzeichnis

Andrews PJ, Poirrier A-L, Lund VJ, Choi D. 2016. Outcomes in endoscopic sinus surgery: olfaction, nose scale and quality of life in a prospective cohort study. *Clin Otolaryngol*, 41(6):798–803 DOI: 10.1111/coa.12665.

- Attems J, Walker L, Jellinger KA. 2015. Olfaction and Aging: A Mini-Review. *Gerontology*, 61(6):485–490 DOI: 10.1159/000381619.
- Bachert C, Marple B, Schlosser RJ, Hopkins C, Schleimer RP, Lambrecht BN, Bröker BM, Laidlaw T, Song W-J. 2020. Adult chronic rhinosinusitis. *Nat Rev Dis Primer*, 6(1):86 DOI: 10.1038/s41572-020-00218-1.
- Banglawala SM, Oyer SL, Lohia S, Psaltis AJ, Soler ZM, Schlosser RJ. 2014. Olfactory outcomes in chronic rhinosinusitis with nasal polyposis after medical treatments: a systematic review and meta-analysis: Olfactory outcomes in CRSwNP after treatments. *Int Forum Allergy Rhinol*, 4(12):986–994 DOI: 10.1002/alr.21373.
- Bartosik TJ, Liu DT, Campion NJ, Villazala-Merino S, Janik S, Dahm V, Mueller CA, Vyskocil E, Stanek V, Quint T, Bangert C, Eckl-Dorna J, Schneider S. 2021. Differences in men and women suffering from CRSwNP and AERD in quality of life. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 278(5):1419–1427 DOI: 10.1007/s00405-020-06418-5.
- Besser G, Liu DT, Renner B, Hummel T, Mueller CA. 2020. Reversible obstruction of the olfactory cleft: impact on olfactory perception and nasal patency. *Int Forum Allergy Rhinol*, 10(6):713–718 DOI: 10.1002/alr.22549.
- Blomqvist EH, Brämerson A, Stjärne P, Nordin S. 2004. Consequences of olfactory loss and adopted coping strategies. *Rhinology*, (43):189–194 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15626250/>.
- Boari L, de Castro NP. 2005. Diagnosis of chronic rhinosinusitis in patients with cystic fibrosis: correlation between anamnesis, nasal endoscopy and computed tomography. *Braz J Otorhinolaryngol*, 71(6):705–710 DOI: 10.1016/S1808-8694(15)31236-2.
- Boenninghaus H-G, Lenarz T. 2005. *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. 12. Aufl. Springer Medizin, Heidelberg (Springer-Lehrbuch).
- Brämerson A, Johansson L, Ek S, Bende M. 2004. Prevalence of Olfactory Dysfunction: The Skövde Population-Based Study. *Laryngoscope*:733–737 DOI: 10.1097/00005537-200404000-00026.
- Buckley J, Carrie S. 2018. Optimisation of Medical Management of Chronic Rhinosinusitis. *Curr Otorhinolaryngol Rep*, 6(3):245–252 DOI: 10.1007/s40136-018-0211-7.
- Calus L, Van Bruaene N, Bosteels C, Dejonckheere S, Van Zele T, Holtappels G, Bachert C, Gevaert P. 2019. Twelve-year follow-up study after endoscopic sinus surgery in patients with chronic rhinosinusitis with nasal polyposis. *Clin Transl Allergy*, 9(1):30 DOI: 10.1186/s13601-019-0269-4.

- Castillo-Bustamante M, Bustamante-Mesa D, Bustamante-Hernandez W, Cuevas SM. 2019. Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyposis and Smell Disorders: One Emergent Association. *J Surg Res*, 02(01) DOI: 10.26502/jsr.10020011.
- Chang H, Lee HJ, Mo J-H, Lee CH, Kim J-W. 2009. Clinical Implication of the Olfactory Cleft in Patients With Chronic Rhinosinusitis and Olfactory Loss. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*, 135(10):988–992 DOI: 10.1001/archoto.2009.140.
- Chen S, Zhou A, Emmanuel B, Thomas K, Guiang H. 2020. Systematic literature review of the epidemiology and clinical burden of chronic rhinosinusitis with nasal polyposis. *Curr Med Res Opin*, 36(11):1897–1911 DOI: 10.1080/03007995.2020.1815682.
- Chen Y, Dales R, Lin M. 2003. The Epidemiology of Chronic Rhinosinusitis in Canadians: The Laryngoscope, 113(7):1199–1205 DOI: 10.1097/00005537-200307000-00016.
- Chong VFH, Fan YF, Lau D, Sethi DS. 1998. Functional endoscopic sinus surgery (FESS): What radiologists need to know. *Clin Radiol*, 53(9):650–658 DOI: 10.1016/S0009-9260(98)80291-2.
- Croy I, Nordin S, Hummel T. 2014. Olfactory Disorders and Quality of Life--An Updated Review. *Chem Senses*, 39(3):185–194 DOI: 10.1093/chemse/bjt072.
- Cuevas M, Zahnert T. 2015. Chronische Rhinosinusitis. *Laryngo-Rhino-Otol*, 94(6):395–417 DOI: 10.1055/s-0035-1549891.
- Daramola OO, Chandra RK. 2018. Chronic rhinosinusitis and endoscopic sinus surgery. *World J Otorhinolaryngol - Head Neck Surg*, 4(1):29–32 DOI: 10.1016/j.wjorl.2018.03.005.
- DeConde AS, Mace JC, Alt JA, Schlosser RJ, Smith TL, Soler ZM. 2014a. Comparative effectiveness of medical and surgical therapy on olfaction in chronic rhinosinusitis: a prospective, multi-institutional study: Impact of CRS treatment on olfaction. *Int Forum Allergy Rhinol*, 4(9):725–733 DOI: 10.1002/alr.21350.
- DeConde AS, Mace JC, Bodner T, Hwang PH, Rudmik L, Soler ZM, Smith TL. 2014b. SNOT-22 quality of life domains differentially predict treatment modality selection in chronic rhinosinusitis: SNOT-22 domains differentially predict treatment. *Int Forum Allergy Rhinol*, 4(12):972–979 DOI: 10.1002/alr.21408.
- DeConde AS, Mace JC, Levy JM, Rudmik L, Alt JA, Smith TL. 2017. Prevalence of polyp recurrence after endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis with nasal polyposis: Polyp Recurrence After ESS. *The Laryngoscope*, 127(3):550–555 DOI: 10.1002/lary.26391.
- Desiato VM, Levy DA, Byun YJ, Nguyen SA, Soler ZM, Schlosser RJ. 2021. The Prevalence of Olfactory Dysfunction in the General Population: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Rhinol Allergy*, 35(2):195–205 DOI: 10.1177/1945892420946254.

- Doty RL. 1979. A review of olfactory dysfunctions in man. *Am J Otolaryngol*, 1(1):57–79 DOI: 10.1016/S0196-0709(79)80010-1.
- Doty RL. 1994. Olfactory Dysfunction in the Elderly and in Alzheimer's Disease. In: Kurihara K, Suzuki N, Ogawa H (Hrsg) *Olfaction and Taste XI*. Springer Japan, Tokyo, S. 597–601 DOI: 10.1007/978-4-431-68355-1_247.
- Doty RL, Mishra A. 2001. Olfaction and Its Alteration by Nasal Obstruction, Rhinitis, and Rhinosinusitis: Olfaction and Its Alteration by Nasal Obstruction, Rhinitis, and Rhinosinusitis. *The Laryngoscope*, 111(3):409–423 DOI: 10.1097/00005537-200103000-00008.
- Fokkens et al. WJ. 2020. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps 2020. , (Rhinology):1–464 URL: https://www.rhinologyjournal.com/Documents/Supplements/supplement_29.pdf.
- Gallo S, Russo F, Mozzanica F, Preti A, Bandi F, Costantino C, Gera R, Ottaviani F, Castelnuovo P. 2020. Prognostic value of the Sinonasal Outcome Test 22 (SNOT-22) in chronic rhinosinusitis. *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 40(2):113–121 DOI: 10.14639/0392-100X-N0364.
- Gudziol V, Michel M, Sonnefeld C, Koschel D, Hummel T. 2017. Olfaction and sinonasal symptoms in patients with CRSwNP and AERD and without AERD: a cross-sectional and longitudinal study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 274(3):1487–1493 DOI: 10.1007/s00405-016-4366-x.
- Hähner A, Hummel T, Stuck BA. 2014. Riechstörungen und ihre Therapie. *HNO*, 62(12):860–866 DOI: 10.1007/s00106-014-2924-3.
- Haxel BR, Boessert P, Weyer-Elberich V, Fruth K. 2017. Course of olfaction after sinus surgery for chronic rhinosinusitis: Olfaction after Sinus Surgery. *Laryngoscope Investig Otolaryngol*, 2(5):269–275 DOI: 10.1002/lio2.109.
- Heimes und Witt. 2020. Morphologie des Riechsystems. , 22(Forum HNO).
- Holbrook EH, Leopold DA. 2006. An updated review of clinical olfaction: *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 14(1):23–28 DOI: 10.1097/01.moo.0000193174.77321.39.
- Hopkins C, Gillett S, Slack R, Lund VJ, Browne JP. 2009a. Psychometric validity of the 22-item Sinonasal Outcome Test. *Clin Otolaryngol*, 5(34):447–454 DOI: 10.1111/j.1749-4486.2009.01995.x.
- Hopkins C, Rudmik L, Lund VJ. 2015. The Predictive Value of the Preoperative Sinonasal Outcome Test-22 Score in Patients Undergoing Endoscopic Sinus Surgery for Chronic Rhinosinusitis. *Laryngoscope*, 125(8):1779–1784 DOI: 10.1002/lary.25318.
- Hopkins C, Slack R, Lund V, Brown P, Copley L, Browne J. 2009b. Long-term outcomes from the English national comparative audit of surgery for nasal polyposis and

- chronic rhinosinusitis: Surgery Audit for Nasal Polyposis and CRS. *The Laryngoscope*, 119(12):2459–2465 DOI: 10.1002/lary.20653.
- Hulse KE, Stevens WW, Tan BK, Schleimer RP. 2015. Pathogenesis of nasal polyposis. *Clin Exp Allergy*, 45(2):328–346 DOI: 10.1111/cea.12472.
- Hummel T, Hähner A, Witt M, Landis BN. 2007a. Die Untersuchung des Riechvermögens. *HNO*, 55(10):827–838 DOI: 10.1007/s00106-007-1593-x.
- Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. 2007b. Normative data for the “Sniffin’ Sticks” including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 264(3):237–243 DOI: 10.1007/s00405-006-0173-0.
- Hummel T, Lotsch J. 2010. Prognostic Factors of Olfactory Dysfunction. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*, 136(4):347–351 DOI: 10.1001/archoto.2010.27.
- Hummel T, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. 1997. „Sniffin“ Sticks’: Olfactory Performance Assessed by the Combined Testing of Odor Identification, Odor Discrimination and Olfactory Threshold. *Chem Senses*, 22(1):39–52 DOI: 10.1093/chemse/22.1.39.
- Johansson L, Holmberg K, Melen I, Stierna P, Bende M. 2002. Sensitivity of a New Grading System for Studying Nasal Polyps with the Potential to Detect Early Changes in Polyp Size after Treatment with a Topical Corticosteroid (Budesonide). *Acta Otolaryngol (Stockh)*, 122(1):49–53 DOI: 10.1080/00016480252775733.
- Katotomichelakis M, Gouveris H, Tripsianis G, Simopoulou M, Papathanassiou J, Danielides V. 2010. Biometric predictive models for the evaluation of olfactory recovery after endoscopic sinus surgery in patients with nasal polyposis. *Am J Rhinol Allergy*, 24:276–280 DOI: 0.2500/ajra.2010.24.3476.
- Kennedy JL, Hubbard MA, Huyett P, Patrie JT, Borish L, Payne SC. 2013. Sino-nasal outcome test (SNOT-22): A predictor of postsurgical improvement in patients with chronic sinusitis. *Ann Allergy Asthma Immunol*, 111(4):246-251.e2 DOI: 10.1016/j.anai.2013.06.033.
- Kim BG, Kang JM, Shin JH, Choi HN, Jung YH, Park SY. 2015. Do sinus computed tomography findings predict olfactory dysfunction and its postoperative recovery in chronic rhinosinusitis patients? *Am J Rhinol Allergy*, 29:69–76 DOI: 10.2500/ajra.2015.29.4120.
- Kim DH, Kim SW, Hwang SH, Kim BG, Kang JM, Cho JH, Park YJ, Kim SW. 2017. Prognosis of Olfactory Dysfunction according to Etiology and Timing of Treatment. *Otolaryngol Neck Surg*, 156(2):371–377 DOI: 10.1177/0194599816679952.
- Kim DH, Seo Y, Kim KM, Lee S, Hwang SH. 2020. Usefulness of Nasal Endoscopy for Diagnosing Patients With Chronic Rhinosinusitis: A Meta-Analysis. *Am J Rhinol Allergy*, 34(2):306–314 DOI: 10.1177/1945892419892157.

- Kim DW, Kim J-Y, Jeon S-Y. 2011. The Status of the Olfactory Cleft May Predict Postoperative Olfactory Function in Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyposis. *Am J Rhinol Allergy*, 25(2):e90–e94 DOI: 10.2500/ajra.2011.25.3617.
- Kim JH, Choi J, Jang SS, Wrobel BB, Ference EH. 2021. Smell and Taste Impairment in a Nationwide Sample of US Adults With Chronic Rhinosinusitis Symptoms. *OTO Open*, 5(1):2473974X2098675 DOI: 10.1177/2473974X20986756.
- Koennecke M, Klimek L, Mullol J, Gevaert P, Wollenberg B. 2018. Subtyping of polyposis nasi: phenotypes, endotypes and comorbidities. *Allergo J Int*, 27(2):56–65 DOI: 10.1007/s40629-017-0048-5.
- Kohli P, Naik AN, Farhood Z, Ong AA, Nguyen SA, Soler ZM, Schlosser RJ. 2016. Olfactory Outcomes after Endoscopic Sinus Surgery for Chronic Rhinosinusitis: A Meta-analysis. *Otolaryngol Neck Surg*, 155(6):936–948 DOI: 10.1177/0194599816664879.
- Konstantinidis I, Triaridis S, Printza A, Vital V, Ferekidis E, Constantinidis J. 2007. Olfactory Dysfunction in Nasal Polyposis: Correlation with Computed Tomography Findings. *ORL*, 69(4):226–232 DOI: 10.1159/000101543.
- Laidlaw TM, Mullol J, Woessner KM, Amin N, Mannent LP. 2021. Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps and Asthma. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 9(3):1133–1141 DOI: 10.1016/j.jaip.2020.09.063.
- Landis BN, Konnerth CG, Hummel T. 2004. A Study on the Frequency of Olfactory Dysfunction: A Study on the Frequency of Olfactory Dysfunction. *The Laryngoscope*, 114(10):1764–1769 DOI: 10.1097/00005537-200410000-00017.
- Lane AP, Gomez G, Dankulich T, Wang H, Bolger WE, Rawson NE. 2002. The Superior Turbinate as a Source of Functional Human Olfactory Receptor Neurons. *Laryngoscope*, 112(7 Pt 1):1183–1189 DOI: 10.1097/00005537-200207000-00007.
- Lange B, Holst R, Thilsing T, Baelum J, Kjeldsen A. 2013. Quality of life and associated factors in persons with chronic rhinosinusitis in the general population: A prospective questionnaire and clinical cross-sectional study. *Clin Otolaryngol*, 38(6):474–480 DOI: 10.1111/coa.12189.
- Lee JY, Lee SW. 2007. Influence of Age on the Surgical Outcome After Endoscopic Sinus Surgery for Chronic Rhinosinusitis With Nasal Polyposis. *The Laryngoscope*, 117(6):1084–1089 DOI: 10.1097/MLG.0b013e318058197a.
- Leopold DA, Hummel T, Schwob JE, Hong SC, Knecht M, Kobal G. 2000. Anterior Distribution of Human Olfactory Epithelium: *The Laryngoscope*, 110(3):417–421 DOI: 10.1097/00005537-200003000-00016.
- Lind H, Joergensen G, Lange B, Svendstrup F, Kjeldsen AD. 2016. Efficacy of ESS in chronic rhinosinusitis with and without nasal polyposis: a Danish cohort study. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 273(4):911–919 DOI: 10.1007/s00405-015-3667-9.

- Litvack JR, Fong KJ, Mace J, James KE, Smith TL. 2008. Predictors of Olfactory Dysfunction in Patients with Chronic Rhinosinusitis. *Laryngoscope*, 118:2225–2230 DOI: 0.1097/MLG.0b013e318184e216.
- Litvack JR, Mace J, Smith TL. 2009. Does olfactory function improve after endoscopic sinus surgery? *Otolaryngol Neck Surg*, 140(3):312–319 DOI: 10.1016/j.otohns.2008.12.006.
- Loftus C, Schlosser RJ, Smith TL, Alt JA, Ramakrishnan VR, Mattos JL, Mappus E, Storck K, Yoo F, Soler ZM. 2020. Olfactory cleft and sinus opacification differentially impact olfaction in chronic rhinosinusitis. *The Laryngoscope*, 130(10):2311–2318 DOI: 10.1002/lary.28332.
- Mace JC, Michael YL, Carlson NE, Litvack JR, Smith TL. 2010. Correlations Between Endoscopy Score and Quality of Life Changes After Sinus Surgery. *Arch Otolaryngol Neck Surg*, 136(4):340–346 DOI: 10.1001/archoto.2010.34.
- Manzini I, Frasnelli J, Croy I. 2014. Wie wir riechen und was es für uns bedeutet: Grundlagen des Geruchssinns. *HNO*, 62(12):846–852 DOI: 10.1007/s00106-014-2925-2.
- Martin TJ, Yauck JS, Smith TL. 2006. Patients Undergoing Sinus Surgery: Constructing a Demographic Profile: *The Laryngoscope*, 116(7):1185–1191 DOI: 10.1097/01.mlg.0000224506.42567.6e.
- Mattos JL, Rudmik L, Schlosser RJ, Smith TL, Mace JC, Alt J, Soler ZM. 2019. Symptom importance, patient expectations, and satisfaction in chronic rhinosinusitis. *Int Forum Allergy Rhinol*, 9(6):593–600 DOI: 10.1002/alr.22309.
- McCAFFREY TV. 1993. Functional Endoscopic Sinus Surgery: An Overview. *Mayo Clin Proc*, 68(6):571–577 DOI: 10.1016/S0025-6196(12)60372-3.
- Meltzer EO, Hamilos DL. 2011. Rhinosinusitis Diagnosis and Management for the Clinician: A Synopsis of Recent Consensus Guidelines. *Mayo Clin Proc*, 86(5):427–443 DOI: 10.4065/mcp.2010.0392.
- Minovi A, Hummel T, Ural A, Draf W, Bockmuhl U. 2007. Predictors of the outcome of nasal surgery in terms of olfactory function. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 265(1):57–61 DOI: 10.1007/s00405-007-0409-7.
- Murali S, Arunachalam R, Saravanam PK, Thattarakkal VR. 2021. Assessment of Olfaction Following Endoscopic Sinus Surgery. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* DOI: 10.1007/s12070-021-02500-4.
- Murphy C. 2002. Prevalence of Olfactory Impairment in Older Adults. *JAMA*, 288(18):2307 DOI: 10.1001/jama.288.18.2307.

- Nguyen DT, Bey A, Arous F, Nguyen-Thi P-L, Felix-Ravelo M, Jankowski R. 2015. Can surgeons predict the olfactory outcomes after endoscopic surgery for nasal polyposis?: Olfactory Outcomes After Endoscopic Surgery. *The Laryngoscope*, 125(7):1535–1540 DOI: 10.1002/lary.25223.
- Ninan S, Goldrich DY, Liu K, Kidwai S, McKee S, Williams L, Del Signore A, Govindaraj S, Illoreta AM. 2021. Long Term Olfactory Outcomes Following Frontal Sinus Surgery in Chronic Rhinosinusitis. *The Laryngoscope*:2173–2178 DOI: 10.1002/lary.29513.
- Nishijima H, Kondo K, Yamamoto T, Nomura T, Kikuta S, Shimizu Y, Mizushima Y, Yamasoba T. 2018. Influence of the location of nasal polyps on olfactory airflow and olfaction: Nasal polyps and olfaction. *Int Forum Allergy Rhinol*, 8(6):695–706 DOI: 10.1002/alr.22089.
- Pade J, Hummel T. 2008. Olfactory Function Following Nasal Surgery: The *Laryngoscope*, 118(7):1260–1264 DOI: 10.1097/MLG.0b013e318170b5cb.
- Palmer O, Moche JA, Matthews S. 2012. Endoscopic Surgery of the Nose and Paranasal Sinus. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am*, 24(2):275–283 DOI: 10.1016/j.coms.2012.01.006.
- Patel RM, Pinto JM. 2014. Olfaction: Anatomy, physiology, and disease: Anatomy, Physiology, and Disease. *Clin Anat*, 27(1):54–60 DOI: 10.1002/ca.22338.
- Perry BF, Kountakis SE. 2003. Subjective improvement of olfactory function after endoscopic sinus surgery for chronic rhinosinusitis. *Am J Otolaryngol*, 24(6):366–369 DOI: 10.1016/S0196-0709(03)00067-X.
- Philpott C, Dixon J, Boak D. 2021. Qualitative Olfactory Disorders: Patient Experiences and Self-Management. *Allergy Rhinol*, 12:215265672110042 DOI: 10.1177/21526567211004251.
- Philpott C, Tassone P, Clark M (Hrsg). 2014. *Bullet Points in ENT: Postgraduate and Exit Exam Preparation*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart DOI: 10.1055/b-002-98002.
- Pinto JM. 2011. Olfaction. *Proc Am Thorac Soc*, 8(1):46–52 DOI: 10.1513/pats.201005-035RN.
- Poletti SC, Murta G, Hähner A, Hummel T. 2018. Olfactory cleft evaluation: a predictor for olfactory function in smell-impaired patients? *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 275(5):1129–1137 DOI: 10.1007/s00405-018-4913-8.
- Probst R, Brauer T, Grevers G, Iro H, Eysholdt U (Hrsg). 2008. *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. 3. Aufl. Thieme, Stuttgart.
- Psaltis AJ, Li G, Vaezeafshar R, Cho K, Hwang PH. 2014. Modification of the lund-kennedy endoscopic scoring system improves its reliability and correlation with patient-reported outcome measures. *The Laryngoscope*, 124(10):2216–2223 DOI: 10.1002/lary.24654.

- Qi W, Feng L, Yang F, Ma W. 2021. Effects of Age on Recovery of Olfactory Function After Endoscopic Sinus Surgery and Related Risk Factors. *Ear Nose Throat J*:014556132110129 DOI: 10.1177/01455613211012927.
- Reden J, Maroldt H, Fritz A, Zahnert T, Hummel T. 2006. A study on the prognostic significance of qualitative olfactory dysfunction. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 264(2):139–144 DOI: 10.1007/s00405-006-0157-0.
- Rombaux P, Huart C, Levie P, Cingi C, Hummel T. 2016. Olfaction in Chronic Rhinosinusitis. *Curr Allergy Asthma Rep*, 16(5):41 DOI: 10.1007/s11882-016-0617-6.
- Rudmik L, Smith TL. 2012. Olfactory improvement after endoscopic sinus surgery: *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 20(1):29–32 DOI: 10.1097/M00.0b013e32834dfb3d.
- Rudmik L, Smith TL. 2011. Quality of Life in Patients with Chronic Rhinosinusitis. *Curr Allergy Asthma Rep*, 11(3):247–252 DOI: 10.1007/s11882-010-0175-2.
- Rudmik L, Soler ZM, Mace JC, DeConde AS, Schlosser RJ, Smith TL. 2015. Using preoperative SNOT-22 score to inform patient decision for Endoscopic sinus surgery: Informing Shared Decision Making for ESS. *The Laryngoscope*, 125(7):1517–1522 DOI: 10.1002/lary.25108.
- Rumeau C, Nguyen DT, Jankowski R. 2016. How to assess olfactory performance with the Sniffin' Sticks test ®. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 133(3):203–206 DOI: 10.1016/j.anorl.2015.08.004.
- Ryan WR, Ramachandra T, Hwang PH. 2011. Correlations between symptoms, nasal endoscopy, and in-office computed tomography in post-surgical chronic rhinosinusitis patients: Correlations Between Symptoms, Endoscopy and CT. *The Laryngoscope*, 121(3):674–678 DOI: 10.1002/lary.21394.
- Schäfer L, Schriever VA, Croy I. 2021. Human olfactory dysfunction: causes and consequences. *Cell Tissue Res*, 383(1):569–579 DOI: 10.1007/s00441-020-03381-9.
- Schriever VA, Abolmaali N, Welge-Lüssen A. 2014. Diagnostik bei Riechstörungen. *HNO*, 62(12):853–859 DOI: 10.1007/s00106-014-2932-3.
- Schriever VA, Gupta N, Pade J, Szewczynska M, Hummel T. 2012. Olfactory function following nasal surgery: a 1-year follow-up. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*, 270:107–111 DOI: 10.1007/s00405-012-1972-0.
- Slack R, Bates G. 1998. Functional Endoscopic Sinus Surgery. , *Am Fam Physician*(58):707–718 DOI: 9750539.
- Smith TL, Litvack JR, Hwang PH, Loehrl TA, Mace JC, Fong KJ, James KE. 2010. Determinants of Outcomes of Sinus Surgery: A Multi-Institutional Prospective

- Cohort Study. *Otolaryngol Neck Surg*, 142(1):55–63 DOI: 10.1016/j.otohns.2009.10.009.
- Soler ZM, Jones R, Le P, Rudmik L, Mattos JL, Nguyen SA, Schlosser RJ. 2018. SNOT-22 Outcomes after Sinus Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Laryngoscope*, 128(3):581–592 DOI: 10.1002/lary.27008.
- Soler ZM, Pallanch JF, Sansoni ER, Jones CS, Lawrence LA, Schlosser RJ, Mace JC, Smith TL. 2015. Volumetric computed tomography analysis of the olfactory cleft in patients with chronic rhinosinusitis: Volumetric CT analysis of the olfactory cleft. *Int Forum Allergy Rhinol*, 5(9):846–854 DOI: 10.1002/alr.21552.
- Soler ZM, Rudmik L, Hwang PH, Mace JC, Schlosser RJ, Smith TL. 2013. Patient-centered decision making in the treatment of chronic rhinosinusitis: Decision Making in the Treatment of CRS. *The Laryngoscope*:2341–2346 DOI: 10.1002/lary.24027.
- Stevens WW, Peters AT, Hirsch AG, Nordberg C, Schwartz BS, Mercer D, Mahdavinia M, Grammer LC, Hulse KE, Kern RC, Avila P, Schleimer RP. 2017. Clinical Characteristics of Patients with Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps, Asthma, and Aspirin Exacerbated Respiratory Disease. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 5(4):1061-1070.e3 DOI: 10.1016/j.jaip.2016.12.027.
- Stevens WW, Schleimer RP, Kern RC. 2016. Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps. *J Allergy Clin Immunol Pract*, 4(4):565–572 DOI: 10.1016/j.jaip.2016.04.012.
- Toutouchi SJS, Yazdchi M, Asgari R, Toutouchi NS. 2018. Comparison of Olfactory Function before and After Endoscopic Sinus Surgery. *Iran J Otorhinolaryngol*, 30(96):33–40 URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29387662/>.
- Vaid S, Vaid N. 2015. Normal Anatomy and Anatomic Variants of the Paranasal Sinuses on Computed Tomography. *Neuroimaging Clin N Am*, 25(4):527–548 DOI: 10.1016/j.nic.2015.07.002.
- Witt M. 2020. Anatomy and Development of the Human Gustatory and Olfactory Systems. *Senses Compr Ref Second Ed Elsevier*, 2:85–118 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.24204-1>.
- Wolfensberger M, Schnieper I. 1999. Sniffin'Sticks®: Ein neues Instrument zur Geruchsprüfung im klinischen Alltag. *HNO*, 47(7):629–636 DOI: 10.1007/s001060050436.
- Wu D, Bleier BS, Wei Y. 2018a. Temporary olfactory improvement in chronic rhinosinusitis with nasal polyps after treatment. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 275(9):2193–2202 DOI: 10.1007/s00405-018-5066-5.
- Wu J, Chandra RK, Li P, Hull BP, Turner JH. 2018b. Olfactory and middle meatal cytokine levels correlate with olfactory function in chronic rhinosinusitis: CRS-Associated Cytokines in Olfactory Mucus. *The Laryngoscope*, 128(9):E304–E310 DOI: 10.1002/lary.27112.

Yim MT, Orlandi RR, Oakley GM, Alt JA. 2021. The Sinonasal Outcome Test (SNOT-22) Is a Poor Diagnostic Tool for Chronic Rhinosinusitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 130(11):1220–1227 DOI: 10.1177/0003489421998213.

8 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1	Riechbahn	16
Abbildung 2	Therapie der CRSwNP	24
Abbildung 3	Schema zum Versuchsablauf der Studie	27
Abbildung 4	Graphische Darstellung der prozentualen Altersverteilung aller Patienten, die an der Studie	

	teilgenommen haben	36
Abbildung 5	Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichung des Lildholdt-Gradings der Polypen prä- und postoperativ, rechts, links sowie beidseitig	38
Abbildung 6	Vergleich der prä- und postoperativen SDI-Ergebnisse mit dem Lildholdt-Grading	39
Abbildung 7	Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichungen des Lund-Kennedy-Scores prä- und postoperativ	40
Abbildung 8	Vergleich der Mittelwerte und Standardabweichung der subjektiven Einschätzung des Riechvermögens prä- und postoperativ	43
Abbildung 9	Prozentuale Verteilung der Bewertung der subjektiven Riechempfindung prä- und postoperativ mittels visueller Analogskala von 1-10	44
Abbildung 10	Vergleich des eigenen Riechvermögens mit Gesunden präoperativ (prozentuale Verteilung)	45
Abbildung 11	Vergleich der SNOT-22 Ergebnisse zur Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität prä- und postoperativ (Mittelwerte und Standardabweichung)	46
Abbildung 12	Vergleich der Anzahl an norm-, hyp- und anosmischen Patienten prä- und postoperativ	47
Abbildung 13	Vergleich der prä- und postoperativen SDI Mittelwerte	48

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Erläuterung des Lildholdt-Gradings der Polypen	29
Tabelle 2	Erläuterung des Lund-Kennedy-Scores	29
Tabelle 3	Schwellentest Sniffin' Sticks	31
Tabelle 4	Diskriminationstest Sniffin' Sticks	31

Tabelle 5	Identifikationstest Sniffin' Sticks	32
Tabelle 6	Erläuterung des Lund-Mackay-Score	33
Tabelle 7	Erläuterung der Beurteilung der Riechrinnenverschattung	34
Tabelle 8	Tabellarische Darstellung der demographischen Merkmale. In Klammern ist der prozentuale Anteil angegeben	37
Tabelle 9	Tabellarische Darstellung des Anteils an Studienteilnehmern mit Lildholdt-Klasse 0, 1, 2 und 3 prä- und postoperativ	37
Tabelle 10	Vergleich der Ergebnisse der Riechtestung abhängig von der Lildholdt-Klasse präoperativ	39
Tabelle 11	Vergleich der prä- und postoperativen SDI-Ergebnisse mit dem Lildholdt-Grading	40
Tabelle 12	Vergleich der Mittelwerte der Unterkategorien des Lund-Kennedy-Scores prä- und postoperativ	41
Tabelle 13	Korrelationen nach Pearson und Spearman für das Lildholdt-Grading der Polypen und den Lund-Kennedy-Score	42
Tabelle 14	Korrelationen nach Pearson und Spearman für den SDI, den SNOT-22 und das subjektive Riechempfinden	49
Tabelle 15	Tabellarische Darstellung und Standardabweichung für den Lund-Mackay Score und die Riechrinne	50
Tabelle 16	Korrelationen nach Pearson und Spearman für den Lund-Mackay-Score und die Riechrinnenverschattung	51

10 Anhang

10.1 Anamnesebogen

Anlage 04: Probanden-Dokumentationsbögen:

Anamnese	Nr.
-----------------	-----

Alter (J):

Körpergrösse (cm):

Geschlecht (m/w):

Diagnose: **seit wann?**.....

Bestehen oder bestanden folgende **Krankheitsbilder**?

nein

ja, folgende

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Unfall mit Kopfeteiligung?
<input type="checkbox"/> häufige Nasennebenhöhlenentzündungen?
<input type="checkbox"/> Heuschnupfen?
<input type="checkbox"/> Kopfschmerzen?
<input type="checkbox"/> verschleimter Rachen?
<input type="checkbox"/> Nerven- / Hirnerkrankung?
<input type="checkbox"/> Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus)?
<input type="checkbox"/> Schilddrüsen über funktion (Hyperthyreose)?
<input type="checkbox"/> Andere (welche)
.....
..... | <input type="checkbox"/> häufige Erkältungen / Grippe / Schnupfen?
<input type="checkbox"/> Nasenpolypen?
<input type="checkbox"/> behinderte Nasenatmung?
<input type="checkbox"/> Nasenlaufen?
<input type="checkbox"/> Schnarchen?
<input type="checkbox"/> Gelbsucht / Leberentzündung (Hepatitis)?
<input type="checkbox"/> Nierenerkrankung?
<input type="checkbox"/> Schilddrüsen unter funktion (Hypothyreose)? |
|--|---|

Sind Sie bereits im **Kopfbereich operiert** worden?

nein

ja, an

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Nasennebenhöhlen
<input type="checkbox"/> Nasenscheidewand
<input type="checkbox"/> Nasenmuscheln
<input type="checkbox"/> Gaumenmandeln
<input type="checkbox"/> Rachenmandel ("Polypen")
<input type="checkbox"/> Mittelohr <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links
<input type="checkbox"/> größere Zahnoperation.....
<input type="checkbox"/> andere Operationen | wann ? wie oft ?
wann ?
wann ?
wann ?
wann ?
wann ?
wann ? |
|--|--|

Leiden Sie unter **Allergien**?

nein

ja, folgende.....

Besteht bei Ihnen eine **Aspirin Intoleranz** (oder andere NSAR)?

nein

ja

Leiden Sie unter **Asthma bronchiale**?

nein

ja

Liegen folgende 3 Erkrankungen gemeinsam vor: **Nasenpolypen, Aspirin Intoleranz, Asthma bronchiale**?

nein

ja

Nehmen Sie derzeit **Medikamente** ein?

nein

ja, folgende.....

Trinken Sie **Alkohol**?

nein

ja

gelegentlich

regelmäßig

Rauchen Sie?

nein, noch nie

nein, nicht mehr seitJahren

ja seitJahren

Sind Sie **Chemikalien / Stäuben / Gasen** besonders ausgesetzt bzw. ausgesetzt gewesen?

nein, noch nie

ja, gegenüber was?

Riechen

Wie beurteilen Sie Ihr **Riechvermögen** im Vergleich zu **anderen**?

Rechts

Links

- sehr gut -----
 deutlich besser -----
 etwas besser -----
 normal -----
 etwas schlechter -----
 deutlich schlechter -----
 sehr schlecht -----
 keine Riechwahrnehmung -----

Parosmie: ja/nein

Phantosmie: ja/nein

Wie beurteilen Sie Ihr Riechvermögen auf der unten aufgeführten Skala?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ich rieche nichts

Bestes
Riechvermögen

10.2 SNOT-22 Test

Sino-Nasal Outcome Test-22 Fragebogen

Probandnummer: _____

Datum: _____

Anbei finden Sie eine Liste von Symptomen, die mit Ihrer Nasenerkrankung in Zusammenhang stehen können. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten, wir sind lediglich an Informationen über Ihre Erkrankung interessiert. Bitte beurteilen Sie die angebotenen Symptome so, wie Sie sie innerhalb der letzten beiden Wochen erlebt haben. Vielen Dank.

A: Berücksichtigen Sie, wie schwerwiegend das Problem ist, wenn es auftritt und wie häufig es auftritt. Bitte beurteilen Sie jeden einzelnen Punkt hinsichtlich der Belastung für Sie durch das Problem indem Sie die angebotene Skala verwenden →

	Gar kein Problem	Fast gar kein Problem	Geringes Problem	Mittelmäßiges Problem	Starkes Problem	Schlimmer kann das Problem nicht sein
1. Nase Putzen (Schnäuzen)	0	1	2	3	4	5
2. Niesen	0	1	2	3	4	5
3. Nasenlaufen	0	1	2	3	4	5
4. Husten	0	1	2	3	4	5
5. Verschleimung hinter der Nase	0	1	2	3	4	5
6. Zähes Nasensekret	0	1	2	3	4	5
7. Völlegefühl im Ohr	0	1	2	3	4	5
8. Benommenheit	0	1	2	3	4	5
9. Ohrenscherzen	0	1	2	3	4	5
10. Gesichtsschmerz/ -druck	0	1	2	3	4	5
11. Einschlafschwierigkeiten	0	1	2	3	4	5
12. Aufwachen mitten in der Nacht	0	1	2	3	4	5
13. Mangel an guten Nachtschlaf	0	1	2	3	4	5
14. Müde aufwachen	0	1	2	3	4	5
15. Chronische Müdigkeit	0	1	2	3	4	5
16. Verminderte Tatkraft	0	1	2	3	4	5
17. Verminderte Konzentration	0	1	2	3	4	5
18. Frustration/Rastlosigkeit/ Gereiztheit	0	1	2	3	4	5
19. Traurigkeit	0	1	2	3	4	5
20. Sich verlegen fühlen/ genieren	0	1	2	3	4	5
21. Riechen und Schmecken	0	1	2	3	4	5
22. Verstopfte Nase	0	1	2	3	4	5

TOTAL: _____

Summe: _____

10.3 Nasenendoskopie: Lildholdt-Grading und Lund-Kennedy-Score

Nasenendoskopie: Beurteilung der endonasalen Verhältnisse

Lildholdt grading der Polypen

0	Keine Polypen
1	Klein- Polypen im mittleren Nasengang, nicht über die Oberkante der unteren Muschel hinausragend
2	Mittel- Polypen ragen bis zur Unterkante der unteren Muschel
3	Groß- Polypen ragen über die Unterkante der unteren Muschel hinaus

Score: rechts..... / links.....

Lund- Kennedy Score

	rechts	links
Polypen		
Sekretion		
Ödem		
Krusten		
Narben		
Score		

Scoring: Polypen (0 = none, 1 = confined to middle meatus, 2 = beyond that),
 Sekretion (0 = none, 1 = clear and thin, 2 = thick and purulent),
 Ödem, Narbe, Krusten (0 = absent, 1 = mild, 2 = severe)

Score (gesamt): / 20

10.4 CT-Beurteilung: Lund-Mackay-Score und Riechrinnenverschattung

CT: Beurteilung der Verschattung der Nasennebenhöhlen und der Riechrinne (Knochenfenster)

Lund- Mackay Score - Nasennebenhöhlen

	rechts	links
Sinus maxillaris		
Sinus frontalis		
Sinus ethmoidalis (vorderes Ethmoid)		
Sinus ethmoidalis (hinteres Ethmoid)		
Sinus sphenoidalis		
Osteomeatale Einheit		
Score		

Scoring-Verschattung: Sinus: 0- kein, 1- partiell, 2- vollständig

Osteomeatale Einheit: 0- kein, 2- vollständig

Score (gesamt): / 24

Riechrinne (Kim DW. et al. Am J Rhinol Allergy 2009)

	Rechts Vorne/ hinten	Links Vorne/hinten
Riechrinne		
Score		

Scoring- Verschattung: 0 - keine, 1 - 25%, 2 - 25-50%, 3 - 50-75%, 4 - > 75%

Score (gesamt): / 4

10.5 SDI Testung

Untersuchungsprotokoll Sniffin' Sticks



Datum: Uhrzeit: Proband Nr: Alter:

Subjektives Riechvermögen (0-10): Nasendurchgängigkeit (0-10):

Subjektives Schmeckvermögen (sssb: 0-10): trigeminale Sensitivität (0-10):

beidseitige Testung

Verd.																			
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
9																			
10																			
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			

Ergebnis beidseits

beidseitige Testung

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rot																
Grün																
Blau																

Ergebnis (Summe der korrekten Diskriminationen*) beidseits

beidseitige Testung

1	Orange	Brombeere	Erdbeere	Ananas	9	Zwiebel	Sauerkraut	Knoblauch	Möhren
2	Rauch	Klebstoff	Schuhleder	Gras	10	Zigarette	Kaffee	Wein	Kerzenrauch
3	Honig	Vanille	Schokolade	Zimt	11	Melone	Pfirsich	Orange	Apfel
4	Schnittlauch	Pfefferminz	Fichte	Zwiebel	12	Gewürzn.	Pfeffer	Zimt	Senf
5	Kokos	Banane	Walnuß	Kirsche	13	Birne	Pflaume	Pfirsich	Ananas
6	Pfirsich	Apfel	Zitrone	Grapefruit	14	Kamille	Himbeere	Rose	Kirsche
7	Lakritz	Gummib	Kaugummi	Kekse	15	Anis	Rum	Honig	Fichte
8	Senf	Gummi	Menthol	Terpentin	16	Brot	Fisch	Käse	Schinken

Ergebnis (Summe der korrekten Identifikationen) beidseits