

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

Subjektive und objektive Beurteilung der Nasenatmung und des Riechvermögens vor und
nach operativer Septumkorrektur

D i s s e r t a t i o n s s c h r i f t

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Medizin

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt

der Medizinischen Fakultät Carl Gustav Carus
der Technischen Universität Dresden

von

Justus Ekkehard Letzel

aus Quedlinburg

Dresden 2020

1. Gutachter: _____

2. Gutachter: _____

Tag der mündlichen Prüfung: _____

gez.: _____

Vorsitzender der Promotionskommission

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis und Hinweis	V
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	2
2.1 Grundlagen der Nasenatmung	2
2.1.1 Der Aufbau und die Funktion der Nase.....	2
2.1.2 Der Nasenzyklus	3
2.2 Die rhinologische Funktionsdiagnostik.....	3
3 Hypothese und Erwartungen	5
4 Material und Methoden.....	6
4.1 Ethik.....	6
4.2 Studienteilnehmer	6
4.3 Erstuntersuchung	7
4.3.1 Anteriore Rhinoskopie und nasale Endoskopie	7
4.3.2 Fragebögen.....	8
4.3.3 Langzeit-Rhinoflowmetrie	9
4.3.4 Olfaktorische Leistungstestung (SDI-Test)	10
4.3.5 Rhinomanometrie und Rhinoresistometrie.....	13
4.3.6 Akustische Rhinometrie.....	15
4.4 Operative Nasenseptumkorrektur.....	17
4.5 Abschlussuntersuchung	18
4.6 Datenauswertung	18
5 Ergebnisse	19
5.1 Anteriore Rhinoskopie und nasale Endoskopie - Endoscopy Appearance Score....	19
5.2 Auswertung der Fragebögen	20
5.2.1 Anamnesebogen Dresden.....	20
5.2.2 Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV) und Gesamtbewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala.....	22
5.2.3 Bedeutung der Geruchswahrnehmung	24

5.3	Olfaktorische Leistungstestung (SDI-Test)	25
5.4	Rhinomanometrie	26
5.4.1	Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa...	26
5.4.2	Widerstand [Pa s/ml] bei einem Druck von 150 Pa	29
5.5	Rhinoresistometrie	31
5.5.1	Inspiratorischer Widerstand [Pa s/ml] bei Flow von 250 ml/s	31
5.5.2	Hydraulischer Durchmesser [mm]	33
5.6	Akustische Rhinometrie.....	35
5.6.1	Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) [cm ²].....	35
5.6.2	Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) [cm ²]	37
5.7	Langzeitrhinoflowmetrie	39
5.7.1	Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden	39
5.7.2	Gesamtverteilung der Nasenatmung	43
5.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	44
6	Diskussion.....	45
7	Schlussfolgerungen.....	51
8	Zusammenfassung/ Summary.....	52
8.1	Abstract (Deutsch).....	52
8.2	Abstract (English).....	54
9	Literaturverzeichnis	55
10	Abbildungsverzeichnis	59
11	Tabellenverzeichnis	59
12	Diagrammverzeichnis	60
13	Anhang	60
14	Danksagung	Fehler! Textmarke nicht definiert.
15	Lebenslauf.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Abkürzungsverzeichnis

Δ	Differenzzeichen (delta)
EKG	Elektrokardiografie
MCA	minimal cross-sectional area
MW	Mittelwert
N	Anzahl
OP	Operation
p- Wert	Überschreitungswahrscheinlichkeit, Irrtumswahrscheinlichkeit
SD	Standardabweichung
SDI-Test	Schwellen-/ Diskriminations-/ Identifikations-Test
SNOT-20 GAV	Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted

Hinweis

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Dissertationsschrift stets das generische Maskulinum verwendet. Dabei sind auch ausdrücklich alle weiblichen und anderweitigen Geschlechteridentitäten gemeint, sofern es die Aussagen erfordern.

1 Einleitung

„Es gibt auch Chirurgen, denen es gelingt, mit drei gefährlichen Operationen den Zustand von vor der ersten wieder herzustellen“ (Schmitt und Drechsler, 1988).

Mit diesem Zitat von Albert Krecke (1863 – 1932) wurde vor mehr als 100 Jahren auf überspitzte Art und Weise die operative Medizin als Therapieform von Erkrankungen in Frage gestellt. Natürlich hat sich seitdem viel verändert. Im Zeitalter der evidenzbasierten Medizin bestimmen die gegenwärtig besten vorhandenen Daten aus der Wissenschaft und Forschung das Handeln der Ärzte (Sackett et al., 1996). In dem ständigen Bestreben, den Patienten stets die beste Therapie anbieten zu können, wird den Ärzten in Form von Leitlinien in der Entscheidungsfindung geholfen. In den Kliniken für Hals-, Nasen-, und Ohrenheilkunde stellen sich Jahr für Jahr Patienten mit einer Vielzahl an Symptomen vor. Aus Studien geht hervor, dass ein sehr häufiges Symptom dabei die Nasenatmungsbehinderung bzw. die nasale Obstruktion darstellt (Vainio-Mattila, 1974; Wengraf et al., 1986; Jessen und Malm, 1997). Ursache für dieses Symptom ist zu zwei bis drei Prozent der Fälle eine Nasenseptumdeviation, also ein Schiefstand der Nasenscheidewand (Jessen und Janzon, 1989; Min et al., 1995). Als leitliniengerechte Therapieoption ist hier die funktionelle Rhinochirurgie zu nennen. Mittels Nasenseptumplastik wird der Raum zwischen Nasenmuschel und Nasenscheidewand in beiden Nasenhöhlen neu geformt, sodass im Anschluss an die Operation die Nasenatmung und der damit im Zusammenhang stehende Nasenzyklus ungehindert, suffizient und auf beiden Nasenseiten gleichmäßig ablaufen können. Dabei sollte nicht, wie früher oft angenommen, die vollständige Begradigung des Nasenseptums im Vordergrund stehen (Mlynski, 2006). Dank fundierter Fragebögen und moderner Funktionsdiagnostik besteht heutzutage eine Vielzahl an Möglichkeiten, das subjektive und objektive Ergebnis eines solchen operativen Eingriffes auszuwerten. Mit der Langzeit-Rhinoflowmetrie ist in den letzten Jahren ein neuartiges Verfahren hinzugekommen, welches es auf einfache Art und Weise ermöglicht, über einen längeren Zeitraum und unter physiologischen alltäglichen Bedingungen bestimmte Funktionsparameter der Nase zu messen (Grützenmacher et al., 2005). Grundstein dieser Arbeit soll sein, eine geeignete Kombination dieser aktuell vorhandenen Methoden und Messverfahren vor und nach Nasenseptumplastik anzuwenden. Nach deren Auswertung wird erhofft, eine Evaluation der rhinologischen Funktionsdiagnostik nach dem heutigen Wissensstand vornehmen zu können und gegebenenfalls durch die gewonnenen Erkenntnisse die Diagnostik vor und nach Nasenseptumchirurgie maßgeblich zu beeinflussen.

2 Grundlagen

2.1 Grundlagen der Nasenatmung

2.1.1 Der Aufbau und die Funktion der Nase

Die Nase mit den Nasenhöhlen und den Nasennebenhöhlen sind Teil der oberen luftleitenden Atemwege. So erklärt sich auch die Funktion der Nase: Der Eingangsbereich ist besetzt mit borstenartigen Terminalhaaren (*Vibrissae*), welche gröbere Schmutzpartikel zurückhalten. Die Atemluft wird bei der Passage durch die Nase an der Schleimhaut der Nasenhöhle angewärmt und angefeuchtet. Des Weiteren produziert die Schleimhaut mit ihren subepithelialen Immunzellen und Gefäßplexus Drüsensekrete und Schleimprodukte, welche antibakterielle Komponenten enthalten, wodurch sowohl Bakterien und Schadstoffe gebunden, als auch unschädlich gemacht werden. In der *Regio olfactoria*, der Region wo sich die Riechschleimhaut befindet, können Duftstoffe (*Pheromone*) wahrgenommen werden. Sie liegt im Bereich des Nasenseptums und der oberen Nasenmuschel und bildet die Riechfunktion, sowie die Einbindung der Nase in die nonverbale Kommunikation bzw. Situationsbewertung. Außerdem nimmt die Nase an der Sprachbildung über die Nasenhöhle und die Resonanzräume der Nebenhöhlen teil. Die **äußere Nase** besteht grob aus 3 Teilen: der knöchernen Nasenwurzel (*Radix nasi*), dem knorpeligen Nasenrücken (*Dorsum nasi*) und den knorpeligen Nasenflügeln (*Alae nasi*). Die knorpeligen Anteile, welche den Naseneingang umgrenzen, sind verbunden mit der knöchernen *Apertura piriformis*. Die Zugänge der Nase begrenzen *anterior* und *posterior* die **innere Nase** und werden unterschieden in inneren Zugang und äußeren Zugang: Den äußeren Zugang bilden die Nasenlöcher (*Nares*), die in den jeweiligen Nasenvorhof (*Vestibulum nasi*) münden. Die beiden Nasenvorhöfe führen in die eigentliche Nasenhöhle (*Cavitas nasi propria*). Anatomisch getrennt sind diese beiden Strukturen durch einen bogenförmigen Rand, der als *Limen nasi* bezeichnet wird. Der gemeinsame Zugang zu den paarigen Nasenhöhlen wird *Apertura piriformis* bezeichnet. Die äußere Begrenzung der *Apertura* wird gebildet durch die *Maxilla* und die *Ossa nasalia lateral*, die mediale Begrenzung bildet das *Septum nasi*. Das *Septum nasi* wird auch **Nasenscheidewand** genannt, da es die beiden Nasenhaupthöhlen voneinander trennt. Größenunterschiede des rechten und linken Abschnitts der Nasenhöhle entstehen durch Ausbiegung des Septums, was auch als Septumdeviation bezeichnet wird. Aufgebaut ist die Nasenscheidewand aus einem vorderen knorpeligen Anteil (*Vomer*) und einem hinterem knöchernem Anteil (*Lamina perpendicularis*). Auch die *Choanae*, die paarigen hinteren Öffnungen der Nasenhaupthöhlen, welche über den *meatus nasopharyngeus* in den *Epipharynx*, den Nasenrachen münden, werden durch das Nasenseptum getrennt. Die lateralen Wände der Nasenhöhlen bilden die Nasenmuscheln (*Conchae nasalis inferior, media und superior*) mit ihren drei Nasengängen. Die

Nasennebenhöhlen stehen über unterschiedliche Nasengänge in Verbindung zu der Nasenhöhle, welche in eben diese münden (Aumüller et al., 2014).

2.1.2 Der Nasenzyklus

Schon 1895 beschrieb ein Arzt aus Breslau, Richard Kayser, einen „alternierenden Wechsel in der Weite der Nasenhöhlen“ (Kayser, 1895). Heutzutage weiß man, dass der Nasenzyklus ein physiologisches Phänomen der Nasenschleimhäute darstellt. Veränderungen der Durchblutung der Schleimhäute haben wechselseitige Änderungen des Schwellungszustandes zur Folge, was zu Flüssigkeitsverlusten in der Arbeitsphase und einer Feuchtigkeitzunahme in der Ruhephase führt (Keerl et al., 1995). Mittels Magnetresonanztomografie gelang es erstmals Abdolmaali et al. am Institut für Radiologische Diagnostik Dresden im Jahr 2013, den Nasenzyklus als Volumenänderung der Nasenhöhle am Patienten nachzuweisen. Die Länge der einzelnen Zyklen betrug hier zwischen 180 und 280 min (Abolmaali et al., 2013). Andere Wissenschaftler kamen auf unterschiedliche Ergebnisse bezüglich der Länge solcher Zyklen: 91 min bei Tag, 178 min bei Nacht (Rohrmeier et al., 2014), 90 min bis maximal 10 h (Grützenmacher et al., 2005), 110 min (Ohki et al., 2005). Trotz der vielen Studien, die weltweit zur Erforschung des Nasenzyklus seit vielen Jahrzehnten durchgeführt wurden, ist die Rolle des Nasenzyklus noch nicht gänzlich verstanden (Pendolino et al., 2018). Allerdings sind viele Funktionen des Zyklus aufgeklärt worden: Der Nasenzyklus füllt den Prozentsatz des Wassergehaltes der Nasenschleimhaut wieder auf, um die regelrechte Befeuchtung der Einatemluft aufrechtzuerhalten (Ingelstedt, 1970) und trägt zur Immunabwehr und somit zum Schutz vor Infektionen (Eccles, 2000) und der Entfernung von Verunreinigungen der oberen Atemwege bei (White et al., 2015).

2.2 Die rhinologische Funktionsdiagnostik

Die Beschaffenheit und Durchgängigkeit der Nase beschäftigt schon seit mehr als 130 Jahren Wissenschaftler und Ärzte auf der ganzen Welt. Seither wird versucht, den Atemstrom durch die Nase zu erforschen und mögliche Behinderungen der Nasenatmung objektiv darstellen zu können. Bereits 1889 etablierte Zwaardemaker den hygrometrischen Funktionstest als Maß der nasalen Durchgängigkeit. Mittels eines Spiegels, welcher vor die Nase des Patienten gehalten wurde, konnten anhand der entstandenen Kondensationsflecken Rückschlüsse auf nasale Stenosen gezogen werden (Zwaardemaker, 1889; Zwaardemaker, 1894). Als Weiterentwicklung dieses Tests ist der vom deutschen Ernst Glatzel entwickelte „Glatzel-Spiegel“ zu nennen, welcher aus einem Metallspiegel mit eingravierten Halbkreisen bestand. Dadurch war eine Quantifizierung der Kondensationsflecken möglich (Glatzel, 1901; Pirsig, 2014). Über die Jahre folgten weitere

Versuche, wie der „Brummtest“ von Spiess, um die Nasendurchgängigkeit, speziell die Obstruktion einer Nasenseite durch eine Änderung der Tonhöhe beim Brummen, zu befunden (Spiess, 1902). Einen erheblichen Fortschritt brachte Ende der 50-iger Jahre die Entwicklung von Pneumotachographen und der Einsatz von Bildwandlern (Aschan und Drettner, 1964). Hierdurch war die aktive **Rhinomanometrie** nun möglich. Während der Patient spontan atmete, wurde mittels eines x-y-Diagramms eine Druck-Flow-Kurve durch den gemessenen nasalen Atemstrom und die narinochoanale Druckdifferenz erfasst. Dies war entweder durch die aktive anteriore

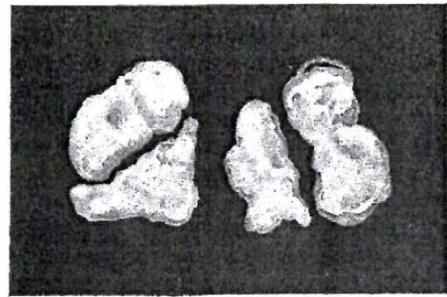


Abbildung 1: Zwaardemaker: Bild der Atemflecke 1895

Zu sehen sind zwei Atemflecken, ein linker und ein rechter, jeweils physiologisch gespalten in anterolateralen und posteromedialen Teil (Zwaardemaker, 1895).

Rhinomanometrie (Erfassung der Werte an den Nasenlöchern) oder die aktive posteriore Rhinomanometrie (Erfassung der Werte über eine Drucksonde im Pharynx) möglich. Es folgte die Festlegung von Standardisierungsrichtlinien 1984 in Brüssel, wodurch ein internationaler Maßstab für die Rhinomanometrie geschaffen wurde (Clement, 1984). Da sich in weiteren Studien die Befunde der Rhinomanometrie als reproduzierbar erwiesen (Silkoff et al., 1999; Carney et al., 2000), gilt die aktive anteriore Rhinomanometrie seither als Methode der Wahl zur Quantifizierung der nasalen Obstruktion. **Die akustische Rhinometrie** wurde 1989 von Hilberg et al. eingeführt. Sie versuchten die Geometrie der cavitas nasi zu analysieren und setzten hierzu mit einer neuartigen akustischen Methode, der akustischen Rhinometrie, die von Schallsignalen Gebrauch machte, die Querschnittsfläche des Nasenganges in Bezug zur Strecke. Um einen Vergleich der Ergebnisse zu validierten Messmethoden ziehen zu können, wurden außerdem die gleichen Areale mit der Computertomografie und der anterioren Rhinomanometrie untersucht und die Befunde einander gegenübergestellt. Durch die hohe Korrelation der Ergebnisse wird die akustische Rhinometrie seither als einfach durchzuführende Untersuchung bei physiologischen und pathologischen Veränderungen der Nase in der rhinologischen Funktionsdiagnostik eingesetzt (Hilberg et al., 1989). Einen weiteren Meilenstein stellt die von Mlynski im Jahre 1993 entwickelte **Rhinoresistometrie**, eine Weiterentwicklung der Rhinomanometrie, dar. Sie dient der differenzierteren Erfassung des strömungstechnisch komplexen Vorgangs der Nasenatmung, woraus neue Einblicke in die Physiologie und Pathophysiologie, sowie die Klinik der Nasenatmung und ihrer Behinderung gewonnen werden konnten. In Abhängigkeit der Atemvolumengeschwindigkeit erlaubt die Rhinoresistometrie die grafische Darstellung des Atemwiderstandes und des Strömungscharakters. Desweiteren kann die Weite der Nase und auch die

Wandbeschaffenheit aufgezeichnet werden. Auch wenn die rhinologische Funktionsdiagnostik durch die ständigen Neu- und Weiterentwicklungen ausgereift schien, gab es dennoch keine Möglichkeit, die Nasenatmung über einen längeren Zeitraum aufzuzeichnen. Die bisherigen Methoden (Rhinomanometrie, Rhinoresistometrie und akustische Rhinometrie) stellten lediglich Messungen zu einem bestimmten Zeitpunkt, dem Zeitpunkt der Untersuchung dar. Somit gelang es bisher nicht, temporäre Beschwerden seitens des Patienten oder dessen Nasenzyklus zu erfassen. Diesem Problem stellten sich Grützenmacher et al. im Jahre 2005 und entwickelten ein Gerät, welches die Funktion der Nase unter Alltagsbedingungen und während der Nacht aufzeichnen konnte. Mithilfe der **Langzeitrhinoflowmetrie**, bestehend aus einem portablen batteriebetriebenen Apparat in Handygröße und einer Nasenbrille, gelang es nun die Nasenatmung eines Patienten über einen Zeitraum von 24 bis zu 72 Stunden aufzuzeichnen. Um die relative Strömung der Luft durch die Nasenlöcher zu quantifizieren, wurden die kinetischen Druckschwankungen während der Respiration als Maßzahl für die Strömung zu Nutze gemacht. Somit konnten nun Nasenzyklen direkt erfasst und nächtliche Beschwerden des Patienten durch nasale Obstruktion objektiviert werden (Grützenmacher et al., 2005)). Noch im selben Jahr wurde dies durch eine größere Studie bestätigt und die Praktikabilität der Langzeitrhinoflowmetrie aufgezeigt (Ohki et al., 2005).

3 Hypothese und Erwartungen

Die gestörte Nasenatmung durch nasale Obstruktion ist ein häufiges klinisches Symptom (Wengraf et al., 1986). Eine finnische Studie aus dem Jahr 1974 zeigte, dass von 200 zufällig ausgewählten Personen, 33% an einer gestörten Nasenatmung leiden (Vainio-Mattila, 1974). Neben allergischen oder entzündlichen Prozessen der Nasenschleimhaut können auch Schiefstellungen der Nase, angeboren oder traumatisch bedingt, zu einer Verschlechterung der Nasenatmung führen. Die Nasenseptumdeviation ist hierbei ein häufiges Phänomen (Vainio-Mattila, 1974; Mygind, 1979). Bei Schiefstand der Nasenschweidewand sowie Symptomen der nasalen Obstruktion wird die Indikation für die funktionelle Rhinochirurgie schnell gestellt (Lindemann et al., 2017). Allerdings sind die Langzeitergebnisse einer Rhinoplastie nicht zufriedenstellend (Mlynski, 2006). Bei 27% der Patienten kann durch eine Operation keine Besserung der Nasenatmung erreicht werden (Mlynski und Beule, 2008). Ziel dieser Arbeit ist es, mit Hilfe heutzutage zur Verfügung stehenden Möglichkeiten eine ausgeweitete prä- und postoperative Funktionsdiagnostik durchzuführen, um Patienten mittels subjektiver und objektiver Messparameter zu untersuchen. Dabei wird unter anderem eine neuartige Messmethode, die Langzeitrhinoflowmetrie zur Evaluation eingesetzt. Desweiteren sollen anschließend die Ergebnisse mit validierten Riechtests und Fragebögen korreliert werden. Es wird dabei

erwartet, dass die Nasenseptumplastik einen signifikanten Einfluss auf die subjektive Einschätzung und die objektiven Parameter der Nasenatmung nimmt und durch die Operation eine physiologische Nasenatmung wie bei einer nasengesunden Vergleichsgruppe wiederhergestellt werden kann. Im Anschluss wird erhofft, Rückschlüsse auf die verschiedenen Einheiten der Funktionsdiagnostik ziehen zu können und einen Stellenwert für die Langzeitrhinoflowmetrie in der prä- und postoperativen Funktionsdiagnostik bei Nasenseptumplastik zu ermitteln.

4 Material und Methoden

4.1 Ethik

Zu Beginn der Studie wurde bei allen Teilnehmern eine Überprüfung der Studienvoraussetzungen vorgenommen. Im Anschluss erhielten sie einen schriftlichen Aufklärungsbogen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden., Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), sowie ein individuelles Aufklärungsgespräch und gaben ihr Einverständnis mündlich und schriftlich ab (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Ein Entgelt wurde den Studienteilnehmern nicht ausgezahlt. Während der gesamten Studiendauer wurden die ethischen Richtlinien der medizinischen Forschung am Menschen gemäß der Deklaration von Helsinki (Fortaleza, 2013) eingehalten und keine Bedenken seitens der Ethik-Kommission an der Medizinischen Carl-Gustav-Carus-Fakultät der Technischen Universität Dresden geäußert (Ethiknummer: 438102016).

4.2 Studienteilnehmer

In die Studie wurden 41 Teilnehmer eingeschlossen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Diese Zahl ergibt sich aus den insgesamt 52 untersuchten Personen minus der Anzahl der Personen, die zwar an der Erstuntersuchung teilgenommen haben, allerdings aus persönlichen Gründen nicht zur Abschlussuntersuchung erschienen sind (11). Die eingeschlossenen Studienteilnehmer können in zwei Gruppen aufgeteilt werden: Gruppe eins beinhaltet 22 gesunde Studienteilnehmer (10 männliche, 12 weibliche), welche im Folgendem als Probanden bezeichnet werden. Das Durchschnittsalter beträgt 30 Jahre bei einer Standardabweichung von $\pm 17,2$. Die Einschlusskriterien (Tabelle 1) wurden erfüllt und die Probanden waren von den Ausschlusskriterien (Tabelle 2) befreit. Gruppe zwei beinhaltet 19 Studienteilnehmer (12 männliche, 7 weibliche), welche im Folgendem als Patienten bezeichnet werden. Das Durchschnittsalter beträgt 43 Jahre bei einer Standardabweichung von $\pm 13,7$. Die Patienten unterzogen sich einer geplanten operativen Septumkorrektur an der Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde des Universitätsklinikums Dresden. Die

Einschlusskriterien (Tabelle 1) wurden erfüllt und die Patienten waren von den Ausschlusskriterien (Tabelle 2) befreit. Alle eingeschlossenen Studienteilnehmer beantworteten die Fragebögen vollständig und nahmen an der Rhinoskopie durch den geschulten Autor teil. Außerdem wurden bei allen Studienteilnehmern eine Rhinomanometrie sowie eine akustische Rhinometrie komplikationslos durch den geschulten Autor durchgeführt. Lediglich die 24h-Langzeit Rhinoflowmetrie konnte nur für einen Teil der Studienteilnehmer (15 Probanden, 15 Patienten) ausgewertet werden, da das portable Gerät der 24h-Rhinoflowmetrie aufgrund von technischen Störungen nur einen Bruchteil des Tages aufzeichnen konnte.

Einschlusskriterien	
Probanden	Patienten
Alter: mindestens 18 Jahre	Alter: mindestens 18 Jahre
Freiwillige Teilnahme	Freiwillige Teilnahme
	Geplante operative Septumkorrektur an der Klinik und Poliklinik für HNO-Heilkunde des Universitätsklinikums Dresden

Tabelle 1: Einschlusskriterien

Ausschlusskriterien	
Probanden	Patienten
Erkrankungen, die mit einer Riech- oder Schmeckstörung einhergehen können wie z.B. Nierenerkrankungen oder M. Parkinson	Erkrankungen, die mit einer Riech- oder Schmeckstörung einhergehen können wie z.B. Nierenerkrankungen oder M. Parkinson
Geplante Korrektur der äußeren Nase oder Nasennebenhöhlenoperation	Geplante Korrektur der äußeren Nase oder Nasennebenhöhlenoperation
Geplante operative Septumkorrektur	

Tabelle 2: Ausschlusskriterien

Alle Studienteilnehmer wurden primär telefonisch kontaktiert und es wurde ein individueller Termin für die Erstuntersuchung vereinbart. Nach einem ausführlichem Aufklärungsgespräch und dem mündlichen und schriftlichen Einverständnis konnte mit der Erstuntersuchung begonnen werden.

4.3 Erstuntersuchung

4.3.1 Anteriore Rhinoskopie und nasale Endoskopie

Die vordere Nasenspiegelung, auch *Rhinoscopia anterior* bezeichnet, wird durch Einführen einer schnabelförmig geformten Zange (*Spekulum*) vorgenommen. So kann die Nasenhöhle von ventral eingesehen werden. Im Anschluss wird eine Nasenhöhlenspiegelung (*nasale Endoskopie*) mit einem starren Endoskop (30° Optik) durchgeführt. Auf Basis des

intranasalen Status des Septums, der Querschnittsflächen der paarigen Nasenhaupthöhlen, des Zustands der Nasenschleimhaut und der an die Nasenhöhle angrenzenden Strukturen wird durch den geschulten Autor der Endoscopy Appearance Score (Lund und Kennedy, 1995) erhoben (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

4.3.2 Fragebögen

4.3.2.1 Anamnesebogen Dresden

Der Anamnesebogen des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken dient der Erfassung von Nasenatmungs-, Riech- und Geschmacksstörungen, sowie der subjektiven Einstufung dieser durch den Patienten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Außerdem wird mit dem Studienteilnehmer im zweiten Teil eine ausführliche Anamnese mit dem Schwerpunkt Kopf- und Halsbereich durchgeführt und durch den Untersucher notiert (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

4.3.2.2 Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV)

Der Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version erfragt symptomorientiert mit Hilfe von 20 Items, welche eine Bewertung zwischen 0 (kein Problem) und 5 (schlechter kann es nicht mehr werden) zulassen, die Ausprägung von spezifischen postoperativen Hals-, Nasen-, Ohren-, sowie allgemeinen Beschwerden (Baumann et al., 2007). Der Gesamtscore wird anschließend aus der Summe der Punktwerte der einzelnen Items ermittelt. Außerdem wird durch den Studienteilnehmer anhand einer 10 cm langen Visuellen Analogskala eine Gesamtbewertung zur Nasenatmung getroffen. Ein Ende (mit „0“ markiert) stellt „sehr schlecht“ dar, das andere Ende (mit „10“ markiert) „sehr gut“. Durch Ausmessen des Abstandes vom Punkt „0“ bis zur Markierung des Studienteilnehmers kann durch den Untersucher die Gesamtbewertung der Nasenatmung als Punktwert (in cm) erfasst werden.

4.3.2.3 Bedeutung der Geruchswahrnehmung

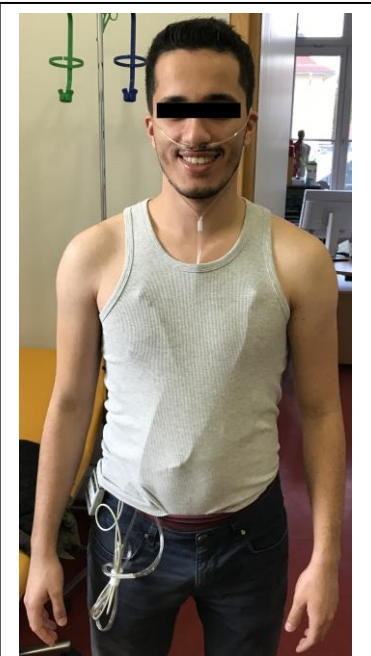
Der Fragebogen zur Bedeutung der Geruchswahrnehmung dient der Erfassung der Bedeutung des Geruchssinnes im Alltag des Studienteilnehmers und der Ermittlung der interindividuellen Unterschiede der Riechfunktion zwischen den Studienteilnehmern. Dabei werden durch die inhaltliche Unterteilung des Fragebogens alle drei Subskalen des Riechens erfasst: Assoziation, Applikation und Konsequenz. Somit werden sowohl Emotionen, Erinnerungen und Verhaltensweisen als auch Schlussfolgerungen die auf Basis von Gerüchen geweckt/getroffen werden, durch den Fragebogen reflektiert. (Croy et al., 2009) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

4.3.3 Langzeit-Rhinoflowmetrie

Die 24h-Nasendurchflussmessung wird mit den Geräten der Firma Happersberger otopront GmbH (Hohenstein, Deutschland) durchgeführt. Der Studienteilnehmer trägt hierzu eine Nasenbrille, welche mit dem batteriebetriebenen Rhino-move Gerät konnektiert ist und es ermöglicht, die nasale Atemarbeit aufzuzeichnen. Beim Anlegen muss darauf geachtet werden, dass die rechte Schlauchseite (markiert mit einem roten Punkt) ins rechte Nasenloch, sowie die linke Schlauchseite (markiert mit einem blauen Punkt) in das linke Nasenloch eingeführt wird. Desweiteren werden den Studienteilnehmern EKG-Elektroden angelegt, welche mit Hilfe eines EKG-Kabels mit dem Rhino-move verbunden werden. Hier muss auf die regelgerechte Zuordnung der Farben geachtet werden. Im Anschluss findet über das Rhino-base Gerät eine Flow-Kalibrierung statt. Nach erfolgreicher Kalibrierung kann manuell über die START-Taste des Rhino-move Gerätes die 24h-Nasendurchflussmessung gestartet werden.

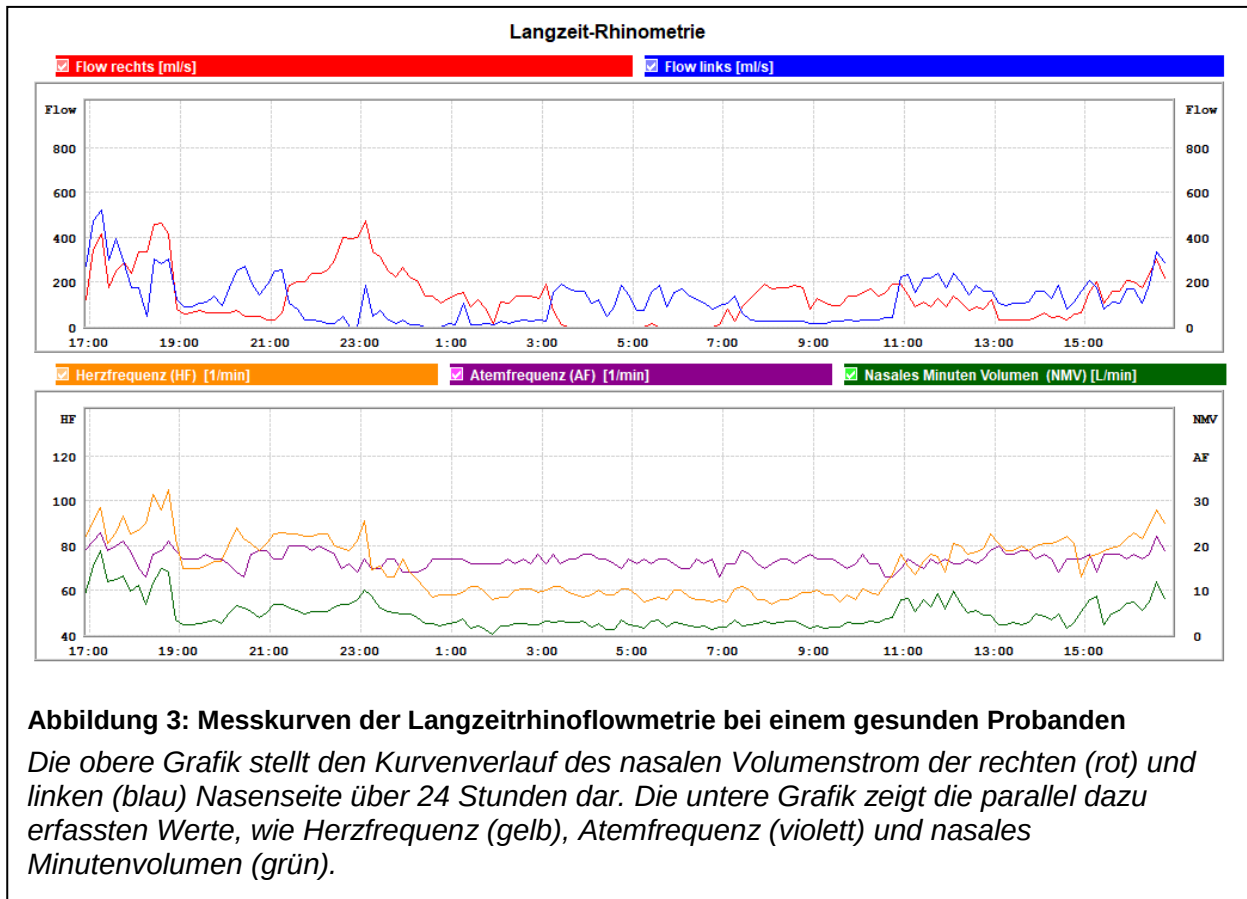
Während der Messung füllen die Studienteilnehmer einen Bogen bezüglich ihrer physischen Aktivität aus (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). So kann

erfasst werden, zu welchem Zeitpunkt sie geschlafen, geruht, oder sich leicht, mittel oder schwer körperlich betätigt haben. Außerdem werden die Studienteilnehmer darauf hingewiesen, in regelmäßigen Abständen den Aufzeichnungsmodus über die blinkenden Leuchtmittel des Rhino-move zu überwachen und bei Ausfall dieser, den Autor telefonisch zu kontaktieren. In solchen Fällen wird unter Anleitung eine erneute Messung mittels manueller Betätigung der START-Taste durch den Studienteilnehmer eingeleitet. Nach erfolgreicher Messung können über die Rhino-base die erfassten Daten ausgelesen und graphisch dargestellt werden (Happersberger otopront GmbH, 2013).



**Abbildung 2:
Rhinoflowmetrie am
Studienteilnehmer**

Ein Studienteilnehmer trägt das Gerät für die 24h-Nasendurchflussmessung. Zu sehen sind die Nasenbrille, die EKG-Elektroden mit Kabel (unter der Kleidung) und das Rhino-flow Gerät.



4.3.4 Olfaktorische Leistungstestung (SDI-Test)

Zur objektiven Einschätzung des Riechvermögens der Studienteilnehmer wurde der SDI-Test mithilfe der Sniffin' Sticks (Kobal et al., 1996; Hummel et al., 1997; Hummel et al., 2007) der Firma Burghart GmbH (Wedel, Deutschland) verwendet. Der psychophysische Test wurde im Jahr 1997 entwickelt und in mehreren Ländern validiert. Er erlaubt sowohl die Bewertung des individuellen Riechvermögens einer Person zu einem bestimmten Zeitpunkt, als auch den Vergleich von mehreren Testungen einer Person zu verschiedenen Zeitpunkten im Sinne einer Veränderung des Riechvermögens durch physiologische Prozesse (Alterungsprozesse) oder pathologische Vorkommnisse (Rumeau et al., 2016). Die drei Buchstaben des SDI-Tests stehen für die jeweiligen Riecheinheiten Schwelle (S), Diskrimination (D) und Identifikation (I). Somit war für die Befundung des Riechvermögens für jeden Studienteilnehmer eine Durchführung der drei Einzeltests notwendig. Während jedes Einzeltests werden dem Teilnehmer mithilfe von Filzstiften Geruchsstoffe im Abstand von zwei Zentimetern zu den Nasenlöchern für etwa drei Sekunden präsentiert.

Die Präsentation erfolgt durch leichtes Hin- und Herschwenken des Stiftes vom linken Nasenloch zum rechten Nasenloch und somit nicht seitengesondert. Sowohl der Schwellentest als auch der Diskriminationstest bestehen aus jeweils 48 Filzstiften, genau gesagt aus

jeweils 16 Triplets. Der Identifikationstest hingegen enthält nur 16 Einzelstifte. Nach spezieller Auswertung der Einzeltests, welche in den drei folgenden Unterkapiteln beschrieben ist, kann der SDI-Wert aus der Summe der Testung der Schwelle, Diskrimination und der Identifikation errechnet werden und der Studienteilnehmer einen Gesamtwert von 48 erreichen. Unter Zuhilfenahme der

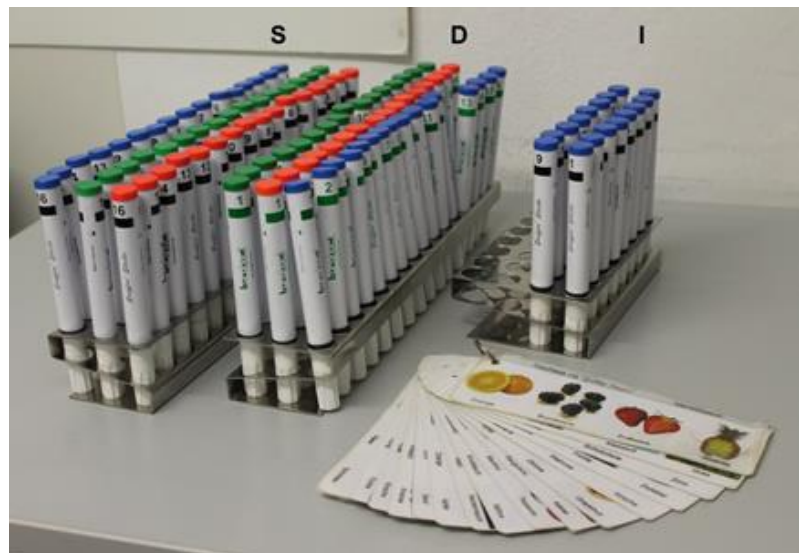


Abbildung 4: Sniffin' Sticks Testbatterie

Die Sniffin' Sticks der Firma Burghart GmbH (Wedel, Deutschland) dienen als psychophysikalischer Test zur Bewertung des individuellen Riechvermögens. Die drei Buchstaben stehen für die jeweiligen Riecheinheiten Schwelle (S), Diskrimination (D) und Identifikation (I).

normativen Daten von Hummel et. al (2007) kann nun mit dem jeweiligen Gesamtwert des Studienteilnehmers eine altersabhängige Einstufung des quantitativen Riechvermögens erfolgen. Für die in der vorliegenden Studie erfassten Untersuchungsteilnehmer liegen folgende Referenzwerte vor: Um das Riechvermögen als normosmisch zu bezeichnen, müssen die Studienteilnehmer im Alter von 16-35 Jahren einen Gesamtwert von über 30,3, im Alter von 36-55 Jahren einen Gesamtwert von über 27,3 und im Alter von über 55 Jahren einen Gesamtwert von über 19,6 erreichen. Um das Riechvermögen als hyposmisch zu bezeichnen, müssen die Studienteilnehmer im Alter von 16-35 Jahren einen Gesamtwert zwischen 30,3 und 16, im Alter von 36-55 Jahren einen Gesamtwert zwischen 27,3 und 16 und im Alter von über 55 Jahren einen Gesamtwert zwischen 19,6 und 16 erreichen. Als anosmisch wird das Riechvermögen altersunabhängig bei einem Gesamtwert von unter 16 bezeichnet (Hummel et al., 2007).

4.3.4.1 Schwellentest

Der Schwellentest wird verwendet, um in einer mehrstufigen Testung die individuelle Duftwahrnehmungsschwelle zu ermitteln. Hierzu werden 48 Stifte benötigt, die in 16 Triplets dem Untersucher vorliegen. Das erste Stiftriplet besteht aus einem Filzstift mit dem Duftstoff 2-Phenylethylalkohol (PEA, Rosenduft) und zwei weiteren Filzstiften mit dem geruchsneutralen Propylenglykol. Das zweite Stiftriplet besteht genauso wie das erste Triplet aus einem Filzstift mit dem Duftstoff 2-Phenylethylalkohol (PEA, Rosenduft) und zwei weiteren Filzstiften mit dem geruchsneutralen Propylenglykol. Allerdings liegt hier der Duftstoff im ersten Filzstift in einer Konzentration von 1:2 verdünnt vor. Die weiteren 14

Triplets ähneln im Inhalt denen der ersten beiden Reihen, allerdings bilden die Filzstifte mit dem Duftstoff eine Verdünnungsreihe, jeweils im Verhältnis 1:2 zum vorherigen Stift. Die Konzentration des Duftstoffes nimmt vereinfacht gesagt von Triplet eins bis Triplet 16 ab. Zu Beginn der Untersuchung werden dem Studienteilnehmer mit einer geruchsneutralen Atemschutzmaske die Augen verdeckt und der Untersucher trägt geruchsneutrale Silikonhandschuhe. Nun werden dem Studienteilnehmer, beginnend mit dem Triplet, welches die geringste Konzentration des Duftstoffes enthält, die Stiftriplets präsentiert und es muss jeweils seitens des Teilnehmers eine Entscheidung getroffen werden, welcher Stift des Triplets den Duftstoff enthält („forced choice“). Hat sich der Studienteilnehmer für den falschen Stift entschieden, wird ihm im nächsten Schritt wieder ein Stiftriolett präsentiert, diesmal mit der nächsthöheren Konzentration des Duftstoffes. Dies wird solange fortgesetzt, bis der Studienteilnehmer den richtigen Stift identifizieren konnte. In diesem Fall präsentiert ihm der Untersucher dieses Triplet nochmals. Sollte hier nun erneut der richtige Stift korrekt identifiziert worden sein, ist ein Wendepunkt erreicht und es wird im nächsten Schritt ein Triplet dargeboten, welches die nächstgeringere Konzentration des Duftstoffes enthält. Lag der Patient allerdings beim Bestätigungsversuch falsch, so wird zur nächsthöheren Duftstoffkonzentration übergegangen. Dieser Vorgang wird wechselhaft von geringeren zu höheren Konzentrationen durchgeführt. Umkehrpunkte in diesem Prozess bilden hier die Wendepunkte, die sich aus einem zweimal korrekt identifiziertem Duftstift aus einem Triplet oder aus einem falsch identifizierten Duftstift aus einem Triplet ergeben. Nach diesem Schema können insgesamt 7 Wendepunkte ermittelt werden. Aus den letzten vier Wendepunkten wird ein Mittelwert berechnet, welcher das Ergebnis des Schwellentests darstellt. Der Studienteilnehmer kann einen Maximalwert von 16 erreichen.

4.3.4.2 Diskriminationstest

Der Versuchsaufbau des Geruchunterscheidungstests zur Diskrimination von Duftstoffen unterscheidet sich bezüglich der verdeckten Augen beim Studienteilnehmer und der zu tragenden Silikonhandschuhe des Untersuchers nicht. Auch die Anzahl der Filzstifte ist gleich. Allerdings enthalten bei diesem Test zwei Stifte eines Triplets den gleichen Duftstoff und nur der dritte einen anderen. Die 16 Stiftriplets werden dem Studienteilnehmer in der Reihe jeweils nur einmal präsentiert und es gilt ausfindig zu machen, welcher Stift eines Triplets derjenige ist, bei dem ein anderer Geruch wahrgenommen werden kann, als bei den beiden anderen. Auch hier wird nach dem Prinzip „forced choice“ vorgegangen. Bei 16 Filzstiften ist ein Gesamtwert von 16 erreichbar, wenn in jedem Triplet der ungepaarte Duftstift richtig identifiziert wurde.

4.3.4.3 Identifikationstest

Für die Testung der Identifikation werden dem Patienten nur insgesamt 16 Stifte der Reihe nach präsentiert. Dies erfolgt seitens des Untersuchers mit Silikonhandschuhen an den Händen, seitens des Studienteilnehmers allerdings mit geöffneten Augen. Jeder Stift enthält bei diesem Test einen spezifischen Duftstoff, der aus dem Alltag bekannt sein sollte. Zeitgleich wird bei Präsentation des Duftstoffes je eine Liste mit vier Auswahlmöglichkeiten (Wortlaut und Bild) vorgelegt, sodass der Studienteilnehmer sich mittels Single-Choice-Verfahren für eine Antwort entscheiden muss. Auch hier quantifiziert die Summe der richtigen Antworten den Gesamtwert, welcher maximal 16 beträgt.

4.3.5 Rhinomanometrie und Rhinoresistometrie

Die **Rhinomanometrie** wird mit den Geräten der Firma Happersberger otopront GmbH (Hohenstein, Deutschland) durchgeführt. Sie ist Teil eines Komplettsystems (Rhinometrie-System RHINO-SYS),

welches für die Funktionsdiagnostik der Nasenatmung vorgesehen ist. Für die Rhinomanometrie sind folgende Komponenten notwendig: eine Düseneinheit mit aufgesetztem Filter, Maskenadapter und einer Gesichtsmaske, sowie ein klebbarer Nasenadapter. Bei der Gesichtsmaske ist darauf zu achten, die passende Größe für den Studienteilnehmer zu wählen, um eine luftdichte Verbindung zwischen Maske und Gesicht schaffen zu können. Die Düseneinheit ist mit der Basiseinheit, der Rhino-base per Kabel verbunden. Vor Beginn der Untersuchung wird der Anschluss des

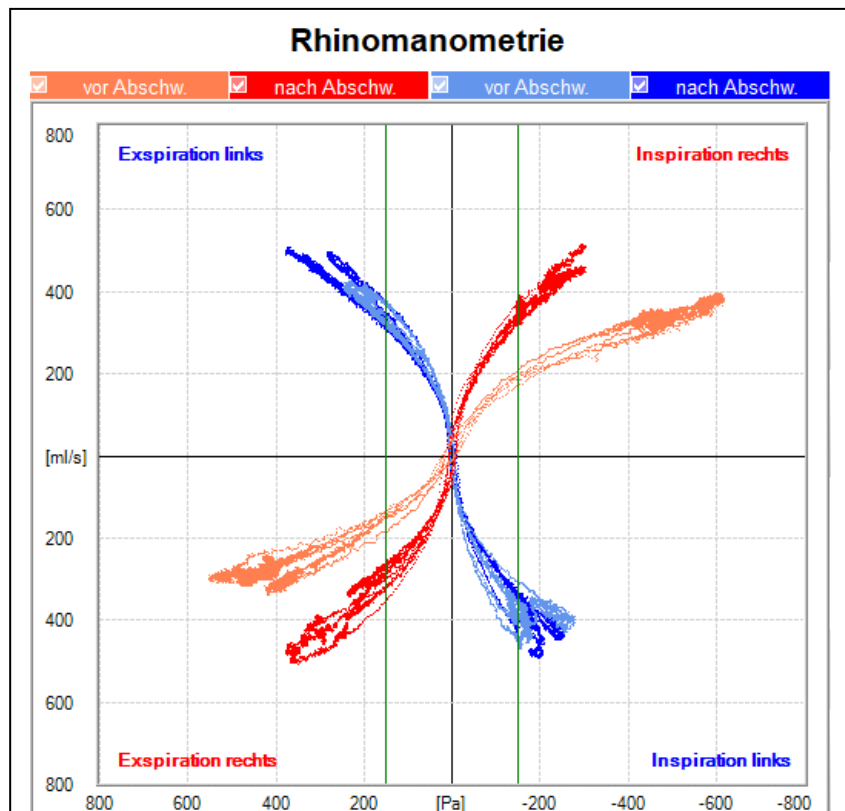


Abbildung 5: Kurvenverlauf der Rhinomanometrie bei einem gesunden Probanden

Der nasale Volumenstrom (y-Achse) wird in Beziehung zu den Druckwerten (x-Achse) während In- und Expiration seitengetreunt in einem Koordinatensystem dargestellt. Die Farben rot und blau stehen wieder für die rechte bzw. die linke Nasenseite. Die Darstellung erfolgt in momentanem und abgeschwollenem Zustand. Für die hierdurch entstandene „Atemzange“ gilt: je weiter sie ist, desto besser ist die nasale Durchgängigkeit.

Nasendruckschlauches vorbereitet. Hierzu wird mittels Pflaster an der Nasenöffnung über eine kleine Anschlusschülse der Schlauch luftdicht an der Nasenseite platziert, welche die der zu messenden Nasenseite gegenüber liegt. Das andere Ende des Nasendruckschlauches wird mit der Düseneinheit verbunden. Der Studienteilnehmer wird nun gebeten, ruhig und gleichbleibend bei geschlossenem Mund tief ein- und auszuatmen. Die Software erkennt automatisch die Atemzyklen des Studienteilnehmers. Drei vollständige Atemzyklen bei physiologischem Zustand der Nase und drei Atemzyklen in abgeschwollenem Zustand werden benötigt, damit die Messungen abgespeichert und später ausgewertet werden können. Für das Abschwollen wird das Nasenspray Otriven 0,1% Dosierspray ohne Konservierungsstoffe (GlaxoSmithKline Consumer Healthcare, München) verwendet. Dadurch wird der Wirkstoff Xylometazolin hydrochlorid, ein Sympathomimetikum auf die Schleimhaut der Nase abgegeben. Es werden zwei Sprühstöße pro Nasenseite durchgeführt, dies entspricht 280 µl der Lösung oder 0,280 mg Xylometazolin hydrochlorid (Gelbe Liste, 2020). Die Wartezeit zwischen der Messung im physiologischen Zustand und der Messung im abgeschwollenen Zustand beträgt 10 Minuten. Auf der abgeklebten Nasenseite strömt bei der jeweiligen Messung während der Respiration keine Luft. Der hier sitzende Nasendruckschlauch fungiert als Verlängerung der Druckmesssonde bis zur Choane, sodass der postnasale Druck erfasst werden kann. Durch den in der Atemmaske vorhandenen Spirozeptor kann der pränasale Druck und der Volumenstrom gemessen werden. Dieser Aufbau ermöglicht die Berechnung des transnasalen Druckes. Eine nasale Obstruktion kann so durch den aufgezeichneten nasalen Luftstrom und den transnasalen Druckverlust während der gesamten Atmung qualitativ evaluiert werden. Wie schon im Kapitel 2.2 erwähnt, stellt die **Rhinoresistografie** eine Weiterentwicklung der Rhinomanometrie dar. Auf Grundlage strömungsphysikalischer Gesetze können aus den bereits erhobenen Messwerten der Rhinomanometrie, weitere wichtige Parameter berechnet werden: der Strömungswiderstand, das Turbulenzverhalten, der hydraulische Durchmesser und der Reibungskoeffizient λ . Dies ermöglicht, den nasalen Strömungswiderstand zu objektivieren und ursächliche Pathologien für eine nasale Obstruktion, wie zum Beispiel eine Einengung, einen inspiratorischen Nasenflügelkollaps oder eine pathologische Turbulenz differentialdiagnostisch darzustellen.

Rhinoresistometrie

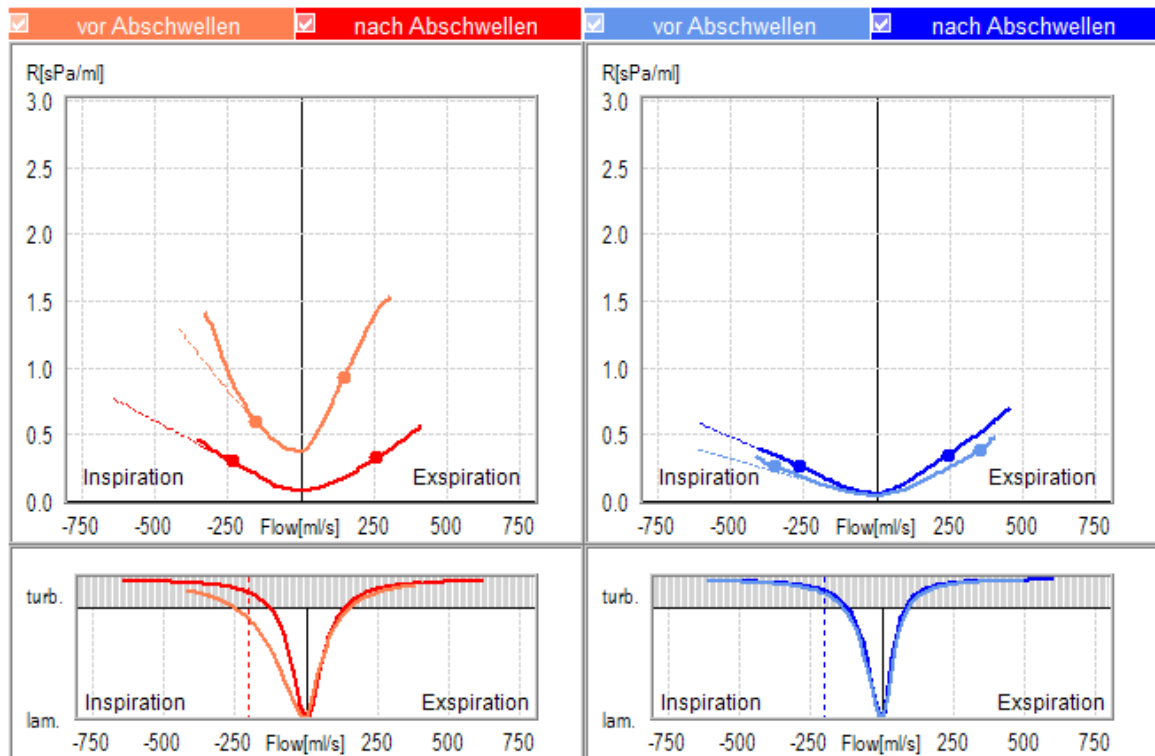


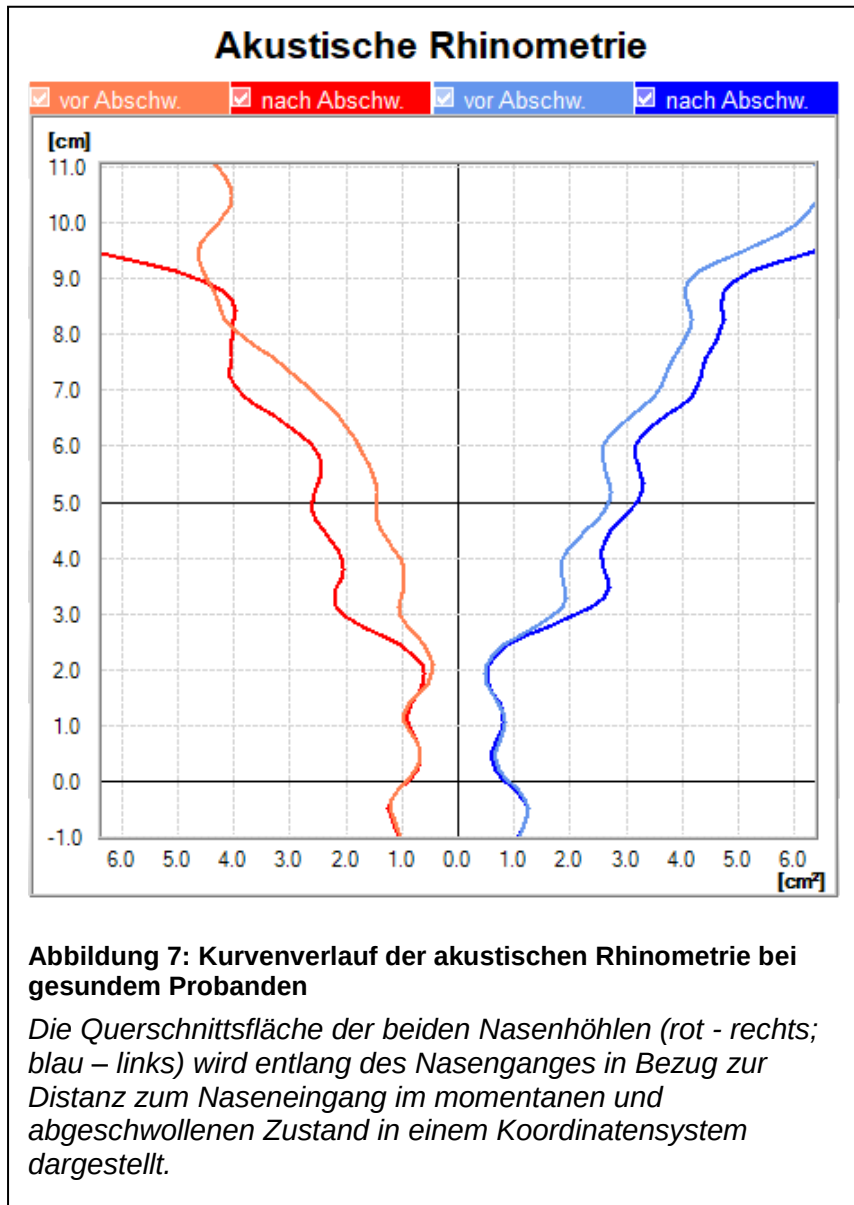
Abbildung 6: Kurvenverlauf der Rhinomanometrie bei einem gesunden Probanden

Der Strömungswiderstand wird in Bezug zum nasalen Volumenstrom für die rechte (rot) und linke (blau) Nasenseite in momentanem und abgeschwollenem Zustand in den beiden oberen Grafiken dargestellt. Die beiden unteren Grafiken zeigen das Turbulenzverhalten in Bezug zum Volumenstrom, auch wie zuvor während In- und Expiration.

4.3.6 Akustische Rhinometrie

Die akustische Rhinometrie wird auch mit den Geräten der Firma Happersberger otoprnt GmbH (Hohenstein, Deutschland) durchgeführt. Hierzu erfolgt vor Untersuchung eine Kalibrierung des Akustischen Rohrs. Nach erfolgreicher Kalibrierung kann das Akustische Rohr mit aufgesetztem Nasenadapter an das Nasenloch gehalten werden. Hierbei ist zu beachten, dass sowohl für die rechte Nasenseite, als auch für die linke Nasenseite ein speziell geformter Nasenadapter vorhanden ist. Diesen gilt es seitengerecht zu wechseln. Außerdem sollte der Adapter ohne große Druckausübung auf den Naseneingang aufgesetzt werden, sodass keine Luft entweichen kann. Es werden 10 Messungen pro Nasenseite durchgeführt: fünf Messungen im nativen Zustand und fünf Messungen im abgeschwollenen Zustand. Während einer Messung werden durch das akustische Rohr Schallsignale in die Nase eingebracht und durch die Geometrie des Naseninnenraumes spezifisch verändert. Aus der computergestützten Analyse der Reflektionen kann der Strömungskanal der Nase

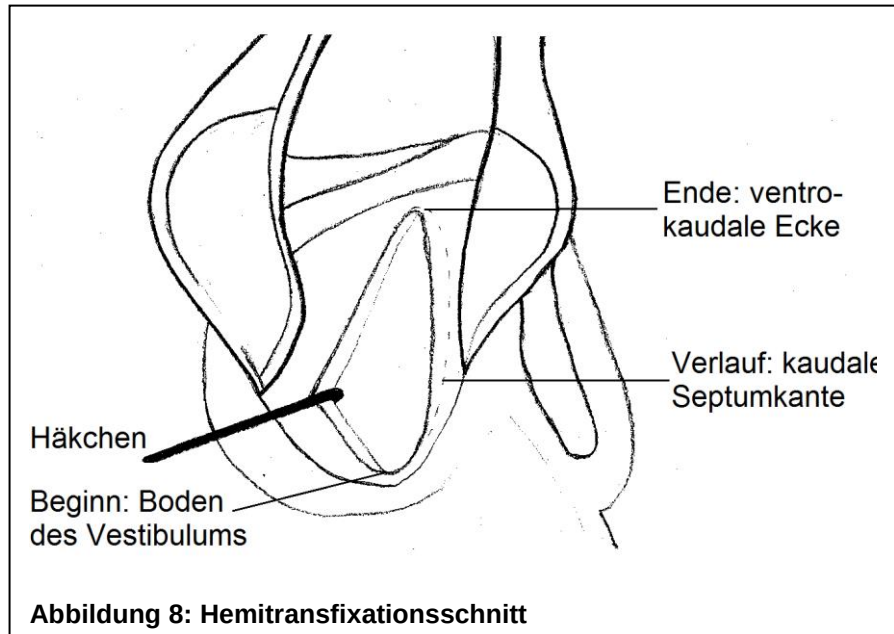
zweidimensional dargestellt und das Volumen der Nasehöhle angegeben werden (Happersberger otopront GmbH, 2013).



4.4 Operative Nasenseptumkorrektur

Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gehört die Septumbegradigung als operative Maßnahme zur Therapieform bei behinderter nasaler Luftdurchgängigkeit bei deviiertem Nasenseptum. Goldstandard war über lange Zeit die submuköse Resektion deviiierter Septumanteile nach Freer und Killian. Aufgrund ungenügender funktioneller und ästhetischer postoperativer Ergebnisse (Mlynski, 2005) wurde durch Cottle ein neuartiges Verfahren, die Septumplastik eingeführt (Cottle und Loring, 1948). Sie stellt noch heute im modifizierten Zustand die

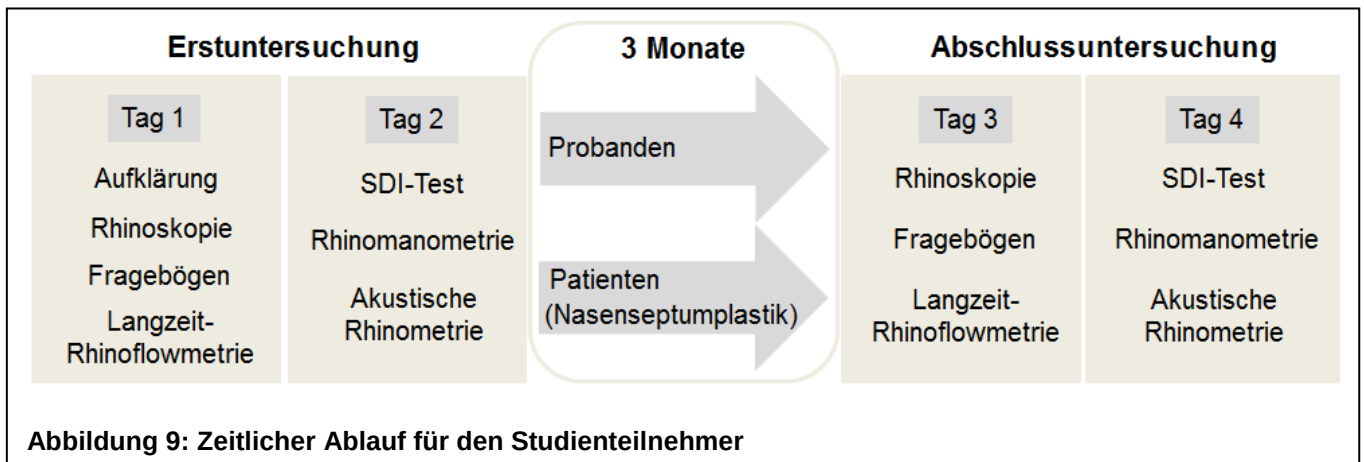
Operationstechnik der Wahl dar. Vorteile gegenüber den anderen Techniken sind die dreischichtige Rekonstruktion des Nasenseptums, was sich positiv auf das Outcome auswirkt, sowie die Möglichkeit der Korrektur aller Teile des Nasenseptums.



Folgende chirurgische Schritte werden dabei durchgeführt: Zugang zum knorpeligen Septum mittels Hemitransfixationsschnitts im Naseneingang, Mobilisation des Septums durch beidseitiges vorderes Ablösen des Mukoperichondriums bzw. des Mukoperiosts vom knorpeligen bzw. knöchernen Nasenseptum (*Tunnelung*), Inspektion der Nasenhaupthöhlen, Resektion von Teilen aus mobilisiertem Septum, Reposition und Rekonstruktion (zum Teil mittels Austauschplastik oder autologem Ohrmuschelknorpel) des Nasenseptums und des Spaltraums zur Begradigung innerhalb der äußeren Nase und zur Schaffung einer physiologischen Deviation im mittleren und hinteren Kavum. Gegebenenfalls erfolgen hiernach weitere chirurgische Schritte, wie Korrekturen an den Nasenmuscheln durch ein- oder beidseitige Muschelkaustik oder an den Nasenklappen, um die Spalträume der Nase funktionell wirksam wiederherzustellen (Mlynski und Pirsig, 2018).

4.5 Abschlussuntersuchung

Die Abschlussuntersuchung wurde sowohl bei Patienten, als auch bei Probanden durchgeführt. Der Zeitpunkt der Abschlussuntersuchung lag bei Patienten drei Monate nach erfolgter operativer Nasenseptumkorrektur. Bei Probanden erfolgte die Abschlussuntersuchung drei Monate nach Erstuntersuchung. Während der Abschlussuntersuchung wurden alle Untersuchungen in gleicher Reihenfolge wiederholt. Die Fragebögen wurden erneut seitens der Studienteilnehmer ausgefüllt.



4.6 Datenauswertung

Die statistische Auswertung und Analyse der Daten erfolgte mit IBM SPSS Statistics (Statistical Packages for Social Sciences, Version 24.0, SPSS Inc., Chicago, USA). Es wurden stets die Mittelwerte der Messwerte der beiden Teilnehmergruppen errechnet und mit Hilfe von T-Tests miteinander verglichen und auf Signifikanz bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ geprüft. Dies erfolgte beim Vergleich von Probanden mit Patienten mit T-Tests für unabhängige Stichproben. Innerhalb einer Studiengruppe wurde der Vergleich der Messwerte der ersten Untersuchung mit der zweiten Untersuchung mit T-Tests für verbundene Stichproben realisiert. Die Ergebnisse wurden anschließend zur Veranschaulichung in Form von Tabellen und Säulendiagrammen dargestellt. Zum Verfassen der Arbeit wurde Microsoft Word 2010, zum Erstellen von Tabellen Microsoft Excel 2010 und zum Gestalten von Grafiken Microsoft Powerpoint 2010 (Microsoft, Redmont, USA) verwendet. Das Literaturverzeichnis wurde mit Zotero (Version 5.0.82) angefertigt und der Zitationsstil „Technische Universität Dresden – Medizin“ appliziert.

5 Ergebnisse

5.1 Anteriore Rhinoskopie und nasale Endoskopie - Endoscopy

Appearance Score

		1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22	0	0	0	0
Patienten	19	1,79	0,42	0,16	0,38

Tabelle 3: Endoscopy Appearance Score – Nasenseptumdeviation

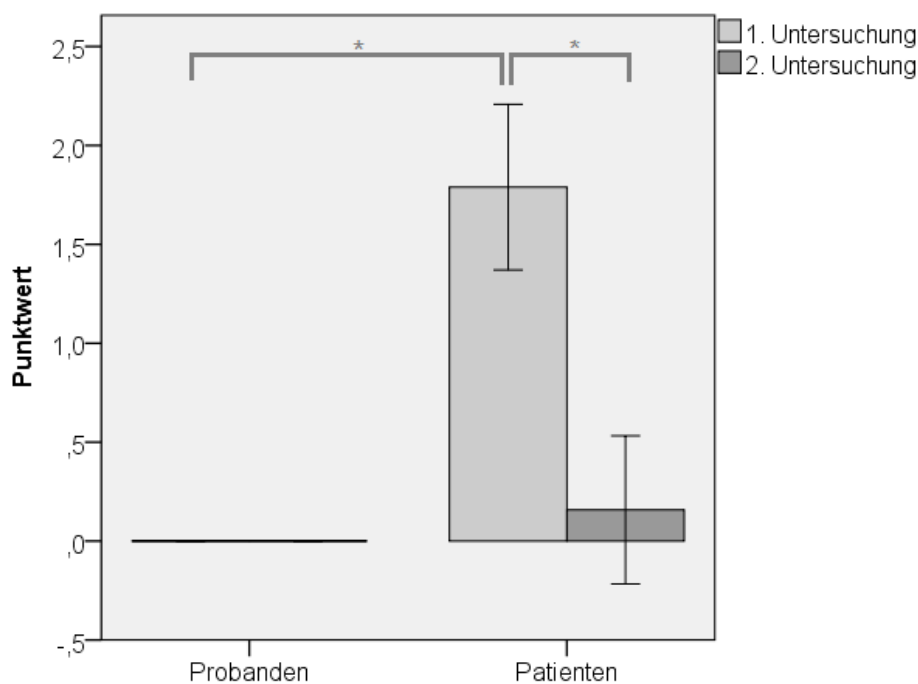


Diagramm 1: Endoscopy Appearance Score – Nasenseptumdeviation; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Nasenseptumdeviation wurde mit Hilfe des Endoscopy Appearance Scores mittels anteriorer Rhinoskopie und nasaler Endoskopie durch den geschulten Autor quantifiziert (0 = keine Deviation, 1 = geringe Ausprägung der Deviation, 2 = starke Ausprägung der Deviation) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Bei den Probanden lag sowohl bei der ersten Untersuchung, als auch bei der zweiten Untersuchung kein Schiefstand der Nasenscheidewand vor. Bei den Patienten zeigten sich im Mittel eine Deviation von 1,79 bei der ersten Untersuchung (vor der Operation) und eine Deviation von 0,16 in der zweiten Untersuchung (nach der Operation). Diese beiden Werte unterscheiden sich signifikant ($p = 0,00$). Somit gilt anzunehmen, dass die Nasenseptumplastik die

Nasenscheidewand optisch begradigt. Während der zweiten Untersuchung liegt der Unterschied des Ausmaßes der Deviation von Probanden und Patienten bei 0,16. Bei einem p-Wert von 0,083 gilt hier zu schlussfolgern, dass sich im Mittel das Ausmaß der Deviation bei der zweiten Untersuchung zwischen Probanden und Patienten nicht signifikant unterscheidet.

5.2 Auswertung der Fragebögen

5.2.1 Anamnesebogen Dresden

		1. Untersuchung		
	N	Probleme mit dem Riechen, dem feinen Geschmack und/oder dem Schmecken	chronische Nasenprobleme wie verstopfte Nase und gestörte Nasenatmung	chronische Nasenprobleme durch Allergie
Probanden	22	0	1	0
Patienten	19	4	11	6

Tabelle 4: Anamnesebogen Dresden – Anzahl der Studienteilnehmer mit Nasenproblemen (erste Untersuchung)

		2. Untersuchung		
	N	Probleme mit dem Riechen, dem feinen Geschmack und/oder dem Schmecken	chronische Nasenprobleme wie verstopfte Nase und gestörte Nasenatmung	chronische Nasenprobleme durch Allergie
Probanden	22	0	1	0
Patienten	19	1	2	3

Tabelle 5: Anamnesebogen Dresden – Anzahl der Studienteilnehmer mit Nasenproblemen (zweite Untersuchung)

Die hier dargestellten Daten wurde mit Hilfe des Anamnesebogens Dresden erhoben (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Es ist zu erkennen, dass in der Probandengruppe weder zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung, noch zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung Nasenprobleme beklagt wurden. Lediglich je ein Proband äußerte Beschwerden wie eine verstopfte Nase oder eine gestörte Nasenatmung zu den Untersuchungstagen. Unter den Patienten leiden vor Septumplastik (zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung) vier Patienten an Problemen mit dem Riechen, dem feinen Geschmack und/oder dem Schmecken. Nach Septumplastik (zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung) ist es nur noch ein Patient. Bezüglich der chronischen Nasenprobleme wie verstopfte Nase und gestörte Nasenatmung bzw. den chronischen Nasenproblemen durch Allergie sind es vor Septumplastik 11 bzw. sechs Patienten, nach Septumplastik zwei bzw. drei Patienten. Somit beklagen nicht alle Patienten vor OP die beschriebenen Beschwerden,

allerdings verringert sich die Anzahl der Patienten mit den oben genannten Beschwerden nach Septumplastik in allen drei Kategorien und unterscheidet sich weniger stark zu der Anzahl der Probanden zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung als zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung.

	1. Untersuchung			2. Untersuchung		
	N	MW	SD	N	MW	SD
Probanden	22	1,65	0,49	19	1,53	0,61
Patienten	19	3,16	0,69	19	1,68	0,58

Tabelle 6: Anamnesebogen Dresden – Nasendurchgängigkeit

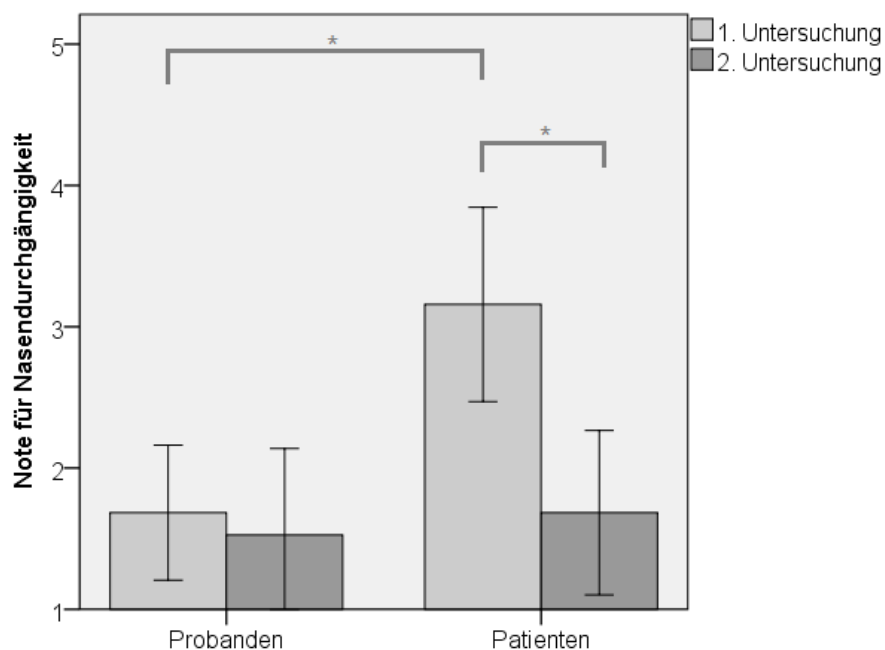


Diagramm 2: Anamnesebogen Dresden – Nasendurchgängigkeit; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Nasendurchgängigkeit wurde anhand der subjektiven Einschätzung der Patienten auf dem Anamnesebogen Dresden quantifiziert (1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = schlecht, 4 = sehr schlecht, 5 = ich bekomme gar keine Luft durch die Nase) (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die subjektive Nasendurchgängigkeit bei Patienten hat sich signifikant durch eine Septumplastik verbessert (Mittelwertdifferenz: 1,48; $p = 0,00$), was sich auch durch die große Stufenbildung der beiden rechten Säulen im oben abgebildeten Diagramm zeigt. Außerdem bestand zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung ein signifikanter Unterschied zwischen Probanden und Patienten in der vergebenen Note für die

Nasendurchgängigkeit (Mittelwertdifferenz: 1,51; $p = 0,00$), welcher zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung nicht weiter nachweisbar war (Mittelwertdifferenz: 0,15; $p = 0,42$).

5.2.2 Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV) und Gesamtbewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala

		1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22	8,73	8,46	5,82	6,9
Patienten	19	31,42	16,23	14,95	11,6

Tabelle 7: SNOT-20 GAV

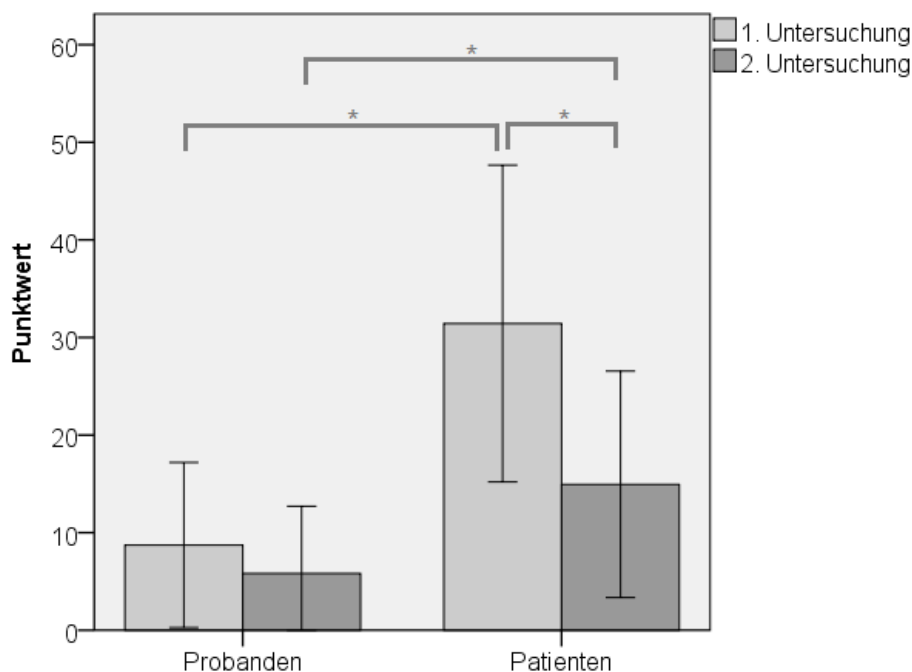


Diagramm 3: SNOT-20 GAV; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Der Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) ist ein Fragebogen, der die Ausprägung von spezifischen postoperativen Hals-, Nasen-, Ohren-, sowie allgemeinen Beschwerden anhand eines Scores wiedergibt (siehe 4.3.2.2). Bei maximaler Symptomausprägung kann von den Studienteilnehmern ein Score von 100 erreicht werden. Der Mittelwert des Scores bei Patienten vor Septumplastik zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung lag bei 31,42. Nach Septumplastik zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung betrug er noch 14,95. Es ist somit eine signifikante Verminderung des Scores um 16,47 ($p = 0,00$) durch Operation eingetreten. Allerdings wird durch eine OP der Score bei Patienten (14,95) nicht auf das Niveau des

Scores von Probanden (5,82) gesenkt. Hier besteht weiterhin ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte ($p = 0,01$). Im oben abgebildeten Diagramm fallen außerdem die großen Fehlerbalken bei Patienten auf, welche für hohe Standardabweichungen sprechen, die in Tabelle 7 definiert sind. Dies spricht für eine große Streuung der Werte innerhalb der Patientengruppe zu beiden Untersuchungen.

		1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22	8,77	1,63	9,05	1,29
Patienten	19	3,89	1,2	8,42	1,47

Tabelle 8: Bewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala

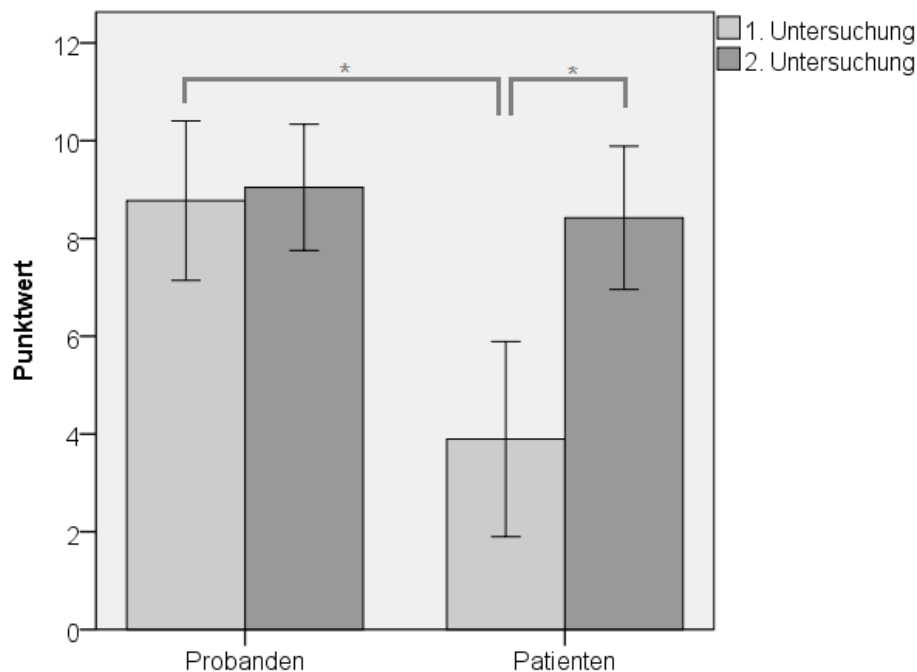


Diagramm 4: Bewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala; dargestellt sind:
Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Bewertung der gesamten Nasenatmung erfolgte mit Hilfe einer Visuellen Analogskala (siehe 4.3.2.2). Die Studienteilnehmer wurden gebeten, sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung, also auch zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung ihre subjektive Einschätzung der Nasenatmung durch einen vertikalen Strich auf einer Linie zu markieren. Die zwei Endpunkte der Linie waren beschriftet mit „sehr schlecht“ und „sehr gut“. Die Auswertung konnte im Nachhinein durch Ausmessen des Abstandes zum Endpunkt „sehr schlecht“ erfolgen, da der Abstand der beiden Endpunkte insgesamt 10 cm betrug. So konnte ein spezifischer Punktwert zwischen null und 10 für jeden Studienteilnehmer erhoben

werden, wobei der Wert bei Nachkommastellen unter fünf stets ab-, bei Nachkommastellen größer gleich fünf stets aufgerundet wurde. Die Mittelwerte der jeweiligen Messwerte sind im oben abgebildeten Diagramm dargestellt. Vor Nasenseptumplastik bewerteten die Patienten ihre Nasenatmung im Durchschnitt mit 3,89. Nach erfolgtem operativem Eingriff ergab eine erneute Bewertung den Wert von 8,42. Hier ist eine signifikante subjektive Verbesserung der Nasenatmung durch OP zu erkennen ($p = 0,00$). Zudem liegt zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung der Wert nur leicht unter dem Wert von gesunden Probanden (Mittelwert: 9,05; $p = 0,16$). Im Vergleich hierzu bestand zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung eine signifikante Differenz der Mittelwerte von 4,88 bei Probanden und Patienten ($p = 0,00$).

5.2.3 Bedeutung der Geruchswahrnehmung

		1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22	43,18	6,75	43,32	6,21
Patienten	19	47,32	8,99	44,63	8,28

Tabelle 9: Bedeutung der Geruchswahrnehmung

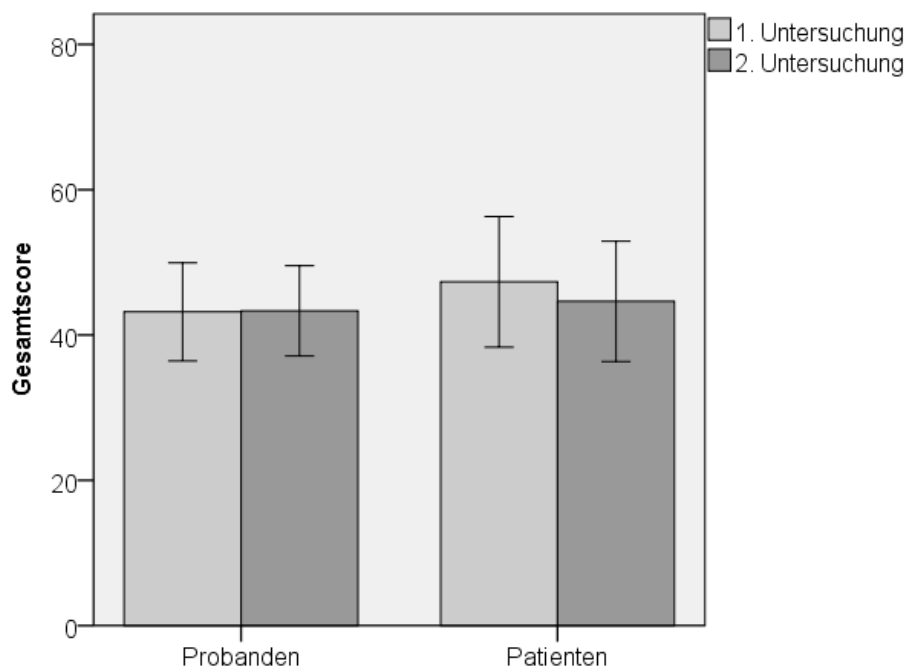


Diagramm 5: Bedeutung der Geruchswahrnehmung; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Auswertung dieses Fragebogens erfolgte durch Auszählen des Gesamtscores unter Addition der einzelnen Punktwerte (1 = trifft vollkommen zu, 2 = trifft überwiegend zu, 3 = trifft eher nicht zu, 4 = trifft überhaupt nicht zu) in den 20 Items bei jedem Studienteilnehmer

zu beiden Untersuchungen (siehe 4.3.2.3). Hier war ein Minimalscore von 20 und ein Maximalscore von 80 erreichbar. Eine Auswertung der Subskalen (Assoziation, Applikation, Konsequenz) erfolgte nicht. Bei Patienten verbessert sich zwar der Gesamtscore um 2,68 (Mittelwert vor OP: 47,32; Mittelwert nach OP: 44,63) durch eine Nasenseptumplastik, dieser Unterschied ist allerdings nicht signifikant ($p = 0,138$). Die Probanden haben sowohl während der ersten Untersuchung, als auch während der zweiten Untersuchung einen nahezu identischen Gesamtscore erzielt (43,18 und 43,32). Im Vergleich erste Untersuchung/ zweite Untersuchung nähert sich der Gesamtscore von Patienten dem von Probanden an. Bezüglich der Untersuchungen zur Bedeutung der Geruchswahrnehmung waren demnach keine signifikanten Unterschiede zu eruieren, was auch im oben abgebildeten Diagramm anhand der ähnlich hohen Säulen der Patientengruppe und Probandengruppe bei fehlenden Signifikanzlinien zu erkennen ist.

5.3 Olfaktorische Leistungstestung (SDI-Test)

		1. Untersuchung		2. Untersuchung	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22	34,8	4,02	36,33	2,99
Patienten	19	33,66	4,48	33,63	4,31

Tabelle 10: SDI-Test

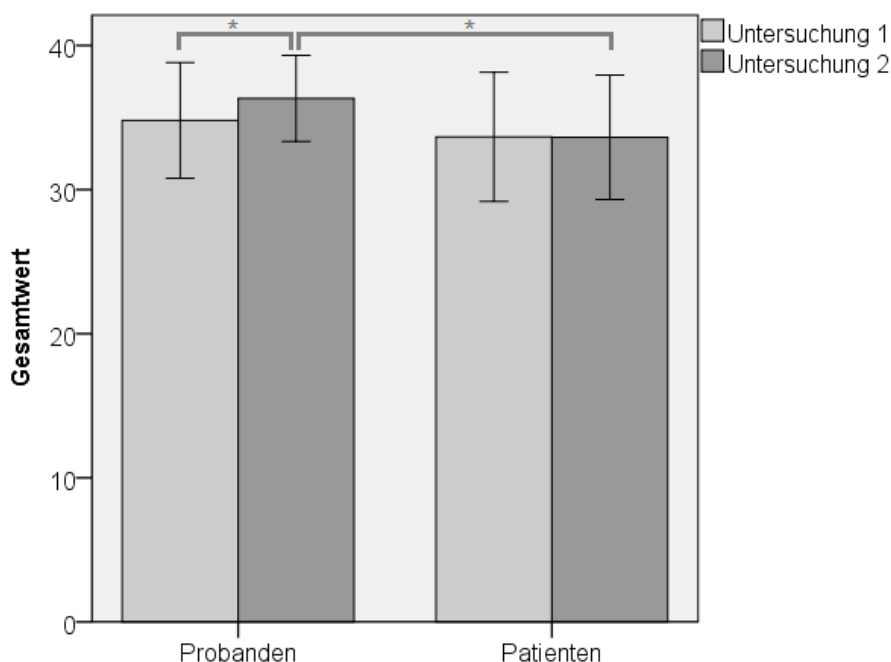


Diagramm 6: SDI-Test; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Auswertung der Ergebnisse des SDI-Tests wurde, wie in 4.3.4 beschrieben, über den Gesamtwert der drei Einzeltests vorgenommen. Hier ist maximal ein Wert von 48 erreichbar gewesen. Die Patienten erreichten in der olfaktorischen Leistungstestung sowohl vor der Operation als auch nach der Operation einen nahezu identischen Gesamtwert (33,6 und 33,63; $p = 0,968$). Somit gilt zu schlussfolgern, dass die Nasenseptumplastik das Ergebnis der olfaktorischen Leistungstestung nicht beeinflusst und damit auch keine Auswirkung auf das Riechvermögen hat. Im Vergleich Probanden/ Patienten schnitten in der ersten Untersuchung die Probanden mit 34,8 nicht signifikant besser ($p = 0,4$), zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung mit 36,33 deutlich besser ($p = 0,024$) ab. Bei Betrachtung der Probanden fällt außerdem auf, dass sie bei einer Mittelwertdifferenz von 1,53 einen signifikant besseren Gesamtwert während der zweiten Untersuchung erreichten als in der ersten Untersuchung ($p = 0,03$).

5.4 Rhinomanometrie

5.4.1 Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa

1. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	289	146	410	142
	22	linke Nasenseite	260	166	380	166
Patienten	18 (19)	deviierte Nasenseite	167	92	268	145
	19	nicht deviierte Nasenseite	385	131	489	178
2. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	297	132	496	122
		linke Nasenseite	330	163	419	135
Patienten	19	deviierte Nasenseite	301	143	376	167
		nicht deviierte Nasenseite	378	151	430	163

Tabelle 11: Rhinomanometrie - Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa

zu N: a (b)

a... Anzahl momentan

b... Anzahl abgeschwollen

5.4.1.1 Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

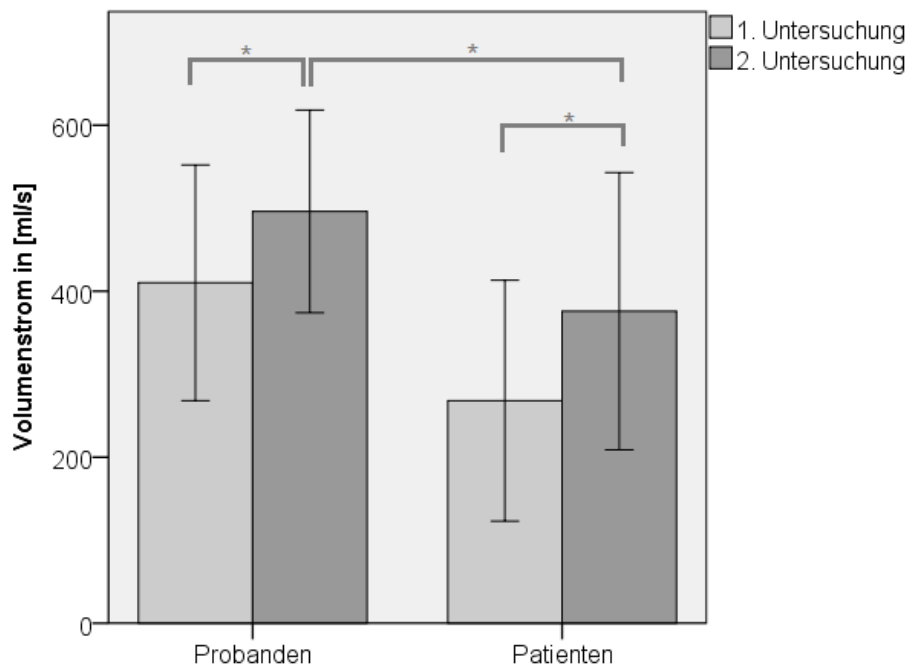


Diagramm 7: inspiratorischer Flow (deviierte Seite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Der inspiratorische und expiratorische Volumenstrom wurde bei allen Studienteilnehmern auf beiden Nasenseiten zum Zeitpunkt der ersten und zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung im momentanen Zustand und im abgeschwollenen Zustand nach Nasenspray gemessen (siehe 4.3.5). Zum Vergleich der beiden Teilnehmergruppen (Probanden und Patienten) wurde stets zur Nasenseite mit Septumdeviation der Patienten die rechte Nasenseite der Probanden, und zur Nasenseite ohne Septumdeviation der Patienten die linke Nasenseite der Probanden zugeordnet. Der hier dargestellte inspiratorische Flow der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand zeigt deutlich, dass durch eine Nasenseptumplastik bei Patienten der inspiratorische Volumenstrom signifikant zunimmt (von 268 auf 376; $p = 0,007$). Allerdings besteht weiterhin trotz Septumplastik ein signifikant verringerter Volumenstrom zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung zwischen Patienten (376; ehemals deviierte Nasenseite) und Probanden (496; rechte Nasenseite) ($p = 0,011$). Desweiteren fällt auf, dass der inspiratorische Volumenstrom auf der rechten Nasenseite bei Probanden im Vergleich erste Untersuchung/ zweite Untersuchung bei einer Mittelwertdifferenz von 86 signifikant höher ist während der zweiten Untersuchung ($p = 0,018$).

5.4.1.2 Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

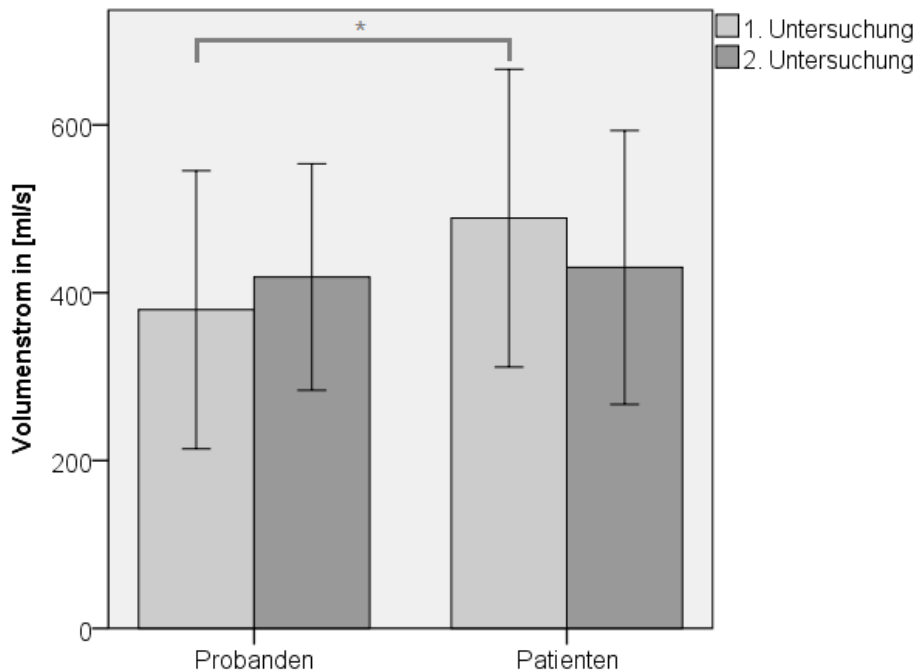


Diagramm 8: inspiratorischer Flow (nicht deviierte Seite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Der inspiratorische Volumenstrom der nicht deviierten Nasenseite, gemessen im abgeschwollenen Zustand, hat sich bei Patienten, wie im oben abgebildeten Diagramm zu erkennen ist, im Vergleich der ersten Untersuchung zur zweiten Untersuchung verringert (489 auf 430). Diese Veränderung ist allerdings nicht signifikant ($p = 0,065$). Während der Unterschied der Beträge des Volumenstroms beim Vergleich Probanden/ Patienten während der ersten Untersuchung noch signifikant war (Mittelwertdifferenz: 109; $p = 0,05$), ist die Differenz während der zweiten Untersuchung nicht mehr signifikant (Mittelwertdifferenz: 11; $p = 0,81$).

5.4.1.3 Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa beider Nasenseiten in abgeschwollenem Zustand

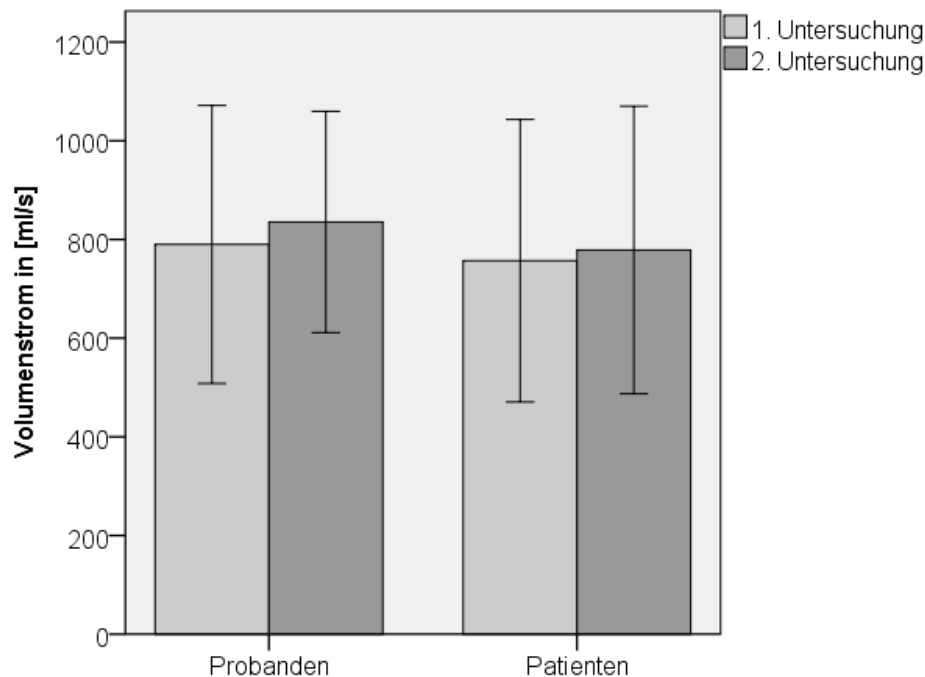


Diagramm 9: inspiratorischer Flow (beide Seiten, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Das oben dargestellte Diagramm zeigt den inspiratorischen Volumenstrom beider Nasenseiten in ml/s bei einem Druck von 150 Pa zum Zeitpunkt der ersten und zweiten Untersuchung bei Probanden und Patienten. Signifikante Unterschiede sind bei vier ähnlich hohen Säulen nicht zu erkennen. Der gesamte Volumenstrom, also der Gesamtbetrag des Flows von beiden Nasenseiten zusammen, hat sich bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik nicht signifikant vergrößert (1. Untersuchung: 757; 2. Untersuchung: 779; $p = 0,694$). Desweiteren bestehen auch keine signifikanten Unterschiede im Vergleich Probanden/ Patienten während der ersten und zweiten Untersuchung.

5.4.2 Widerstand [Pa s/ml] bei einem Druck von 150 Pa

1. Untersuchung					
		momentan		abgeschwollen	
	N	MW	SD	MW	SD
Probanden	22 (21)	0,34	0,19	0,23	0,12
Patienten	19	0,36	0,25	0,23	0,11
2. Untersuchung					
Probanden	21	0,28	0,16	0,2	0,06
Patienten	18	0,25	0,09	0,24	0,13

zu N: a (b)

a... Anzahl momentan

b... Anzahl abgeschwollen

Tabelle 12: Rhinomanometrie - Widerstand [Pa s/ml] bei einem Druck von 150 Pa

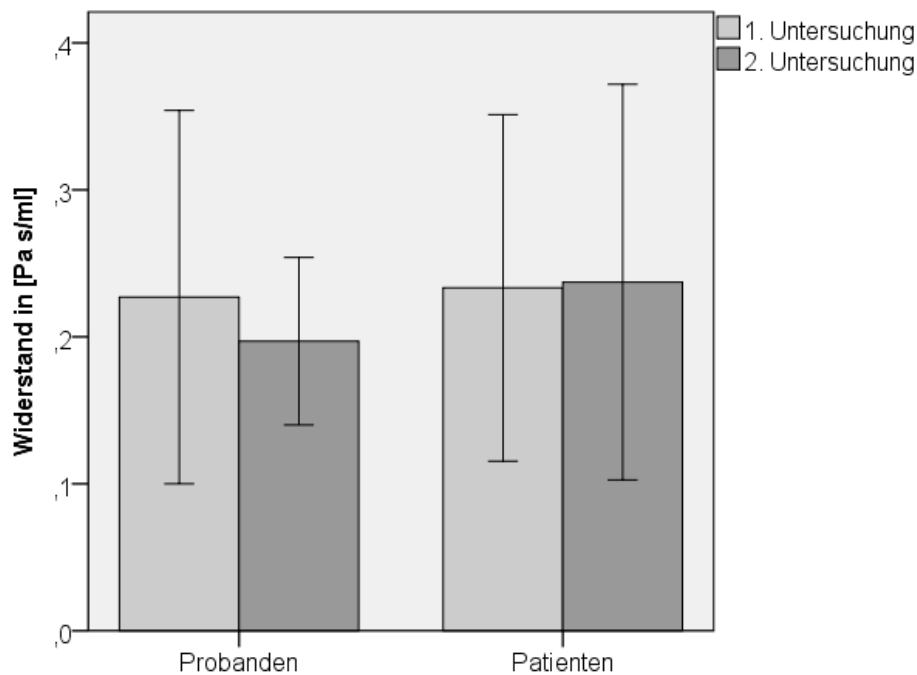


Diagramm 10: inspiratorischer Widerstand (beide Nasenseiten, abgeschwollen) bei Druck von 150 Pa; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Wie in Diagramm 10 zu erkennen ist, verändert sich der inspiratorische Widerstand beider Nasenseiten im abgeschwollenem Zustand bei einem Druck von 150 Pa durch eine Nasenseptumplastik bei Patienten nicht signifikant (erste Untersuchung: 0,23; zweite Untersuchung: 0,24; $p = 0,858$). Im Vergleich zu Probanden unterscheidet sich der Widerstand sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung als auch zur zweiten Untersuchung nicht signifikant (1. Untersuchung: $p = 0,935$; zweite Untersuchung: $p = 0,25$). Des Weiteren ist eine hohe Streuung der Werte des inspiratorischen Widerstandes, erkenntlich an den hohen Fehlerbalken im Diagramm und der hohen Standardabweichung in Tabelle 12, bei Probanden während der ersten Untersuchung und bei Patienten bei beiden Untersuchungen zu beobachten.

5.5 Rhinoresistometrie

5.5.1 Inspiratorischer Widerstand [Pa s/ml] bei Flow von 250 ml/s

1. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	20 (22)	rechte Nasenseite	0,82	1,17	0,43	0,61
	22	linke Nasenseite	0,99	1,19	0,54	0,98
Patienten	17 (18)	deviierte Nasenseite	2,55	3,03	1,37	1,8
	19 (18)	nicht deviierte Nasenseite	0,32	0,21	0,29	0,47
2. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	0,8	0,9	0,18	0,09
		linke Nasenseite	0,82	1,13	0,26	0,21
Patienten	19	deviierte Nasenseite	0,7	0,71	0,86	1,92
		nicht deviierte Nasenseite	0,38	0,27	0,48	1,03

Tabelle 13: Rhinoresistometrie - Inspiratorischer Widerstand in [Pa s/ml] bei Flow von 250 ml/s

zu N: a (b)

a... Anzahl momentan

b... Anzahl abgeschwollen

5.5.1.1 Inspiratorischer Widerstand [Pa s/ml] bei einem Volumenstrom von 250 ml/s auf der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

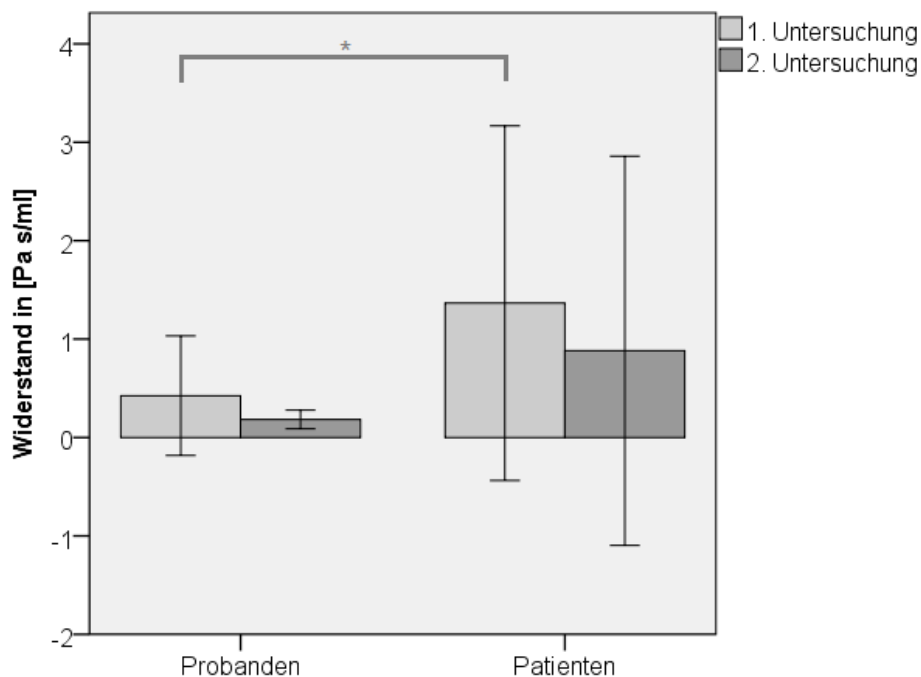


Diagramm 11: inspiratorischer Widerstand bei Flow von 250 ml/s (deviierte Seite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Diagramm 11 zeigt den inspiratorischen Widerstand bei einem Volumenstrom von 250 ml/s auf der deviierten Nasenseite, gemessen im abgeschwollenen Zustand, bei Patienten und Probanden zum Zeitpunkt der ersten und zweiten Untersuchung. Dieser Widerstand wird bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik nicht signifikant verringert (erste Untersuchung: 1,37; zweite Untersuchung: 0,86; $p = 0,336$). Während zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung noch ein signifikanter Unterschied in der Mittelwertdifferenz (0,94) zwischen Probanden und Patienten bestand ($p = 0,047$), ist zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung der Unterschied in der Mittelwertdifferenz (0,67) nicht signifikant ($p = 0,145$). Auffällig sind hier die hohen Standardabweichungen in der Patientengruppe, was für eine hohe Streuung der Werte des inspiratorischen Widerstandes innerhalb der Patientengruppe spricht.

5.5.1.2 Inspiratorischer Widerstand [Pa s/ml] bei einem Volumenstrom von 250 ml/s auf der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

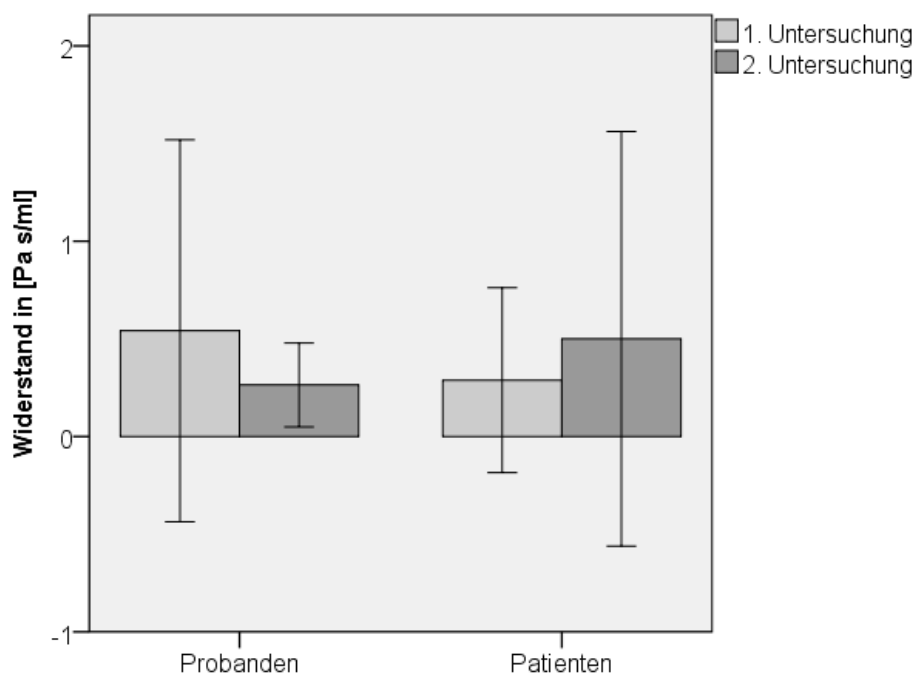


Diagramm 12: inspiratorischer Widerstand bei Flow von 250 ml/s (nicht deviierte Seite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Der inspiratorische Widerstand bei einem Volumenstrom von 250 ml/s auf der nicht deviierten Nasenseite, gemessen im abgeschwollenen Zustand, wird, wie im oben dargestellten Diagramm zu sehen ist, bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik nicht signifikant vergrößert (erste Untersuchung: 0,29; zweite Untersuchung: 0,48; $p = 0,15$). Im Vergleich zu Probanden unterscheidet sich der Widerstand sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung als auch zur zweiten Untersuchung nicht signifikant. Auch hier ist aufgrund der

hohen Standardabweichungen eine starke Streuung der Werte bei Probanden während der ersten Untersuchung und bei Patienten während der zweiten Untersuchung zu beobachten.

5.5.2 Hydraulischer Durchmesser [mm]

1. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	4,12	1	5,25	1
		linke Nasenseite	4,01	1,1	5,1	1,23
Patienten	17 (18)	deviierte Nasenseite	3,5	0,95	4,53	1,16
	19 (18)	nicht deviierte Nasenseite	4,85	0,88	5,57	1,11
2. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	4,13	0,91	5,9	0,78
		linke Nasenseite	4,5	1,26	5,63	0,81
Patienten	19	deviierte Nasenseite	4,62	1,09	5,26	1,03
		nicht deviierte Nasenseite	4,89	0,9	5,41	1,06

Tabelle 14: Rhinoresistometrie - Hydraulischer Durchmesser in [mm]

zu N: a (b)

a... Anzahl momentan

b... Anzahl abgeschwollen

5.5.2.1 Hydraulischer Durchmesser [mm] auf der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

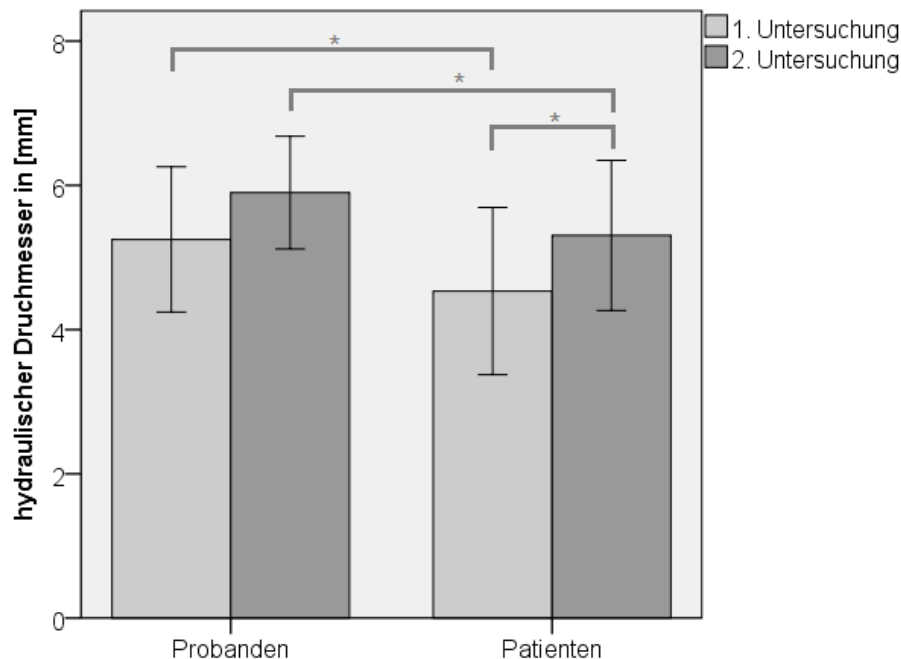


Diagramm 13: hydraulischer Durchmesser in [mm] (deviierte Nasenseite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Diagramm 13 veranschaulicht, dass der hydraulische Durchmesser auf der deviierten Nasenseite, gemessen im abgeschwollenen Zustand, durch eine Nasenseptumplastik signifikant vergrößert wird (erste Untersuchung: 4,53; zweite Untersuchung: 5,26; $p = 0,013$). Außerdem besteht sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung ein signifikanter Unterschied in der Mittelwertdifferenz (0,72) zwischen Probanden und Patienten ($p = 0,043$), als auch zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung (Mittelwertdifferenz: 0,64; $p = 0,03$).

5.5.2.2 Hydraulischer Durchmesser [mm] auf der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

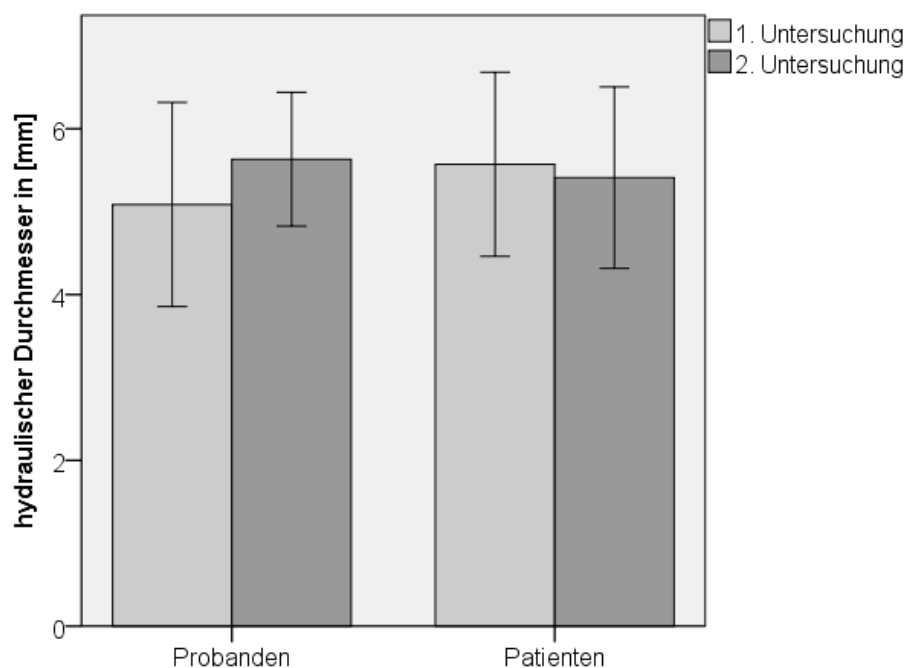


Diagramm 14: hydraulischer Durchmesser in [mm] (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen);
dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Der hydraulische Durchmesser auf der nicht deviierten Nasenseite, gemessen im abgeschwollenen Zustand, wird bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik bei nur kleiner Stufenbildung im Diagramm nicht signifikant verkleinert (erste Untersuchung: 5,57; zweite Untersuchung: 5,41; $p = 0,349$). Im Vergleich Probanden/ Patienten unterscheidet sich der Widerstand sowohl zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung, als auch zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung nicht signifikant.

5.6 Akustische Rhinometrie

5.6.1 Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) [cm²]

1. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	0,93	0,22	0,97	0,17
		linke Nasenseite	0,88	0,32	0,88	0,31
Patienten	19	deviierte Nasenseite	0,66	0,25	0,66	0,24
		nicht deviierte Nasenseite	1	0,3	0,99	0,25
2. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	0,88	0,26	0,91	0,17
		linke Nasenseite	0,88	0,31	0,87	0,28
Patienten	19	deviierte Nasenseite	0,71	0,18	0,73	0,21
		nicht deviierte Nasenseite	0,92	0,22	0,9	0,18

Tabelle 15: Akustische Rhinometrie - Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) in [cm²]

5.6.1.1 Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) [cm²] auf der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

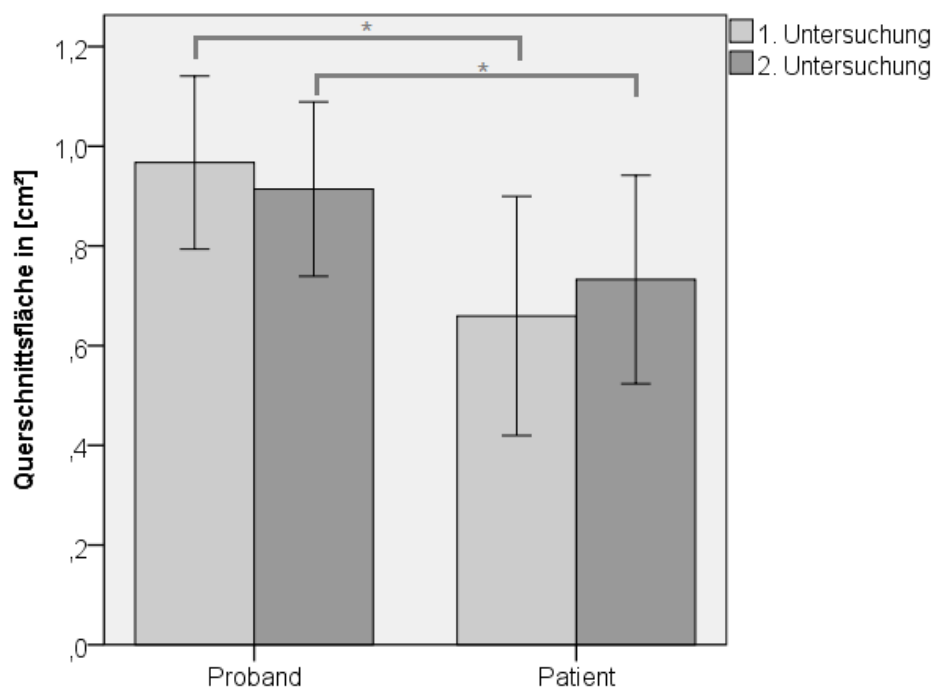


Diagramm 15: MCA1 (deviierte Nasenseite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Querschnittsfläche im Isthmus (MCA1), welche mithilfe von Reflektionen von Schallsignalen gemessen wird, die mit einem akustischen Rohr in die Nase eingebracht

werden (siehe 4.3.6), hat sich bei Patienten auf der deviierten Nasenseite im abgeschwollenen Zustand durch eine Septumplastik nicht signifikant vergrößert (1. Untersuchung: 0,66; 2. Untersuchung: 0,73; $p = 0,184$). Trotz Operation ist die Querschnittsfläche MCA1 bei Patienten (0,73) zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung noch signifikant ($p = 0,004$) kleiner als bei Probanden (0,91). Der Unterschied in der Mittelwertdifferenz der Querschnittsflächen MCA1 ist allerdings von der ersten Untersuchung (0,31) zur zweiten Untersuchung (0,18) kleiner geworden.

5.6.1.2 Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) [cm²] auf der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

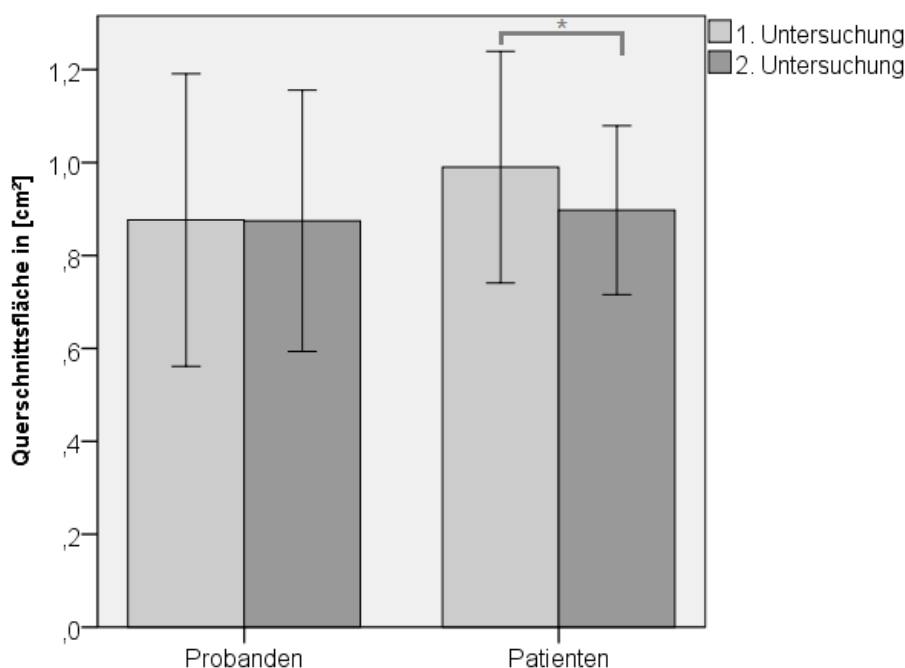


Diagramm 16: MCA1 (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Querschnittsfläche im Isthmus (MCA1) auf der nicht deviierten Nasenseite im abgeschwollenen Zustand hat sich bei Patienten, wie an der Stufenbildung und der Signifikanzlinie oberhalb der zwei rechten Säulen in Diagramm 16 zu erkennen ist, durch eine Septumplastik signifikant verkleinert (1. Untersuchung: 0,99; 2. Untersuchung: 0,9; $p = 0,041$). Durch Operation ist die Querschnittsfläche MCA1 bei Patienten (0,9) zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung ähnlich groß wie bei Probanden (0,87; $p = 0,764$). Ein nicht signifikanter Unterschied ($p = 0,21$) der Querschnittsfläche MCA1 besteht allerdings auch schon zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung bei Probanden (0,88) und Patienten (0,99).

5.6.2 Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) [cm²]

1. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	1,82	0,61	2,81	0,7
		linke Nasenseite	1,81	0,65	2,53	0,57
Patienten	19	deviierte Nasenseite	2,16	0,87	2,84	0,68
		nicht deviierte Nasenseite	2,09	0,56	2,73	0,55
2. Untersuchung						
			momentan		abgeschwollen	
	N		MW	SD	MW	SD
Probanden	22	rechte Nasenseite	1,76	0,56	2,88	0,59
		linke Nasenseite	1,91	0,67	2,66	0,53
Patienten	19	deviierte Nasenseite	2,25	0,5	2,84	0,63
		nicht deviierte Nasenseite	2,23	0,4	2,94	0,53

Tabelle 16: Akustische Rhinometrie - Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) in [cm²]

5.6.2.1 Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) [cm²] auf der deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

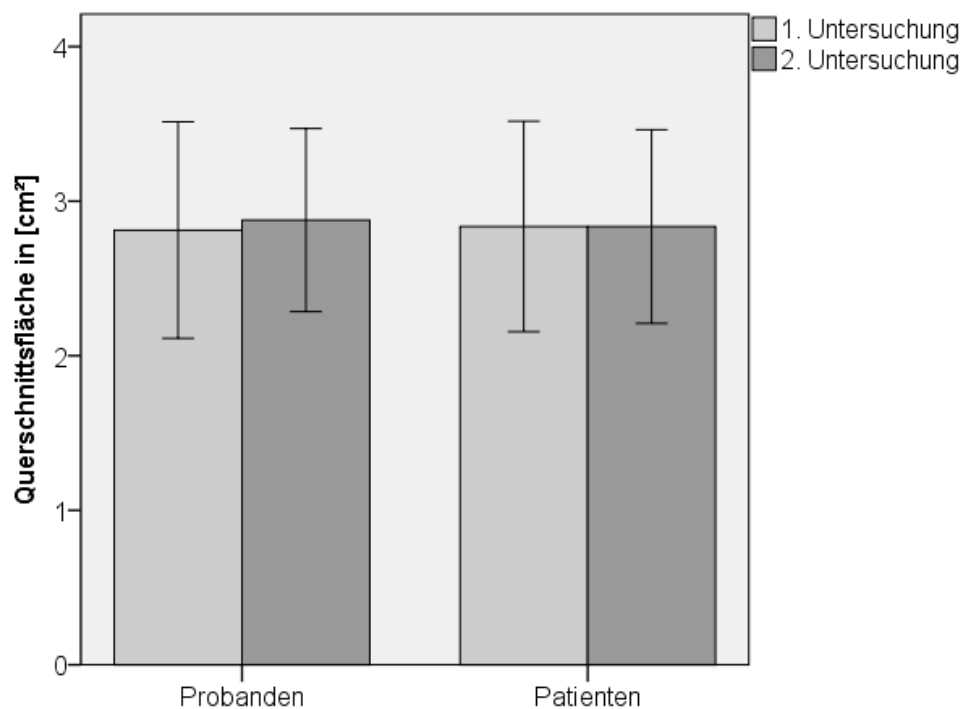


Diagramm 17: MCA2 (deviierte Nasenseite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: +/- 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) auf der deviierten Nasenseite im abgeschwollenen Zustand wurde bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik nicht signifikant beeinflusst (erste Untersuchung: 2,84; 2. Untersuchung 2,84; $p = 0,99$). Des Weiteren ist kein signifikanter Unterschied zwischen Probanden und Patienten zum Zeitpunkt der ersten und der zweiten Untersuchung nachzuweisen. Alle vier Säulen im oben abgebildeten Diagramm sind somit ähnlich hoch.

5.6.2.2 Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) [cm²] auf der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand

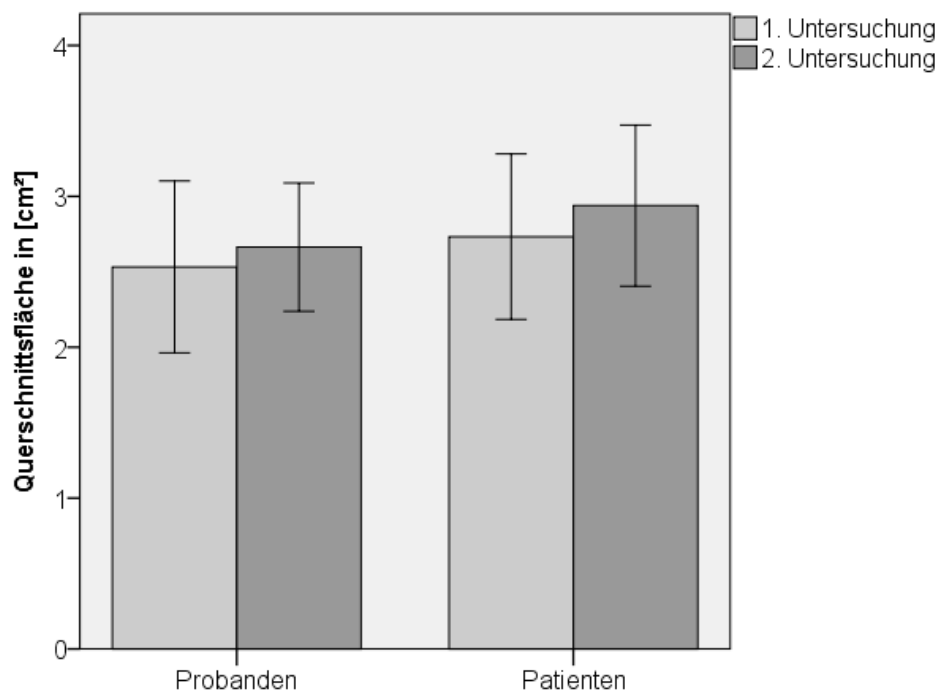


Diagramm 18: MCA2 (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) auf der nicht deviierten Nasenseite in abgeschwollenem Zustand zeigt keine signifikante Größenänderung bei Patienten durch eine Nasenseptumplastik (erste Untersuchung: 2,73; zweite Untersuchung: 2,94; $p = 0,118$). Auch im Bezug zu Probanden zum Zeitpunkt der ersten und zweiten Untersuchung ist die MCA2 bei Patienten nicht signifikant größer.

5.7 Langzeitrhinoflowmetrie

5.7.1 Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden

Die statistische Auswertung der Anzahl der Phasen des Nasenzyklus wurde wie folgt vorgenommen: Zuerst wurde ein Δ -Wert aus Volumenstrom der rechten Nasenseite und dem Volumenstrom der linken Nasenseite gebildet. Somit entstand aus jeweils zwei Werten (rechte Nasenseite und linke Nasenseite) ein Wert. Eine Unterscheidung zwischen rechter und linker Nasenseite konnte weiterhin getroffen werden, da der Volumenstrom bei vorwiegend rechtsseitiger Nasenatmung einen positiven Wert, bei vorwiegend linksseitiger Nasenatmung einen negativen Wert aufwies. Der Werteverlauf (über 24 Stunden) wurde nun grafisch dargestellt und es wurden die Phasen des Nasenzyklus nach bestimmten Regeln (siehe 6. Diskussion) ausgezählt und in einer Tabelle erfasst:

1. Untersuchung				
	N		MW	SD
Probanden	15	rechte Nasenseite	2,8	1,08
		linke Nasenseite	2,47	1,13
		gesamt	5,27	1,83
Patienten	15	deviierte Nasenseite	1,8	1,08
		nicht deviierte Nasenseite	2,47	1,19
		gesamt	4,27	1,58
2. Untersuchung				
	N		MW	SD
Probanden	15	rechte Nasenseite	2,87	1,64
		linke Nasenseite	2,6	1,64
		gesamt	5,47	3
Patienten	15	deviierte Nasenseite	1,6	0,99
		nicht deviierte Nasenseite	1,47	0,92
		gesamt	3,07	1,44

Tabelle 17: Langzeitrhinoflowmetrie - Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden

5.7.1.1 Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden auf deviierten Nasenseite

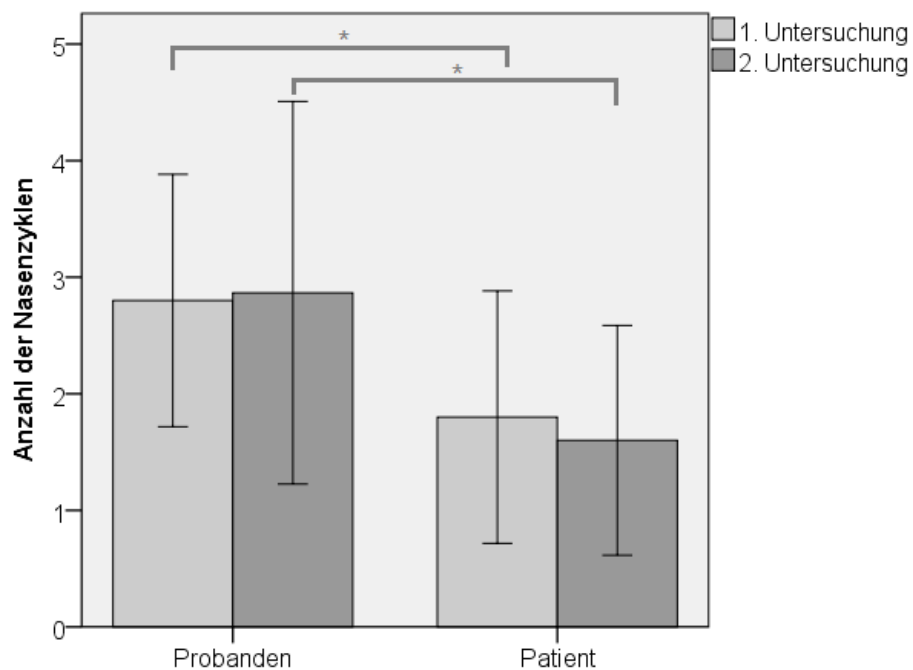


Diagramm 19: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden (deviierte Nasenseite);
dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante
Unterschiede

Die zwei linken Säulen, welche in Diagramm 19 dargestellt sind, weisen einen deutlichen Größenunterschied zu den zwei rechten Säulen auf. Hier ist ein signifikanter Unterschied bei der Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden auf der deviierten Nasenseite im Vergleich Probanden/ Patienten in der ersten und zweiten Untersuchung zu erkennen. Patienten weisen vor (1,8) und nach Septumplastik (1,6) signifikant weniger Phasen auf als Probanden (erste Untersuchung: 2,8; $p = 0,017$; zweite Untersuchung: 2,87; $p = 0,016$). Die Verminderung der Anzahl der Phasen bei Patienten während der ersten Untersuchung zur zweiten Untersuchung ist außerdem nicht signifikant. Probanden zeigen dagegen eine nahezu identische Anzahl an Phasen des Nasenzyklus auf der rechten Nasenseite in der ersten und zweiten Untersuchung.

5.7.1.2 Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden auf nicht deviierten Nasenseite

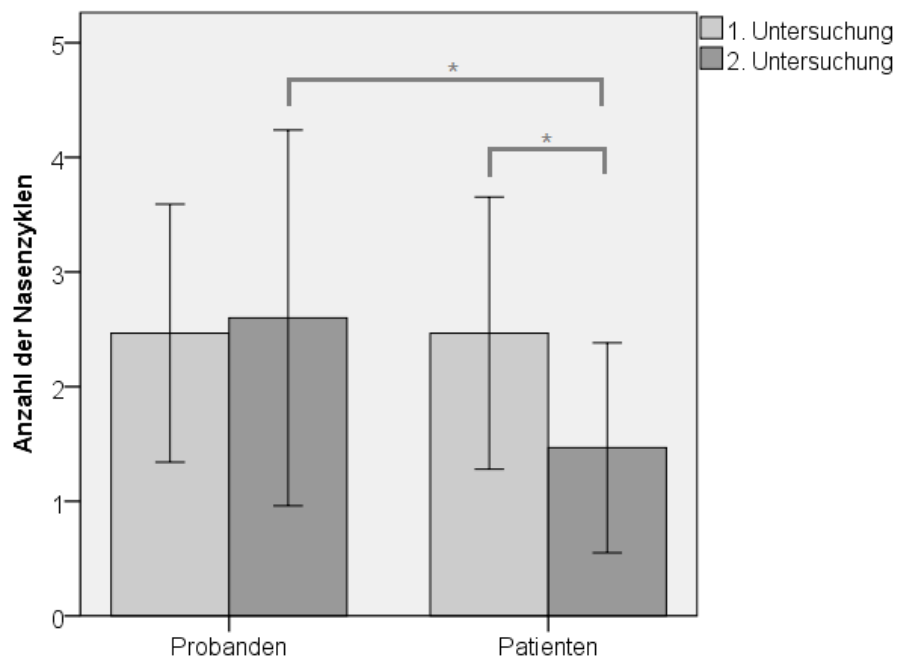


Diagramm 20: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden (nicht deviierte Nasenseite); dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Bei der Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden auf der nicht deviierten Nasenseite ist im Vergleich Probanden/ Patienten in der zweiten Untersuchung ein signifikanter Unterschied zu erkennen. Hier haben Probanden in der zweiten Untersuchung (2,6) signifikant mehr zyklische Phasen als Patienten nach Operation (1,47; $p = 0,029$), während in der ersten Untersuchung gleich viele Phasen bei Probanden (2,47) und Patienten (2,47) vorlagen ($p = 1,0$). Des Weiteren fällt auf, dass bei Patienten nach Nasenseptumplastik signifikant weniger Phasen (1,47) nachweisbar waren als vor Operation (2,47; $p = 0,016$).

5.7.1.3 Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden auf beiden Nasenseiten

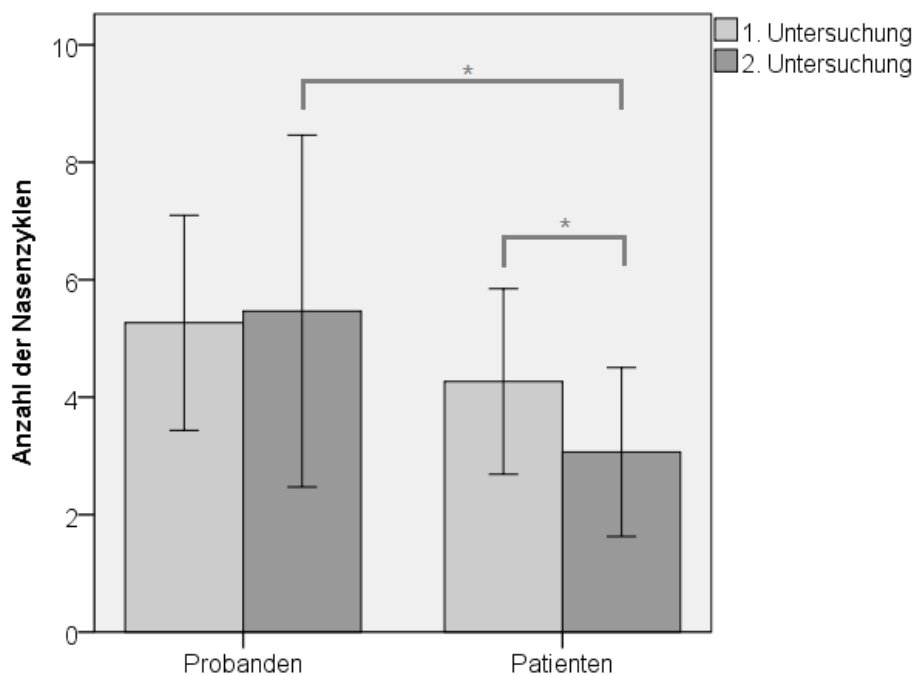


Diagramm 21: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden (beide Nasenseiten);
dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die Auszählung der zyklisch verlaufenden Phasen über 24 Stunden auf beiden Nasenseiten ergab einen signifikanten Unterschied bei Patienten vor (4,27) und nach Septumplastik (3,07; $p = 0,039$). Außerdem zeigen Patienten (3,07) im Vergleich zu Probanden (5,47) zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung signifikant weniger Phasen ($p = 0,011$). Zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung lag hier kein signifikanter Unterschied vor.

Betrachtet man die Anzahl der Phasen des Nasenzyklus auf der deviierten und nicht deviierten Nasenseite zum Zeitpunkt der ersten Untersuchung (Deviation: 1,8; keine Deviation: 2,47; $p = 0,136$), und vergleicht diese mit der Anzahl der Phasen zum Zeitpunkt der zweiten Untersuchung (Deviation: 1,6; keine Deviation: 1,47; $p = 0,685$), so erkennt man, dass es durch Nasenseptumplastik zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Gesamtzahl an Phasen des Nasenzyklus auf beide Nasenseiten bei gleichzeitiger Verringerung der Gesamtzahl an Phasen gekommen ist. Dies ist der signifikanten Abnahme der Anzahl der Phasen des Nasenzyklus auf der nicht deviierten Nasenseite, wie oben beschrieben, geschuldet. Allerdings muss dabei beachtet werden, dass sich die Anzahl der Phasen auf den Nasenseiten vor Nasenseptumplastik nicht signifikant unterscheidet und nach Septumplastik auch nicht als statistisch identisch bezeichnet werden kann.

5.7.2 Gesamtverteilung der Nasenatmung

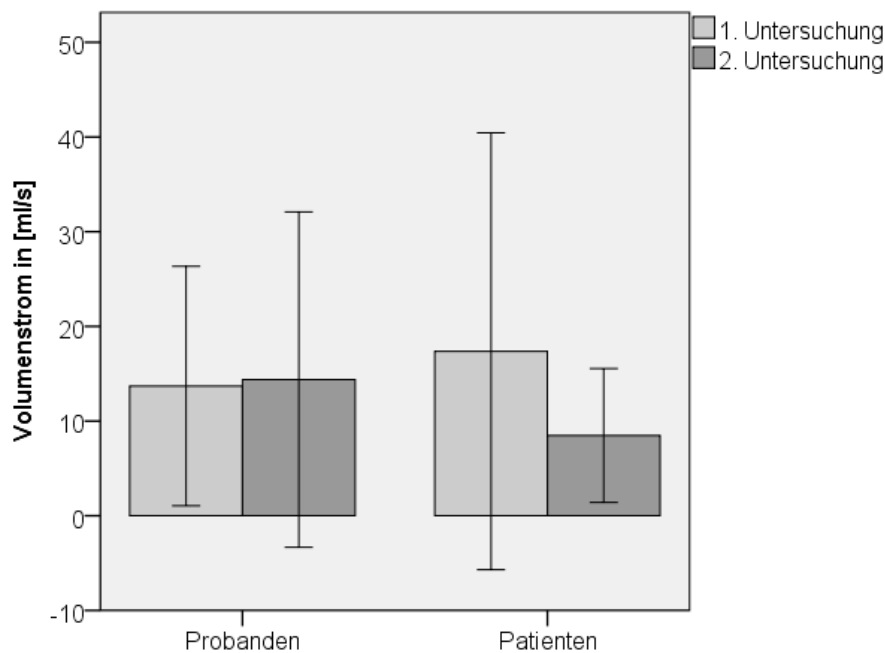


Diagramm 22: Gesamtverteilung der Nasenatmung; dargestellt sind: Mittelwerte, Fehlerbalken: ± 1 SD, mit * markierte signifikante Unterschiede

Die statistische Auswertung der Gesamtverteilung der Nasenatmung wurde wie folgt vorgenommen: Zuerst wurde der Δ -Wert aus Volumenstrom der rechten Nasenseite und dem Volumenstrom der linken Nasenseite gebildet. Somit entstand aus jeweils zwei Werten (rechte Nasenseite und linke Nasenseite) ein Wert. Um nun die Gesamtverteilung der Nasenatmung zu messen, wurde der Mittelwert aus allen Einzelwerten der 24h-Messung bestimmt. So konnte für jeden Studienteilnehmer dargestellt werden, ob die Nasenatmung im Verlauf eines Tages eher rechts- oder linksgewichtet war. Hier gilt: Ist der Mittelwert negativ, so ist die Atmung bei Probanden linksgewichtet, bei Patienten vermehrt auf der nicht deviierten Nasenseite. Ist der Mittelwert positiv, so ist die Atmung bei Probanden rechtsgewichtet, bei Patienten vermehrt auf der deviierten Nasenseite. Um die statistische Auswertung vorzunehmen, wurde im weiteren Verlauf mit dem Betrag der Gesamtverteilung der Nasenatmung der einzelnen Studienteilnehmer gerechnet. So kann zwar nicht zwischen links/nicht deviiert- oder rechts/deviiert-gewichteter Nasenatmung unterschieden werden, allerdings kann die Gleichmäßigkeit der Gesamtverteilung mittels korrekter Mittelwertbestimmung dargestellt werden. Die Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied der Gesamtverteilung der Nasenatmung bei Patienten vor (17,36) und nach Septumplastik (8,48; $p = 0,172$). Es ist allerdings eine Tendenz erkennbar, dass sich durch eine Nasenseptumplastik der Volumenstrom gleichmäßiger auf beide Nasenseiten verteilt, da sich der gemittelte Wert des Flows aller Einzelmessungen während der 24 Stunden halbiert hat. Zugrunde liegen könnte dieses Ergebnis der signifikant verringerten Anzahl der

Phasen des Nasenzyklus auf der nicht deviierten Nasenseite (siehe 5.7.1.2) und der eher gleich gebliebenen Anzahl der Phasen auf der deviierten Nasenseite (siehe 5.7.1.1).

5.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

- (1) Die Nasenseptumplastik begradigt optisch (befundet mit anteriorer Rhinoskopie und nasaler Endoskopie) die Nasenscheidewand.
- (2) Die Nasenseptumplastik führt subjektiv zu einer besseren Nasendurchgängigkeit und Nasenatmung, ähnlich derer von gesunden Personen.
- (3) Die Nasenseptumplastik verringert die Ausprägung von Beschwerden, verursacht durch nasale Obstruktion.
- (4) Die Nasenseptumplastik führt nicht zu einer Beeinträchtigung der subjektiven Geruchswahrnehmung und verringert nicht das objektive Riechvermögen.
- (5) Durch Nasenseptumplastik nimmt der Volumenstrom auf der deviierten Nasenseite im abgeschwollenen Zustand zu, auf der der nicht deviierten Nasenseite nicht signifikant ab, während der gesamte Volumenstrom über beide Nasenseiten sich nicht signifikant verändert.
- (6) Der inspiratorische Widerstand verändert sich durch Nasenseptumplastik nicht signifikant.
- (7) Der hydraulische Durchmesser vergrößert sich durch Nasenseptumplastik im abgeschwollenen Zustand auf der deviierten Nasenseite, während er sich nicht signifikant auf der nicht deviierten Nasenseite verringert.
- (8) Die Nasenseptumplastik führt zu einer Abnahme der Querschnittsfläche im Isthmus im abgeschwollenen Zustand auf der nicht deviierten Nasenseite, während sich die Fläche auf der deviierten Nasenseite nicht signifikant vergrößert.
- (9) Die Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel wird durch Nasenseptumplastik im abgeschwollenen Zustand weder auf der deviierten, noch auf der nicht deviierten Nasenseite signifikant verändert.
- (10) Die Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden verändert sich durch Nasenseptumplastik auf der deviierten Nasenseite nicht signifikant, während sie auf der nicht deviierten Nasenseite abnimmt und auch insgesamt auf beiden Nasenseiten zusammen abnimmt. Dadurch kommt es zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Phasen auf beide Nasenseiten.
- (11) Die Gesamtverteilung der Nasenatmung verändert sich durch Nasenseptumplastik nicht signifikant. Allerdings ist eine Tendenz erkennbar, dass sich der Volumenstrom gleichmäßiger auf beide Nasenseiten verteilt.

6 Diskussion

Die errechneten Mittelwerte und Standardabweichungen und somit auch die Interpretation der Ergebnisse unserer Studie sollten bei einem Kollektiv von 41 Studienteilnehmern kritisch betrachtet werden, da dies für statistische Datenanalysen eine relativ geringe Anzahl ist. Die erhobenen Messwerte der Patientengruppe wurden stets mit den Messwerten einer Vergleichsgruppe, der Probandengruppe, verglichen. Hier besteht bei einem Durchschnittsalter der Probanden von 30 Jahren und einem Durchschnittsalter der Patienten von 43 ein erheblicher Altersunterschied der beiden Gruppen. Außerdem fand sich auch innerhalb der Gruppen bei hohen Standardabweichungen ein großer Unterschied im Alter der Studienteilnehmer. Diese Unterschiede können Auswirkungen auf die Testergebnisse haben, wie zum Beispiel auf den SDI-Wert der olfaktorischen Leistungstestung, welcher das Riechvermögen quantifiziert. So haben Wissenschaftler bereits vor Jahren nachweisen können, dass das Riechvermögen im Alter abnimmt (Cain und Stevens, 1989; Rawson, 2006). Auch Unterschiede in der Geschlechtsverteilung zwischen den Gruppen und innerhalb der Gruppen können Einfluss auf die Auswertung genommen haben. Croy et al. konnten eine größere Bedeutung der Geruchswahrnehmung bei Frauen im Vergleich zu Männern feststellen und Koelega und Köster registrierten eine Überlegenheit von adulten Frauen beim Riechen gegenüber adulten Männern (Koelega und Köster, 1974; Croy et al., 2009).

In unserer Studie konnte gezeigt werden, dass Patienten subjektiv von einer Nasenseptumplastik profitieren, da die Operation zu einer subjektiv besseren Nasendurchgängigkeit und zu einer Linderung der Beschwerden führt. Diese Ergebnisse korrelieren mit dem heutigen Wissensstand: Die Erfolgsrate der Nasenseptumplastik bezogen auf die Verbesserung der Nasenatmung beträgt zwischen 70 und 80% (Mlynski, 2006). Dies geht aus dem errechneten Durchschnitt zu Langzeitergebnissen aus unterschiedlichen Studien hervor (Dommerby et al., 1985; Grymer und Rosborg, 1987; Haraldsson et al., 1987; Fjermedal et al., 1988; Illum, 1997; Arunachalam et al., 2001; Dinis und Haider, 2002). Die Patientenzufriedenheit liegt aktuell nach Lindemann et al. bei 70%, nach Jakimovska bei 77% (Jakimovska et al., 2017; Lindemann et al., 2017). Die Analyse in unserer Studie bezüglich des subjektiven OP- Erfolges beruht auf der Auswertung von Fragebögen, wie dem SNOT-20 GAV und dem Anamnesebogen des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken Dresden. Außerdem wurde eine visuelle Analogskala zur Bewertung der Nasenatmung verwendet. Hinsichtlich der Bewertung des Erfolges der Nasenseptumplastik unterscheiden sich allerdings die Studiendesigns in der Literatur. Die meisten Autoren greifen aber auch wie wir auf Fragebögen zurück, um den subjektiven Operationserfolg seitens des Patienten zu erfassen (Buckland et al., 2003; Stewart et al., 2004; Mondina et al., 2012; Lindemann et al., 2017).

Die Einschätzung des objektiven Therapieerfolges wurde in unserer Studie durch Auswertung der Ergebnisse der rhinologischen Funktionsdiagnostik vorgenommen. Wie von Mlynski 2006 empfohlen, wurde eine Kombination aus Rhinoresistometrie, akustischer Rhinomanometrie und Langzeit- Rhinoflowmetrie durchgeführt. So könne eine präoperative Differenzierung zwischen physiologischer und pathologischer Nasenseptumdeviation und eine Ursachenklärung der nasalen Obstruktion vorgenommen werden (Mlynski, 2006). Es wurden für die statistischen Analysen der Rhinomanometrie, die Rhinoresistometrie und der akustische Rhinometrie stets die Werte nach Abschwollen der Nasenschleimhaut, herbeigeführt durch jeweils zwei Sprühstöße Xylometazolin hydrochlorid in die gepaarten Nasenlöcher, verwendet. So kann der momentane Schwellungszustand der Nase, der zwangsläufig ständigen Änderungen ausgesetzt ist, übergangen werden und der permanente Zustand der Nase betrachtet werden. Dieser permanente Zustand erfasst den durch Bindegewebe, Knochen und Knorpel verursachten skelettalen Widerstand bei nasaler Respiration und es können Rückschlüsse auf den Operationssitus, die Nasenscheidewand getroffen werden (Mlynski und Beule, 2008). Wir konnten in der Rhinomanometrie eine Zunahme des Volumenstroms auf der deviierten Nasenseite messen, während sich der inspiratorische Widerstand durch Nasenseptumplastik nicht signifikant veränderte. Dies entspricht nicht dem Ergebnis der Studie von Jessen et al. aus dem Jahr 1989. Sie führten auch vor und nach Nasenseptumoperation eine Rhinomanometrie durch, um den inspiratorischen Widerstand zu quantifizieren und kamen zu dem Ergebnis, dass der postoperative inspiratorische Widerstand der gesamten Nase gegenüber dem präoperativen Widerstand geringer ist (Jessen et al., 1989). Jakimovska et al. untersuchten mit Hilfe der Rhinomanometrie den Volumenstrom auf der deviierten Nasenseite und der nicht deviierten Nasenseite im abgeschwollenem Zustand vor und nach Nasenseptumplastik und konnten eine signifikante Zunahme des Volumenstroms auf der deviierten Nasenseite und eine signifikante Abnahme auf der nicht deviierten Nasenseite durch den operativen Eingriff feststellen (Jakimovska et al., 2017). Diese Ergebnisse entsprechen wiederum unseren Erkenntnissen, obwohl in unserer Studie die Abnahme des Volumenstroms auf der nicht deviierten Nasenseite nicht signifikant war. Dies ist wahrscheinlich der zu geringen Fallzahl an Patienten geschuldet.

In die Auswertung der Rhinoresistometrie, eine Weiterentwicklung der Rhinomanometrie (siehe 4.3.5), wurden neben dem inspiratorischen Widerstand bei einem Volumenstrom von 250 ml/s nur der hydraulische Durchmesser in die statistischen Analysen mit einbezogen. Die Ursache dafür liegt in der großen Anzahl fehlender Messwerte, wie zum Beispiel für den prozentualen Widerstandsanstieg oder den Volumenstrom bei Nasenflügelkollaps oder bei kompletter Turbulenz. In unseren Untersuchungen konnten wir keine signifikante Veränderung des inspiratorischen Widerstandes verzeichnen. Vergleicht man unsere

Messwerte mit den Richtwerten, welche in der Software für die Rhinoresistometrie enthalten sind, fällt auf, dass auch nach Nasenseptumplastik der inspiratorische Widerstand bei einem Volumenstrom von 250 ml/s auf der deviierten Nasenseite sehr hoch ist und somit weiterhin auf eine hochgradige nasale Obstruktion hinweist. Allerdings ist auch gemäß der Richtwerte in der Vergleichsgruppe der nasengesunden Probanden in der ersten Untersuchung eine mittelgradige Obstruktion und in der zweiten Untersuchung eine leichte nasale Obstruktion, jeweils auf der rechten Nasenseite zu eruieren. Wir vermuten als Ursache dafür die hohen Standardabweichungen der Mittelwerte bei einem relativ kleinen Probanden- und Patientenkollektiv. Als zweite Größe betrachten wir nun den hydraulischen Durchmesser, das Maß für die Weite der Nase. Dieser stellte sich auf der deviierten Nasenseite im abgeschwollenen Zustand nach Septumplastik signifikant größer dar. Auf der nicht deviierten Nasenseite nahm er hingegen nicht signifikant ab. Der Vergleich mit den Richtwerten zeigt auf, dass sowohl vor als auch nach Operation trotz signifikanter Vergrößerung des hydraulischen Durchmessers die Weite der Nase auf der deviierten Nasenseite außerhalb des Normbereichs liegt und somit gemäß der Richtwerte als „zu eng“ eingestuft werden müsste. Auch hier ist wieder die hohe Standardabweichung des Mittelwertes des hydraulischen Durchmessers als Ursache zu erwähnen.

In die Auswertung der akustischen Rhinometrie flossen zwei nasengangspezifische Engstellen ein: die MCA1, welche die minimale Querschnittsfläche an der inneren Nasenklappe darstellt und die MCA2, welche die minimale Querschnittsfläche am Kopf der unteren Muschel verkörpert. Nach unseren Erkenntnissen führt die Nasenseptumplastik zu einer Abnahme der Querschnittsfläche im Isthmus im abgeschwollenen Zustand auf der nicht deviierten Nasenseite, während sich die Fläche auf der deviierten Nasenseite nicht signifikant vergrößert. Die Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel wird dagegen durch Nasenseptumplastik im abgeschwollenen Zustand weder auf der deviierten noch auf der nicht deviierten Nasenseite signifikant verändert. Jakimovska et al. nahmen diesbezüglich keine Unterscheidung zwischen MCA1 und MCA2 vor. Sie werteten die minimalen Querschnittsflächen der gesamten Nasengänge vor und nach Operation aus. Der Grund dafür ist die Tatsache, dass die Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA2) sich nicht signifikant durch Nasenseptumplastik verändert, was auch unsere Untersuchungen zeigten. Vergleicht man nun die Messwerte für die MCA1 in unserer Studie mit den Werten der MCA aus der Studie von Jakimovska et al., so korrelieren die Ergebnisse, da es bei beiden Untersuchungen zu einer Abnahme der Querschnittsflächen auf der nicht deviierten Nasenseite kam, während sich die Querschnittsflächen auf der deviierten Nasenseite vergrößerten. Bei Letzterem fanden wir allerdings keinen signifikanten Unterschied, was wahrscheinlich dem kleinerem Patientenkollektiv geschuldet ist (Jakimovska et al., 2017). Bei der akustischen Rhinometrie ist wichtig zu erwähnen, dass mit

Hilfe der Messwerte Lokalisation und Größe von Engstellen geometrisch bestimmt werden können, die Form der Engstelle dabei allerdings außer Acht gelassen wird. Der wesentliche Einfluss auf die Strömungsdynamik wird aber durch die Form gegeben, weshalb die Werte der akustischen Rhinometrie niemals allein betrachtet werden sollten. Hier kommt der oben beschriebene hydraulische Durchmesser, welcher mittels Rhinoresistometrie berechnet werden kann, ins Spiel. Dieser fungiert als funktionelles Weitemaß und sollte zur Bestimmung des strömungsdynamischen Effektes herangezogen werden (Mlynski und Beule, 2008).

Wie wir wissen, ist der Nasenzyklus für Nasenhöhlen mit ungleichem Durchmesser, wie es bei einer Septumdeviation der Fall ist, gestört (Mlynski, 2006). Unsere Hypothese lautete demnach, dass bei Behebung dieser Ungleichheit durch eine Nasenseptumplastik, der Nasenzyklus postoperativ nach einer Erholungszeit der Nase von drei Monaten wieder ungestört abläuft. Um den Nasenzyklus über eine Zeit von 24 Stunden zu erfassen, bedienten wir uns, wie von Mlynski und Beule 2008 empfohlen, der Langzeit-Rhinoflowmetrie. In unsere Auswertung der Langzeit-Rhinoflowmetrie wurden die Werte von nur 15 Probanden und 15 Patienten miteinbezogen. Grund dafür ist die relativ hohe Rate an nicht vollständigen Langzeitmessungen, da die portablen Geräte bei manchen Studienteilnehmern nicht über die gesamten 24 Stunden aufzeichneten und die Langzeitmessung aus persönlichen Gründen seitens des Studienteilnehmers nicht wiederholt werden konnte. In unseren Untersuchungen stellten wir keine signifikante Änderung der Anzahl der Phasen auf der deviierten Nasenseite nach Nasenseptumplastik fest, während die Anzahl der Phasen auf der nicht deviierten Nasenseite und auf beiden Nasenseiten zusammen signifikant abnahm. Allerdings führte dies zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Phasen des Nasenzyklus auf beide Nasenseiten. Bisher sind in der Literatur nur Einzelfallbeschreibungen zu finden, in denen mittels Langzeitrhinoflowmetrie gestört ablaufende Nasenzyklen bei Patienten mit Nasenseptumdeviation nachgewiesen werden konnten. Eine mittelgradige Septumdeviation führte in diesen Untersuchungen zu einer Verschiebung der Phasen auf die nicht deviierte Nasenseite. Phasen des Nasenzyklus waren auf der deviierten Nasenseite dennoch zu finden. Diese stellten sich allerdings verkürzt dar. Eine hochgradige Septumdeviation führte dagegen zu einer kompletten Verschiebung der Phasen auf die nicht deviierte Nasenseite. Hier befand sich die nicht deviierte Nasenseite nahezu ständig in der Arbeitsphase. Bei Auftreten von „Versuchen“ der Nase, auf dieser Nasenseite durch Anschwellen der Schwellkörper doch eine Ruhephase einzuleiten, kam es zu einer deutlichen Verringerung des nasalen Volumenstroms insgesamt. Die deviierte Nasenseite konnte aufgrund der Deviation den Abfall des Volumenstroms nicht kompensieren, was in diesem Fallbeispiel zu einer ausgeprägten Symptomatik der nasalten Obstruktion seitens des Patienten führte (Grützenmacher et al., 2005). Wir können somit annehmen, dass bei Patienten mit Nasenseptumdeviation vor

Nasenseptumplastik der Nasenzyklus gestört abläuft. Das können unsere Untersuchungen untermauern. Im Vergleich zu gesunden Probanden wiesen Patienten mit Nasenseptumdeviation vor Nasenseptumplastik eine signifikant verringerte Anzahl an Phasen auf der deviierten Nasenseite auf. Nach Operation ist zwar weiterhin ein signifikanter Unterschied auf der Nasenseite mit Deviation zu finden, allerdings hat sich nun die Anzahl der Phasen auf der nicht deviierten Nasenseite auch signifikant verringert, sodass im Umkehrschluss, wie oben bereits beschrieben, eine gleichmäßigere Verteilung der Phasen auf die gepaarten Nasenseiten stattfindet. Auch wenn nun im Vergleich zu Probanden die gesamte Anzahl an Phasen signifikant geringer ist, was zum Zeitpunkt vor Nasenseptumplastik nicht der Fall war, scheint es die Symptomatik der Patienten zu verbessern, da sich nach Operation die Nasendurchgängigkeit und die Nasenatmung subjektiv verbesserte, sowie die Ausprägung von Beschwerden, verursacht durch nasale Obstruktion, verringerte (siehe 5.8). Bezüglich der Gesamtverteilung des Volumenstroms der Nasenatmung können wir in unseren Untersuchungen bei fehlender Signifikanz leider keine Aussage für die Allgemeinheit treffen. Bei Halbierung des Betrages des einseitig gerichteten Volumenstroms werten wir dieses Ergebnis allerdings als Tendenz, da es unseren Überlegungen in Hinblick auf die gleichmäßigere Verteilung der Nasenatmung entspricht. Somit können wir zusammenfassend schlussfolgern, dass die Nasenseptumplastik einen positiven Einfluss auf den Ablauf des Nasenzyklus nimmt, da dieser nach Operation harmonisch, also gleichmäßig auf beiden Nasenseiten verteilt, ablaufen kann. Dies geschieht allerdings weiterhin auf einem anderen Niveau als bei nasengesunden Probanden.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass die Auswertung des Nasenzyklus, so wie sie von uns vorgenommen wurde, kritisch betrachtet werden muss: Der Nasenzyklus als physiologisches Phänomen unterscheidet zwei Phasen, welche mit wechselseitigen Veränderungen des Schwellungszustandes der nasalen Schleimhäute einhergehen. Während der Ruhephase ist ein Anschwellen und während der Arbeitsphase ein Abschwollen der jeweiligen Nasenseite zu beobachten (siehe 2.1.2). Für die Auszählung eben dieser Phasen des Nasenzyklus liegt bisher noch kein einheitliches Prinzip vor. In dieser Arbeit wurde deshalb ein eigenständiges System entwickelt und wie folgt vorgegangen: Ein Phase liegt vor, wenn ein Unterschied der gemittelten Werte des Volumenstroms der deviierten Nasenseite zur nicht deviierten Nasenseite (bzw. rechts zu links) von mindestens 10 ml/s besteht. Dieser Unterschied des Nasenflusses der Nasenseiten muss mindestens über 60 Minuten in aufeinanderfolgenden Messungen erhalten sein. Ein neuer Nasenzyklus beginnt nur dann, wenn die Nasenflusskurve den Wert von 0 ml/s zuvor über- oder unterschritten hat. Wenn die Messwerte des Nasenflusses den Wert von 10 ml/s unterschreiten, danach allerdings wieder überschreiten ohne den Wert von 0 ml/s erreicht zu haben, ist dies nicht als neuer Nasenzyklus zu werten. Es ist vorstellbar und nicht ganz abwegig, dass eine andere

Vorgehensweise in der Auszählung der Nasenzyklen auch zu anderen Ergebnissen führen würde. Allein eine kürzere Mindestdauer (hier 60 Minuten) oder ein geringerer Differenzbetrag des Volumenstroms der gepaarten Nasenseiten (hier 10 ml/s) wären für die Wertung einer Phase maßgeblich und hätten eine abweichende Phasenanzahl der einzelnen Nasenzyklen der Studienteilnehmer zur Folge. An dieser Stelle erhoffen wir uns, dass in Zukunft ein einheitliches System zur Auswertung der Nasenzyklen mittels Langzeit-Rhinoflowmetrie etabliert werden kann und wir mit unserer Studie einen Teil dazu beitragen können.

Die operative Nasenseptumkorrektur als Methode der Wahl bei symptomatischen Patienten mit Nasenseptumdeviation wurde in unserer Studie von erfahrenen Chirurgen der Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde des Universitätsklinikums Carl Gustav Carus in Dresden gemäß der aktuellen S2k-Leitlinie 017/070 nach modifiziertem Prinzip nach Cottle durchgeführt (siehe 4.4). Bei acht Patienten wurde zusätzlich eine einseitige Muschelkaustik, bei sieben Patienten eine beidseitige Muschelkaustik vorgenommen. Diesbezüglich wurde auf eine weitere Unterteilung innerhalb der Patientengruppe aufgrund der zu geringen Fallzahlen für die statistische Auswertung verzichtet und die Nasenseptumplastik mit oder ohne Muschelkaustik als operative Gesamteinheit betrachtet. Unter Berücksichtigung dieses Sachverhaltes konnte der gleiche Standard für alle Patienten gewährleistet werden.

7 Schlussfolgerungen

Mithilfe von Fragebögen und der rhinologischen Funktionsdiagnostik wurden zwei Gruppen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten miteinander verglichen. Eine Gruppe wurde als Patientengruppe bezeichnet, da deren Studienteilnehmer eine symptomatische Nasenseptumdeviation vorwiesen, welche operativ behandelt wurde. Die zweite Gruppe bestand aus nasengesunden Probanden, auch als Probandengruppe bezeichnet. Ihre Studienteilnehmer wurden wie die Patientengruppe im Abstand von drei Monaten untersucht, allerdings ohne sich in diesem Zeitraum einer Nasenseptumplastik zu unterziehen. Außerdem wurden Untersuchungen zu den Ergebnissen innerhalb der beiden Gruppen angestellt. Hier lag der Schwerpunkt auf den Differenzen der Ergebnisse vor und nach Nasenseptumplastik innerhalb der Patientengruppe.

Zusammenfassend können wir aus den Ergebnissen unserer Untersuchung folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Bei pathologischer Nasenseptumdeviation ist die Nasenseptumplastik ein operativer Eingriff mit durchweg zufriedenstellendem Ergebnis. Sie führt postoperativ zu einer subjektiv verbesserten Nasenatmung und Nasendurchgängigkeit ohne wesentliche Beeinträchtigung des Riechvermögens und verringert die Ausprägung nasal obstruktiver Beschwerden.
2. Mittels Rhinomanometrie und Rhinoresistometrie lässt sich der durch den Patienten subjektiv wahrgenommene Erfolg der Operation zum Teil objektivieren.
3. Die akustische Rhinometrie fungiert in diesem Zusammenhang als sinnvolle Ergänzung der rhinologischen Funktionsdiagnostik, da auch dieses Untersuchungsinstrument durch Größenveränderungen in den Querschnittsflächen der Nasenhöhlen das Ergebnis eines solchen operativen Eingriffes in einem gewissen Umfang abbilden kann.
4. Die 24h-Rhinoflowmetrie eignet sich als Langzeituntersuchungsmethode, um einen gestört ablaufenden Nasenzyklus bei Patienten mit Nasenseptumdeviation aufzudecken. Außerdem ermöglicht sie die Evaluation des Therapieerfolges bei Nasenseptumplastik im Hinblick auf die physiologisch ablaufenden Prozesse im Rahmen des Nasenzyklus.
5. Die Nasenseptumplastik führt in der subjektiven Einschätzung der Patienten mit Septumdeviation zu einer Nasenatmung ähnlich derer von nasengesunden Menschen. Die Ergebnisse der rhinologischen Funktionsdiagnostik können dieses Resultat nicht immer widerspiegeln.

8 Zusammenfassung/ Summary

8.1 Abstract (Deutsch)

Titel: Subjektive und objektive Beurteilung der Nasenatmung und des Riechvermögens vor und nach operativer Septumkorrektur

Hintergrund: In der Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde ist die Nasenseptumplastik eine der am häufigsten durchgeführten Operationen bei Patienten mit Nasenseptumdeviation. Ziel dieses operativen Eingriffes sollte das Erreichen von Beschwerdefreiheit und einer physiologischen Nasenatmung seitens des Patienten sein. Der Nasenzyklus spielt dabei eine entscheidende Rolle. Obwohl schon eine Reihe an Publikationen über dieses Thema existieren, wurde eine Analyse der Nasenatmung nach Nasenseptumplastik über einen längeren Zeitraum und unter alltäglichen Bedingungen bisher außer Acht gelassen.

Material und Methoden: Um sich dieser Problematik anzunehmen, examinierten wir 22 nasengesunde Probanden und 19 Patienten mit Nasenseptumdeviation. Wir führten für die Studienteilnehmer beider Gruppen jeweils zwei Untersuchungen im Abstand von drei Monaten durch. Die Studienteilnehmer der Gruppe mit Nasenseptumdeviation unterzogen sich in diesem Zeitraum einer Nasenseptumplastik. Die Untersuchungen beinhalteten jeweils multiple Fragebögen bezüglich der Nasenatmung und des Riechens sowie einen psychophysikalischen Riechtest, eine anteriore Rhinoskopie und Endoskopie, eine Rhinomanometrie, eine Rhinoresistometrie, eine akustische Rhinometrie und eine Langzeit-Rhinoflowmetrie. Die Ergebnisse wurden anschließend statistisch ausgewertet und auf Signifikanz geprüft.

Ergebnisse: Die Nasenseptumplastik führt postoperativ zu einer subjektiv verbesserten Nasenatmung und Nasendurchgängigkeit auf Niveau von nasengesunden Probanden. Sie verringert die Ausprägung nasal obstruktiver Beschwerden und beeinträchtigt nicht das Riechvermögens. Der Volumenstrom und der hydraulische Durchmesser nehmen auf der deviierten Nasenseite zu, während sich der inspiratorische Widerstand durch Operation nicht signifikant verändert. Nach Nasenseptumplastik ist eine Abnahme der Querschnittsfläche im Isthmus auf der nicht deviierten Nasenseite zu beobachten. Die Anzahl der Phasen des Nasenzyklus nimmt durch Operation auf der nicht deviierten Nasenseite ab, was zu einer gleichmäßigeren Verteilung der Phasen auf beide Nasenseiten führt. Bestimmte Funktionsparameter der Nasenatmung sind postoperativ vergleichbar mit denen der nasengesunden Kontrollgruppe.

Fazit: Die Nasenseptumplastik führt bei Patienten mit pathologischer Nasenseptumdeviation zu einem subjektiv zufriedenstellenden Ergebnis. Dieses positive Ergebnis lässt sich zum

Teil durch die rhinologische Funktionsdiagnostik objektivieren. Die Langzeit-Rhinoflowmetrie eignet sich zur Analyse einer gestört ablaufenden Nasenatmung bei Patienten mit Nasenseptumdeviation und ermöglicht postoperativ eine Evaluation des Therapieerfolges.

8.2 Abstract (English)

Title: Subjective and objective evaluation of nasal breathing and smell before and after Septoplasty

Background: Septoplasty is one of the most frequently performed operations in patients with septal deviation of the nose. The aim of this surgical intervention is to reduce nasal obstruction and to achieve a physiological nasal breathing. The nasal cycle plays a crucial role in this. Even though there are a high number of publications on this topic, an analysis of nasal breathing after septoplasty over a long period of time and under everyday conditions has not been published.

Patients and methods: To address this problem we examined 22 healthy subjects and 19 patients with septal deviation of the nose. Within three months we took both groups through two medical examinations. During this period the study participants with septal deviation underwent nasal septoplasty. The examinations included multiple questionnaires regarding nasal breathing and smell, as well as psychophysical smell tests, anterior rhinoscopy and endoscopy, rhinomanometry, rhinoresistometry, acoustic rhinometry and long-term rhinoflowmetry. The results were statistically evaluated and checked for significance.

Results: Nasal septoplasty leads to subjectively improved nasal breathing and nasal patency similar to healthy subjects. It reduces the severity of nasal obstruction and does not impair the sense of smell. The nasal airflow and the hydraulic diameter increase on the deviated side of the nose while the inspiratory resistance does not significantly change. After surgery a decrease in the cross-sectional area in the isthmus on the not deviated side of the nose can be observed. The number of phases of the nasal cycle decreases due to surgery on the not deviated side of the nose which leads to a more even distribution of phases on both sides of the nose. After septoplasty certain functional parameters of nasal breathing are like those in healthy volunteers.

Conclusions: Nasal septoplasty leads to a subjectively satisfactory result in patients with pathological septal deviation of the nose. This positive result can be partly objectified by rhinological functional diagnostics. Long-term rhinoflowmetry is suitable for the analysis of impaired nasal breathing in patients with nasal septal deviation and enables the postoperative evaluation of therapeutic success.

9 Literaturverzeichnis

- Abolmaali N, Kantchew A, Hummel T. 2013. The Nasal Cycle: Assessment Using MR Imaging. *Chemosens Percept*, 6(3):148–153 DOI: 10.1007/s12078-013-9150-3.
- Arunachalam PS, Kitcher E, Gray J, Wilson JA. 2001. Nasal septal surgery: evaluation of symptomatic and general health outcomes. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 26(5):367–370 DOI: 10.1046/j.0307-7772.2001.00481.x.
- Aschan G, Drettner B. 1964. AN OBJECTIVE INVESTIGATION OF THE DECONGESTIVE EFFECT OF XYLOMETAZOLINE. *Eye Ear Nose Throat Mon*, 43:66–74.
- Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, Mense S, Reißig D, Salvetter J, Schmidt W, Schmitz F, Schulte E, Spaniel-Borowski K, Wennemuth G, Wolff W, Wurzingler LJ, Zilch H-G (Hrsg). 2014. *Anatomie*. 3. Aufl. Georg Thieme Verlag, Stuttgart DOI: 10.1055/b-002-99154.
- Baumann I, Plinkert PK, Maddalena H. 2007. Entwicklung einer Bewertungsskala für den Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV). *HNO* DOI: 10.1007/s00106-007-1606-9.
- Buckland JR, Thomas S, Harries PG. 2003. Can the Sino-nasal Outcome Test (SNOT-22) be used as a reliable outcome measure for successful septal surgery? *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 28(1):43–47 DOI: 10.1046/j.1365-2273.2003.00663.x.
- Cain WS, Stevens JC. 1989. Uniformity of olfactory loss in aging. *Ann N Y Acad Sci*, 561:29–38 DOI: 10.1111/j.1749-6632.1989.tb20967.x.
- Carney AS, Bateman ND, Jones NS. 2000. Reliable and reproducible anterior active rhinomanometry for the assessment of unilateral nasal resistance. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 25(6):499–503 DOI: 10.1046/j.1365-2273.2000.00384.x.
- Clement PA. 1984. Committee report on standardization of rhinomanometry. *Rhinology*, 22(3):151–155.
- Cottle MH, Loring RM. 1948. Surgery of the nasal septum; new operative procedures and indications. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 57(3):705–713 DOI: 10.1177/000348944805700309.
- Croy I, Buschhüter D, Seo H-S, Negoiaş S, Hummel T. 2009. Individual significance of olfaction: development of a questionnaire. *Eur Arch Otorhinolaryngol* DOI: 10.1007/s00405-009-1054-0.
- Dinis PB, Haider H. 2002. Septoplasty: long-term evaluation of results. *Am J Otolaryngol*, 23(2):85–90 DOI: 10.1053/ajot.2002.30987.
- Dommerby H, Rasmussen OR, Rosborg J. 1985. Long-term results of septoplastic operations. *ORL*, 47(3):151–157 DOI: 10.1159/000275761.
- Eccles RB. 2000. The nasal cycle in respiratory defence. *Acta Otorhinolaryngol Belg*, 54(3):281–286.
- Fjermedal O, Saunte C, Pedersen S. 1988. Septoplasty and/or submucous resection? 5 years nasal septum operations. *J Laryngol Otol*, 102(9):796–798 DOI: 10.1017/s0022215100106486.

- Gelbe Liste. 2020. Otriven® gegen Schnupfen 0,1 % Dosierspray ohne Konservierungsstoffe, 10 ml | Gelbe Liste. Gelbe Liste Online [Aufruf am: 21.02.2020] URL: https://www.gelbe-liste.de/produkte/Otriven-gegen-Schnupfen-0-1-Dosierspray-ohne-Konservierungsstoffe-10-ml_353631.
- Glatzel E. 1901. Zur Prüfung der Luftdurchgängigkeit der Nase. *Ther Ggw N F*, 3:501–504.
- Grützenmacher S, Lang C, Mlynski R, Mlynski B, Mlynski G. 2005. Long-term rhinoflowmetry: a new method for functional rhinologic diagnostics. *Am J Rhinol*, 19(1):53–57.
- Grymer LF, Rosborg J. 1987. The aging nose: Long-term results following plastic septal surgery. *J Laryngol Otol*, 101(4):363–365 DOI: 10.1017/S0022215100101793.
- Happersberger otopront GmbH. 2013. Gebrauchsanweisung Rhinometrie-System „RHINO-SYS“; CE 0197.
- Haraldsson PO, Nordemar H, Anggård A. 1987. Long-term results after septal surgery--submucous resection versus septoplasty. *ORL*, 49(4):218–222 DOI: 10.1159/000275939.
- Hilberg O, Jackson AC, Swift DL, Pedersen OF. 1989. Acoustic rhinometry: evaluation of nasal cavity geometry by acoustic reflection. *J Appl Physiol*, 66(1):295–303 DOI: 10.1152/jappl.1989.66.1.295.
- Hummel T, Kobal G, Gudziol H, Mackay-Sim A. 2007. 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, Sekinger B, Wolf SR, Pauli E, Kobal G. 1997. ‘Sniffin’ Sticks’: Olfactory Performance Assessed by the Combined Testing of Odour Identification, Odor Discrimination and Olfactory Threshold. *Chem Senses*, 22(1):39–52 DOI: 10.1093/chemse/22.1.39.
- Illum P. 1997. Septoplasty and compensatory inferior turbinate hypertrophy: long-term results after randomized turbinoplasty. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol*, 254 Suppl 1:S89-92 DOI: 10.1007/bf02439733.
- Ingelstedt S. 1970. Humidifying capacity of the nose. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 79(3):475–480 DOI: 10.1177/000348947007900307.
- Jakimovska F, Cakar M, Dokic D. 2017. Acoustic rhinometry and rhinomanometry as objective tools for the assessment of nasal patency in nasal septal surgery. *Romanian J Rhinol*, 7 DOI: 10.1515/rjr-2017-0001.
- Jessen M, Ivarsson A, Malm L. 1989. Nasal airway resistance and symptoms after functional septoplasty: comparison of findings at 9 months and 9 years. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 14(3):231–234 DOI: 10.1111/j.1365-2273.1989.tb00366.x.
- Jessen M, Janzon L. 1989. Prevalence of non-allergic nasal complaints in an urban and a rural population in Sweden. *Allergy*, 44(8):582–587 DOI: 10.1111/j.1398-9995.1989.tb04204.x.
- Jessen M, Malm L. 1997. Definition, prevalence and development of nasal obstruction. *Allergy*, 52(40 Suppl):3–6 DOI: 10.1111/j.1398-9995.1997.tb04876.x.

- Kayser R. 1895. Richard Kayser: Die exakte Messung der Luftdurchgängigkeit der Nase. Arch Laryng Rhinol (Berl.) 8, 101 (1895).
- Keerl R, Weber R, Huppmann A, Draf W. 1995. Darstellung zeitabhängiger Veränderungen der Nasenschleimhaut unter Einsatz modernster Morphsoftware. Laryngo-Rhino-Otol, 74(7):413–418 DOI: 10.1055/s-2007-997771.
- Kobal G, Hummel T, Sekinger B, Barz S, Roscher S, Wolf S. 1996. „Sniffin” sticks”: screening of olfactory performance“. Rhinology, 34(4):222–226.
- Koelega HS, Köster EP. 1974. Some experiments on sex differences in odor perception. Ann N Y Acad Sci, 237(0):234–246 DOI: 10.1111/j.1749-6632.1974.tb49859.x.
- Lindemann J, von Bomhard A, Hoffmann T, Scheithauer M, Grossi A-S, Sommer F, Ott S. 2017. [Subjective patient satisfaction after nasal septumplasty]. HNO, 65(11):916–922 DOI: 10.1007/s00106-017-0390-4.
- Lund VJ, Kennedy DW. 1995. Quantification for staging sinusitis. The Staging and Therapy Group. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl, 167:17–21.
- Min YG, Jung HW, Kim CS. 1995. Prevalence study of nasal septal deformities in Korea: results of a nation-wide survey. Rhinology, 33(2):61–65.
- Mlynski G. 2005. Gestörte Funktion der oberen AtemwegeWiederherstellende Verfahren bei gestörter Funktion der oberen Atemwege. Nasale Atmung. Laryngo-Rhino-Otol, 84(S 1):101–124 DOI: 10.1055/s-2005-861133.
- Mlynski G. 2006. Surgery of the nasal septum. Facial Plast Surg FPS, 22(4):223–229 DOI: 10.1055/s-2006-954840.
- Mlynski G, Beule A. 2008. Diagnostik der respiratorischen Funktion der Nase. HNO, 56(1):81–99 DOI: 10.1007/s00106-007-1655-0.
- Mlynski G, Pirsig W. 2018. Funktionell-ästhetische Rhinochirurgie. 1. Auflage. Thieme, Stuttgart [Aufruf am: 24.02.2020] URL: http://eref.thieme.de/ebooks/2307757#/ebook_2307757_SL86618989.
- Mondina M, Marro M, Maurice S, Stoll D, de Gabory L. 2012. Assessment of nasal septoplasty using NOSE and RhinoQoL questionnaires. Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol, 269(10):2189–2195 DOI: 10.1007/s00405-011-1916-0.
- Mygind N. 1979. Nasal allergy. 2nd ed. Blackwell Scientific, Oxford.
- Ohki M, Ogoshi T, Yuasa T, Kawano K, Kawano M. 2005. Extended observation of the nasal cycle using a portable rhinoflowmeter. J Otolaryngol, 34(5):346–349 DOI: 10.2310/7070.2005.34509.
- Pendolino AL, Lund VJ, Nardello E, Ottaviano G. 2018. The nasal cycle: a comprehensive review. Rhinology Online, 1: 67-76 DOI: 10.4193/rhinol/18.021.
- Pirsig W. 2014. Nasaler Atembeschlagtest bei Zwaardemaker und Glatzel vor über 100 Jahren und in Paestum vor 2 300 Jahren. Laryngo-Rhino-Otol, 93(11):739–745 DOI: 10.1055/s-0034-1382027.
- Rawson NE. 2006. Olfactory loss in aging. Sci Aging Knowl Environ SAGE KE, 2006(5):pe6 DOI: 10.1126/sageke.2006.5.pe6.

- Rohrmeier C, Schitteck S, Ettl T, Herzog M, Kuehnel TS. 2014. The nasal cycle during wakefulness and sleep and its relation to body position. *Laryngoscope*, 124(6):1492–1497 DOI: 10.1002/lary.24546.
- 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.
- Sackett DL, Rosenberg WMC, Gray JAM, Haynes RB, Richardson WS. 1996. Evidence based medicine: what it is and what it isn't. *BMJ*, 312(7023):71–72 DOI: 10.1136/bmj.312.7023.71.
- Schmitt W, Drechsler W. 1988. Aphorismen Sentenzen und anderes - nicht nur für Mediziner. 5. Auflage. VEB Johann Ambrosius Barth, Leipzig.
- Silkoff PE, Chakravorty S, Chapnik J, Cole P, Zamel N. 1999. Reproducibility of acoustic rhinometry and rhinomanometry in normal subjects. *Am J Rhinol*, 13(2):131–135 DOI: 10.2500/105065899782106689.
- Spiess G. 1902. Eine stimmphysiologische Anfrage. *Internat Zbl Laryng* 1902, H. 2. Dasselbst in H. 3 Antworten von A. Barth und H. Gutzmann, in H. 4 von Jörgen Möller und H. 6 von Bukofzer.
- Stewart MG, Smith TL, Weaver EM, Witsell DL, Yueh B, Hannley MT, Johnson JT. 2004. Outcomes after nasal septoplasty: results from the Nasal Obstruction Septoplasty Effectiveness (NOSE) study. *Otolaryngol-Head Neck Surg*, 130(3):283–290 DOI: 10.1016/j.otohns.2003.12.004.
- Vainio-Mattila J. 1974. Correlations of nasal symptoms and signs in random sampling study. *Acta Oto-Laryngol Suppl*, 318:1–48 DOI: 10.3109/00016487409129567.
- Wengraf CL, Gleeson MJ, Siodlak MZ. 1986. The stuffy nose: a comparative study of two common methods of treatment. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 11(2):61–68 DOI: 10.1111/j.1365-2273.1986.tb01995.x.
- White DE, Bartley J, Nates RJ. 2015. Model demonstrates functional purpose of the nasal cycle. *Biomed Eng Online*, 14:38 DOI: 10.1186/s12938-015-0034-4.
- Zwaardemaker H. 1889. Ademaanslag als diagnosticum der nasale stenose. *Ned Tijdschr Geneesk*, 25:297–300.
- Zwaardemaker H. 1894. Athembeschlag als Hülfsmittel zur Diagnose der nasalen Stenose. *Arch Laryngol Rhinol Berl*, 1:174–177.
- Zwaardemaker H. 2010. Die Physiologie des Geruchs; Nach dem Manuscript übersetzt von Dr. A. Junker von Langegg. Nabu Press, La Vergne, Tennessee, USA.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zwaardemaker: Bild der Atemflecke 1895.....	4
Abbildung 2: Rhinoflowmetrie am Studienteilnehmer.....	9
Abbildung 3: Messkurven der Langzeitrhinoflowmetrie bei einem gesunden Probanden	10
Abbildung 4: Sniffin' Sticks Testbatterie.....	11
Abbildung 5: Kurvenverlauf der Rhinomanometrie bei einem gesunden Probanden.....	13
Abbildung 6: Kurvenverlauf der Rhinoresistometrie bei einem gesunden Probanden	15
Abbildung 7: Kurvenverlauf der akustischen Rhinometrie bei gesundem Probanden	16
Abbildung 8: Hemitransfixationsschnitt.....	17
Abbildung 9: Zeitlicher Ablauf für den Studienteilnehmer.....	18

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einschlusskriterien.....	7
Tabelle 2: Ausschlusskriterien.....	7
Tabelle 3: Endoscopy Appearance Score – Nasenseptumdeviation.....	19
Tabelle 4: Anamnesebogen Dresden – Anzahl der Studienteilnehmer mit Nasenproblemen (erste Untersuchung).....	20
Tabelle 5: Anamnesebogen Dresden – Anzahl der Studienteilnehmer mit Nasenproblemen (zweite Untersuchung)	20
Tabelle 6: Anamnesebogen Dresden – Nasendurchgängigkeit	21
Tabelle 7: SNOT-20 GAV	22
Tabelle 8: Bewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala.....	23
Tabelle 9: Bedeutung der Geruchswahrnehmung.....	24
Tabelle 10: SDI-Test	25
Tabelle 11: Rhinomanometrie - Inspiratorischer Volumenstrom (Flow) in [ml/s] bei einem Druck von 150 Pa.....	26
Tabelle 12: Rhinomanometrie - Widerstand [Pa s/ml] bei einem Druck von 150 Pa.....	29
Tabelle 13: Rhinoresistometrie - Inspiratorischer Widerstand in [Pa s/ml] bei Flow von 250 ml/s	31
Tabelle 14: Rhinoresistometrie - Hydraulischer Durchmesser in [mm].....	33
Tabelle 15: Akustische Rhinometrie - Querschnittsfläche im Isthmus (MCA 1) in [cm ²]	35
Tabelle 16: Akustische Rhinometrie - Querschnittsfläche auf Niveau der unteren Nasenmuschel (MCA 2) in [cm ²].....	37
Tabelle 17: Langzeitrhinoflowmetrie - Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden	39

12 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Endoscopy Appearance Score – Nasenseptumdeviation	19
Diagramm 2: Anamnesebogen Dresden – Nasendurchgängigkeit.....	21
Diagramm 3: SNOT-20 GAV	22
Diagramm 4: Bewertung der Nasenatmung mittels Visueller Analogskala	23
Diagramm 5: Bedeutung der Geruchswahrnehmung	24
Diagramm 6: SDI-Test.....	25
Diagramm 7: inspiratorischer Flow (deviierte Seite, abgeschwollen)	27
Diagramm 8: inspiratorischer Flow (nicht deviierte Seite, abgeschwollen)	28
Diagramm 9: inspiratorischer Flow (beide Seiten, abgeschwollen)	29
Diagramm 10: inspiratorischer Widerstand (beide Nasenseiten, abgeschwollen)	30
Diagramm 11: inspiratorischer Widerstand bei Flow von 250 ml/s	31
Diagramm 12: inspiratorischer Widerstand bei Flow von 250 ml/s	32
Diagramm 13: hydraulischer Durchmesser in [mm] (deviierte Nasenseite, abgeschwollen) ..	33
Diagramm 14: hydraulischer Durchmesser in [mm] (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen)	34
Diagramm 15: MCA1 (deviierte Nasenseite, abgeschwollen)	35
Diagramm 16: MCA1 (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen)	36
Diagramm 17: MCA2 (deviierte Nasenseite, abgeschwollen)	37
Diagramm 18: MCA2 (nicht deviierte Nasenseite, abgeschwollen)	38
Diagramm 19: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden (deviierte Nasenseite)	40
Diagramm 20: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden	41
Diagramm 21: Anzahl der Phasen des Nasenzyklus über 24 Stunden (beide Nasenseiten) ..	42
Diagramm 22: Gesamtverteilung der Nasenatmung	43

13 Anhang

Anhang 1: Teilnehmerliste	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 2: Endoscopy Appearance Score	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 3: Anamnesebogen des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken Dresden (Teil 1)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 4: Anamnesebogen des Interdisziplinären Zentrums für Riechen und Schmecken Dresden (Teil 2)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 5: Sino-Nasal Outcome Test-20 German Adapted Version (SNOT-20 GAV) ...	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 6: Bedeutung der Geruchswahrnehmung	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Anhang 7: Tagesablauf Rhinoflowmetrie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 8: Aufklärungsbogen Seite 1	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 9: Aufklärungsbogen Seite 2	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 10: Aufklärungsbogen Seite 3	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 11: Aufklärungsbogen Seite 4	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Anhang 12: Einverständniserklärung	Fehler! Textmarke nicht definiert.