

**Veränderung auditiv-subjektiver und objektiv-apparativer Stimmparameter
vor und nach phonochirurgischen Eingriffen bei gutartigen
Stimmlippenveränderungen – eine retrospektive Datenerhebung**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

des Fachbereichs Medizin

der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Fabienne Heine

aus Salzgitter

Gießen 2025

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Zentrum für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde

Gutachter/in: Prof. Dr. med. C. Arens

Gutachter/in: Dr. med. Dr. med. dent. H. Schaaf

Tag der Disputation: 09.07.2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	<i>Grundlagen</i>	5
1.1.1	Funktion des Kehlkopfes	5
1.1.2	Physiologie der Stimmgebung	5
1.1.3	Anatomie der Stimmlippe	6
1.1.4	Reinke-Ödem	8
1.1.5	Stimmlippenpolypen	8
1.1.6	Stimmlippenzysten	9
1.1.7	Bamboo nodes	9
1.1.8	Hämangiome	10
1.2	<i>Operative Therapie</i>	11
1.2.1	Mikrolaryngoskopie nach Kleinsasser	11
1.2.2	Phonochirurgie	12
1.2.2.1	Chirurgie gutartiger Stimmlippenbefunde – Ein kurzer Überblick	12
2	Zielsetzung der Studie	14
3	Material und Methoden	15
3.1	<i>Das Patientenkollektiv</i>	15
3.2	<i>Präoperative Diagnostik</i>	16
3.3	<i>Stimmdiagnostische Datenerhebung</i>	16
3.3.1	Subjektive Parameter	19
3.3.1.1	Selbsteinschätzung – Voice Handicap Index (VHI)	19
3.3.1.2	Perzeption – RBH-Index	20
3.3.2	Objektiv-apparative Stimmparameter	21
3.3.2.1	Dysphonia Severity Index (DSI)	21
3.3.2.2	Pertubationsmaß – Jitter	22
3.4	<i>Statistische Methodik</i>	23
4	Ergebnisse	24
4.1	<i>Epidemiologische Auswertung der gewonnenen Datensätze mit gutartigen Stimmlippenenerkrankungen</i>	24
4.1.1	Altersverteilung	24
4.1.2	Geschlechterverteilung	25
4.1.3	Untersuchung von Risikofaktoren – Rauchen, Alkohol, BMI	26
4.2	<i>Ergebnisse des multidimensionalen Prä-/Post-Vergleiches anhand ausgewählter Stimmparameter</i>	27
4.2.1	Subjektive Stimmparameter	27
4.2.1.1	Selbsteinschätzung – Voice Handicap Index (VHI)	27
4.2.1.2	Perzeption – RBH-Index	28
4.2.2	Objektive Stimmparameter	29
4.2.2.1	Dysphonia Severity Index (DSI)	29
4.2.2.2	Pertubationsmaß – Jitter	30
4.2.3	Prä-/Post-Vergleich der einzelnen Subgruppen	31

4.3	<i>Zeitpunkt der postoperativen Kontrolle als möglicher Einflussfaktor auf das Outcome</i>	33
5	Diskussion	34
5.1	<i>Epidemiologie</i>	34
5.1.1	Geschlechterverteilung.....	34
5.1.2	Altersverteilung.....	37
5.1.3	Risikofaktoren – Rauchen, Alkohol, BMI	39
5.2	<i>Multidimensionaler Prä-/Post-Vergleich anhand ausgewählter Stimmparameter</i>	41
5.3	<i>Der Zeitpunkt der postoperativen Kontrolle als möglicher Einflussfaktor auf das Outcome</i>	43
5.4	<i>Fazit und Ausblick</i>	44
6	Zusammenfassung	47
7	Summary	48
8	Abkürzungsverzeichnis in alphabetischer Reihenfolge	49
9	Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	50
10	Literatur	51
11	Anhang	62
11.1	<i>VHI-Fragebogen, deutsche Fassung</i>	62
11.2	<i>Text "Nordwind und Sonne"</i>	63
11.3	<i>Exemplarisches Beispiel des lingWAVES Stimmfeldes</i>	64
12	Ehrenwörtliche Erklärung	71
13	Danksagung	72

1 Einleitung

Die Stimme ist verräterisch. Dabei gibt das Gesagte weniger die Information preis, als die Art und Weise, wie wir etwas sagen. Häufig ist es uns möglich im Telefonat mit einer vertrauten Person auf dessen Gemütszustand zu schließen – allein durch den Klang der Stimme. Ist die Person am anderen Ende des Telefons verängstigt, wütend, traurig, gelangweilt oder gut gelaunt? Über die Stimme ist es uns möglich die Emotionen des Gegenübers wahrzunehmen und entsprechend darauf zu reagieren. Dieser Vorgang findet meistens unbewusst statt und lässt sich nur schwer kontrollieren – sowohl auf Seiten des Hörers als auch auf Seiten des Sprechers [118].

Unsere Stimme offenbart jedoch noch mehr: Sie ist Ausdruck unserer Persönlichkeit. In ihr spiegeln sich nicht nur Geschlecht, Alter, Herkunft und Bildungsgrad wider, sondern auch charakterliche Eigenschaften. Eine feste Stimme und lebendig klingende Prosodie lässt auf Eigenschaften schließen wie Willensstärke, Durchsetzungsvermögen und Selbstvertrauen [118], während ein minimales Zittern im Stimmklang daran zweifeln lassen kann. Unsere Stimme trägt somit wesentlich zum ersten Eindruck bei. Wirkt eine Stimme sympathisch und vertrauensvoll oder eher unangenehm?

Unsere Stimme ist einzigartig und zudem hochkomplex, sowohl in ihrer Entstehung als auch in ihrer Funktion [114]. Und sie wird in einer wachsenden Kommunikations- und Dienstleistungsgesellschaft immer wichtiger [34, 110].

Die Auswirkungen einer Stimmstörung auf das einzelne Individuum sind enorm. „Versagt die Stimme“ oder kommt kein „Ton mehr hervor“, wird die betroffene Person in ihrem Bedürfnis nach zwischenmenschlicher Kommunikation, emotionaler Ausdrucksweise und Persönlichkeitsentfaltung behindert. Die Lebensqualität wird eingeschränkt und der Leidensdruck steigt, kann zu Scham, sozialem Rückzug und Isolation führen [124, 140, 152].

Defizite in der Kommunikation führen zu Einschränkungen auf vielerlei Ebenen – sei es im Alltag oder im sozialen Umfeld [140]. Ebenso sind die Auswirkungen auf den Beruf nicht zu unterschätzen, die mit wirtschaftlichen Einbußen und Folgen für die Karriere

einhergehen [109, 124, 140]. 7,2 % der befragten Teilnehmer gaben an, aufgrund von Stimmstörungen einen Tag oder länger im vorherigen Jahr arbeitsunfähig gewesen zu sein, 2 % sogar mehr als vier Tage [109].

Eine von Roy et al. 2005 [109] veröffentlichte Studie aus den USA schätzte die Prävalenz von Stimmstörungen auf 6,6 %, die Lebenszeitprävalenz lag bei 29,9 %. Bhattacharyya et al. [9] kamen 2014 mit einer Prävalenz von 7,6 % in der amerikanischen Gesamtbevölkerung auf einen ähnlichen Wert. Eine schwedische Studie von 2019 schätzte die Prävalenz mit 16,9 % hingegen deutlich höher [76].

Mit Blick auf bestimmte Bevölkerungsgruppen ist das Auftreten von Stimmstörungen unterschiedlich: So konsultieren Frauen aufgrund einer Dysphonie öfters einen Arzt als Männer, und ältere Menschen, Personen in Sprechberufen und Raucher erkranken deutlich häufiger [18, 42, 76, 139].

Einen Beruf mit hoher Stimmbelastung haben unter anderem Lehrer, Erzieher, Anwälte und Manager. Neben der fachlichen Qualifikation ist ein kommunikatives Geschick erforderlich, um Schüler, Klienten und Vertragspartner u.a. für sich zu gewinnen, zu überzeugen, zu besänftigen und zu informieren. Da eine Stimmschulung selten Teil der Ausbildung ist, sind sich die Berufstätigen ihrer stimmlichen Belastung oft nicht bewusst. Stimmstörungen beeinflussen Durchsetzungsvermögen und Selbstsicherheit negativ [80]. Speziell Lehrer scheinen überdurchschnittlich häufig von einer Stimmstörung betroffen, so zeigte die Studie von Smith et al. [125], dass über 20 % der befragten Lehrer im zuvorigen Jahr aufgrund einer Stimmstörung mindestens einen Tag nicht in der Lage waren ihren Beruf auszuüben.

Eine Stimmstörung betrifft somit nicht nur das einzelne Individuum: Ausfälle am Arbeitsplatz, Diagnostik, Therapie und Rehabilitation sind mit hohen Kosten verbunden, eine Stimmstörung stellt folglich auch ein volkswirtschaftliches Problem dar [110, 140]. Sowohl die Prävalenz als auch die Folgen für die Betroffenen und das Gesundheitssystem verlangen nach einer evidenzbasierten Methode zur erfolgreichen Therapie von Stimmstörungen. Das setzt jedoch voraus, dass definierte und einheitliche Standards in der Diagnostik vorliegen. Schneider und Bigenzahn [114] machen diesbezüglich auf die Komplexität der menschlichen Stimme aufmerksam, die es erschwere solche Standards zu definieren und objektive Messverfahren zu konstruieren.

Die Anfänge der Stimmdiagnostik liegen über 150 Jahre zurück und werden häufig Manuel Garcia, einem spanischen Gesangspädagogen, zugeschrieben, der durch Selbstversuche 1854 erstmals seinen eigenen Kehlkopf unter Verwendung eines Zahnarztspiegels und unter Einfall von Sonnenlicht beobachtete [30, 38, 114]. Tatsächlich wurden schon Jahrzehnte zuvor Bemühungen unternommen den Kehlkopf, als Ursprung der Stimme, darzustellen (wie 1829 das „Glottiskop“ von Benjamin Babington) [30]. Auf Basis von Garcias Arbeiten entwickelte Türk (1857) einen Kehlkopfspiegel, welcher von Czermak (1858) u.a. durch künstliches Licht ergänzt wurde und so der modernen Laryngoskopie weiter ihren Weg ebnete [30]. Heutzutage werden starre oder flexible Endoskope verwendet. Während starre Endoskope eine bessere Bildqualität erreichen, haben flexible Endoskope den Vorteil, dass der Patient eine natürlichere Untersuchungshaltung einnimmt und weniger Würgereiz verspürt. Mit Einführung der „Chip-on-the-tip“-Technik lassen sich diese Vorteile kombinieren und hochauflösende Bildbefunde auf dem Monitor darstellen. Eine Videodokumentation der Stimmlippenschwingungen ermöglicht eine detailgenaue Betrachtung der Bewegungsabläufe und schafft präzisere Vergleichsmöglichkeiten auch zu einem späteren Untersuchungszeitpunkt. Neben der Laryngostroboskopie, die den derzeitigen Goldstandard zur Visualisierung der Stimmlippen darstellt, gibt es weitere bildgebende Verfahren wie die Hochgeschwindigkeitsglottografie und die dynamische Kernspintomografie [107].

Technische Fortschritte der letzten Jahrzehnte ermöglichten nicht nur eine Weiterentwicklung im Bereich der visuellen Analyse des Stimmapparates, sondern auch durch Computer gestützte Stimmklanganalysen wie Spektral- und Periodizitätsanalysen [114].

Neben den sich stets weiterentwickelnden technischen Möglichkeiten, stellt die Perzeption bzw. subjektive Selbsteinschätzung des Patienten weiterhin einen wichtigen Untersuchungsaspekt dar.

Diese Vielzahl an Untersuchungsmethoden und -perspektiven, die international unterschiedlich stark Anwendung finden, erschweren eine Vereinheitlichung und damit einen besseren Vergleich von Studienergebnissen in der Literatur. Der Versuch, eine standardisierte Basisdiagnostik zu etablieren, zeigt sich im Protokoll der Europäischen Laryngologischen Gesellschaft (ELS) von 2001 [22]. Das Ziel dieses Protokolls ist die multidimensionale Untersuchung der Stimme mittels einfacher Basisdiagnostik. In einer

Multicenterstudie konnte gezeigt werden, dass das Protokoll im Stande ist valide Ergebnisse zu liefern, die von klinischer Relevanz sind [35]. Trotzdem weisen Aichinger et al. [1] darauf hin, dass ein häufiges Problem in der Stimm diagnostik die Vergleichbarkeit von Daten zwischen verschiedenen Stimmlaboren sei, da unterschiedliche Hard- und Software und daraus resultierend verschiedene Rechenalgorithmen verwendet werden.

In der folgenden Abbildung 1 sollen die Möglichkeiten der Stimm diagnostik in Hinblick auf die fünf Säulen des Basisprotokolls der ELS, an der sich auch diese Studie orientiert, dargestellt werden [7, 22, 96]:

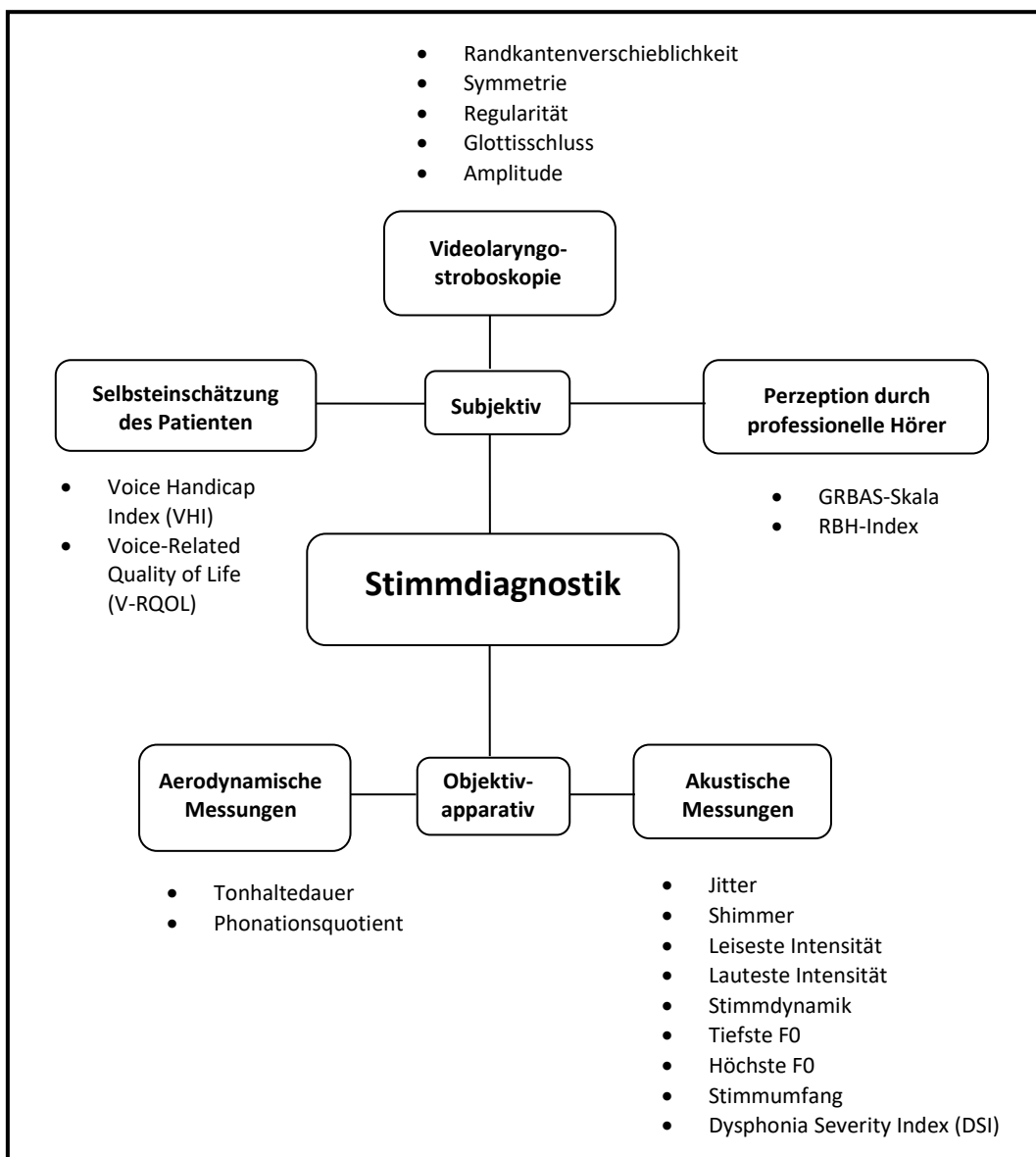


Abb. 1: Übersicht der multidimensionalen Stimm diagnostik nach dem Basisprotokoll der ELS.

1.1 Grundlagen

1.1.1 Funktion des Kehlkopfes

Die ursprüngliche Funktion des Kehlkopfes ist der Schutz der unteren Atemwege vor dem Eindringen von Nahrungsbestandteilen, Flüssigkeiten und Fremdkörpern [147]. Die Schutzfunktion des Larynx tritt während des Schluckaktes auf und führt u.a. zu einem reflektorischen Verschluss der Stimmlippen, um so ein Tieferutschen von Partikeln zu verhindern. Die Sekundärfunktion des Kehlkopfes als Kommunikator bildete sich erst wesentlich später [127]. Auf Basis der primären Organstruktur konnte sich so eine Funktion entwickeln, die ein hohes Maß an Koordination und Feinabstimmung der beteiligten Muskulatur bedarf – die Stimmerzeugung [45]. Möglicherweise liegt auch hier die Anfälligkeit des Systems, das eine optimale Zusammenarbeit des Atemapparates als aerodynamische Energiequelle, der Stimmlippen als Phonationsgeneratoren, dem Ansatzraum als Resonator und dem zentralen Nervensystem als Steuerungszentrale voraussetzt [114, 127].

1.1.2 Physiologie der Stimmgebung

Die Phonation beginnt mit dem Schluss der Stimmlippen und dem Beginn der Expiration. Durch das Erschlaffen des Zwerchfells und der Interkostalmuskulatur folgt der Brustkorb den elastischen Rückstellkräften der Lunge und der Schwerkraft zurück in seine Ausgangsstellung. Die sich in den Lungenflügeln befindende Ausatemluft resultiert zu einem Luftstrom durch den Vokaltrakt und trifft dabei auf die geschlossenen Stimmlippen – der subglottische Druck steigt [45, 114, 147]. Ist der subglottische Druck hoch genug, um den Widerstand der Stimmlippen zu überwinden, öffnen sich diese einen Spalt. Aufgrund der dennoch fortbestehenden glottalen Enge durch die Phonationsstellung der Stimmlippen kommt es hier zu einer Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit, begleitet von einem nachfolgenden subglottalen Druckabfall. Der Unterdruck wirkt wie ein Sog und führt zusammen mit den elastischen Rückstellkräften der Kehlkopfmuskulatur zu einem Schluss der Stimmlippen (Bernoulli-Effekt) [147]. Der Luftstrom wird unterbrochen und die

zusammentreibenden Kräfte entfallen, wodurch sich die Stimmlippen wieder öffnen können und ein neuer Schwingungszyklus beginnt [45]. Durch den andauernden periodischen Öffnungs- und Schließungsvorgang werden die Stimmlippen in Schwingung versetzt und aerodynamische Energie in akustische Energie umgewandelt [114]. Die von der Glottis abgestrahlten Schallwellen, der primäre Kehlkopfklang, wird entlang des Ansatzraumes (Raum zwischen Stimmlippen und Nasen- bzw. Mundöffnung) fortgeleitet und durch die individuellen anatomischen Gegebenheiten und dessen Formvariabilität überformt und gefiltert zum komplexen Stimmschall [114, 147]. Der Ansatzraum fungiert als Resonator, der aufgrund seiner Eigenfrequenz bestimmte Frequenzen energetisch verstärkt und andere wiederum abschwächt oder gar auslöscht. Die Frequenzbereiche, bei denen es zur Konzentration akustischer Energie kommt, nennt man Formanten. Die Lage und Ausprägung der Formanten bestimmt maßgeblich die unterschiedlichen Vokale und die individuelle Klangfarbe der Stimme, die es beispielsweise ermöglicht zwei Frauenstimmen voneinander zu unterscheiden [114].

1.1.3 Anatomie der Stimmlippe

Die Stimmlippen sind ein wesentlicher Teil der Stimmgebung. Der Bereich zwischen den Plicae vocales wird als Rima glottidis (Stimmritze) bezeichnet. Die Stimmlippen können in eine Pars intermembranacea und in eine Pars intercartilaginea eingeteilt werden. Der membranöse Anteil zieht dabei von der vorderen Kommissur zu den Processus vocales und macht dreifünftel der Stimmritze aus. Die hinteren den Stellknorpel anliegenden zweifünftel bilden den kartilaginären Anteil [5]. Wichtig für das Verständnis der Stimmfunktion und ihrer Pathologien ist der strukturelle Aufbau der Plica vocalis. Histologisch gliedert sich die Stimmlippe in biomechanisch verschieden reagierende Schichten, wodurch die Stimmlippe keine homogen schwingende Einheit darstellt [31]. Diese Erkenntnisse gehen auf die Arbeiten von Hirano zurück, denen auch das „Body-Cover-Modell“ zu Grunde liegt (Abb. 2) [48–50, 52].

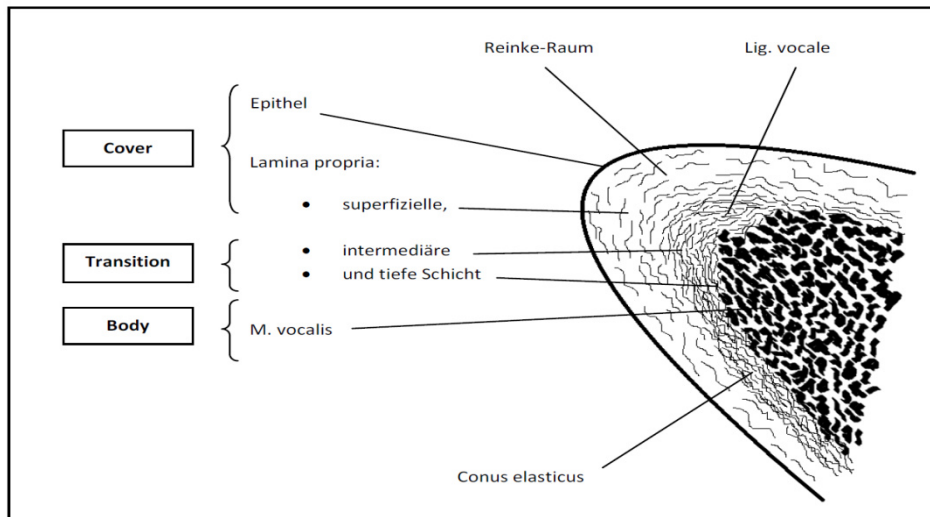


Abb. 2: Eigene schematische Darstellung des Aufbaus der Stimmlippe in Anlehnung an das „Body-Cover-Modell“ von Hirano et al. [48, 52].

In der Tiefe der Stimmlippe liegt der Musculus vocalis, der durch seinen Kontraktionszustand das Ausmaß an schwingender Masse bestimmt und als „Body“ fungiert. Dem folgt die tiefe und mittlere Schicht der Lamina propria, die sich durch eine höhere Dichte kollagener Fasern gegenüber der superfiziellen Schicht abhebt und als Übergangszone („Transition“) verstanden werden kann. Hier verläuft der Conus elasticus, der sich im Bereich der Stimmlippenkante zum Ligamentum vocale verdickt. Durch in den Conus elasticus ziehende Muskelfasern des Vokalmuskels bildet sich eine bewegliche Einheit während der Stimmlippenvibration. Funktionell vom „Body“ grenzt sich das „Cover“ ab, welches durch das Schleimhautepithel und die obere Schicht der Lamina propria gebildet wird, eine durch lose Kollagenfasern aufgebaute Verschiebeschicht, die auch als Reinkeraum bezeichnet wird. Bei dem oberflächlich liegenden Stimmlippenepithel handelt es sich aufgrund der hier wirkenden mechanischen Belastung um ein mehrschichtig unverhorntes Plattenepithel. Die superfizielle Lamina propria ist nur locker mit dem Conus elasticus verbunden und erklärt somit die gute Beweglichkeit und Verschiebbarkeit des „Covers“ gegenüber dem „Body“. Diese Eigenschaft nennt sich auch Randkantenverschiebung und ist Voraussetzung für eine regelrechte Stimmlippenvibration während der Phonation [31]. Der Ablauf der Stimmlippschwingung stellt ein komplexes, fein abgestimmtes System dar, das leicht durch Änderungen der viskoelastischen Eigenschaften, der Spannung sowie der Masse der verschiedenen Schichten aus dem Gleichgewicht gebracht werden kann. Durch stetes Einwirken von chemischen Noxen und

mechanischen Traumata kann es hier zu Störungen kommen, die sich makroskopisch als gutartige Stimmlippenveränderungen zeigen und klinisch als Dysphonie imponieren. Im Folgenden soll auf die verschiedenen Stimmlippenpathologien eingegangen werden.

1.1.4 Reinke-Ödem

Beim Reinke-Ödem handelt es sich um eine Flüssigkeitsansammlung in der superfiziellen Lamina propria direkt unter dem Schleimhautepithel der Stimmlippe, dem sogenannten Reinke-Raum, erstmals beschrieben 1891 von Hajek [43]. Benannt ist der Reinke-Raum und dessen ödematöse Veränderung jedoch nach dem deutschen Anatom Friedrich Berthold Reinke, der mittels subepithelialer Flüssigkeitsinjektionen die anatomischen Grenzen des Reinke-Raumes bestimmte [104, 105]. Die Prävalenz des Reinke-Ödems in der allgemeinen Bevölkerung wird mit $< 1\%$ angegeben [42]. Häufig scheinen Frauen mittleren und höheren Alters betroffen, insbesondere Frauen, die Rauchen und einen Sprechberuf ausüben [71, 102]. Klinisch präsentiert sich das Reinke-Ödem, je nach Ausprägungsgrad, durch zunehmende Heiserkeit und Rauigkeit der Stimme, sowie eine Senkung der mittleren Sprechstimmlage [102, 158]. Eine Dyspnoe ist selten und abhängig von der Größe des Reinke-Ödems. Die ödematöse Stimmlippenveränderung ist typischerweise bilateral, hat jedoch häufig ein asymmetrisches Volumen. Als Risikofaktoren für die Entstehung eines Reinke-Ödems werden neben starkem Nikotinkonsum und übermäßigem Stimmgebrauch, Refluxbeschwerden und Alterungsprozesse angegeben [16, 71, 77, 102].

1.1.5 Stimmlippenpolypen

Entsprechend ihrer Pathogenese finden sich Stimmlippenpolypen häufig am Übergang vom vorderen zum mittleren Stimmlippendrittel, da hier die mechanische Belastung am stärksten ist [69, 134]. Stimmlippenpolypen treten häufig einseitig auf, können gestielt oder breitbasig dem Stimmlippenrand aufsitzen und Kontaktreaktionen auf der gegenüberliegenden Seite induzieren. Als Folge eines akuten oder chronischen Phonationstrauma (z.B. lautes Schreien, Husten) kommt es zu einer Schädigung der subepithelialen Gefäße, gefolgt von lokalisierten pathohistologischen Veränderungen.

Es zeigen sich unter anderem Anzeichen kürzlich aufgetretener Blutungen, Fibrinabscheidungen, Thrombosen, Ödeme und Kapillarproliferationen, die das Epithel dauerhaft vorwölben [79]. Als Ursache werden Rauchen, gastroösophagealer Reflux und Atemwegsinfektionen für die Entstehung verantwortlich gemacht [16, 42, 70, 78]. Diese Art von benignen Stimmlippenveränderungen treten überwiegend bei Erwachsenen auf, die einer vermehrten Stimmbelastung im Berufsleben ausgesetzt sind [79]. Die Symptomatik variiert je nach Lokalisation und Größe des Polyps, so kann die Stimme bei einem kleinen Polypen, der auf der Stimmlippenoberfläche sitzt nahezu unauffällig klingen, während ein großer Polyp an der Stimmlippenkante den Schluss und die Schwingung der Stimmlippen soweit beeinträchtigen kann, dass es zu erheblicher Heiserkeit bis hin zur Aphonie kommt [24].

1.1.6 Stimmlippenzysten

Stimmlippenzysten sind von Epithel ausgekleidete Hohlräume, die subepithelial innerhalb der Lamina propria liegen [2]. Häufig zeigt sich eine einseitige, klar abgrenzbare Schwellung unter intaktem Epithel am freien Rand des mittleren Stimmlippendrittels [99]. Ätiologisch werden zwei Typen von Zysten unterschieden: Bei der Retentionszyste kommt es durch Verlegung eines Drüsenausführungsganges zum Sekretstau. Dies kann infolge eines Infektes oder durch mechanischen Stress bei übermäßigem Stimmgebrauch entstehen. Epidermoidzysten sind entweder kongenitalen Ursprungs oder entstehen durch Phonationstraumata versprengtes Epithel [99]. Eine Unterscheidung ist häufig erst intraoperativ möglich [4]. Zysten der Stimmlippen werden in der Regel durch Heiserkeit und verminderte Leistungsfähigkeit der Stimme symptomatisch, eine kompensatorische Hyperfunktion ist häufig [89, 153]. Betroffen sind vor allem Erwachsene, einen geschlechtsspezifischen Unterschied hinsichtlich des Auftretens scheint es nicht zu geben [129].

1.1.7 Bamboo nodes

Bamboo nodes sind selten und treten häufig in Verbindung mit Autoimmunerkrankungen auf [90]. Beschrieben wurden sie u.a. in Zusammenhang mit

rheumatoider Arthritis, systemischem Lupus erythematodes, Hashimoto-Thyreoiditis, Sklerodermie, Sjögren-Syndrom und Sharp-Syndrom [56, 57, 83, 115, 154]. Bamboo nodes können auch als Erstsymptom auf eine Autoimmunerkrankung hinweisen, zudem scheinen überwiegend Frauen betroffen zu sein [47, 83, 95, 98]. Erstmals beschrieben wurden Bamboo nodes 1993 von Hosako et al. [56] bei einer Patientin mit systemischem Lupus erythematodes. Die endoskopische Visualisierung zeigt quer zur Stimmlippenachse verlaufende weißliche, erhabene Veränderungen im mittleren Stimmlippendrittel. Bamboo nodes zeigen sich häufig beidseits gegenüberliegend, können jedoch auch asymmetrisch auftreten. Der pathophysiologische Mechanismus ist unbekannt, obwohl davon ausgegangen wird, dass er dem von Rheumaknoten ähnlich ist: starke mechanische Beanspruchung des mittleren Stimmlippendrittels (Phonationstrauma) auf Basis einer entzündlichen Komponente, die mit einer Autoimmunerkrankung einhergeht [95, 141]. Zu den Risikogruppen zählen dementsprechend vor allem Patienten in sprechintensiven Berufen [83, 115].

1.1.8 Hämangiome

Hämangiome sind gutartige Gefäßtumore und zählen zu den häufigsten benignen Tumoren des Kopf- und Halsbereiches [59, 121]. Es werden infantile von adulten Hämangiomen unterschieden. Mit einer Prävalenz von 4-5 % aller reifgeborenen Neugeborenen sind infantile Hämangiome die häufigsten benignen Tumoren bei Kindern [72]. Adulte Hämangiome hingegen sind selten, und noch seltener im Bereich der Stimmlippen, nur wenige Fallberichte existieren [10, 28, 59, 66, 100, 103, 112, 156]. Das Hauptsymptom ist Heiserkeit, seltener kommt es zu Dysphagie, Hämoptysen, Kurzatmigkeit oder gar akuter Dyspnoe [10, 28, 59, 103, 156]. Der Pathomechanismus ist bisher unklar, es wird jedoch angenommen, dass ursächliche Faktoren übermäßiger Stimmgebrauch, Nikotinkonsum und Kehlkopftraumata (z.B. Intubation) sind [28, 59, 156]. Adulte Stimmlippenhämangiome wurden bislang häufiger bei Männern gefunden, das Alter scheint hingegen keinen Einfluss bei der Entstehung zu haben [10, 28, 156]. Farblich präsentieren sich die meist kavernösen Hämangiome rot-bläulich mit einer unregelmäßigen Oberfläche, bedeckt von einer dünnen Schleimhautschicht [28, 100, 103].

1.2 Operative Therapie

1.2.1 Mikrolaryngoskopie nach Kleinsasser

Mit der Entwicklung der Mikrolaryngoskopie (MLS) durch Oscar Kleinsasser wurde die Mikrochirurgie auch im Larynx möglich [68]. Bis heute stellt die MLS das diagnostische und therapeutische Standardverfahren bei laryngealen Veränderungen dar [4].

Der Eingriff erfolgt für gewöhnlich in totaler intravenöser Anästhesie und am intubierten Patienten. Für das Einführen des Laryngoskops ist eine optimale Lagerung Grundvoraussetzung. Der Patient befindet sich auf dem Rücken liegend, der Kopf ist maximal rekliniert. Eine eingelegte Zahnschiene soll die Zähne des Patienten schützen. Der den Eingriff durchführende Operateur befindet sich am Kopfende des Patienten und führt das Laryngoskop (Kleinsasser-Rohr) transoral unter Sicht ein bis die Stimmlippen im Larynx gut sichtbar werden. Durch eine ringförmige Stütze auf der Brust des Patienten wird das Kleinsasser-Rohr fixiert, wodurch bimanuelles Arbeiten möglich wird. Der Operateur kann nun die Stimmlippen durch ein Operationsmikroskop oder ein Endoskop betrachten und mit speziellen Instrumenten (z.B. Doppellöffelzängelchen) behandeln [70, 122, 131]. Eine schematische Darstellung der mikrolaryngoskopischen Untersuchung zeigt Abbildung 3.

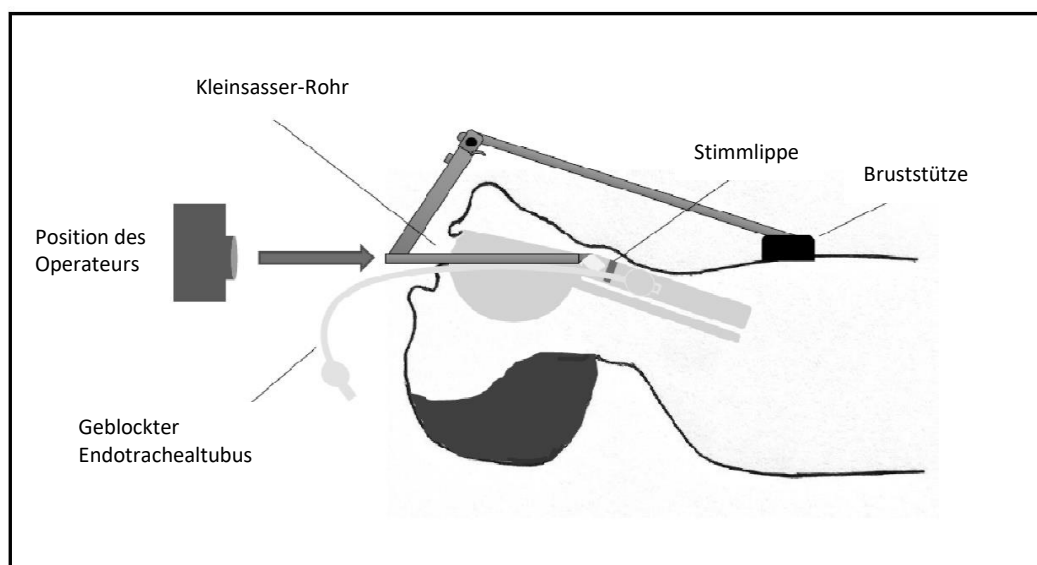


Abb. 3: Eigene schematische Darstellung der mikrolaryngoskopischen Untersuchung nach Fujiu et al. [37].

1.2.2 Phonochirurgie

Der Begriff der Phonochirurgie wurde in den 60er Jahren geprägt und hat seitdem eine enorme Entwicklung erfahren [143]. Das Ziel der Phonochirurgie ist die Verbesserung, die Wiederherstellung und der Erhalt der Stimme [33, 34, 143]. Sie beschreibt eine funktionsorientierte Chirurgie auf Basis der Mikrolaryngoskopie und dem Wissen um die Stimmlippenanatomie [52, 91]. Systematisiert und definiert durch die European Laryngological Society (ELS) ergibt sich folgende Einteilung phonochirurgischer Eingriffe [36]:

- Vocal Fold Surgery
- Laryngeal Framework Surgery
- Reconstructive Surgery
- Neuromuscular Surgery

Bei den in dieser Arbeit betrachteten phonochirurgischen Eingriffen handelt es sich ausschließlich um Eingriffe, die die Stimmlippen betreffen. Wichtig ist der Erhalt der funktionellen Stimmlippenstruktur unter Schonung der Lamina propria und des Epithels, insbesondere im Bereich des freien Stimmlippenrandes [33, 86]. Dadurch soll die Entstehung von Narbengewebe und Substanzdefekten vermieden werden, und so die Schwingungsfähigkeit der Stimmlippen und ein suffizienter Glottisschluss erhalten bleiben [4]. Wichtig vor jedem phonochirurgischen Eingriff ist die Dokumentation des Ausgangsbefundes [92].

1.2.2.1 Chirurgie gutartiger Stimmlippenbefunde – Ein kurzer Überblick

Reinke-Ödeme – Die operative Behandlung der Reinke-Ödeme erfolgt durch eine Inzision kraniallateral auf der Stimmlippenoberfläche. Es schließt sich die vorsichtige kraniale Präparation des die Läsion bedeckenden Epithels an. Das freiliegende Ödem wird daraufhin abgesaugt bzw. ausmassiert. Nur überschüssiges Epithel wird

anschließend entfernt, so dass die Wundränder lückenlos aneinander adaptieren können (Mikroflap-Technik) [4, 86, 113]. Die Schonung des Epithels des freien Stimmlippenrandes und der Schutz der Lamina propria sind wichtig für den Erhalt der Stimmfunktion [113, 122].

Stimmlippenpolypen – Gestielte Polypen können durch einfache Exzision mit Zange und Schere entfernt werden [86, 122]. Breitbasige Polypen hingegen werden ebenfalls mittels (Mini-)Mikroflap-Technik operiert [54, 113, 122]. Eine Inzision möglichst nah an der Läsion und der Erhalt gesunder umliegender Strukturen hat auch hier höchste Priorität [91, 122].

Stimmlippenzysten – Die Exstirpation von Zysten erfolgt in gleicher Weise durch einen die Wundfläche abdeckenden Mikroflap [4, 122]. Häufig kann erst intraoperativ zwischen einer Retentionszyste und einer Epidermoidzyste differenziert werden [4]. Epidermoidzysten lassen sich häufig in toto entfernen, während Retentionszysten aufgrund ihrer dünnen Wandbeschaffenheit zum Zerplatzen neigen [4]. Wichtig ist hier die vollständige Entfernung der Epithelhülle, um ein Rezidiv zu vermeiden [2].

Bamboo nodes – Die Therapie von Bamboo nodes stellt sich insgesamt komplexer dar, die immunmodulatorische Therapie steht im Vordergrund. Die Indikation zur mikrolaryngoskopischen Abtragung sollte vorsichtig gestellt werden, da häufig eine diffuse und tiefreichende Ausbreitung des Befundes vorliegt, der einen schweren Substanzdefekt oder eine tiefgreifende Vernarbung zur Folge haben könnte [90, 115].

Hämangiome – Während infantile Hämangiome sich häufig spontan zurückbilden, ist dies bei adulten Hämangiomen nicht der Fall [72]. Aufgrund der Seltenheit von Stimmlippenhämangiomen gibt es keinen allgemeinen Konsens bezüglich der Therapie – mikrolaryngoskopische Verfahren, wie hier, werden jedoch präferiert [10, 28, 59, 156].

2 Zielsetzung der Studie

In diesem Kapitel soll auf die Zielsetzung der Studie eingegangen werden. Zuvor soll jedoch angemerkt werden, dass in dieser Arbeit für einen ungestörten Lesefluss das generische Maskulinum Anwendung findet. Des Weiteren liegt für die Studie ein zustimmendes Votum durch die Ethik-Kommission der Otto-von-Guericke-Universität an der Medizinischen Fakultät und am Universitätsklinikum Magdeburg vor (Studie 149/20).

Das Ziel dieser Arbeit war die, in Anlehnung an das Basis-Protokoll der ELS, multidimensionale Untersuchung der Stimme zur Beurteilung einer Stimmverbesserung nach phonochirurgischer Intervention bei gutartigen Stimmlippenerkrankungen in einem Patientenkollektiv an der HNO-Universitätsklinik in Magdeburg.

Eine perioperative stimmdiagnostisch-apparative Untersuchung ermöglicht eine gezielte quantitative Auswertung des Therapieerfolges nach phonochirurgischer Intervention und dient somit dem Operateur als Kontrolle und Qualitätssicherung. Zudem ermöglicht es den Vergleich mit weiteren Studien, die andere phonochirurgische Herangehensweisen und alternative Behandlungstechniken untersuchten.

Das Basis-Protokoll der ELS sieht eine vielschichtige Vorgehensweise bei der Stimmdiagnostik vor. Aus diesem Grund erfolgten prä- und postoperativ die Erhebung objektiv-apparativer Stimmparameter, die subjektive Fremdbeurteilung durch einen geschulten Hörer, sowie das Ausfüllen eines Selbsteinschätzungsbogens durch den Patienten.

Anschließend erfolgte eine epidemiologische Auswertung des untersuchten Patientenkollektivs nach Alter, Geschlecht und Risikofaktoren wie Rauchen, Alkohol und BMI. Die Ergebnisse wurden mit Erkenntnissen aus der bestehenden Literatur verglichen.

Schlussendlich wurde der postoperative Zeitpunkt der Kontrollmessung als möglicher Einflussfaktor auf das Outcome der erhobenen Stimmparameter überprüft.

3 Material und Methoden

3.1 Das Patientenkollektiv

Retrospektiv konnten zwischen Januar 2014 und Dezember 2020 insgesamt 51 vollständige Datensätze von Patienten akquiriert werden, die sich in diesem Zeitraum aufgrund einer Stimmstörung in operativer Behandlung in der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg befanden. Es wurden nur Daten von benignen Stimmlippenerkrankungen in die Studie aufgenommen, deren histologische Begutachtung nach dem mikrolaryngoskopischen Eingriff einen eindeutig gutartigen Befund bestätigte. Die Datensätze stammen aus dem Archiv der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg und sind unabhängig von dieser Studie im klinischen Betrieb entstanden. Es wurden nur Daten von Patienten in die Studie aufgenommen, die zum Zeitpunkt ihrer Behandlung in der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg volljährig waren und ihr schriftliches Einverständnis gegeben hatten, dass ihre Befunde und anamnestischen Angaben für wissenschaftliche Zwecke in pseudonymisierter Form verwendet werden dürfen.

Das Patientenkollektiv setzt sich aus 51 Datensätzen zusammen (39 Frauen, 12 Männer), Tabelle 1 soll einen Überblick geben. Das Durchschnittsalter der Gesamtgruppe lag bei 51 Jahren (Frauen 53 Jahre, Männer 46 Jahre), der jüngste Patient war zum Zeitpunkt der Behandlung 20 Jahre und der älteste Patient 78 Jahre alt.

Tab. 1: Übersicht Patientenkollektiv.

	Weiblich (n = 39)	Männlich (n = 12)	Total (n = 51)
Alter (Jahren)			
<i>R</i>	20 - 78	28 - 77	20 - 78
\bar{x}	53	46	51
Stimmbandläsionen			
Reinke-Ödeme	29	3	32
Polypen	4	7	11
Zysten	3	1	4
Bamboo-Nodes	2	0	2
Kavernöse Hämangiome	1	1	2
Zeitlicher Abstand zwischen OP und postoperativer Kontrolle (\bar{x} in Tagen)	73	81	75

An Stimmlippenpathologien zeigten sich 32 Reinke-Ödeme, 11 Stimmlippenpolypen, 4 Stimmlippenzysten, 2 Bamboo nodes und 2 kavernöse Hämangiome. Im Schnitt fand die postoperative Kontrolle 75 Tage nach dem operativen Eingriff statt.

3.2 Präoperative Diagnostik

Alle Patienten stellten sich in der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Magdeburg aufgrund einer Stimmstörung vor. Von jedem Patienten wurden routinemäßig eine ausführliche Anamnese sowie ein Befund mittels flexibler Videolaryngostroboskopie erhoben. Bei ausgeprägtem Krankheitsbild, frustraner konservativer Therapie und/oder starkem Leidensdruck des Patienten wurde die Indikation zur mikrolaryngoskopischen Abtragung des Stimmlippenbefundes gestellt. Es folgten die ausführliche Aufklärung des Patienten, die anästhesiologische Vorstellung und die Vergabe eines OP-Termins.

3.3 Stimmdiagnostische Datenerhebung

Die erste apparative Stimmdiagnostik fand in der Regel einen Tag vor der Operation statt, die zweite Messung erfolgte im Schnitt 75 Tage nach dem durchgeführten Eingriff. Die etwa 20 Minuten dauernde stimmdiagnostische Untersuchung wurde zu beiden Testzeitpunkten durch stimmgeschulte und mit dem Ablauf der Messung vertrauten Fachpersonal (Logopäden) durchgeführt.

Zu Beginn wird der Patient gebeten den VHI-Fragebogen (Anh. 11.1, [23]) im Rahmen der Selbsteinschätzung auszufüllen. Anschließend erfolgt die Erhebung des Stimmstatus, dazu wird der Patient aufgefordert, den Text „Der Nordwind und die Sonne“ (Anh. 11.2, [40]) in mittlerer Sprechstimmlage vorzulesen. Das Gelesene wird mittels Aufnahmegerät dokumentiert. Die auditive Beurteilung des Stimmklanges erfolgt anhand des RBH-Index. Die RBH-Konvention, nach der die Heiserkeit nicht geringer bewertet werden soll als die Rauigkeit oder Behauchtheit, wird eingehalten.

Der messtechnische Teil wird mit der Soft- und Hardware der Firma lingWAVES – jetzt WEVOSYS – durchgeführt [149]. Anhand einer standardisierten Messung mit dem lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC), Version 2.50.0042, ist es möglich ein Sprech- und Singstimmfeld zu erstellen sowie die Stimmqualität zu ermitteln [150].

Die objektiv-apparative Stimmdiagnostik findet in einem schallgedämmten Raum unter Benutzung eines im Mikrofon integrierten Schallpegelmessgerätes statt, somit ist gewährleistet, dass eine Ruhelautstärke von maximal 45 dB(A) nicht überschritten wird. Während der Untersuchung soll der Patient stehen und mit dem Mund einen Abstand von 30 cm zum Schallpegelmessermikrofon halten. Der Patient wird aufgefordert verschiedene Sprechübungen, in Anlehnung an den Vorgaben von WEVOSYS und unter Anleitung eines geschulten Untersuchers, durchzuführen [150]. Abbildung 4 soll einen Eindruck über den Untersuchungsaufbau vermitteln.

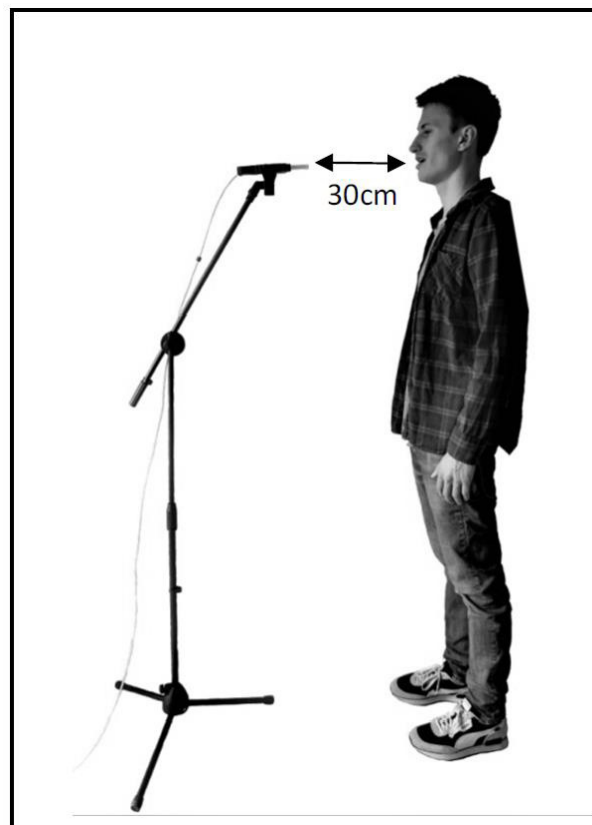


Abb. 4: Stimmdiagnostischer Untersuchungsaufbau (eigenes Bild).

Die Stimmfeldmessung:

Die apparative Stimmdiagnostik, besser umgangssprachlich als „Stimmfeld“ bekannt, dient der Darstellung eines individuellen Leistungsprofils der Stimme [114]. Als Äquivalent der Stimmleistung wird der gesamte Bereich von minimal bis maximal möglicher Tonhöhe (Tonhöhenumfang) und Stimmintensität (Stimmdynamik) einer Stimme abgebildet. Computergestützt werden die ermittelten Daten graphisch in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dargestellt. Auf der x-Achse erfolgt die Eintragung der Grundfrequenz [Hz] und auf der y-Achse die des Schalldruckpegels [db(A)].

Sprechstimmfeld – Beim Sprechstimmfeld wird die mittlere Sprechstimmlage für normale, leise und laute Phonation sowie die Rufstimme bestimmt. Der Patient wird dazu angeleitet langsam, deutlich und im erzählenden Stil von 21 bis 30 zu zählen. Zunächst in normaler Sprechstimmlage, dann möglichst leise, aber nicht flüsternd und möglichst laut, aber nicht schreiend. Zum Schluss wird die Rufstimme bestimmt, indem der Patient den Satz „Anton, komm mal her“ langsam und gedehnt so laut wie möglich rufen soll.

Singstimmfeld – Für die Erstellung des Singstimmfeldes wird der Patient dazu motiviert den Laut „La“ in unterschiedlicher Tonhöhe und Lautstärke zu singen. Dabei soll der Patient versuchen die minimalen und maximalen Stimmleistungen für Tonhöhe und Lautstärke zu phonieren. So beginnt der Patient zunächst so leise wie möglich den Laut „La“ von der vorgegebenen Frequenz bis zur oberen Grenze bzw. unteren Grenze des Tonhöhenumfangs zu singen. Das Vorgehen wird mit steigender Stimmintensität wiederholt.

Erhebung weiterer Stimmparameter, die zur Anwendung kamen:

Jitter – Der Patient wird gebeten den Vokal /a:/ in normaler Sprechstimmlage mindestens drei Sekunden zu halten. Für die Bestimmung des Jitters sollte das ausgewählte Zeitfenster des Audiosignals mindestens eine Sekunde lang und unter Ausschluss von Stimmeinsatz und -absatz sein.

Maximale Phonationszeit (MPT) – Zur Ermittlung der maximalen Phonationszeit wird der Patient angewiesen den gehaltenen Vokal /a:/ bei normaler Sprechstimmlage so lange wie möglich zu phonieren. Zur Messung der Zeit stellt lingWAVES eine im Programm integrierte Stoppuhr zur Verfügung.

Dysphonia Severity Index (DSI) – Grundlage für den DSI als multiparametrischen Index sind der Jitter und die MPT, sowie die höchste Tonhöhe und die geringste Lautstärke aus dem vorher bestimmten Singstimmfeld. Hieraus errechnet sich automatisch der DSI.

Ein ausdrückbares Beispiel der Stimmanalyse mit dem Voice Diagnostic Center von WEVOSYS ist dem Anhang 11.3 beigelegt.

Im Folgenden soll nun auf die einzelnen in dieser Studie untersuchten Stimmparameter eingegangen werden.

3.3.1 Subjektive Parameter

3.3.1.1 Selbsteinschätzung – Voice Handicap Index (VHI)

Der VHI ist ein standardisierter Fragebogen, um die subjektive Beeinträchtigung des Patienten durch sein Stimmproblem zu dokumentieren (siehe Anh. 11.1). Es handelt sich dabei um den ursprünglich von Jacobson et al. [61] in den USA entwickelten Voice Handicap Index-(VHI)-Fragebogen, der 2003 von Nawka et al. [88] in eine deutsche Fassung übersetzt wurde. Der Fragebogen, der von den Patienten selbst ausgefüllt wird, ist ein anerkanntes Instrument für die subjektive Einschätzung der Beeinträchtigung der Stimme und zeigt gleichzeitig die intrapsychische, kommunikative und soziale Bedeutung einer Stimmstörung [61, 88]. Der Fragebogen gliedert sich in drei Subskalen mit je 10 Items. Es werden funktionelle, physische und emotionale Aspekte der Stimmstörung abgefragt. Jedes der 30 Items wird auf der Likert-Skala von 0 bis 4 bewertet, folgende Abstufungen sind möglich: nie (0), selten (1), manchmal (2), oft (3) und immer (4). Somit ist eine Gesamtpunktzahl von 120 erreichbar, die für die höchstgradige Ausprägung einer Dysphonie spricht. Eine Differenz des Scores von 18 und mehr bedeutet eine signifikante Veränderung der Lebensqualität. Die Ergebnisse

des VHI-Fragebogens lassen sich nach Nawka in vier Schweregrade einteilen, siehe dazu Tabelle 2.

Tab. 2: Schweregradeinteilung des VHI, modifiziert nach Nawka [88].

Handicap	VHI-Bereich
kein	0 - 14
gering	15 - 28
mittelgradig	29 - 50
hochgradig	51 - 120

3.3.1.2 Perzeption – RBH-Index

Das Leitsymptom einer Stimmstörung ist die Heiserkeit [114]. Laut Anders et al. [3] sei es relativ einfach Heiserkeit mit dem Gehör wahrzunehmen und zu kategorisieren. Wie die Literatur zeigt, wurde in der Vergangenheit schon öfters der Versuch einer Stimmklangbeschreibung unternommen. Sonninen [126] kam dabei auf 59 Adjektive, die zur Beschreibung einer heiseren Stimme Verwendung finden. Isshiki und Takeuchi [60] machten den Vorschlag die Heiserkeit in seine auditiv unterscheidbaren Komponenten zu unterteilen. Sie schätzten Rauigkeit, Behauchtheit, Asthenie und Grad der Heiserkeit als bedeutsame Faktoren ein. Heutzutage sind zwei Klassifikationssysteme gebräuchlich, zum einen die GRBAS-Skala und zum anderen der RBH-Index. In Japan und den USA wird vor allem die GRBAS-Skala verwendet: G: „overall grade or degree“ (Grad der Heiserkeit), R: rough (Rauigkeit), B: breathy (Behauchtheit), A: asthenic (Asthenie), S: strained quality (Spannung). Sie wurde 1981 von der Japanischen Gesellschaft für Logopädie und Phoniatrie eingeführt. Grundlage dafür waren Arbeiten von Hirano [37, 51]. Für die auditive Einschätzung der Heiserkeit durch die Umgebung hat sich jedoch die Kürzung auf drei Faktoren als praktikabel erwiesen: R: Rauigkeit, B: Behauchtheit, H: Heiserkeit [87, 146, 148]. Die Bewertung des Stimmklanges wird durch geschulte Untersucher durchgeführt und der

Ausprägungsgrad dieses Merkmals in vier Grade eingestuft. Folgende Einteilung gilt: normal (0), geringgradig (1), mittelgradig (2) und hochgradig (3). Der verwendete Text „Der Nordwind und die Sonne“ (Äsop-Fabel, griechischer Fabeldichter um 600 v. Chr., siehe Anh. 11.2), der vom Patienten in mittlerer Sprechstimmlage vorgelesen wird, ist ein phonetisch ausbalancierter Standardtext, der in der phoniatischen Praxis – auf der Grundlage von Empfehlungen der Arbeitsgruppe Akustik in der Union der Europäischen Phoniater (UEP) – allgemein bekannt und anerkannt ist. Die Kurzgeschichte umfasst 109 Wörter und die durchschnittliche Lesedauer beträgt 45 Sekunden. Aufgrund der Abhängigkeit der auditiven Stimmklangbeurteilung von der Erfahrung des Untersuchers gerät der RBH-Index immer wieder in die Kritik. Dennoch findet die RBH-Beurteilung routinemäßig Anwendung in der Klinik, da sie eine vergleichbare Beurteilung und Dokumentation des Stimmklanges erlaubt [20, 21, 101, 114]. Für die statistischen Berechnungen hier wird der Heiserkeitsgrad H verwendet, da er der Rauigkeit R und der Behauchtheit B übergeordnet ist.

3.3.2 Objektiv-apparative Stimmparameter

3.3.2.1 Dysphonia Severity Index (DSI)

Der DSI als multiparametrischer Index wurde 2000 von Wuyts et al. [155] entwickelt und eingeführt, um eine objektiv und quantitativ-messbare Größe zu etablieren, die mit dem wahrgenommenen Ausprägungsgrad einer Stimmstörung korreliert. Durch logistische Regression wurden vier Parameter (maximale Phonationszeit (in s), maximale Tonhöhe (in Hz), minimale Lautstärke (in dB (A)), Jitter (in %)) mit Einfluss auf die Stimmqualität ermittelt, die in einer Formel unterschiedlich gewichtet den DSI ergeben ($DSI = 0,13 \text{ MPT} + 0,0053 \text{ Fmax} - 0,26 \text{ Imin} - 1,18 \text{ Jitter} + 12,4$). Laut Wuyts et al. kann der Wert zwischen -5 und $+5$ liegen, wobei ein Wert von -5 eine hochgradig gestörte Stimme und ein Wert von $+5$ eine unauffällige Stimme anzeigt. Höhere Werte können bei besonders gut ausgebildeten Stimmen gemessen werden [26, 114]. Der DSI ist nicht geschlechtsspezifisch, das liegt daran, dass die maximale Tonhöhe und die maximale Phonationszeit, dessen Durchschnittswerte sich bei Mann und Frau gegenläufig verhalten, sich in ihrer Wirkung auf den DSI-Wert gegenseitig

neutralisieren. Die Normwerte von WEVOSYS unterscheiden sich geringgradig von den Originalwerten von Wuyts et al., da unterschiedliche Algorithmen für die Berechnung des Jitters verwendet wurden [149]. WEVOSYS gibt zudem eine eigene DSI-Klassifizierung an, um den Grad einer Dysphonie darzustellen (siehe Tabelle 3). Grundlage dieser Klassifizierung sind Arbeiten von Enderby [27] und Van de Heyning et al. [137].

Tab. 3: DSI-Klassifikation nach lingWAVES [150].

Klasse	DSI-Bereich	Beschreibung
0	< -2,0	anhaltende Dysphonie, keine Phonation möglich
1	-1,9 bis +0,3	sporadische, periodische Phonation, aphonische Perioden
2	+0,4 bis +2,2	Patient kann Stimme produzieren, aber mit zahlreichen Dysphonieperioden
3	+2,3 bis +3,3	wenige Perioden gestörter Phonation, leichte Dysphonie
4	+3,4 bis +4,3	sporadische Dysphonie für kurze Momente
5	≥ +4,4	keine Dysphonie

3.3.2.2 Pertubationsmaß – Jitter

Eine Komponente zur Berechnung des DSI stellt der Jitter dar, der durch die Phonation eines gehaltenen Vokales unter Ausschluss des Stimmeinsatzes und -absatzes bestimmt wird. Er ist ein Maß für die Variabilität einer Periodenlänge und gehört zu den Pertubationsmaßen. Er korreliert mit dem auditiven Eindruck einer rauen Stimme [117]. Die Grundfrequenz eines Stimmsignals ergibt sich aus der Anzahl der Schwingungszyklen der Stimmlippen. Diese aufeinanderfolgenden Schwingungszyklen sind natürlicherweise bis zu einem bestimmten Grad aperiodisch [26, 114]. Der Jitter drückt diese Schwankungen der Grundfrequenz in Prozent oder als absoluten Wert aus. Da es kein einheitliches Verfahren zur Grundperiodenbestimmung gibt, variiert der

Normbereich je nach Literatur und verwendetem Algorithmus [82, 114, 133]. Generell gilt jedoch, dass die Messungen von extrem aperiodischen Stimmsignalen nicht verwertbar sind, somit sind Jitter-Werte $> 5 \%$ nicht sinnvoll [133]. Der von WEVOSYS vorgegebene Normwert liegt bei $< 0,5 \%$ [149].

3.4 Statistische Methodik

Die in dieser Arbeit verwendete Statistik wurde in Zusammenarbeit mit Herrn Professor Dr. rer. nat. Siegfried Kropf, ehemaliger Leiter des Instituts für Biometrie und Medizinische Informatik (IBMI) der Universitätsklinik Magdeburg, berechnet unter Zuhilfenahme der Statistik- und Analysesoftware IBM SPSS Statistics 26.

Aufgrund dessen, dass der größte Teil der verwendeten Variablen einer schiefen Verteilung unterliegt, wurden ausschließlich nicht-parametrische Tests eingesetzt. Zur einheitlichen Darstellung der Ergebnisse wurde sich im deskriptiven Teil der Statistik für Median und Quantil als Lage- und Streuungsmaß entschieden. Folgende Teste fanden Anwendung:

- Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test, testet, ob sich die zentralen Tendenzen zweier abhängiger Stichproben unterscheiden.
- Mann-Whitney-U-Test, testet ob die zentralen Tendenzen zweier unabhängiger Stichproben verschieden sind.
- Kruskal-Wallis-Test, Erweiterung des U-Tests zum Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben; bei signifikanten Unterschieden folgte ein Post-hoc-Test mit Korrektur nach Dunn-Bonferroni.

Die statistische Überprüfung von Zusammenhängen zwischen kategorialen Merkmalen wurde mittels Kreuztabellen und Anwendung des Chi-Quadrat-Tests nach Pearson durchgeführt.

Das Signifikanzniveau dieser Arbeit liegt bei $\alpha = 0,05 = 5 \%$. Um dem Problem des multiplen Testens entgegenzuwirken, das auftritt, wenn mehr als ein primärer Endpunkt von Interesse ist, erfolgte eine Adjustierung für multiples Testen nach Bonferroni.

4 Ergebnisse

4.1 Epidemiologische Auswertung der gewonnenen Datensätze mit gutartigen Stimmlippenerkrankungen

Insgesamt konnten 51 Datensätze von Patienten aus den Jahren 2014 bis 2020 gewonnen und ausgewertet werden. Das Patientenkollektiv setzte sich aus 39 Frauen und 12 Männern zusammen. Über die Hälfte der Stimmlippenpathologien wurden durch Reinke-Ödeme (32) präsentiert, gefolgt von Stimmlippenpolypen (11), Stimmlippenzysten (4), Bamboo nodes (2) und Kavernösem Hämangiom (2).

4.1.1 Altersverteilung

Der Altersmedian der Gesamtgruppe lag bei 53 Jahren (Frauen 53, Männer 41), das 25 %-Quantil (Q25) präsentierte sich bei 44 Jahren, das 75 %-Quantil (Q75) bei 59,5 Jahren. Der jüngste Patient war 20 Jahre und der älteste Patient 78 Jahre alt. Die Abbildung 5 stellt die Altersverteilung in der Gesamtgruppe und in den histologischen Untergruppen dar.

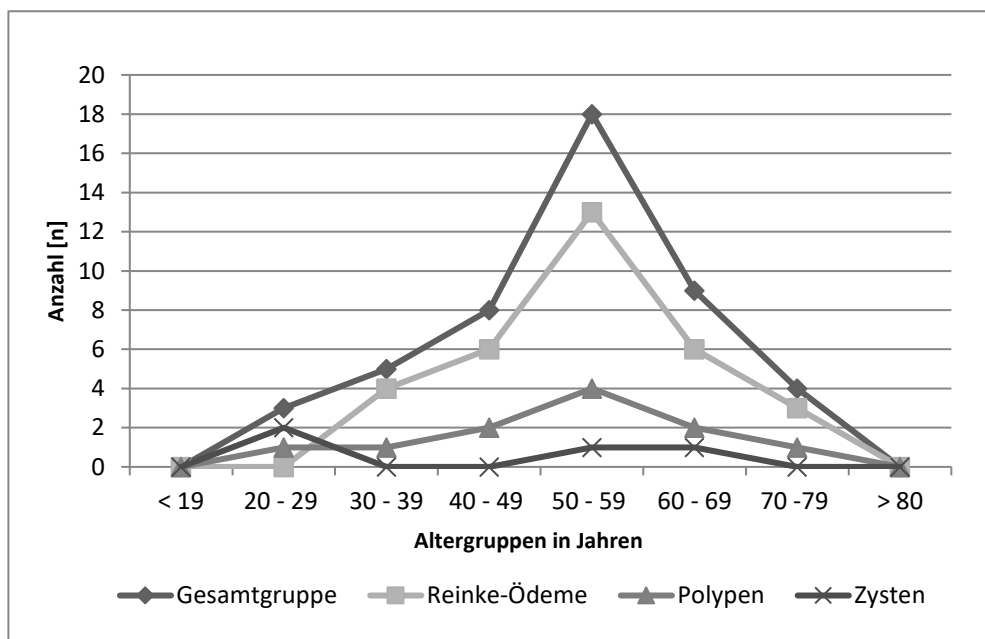


Abb. 5: Altersverteilung Gesamt- und Untergruppen; n (Gesamt) = 51.

Bei den Reinke-Ödemen zeigte sich ein Altersmedian von 54 Jahren, wobei die mittleren 50 % der Datensätze zwischen 47 und 61 Jahren lagen. Eine ähnliche Altersverteilung präsentierte sich auch bei den Stimmlippenpolypen, hier lag das zweite Quartil bei 50 Jahren (Q25 = 44 Jahre, Q75 = 59,5 Jahre). Die Gruppe der Stimmlippenzysten wies einen Altersmedian von 40 Jahren auf.

Aufgrund der geringen Fallzahl von Bamboo nodes und Kavernösen Hämangiomen wurde auf deren Darstellung der Altersverteilung in Abbildung 5 verzichtet. Die Bamboo nodes traten im Alter von 20 Jahren, sowie im Alter von 45 Jahren auf. Bei den Kavernösen Hämangiomen lag das Alter bei 40 und 59 Jahren.

Es konnte kein signifikanter Altersunterschied (Einteilung in drei Altersgruppen: ≤ 40 Jahre, 41 bis 60 Jahre, ≥ 61 Jahre) zwischen den histologischen Subgruppen gefunden werden ($p = 0,644$).

4.1.2 Geschlechterverteilung

Wie Abbildung 6 verdeutlicht, war das weibliche Geschlecht ($n = 39$) mehr als doppelt so häufig in der Studiengruppe vertreten als das männliche ($n = 12$).

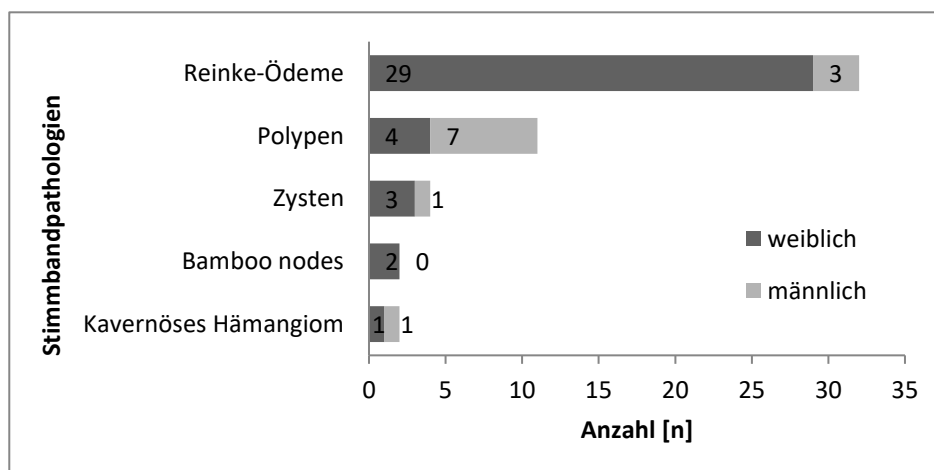


Abb. 6: Geschlechterverteilung der Stimmbandpathologien im Studienkollektiv; n (Gesamt) = 51.

Bezüglich des Geschlechts und dem Auftreten von Stimmlippenpathologien präsentierte sich ein signifikanter Zusammenhang ($p < 0,05$) insofern, dass Polypen häufiger bei Männern und Reinke-Ödeme typischerweise häufiger bei Frauen auftraten. Abbildung 6

zeigt in der weiblichen Gruppe am häufigsten das Reinke-Ödem mit $n = 29$, während in der Gruppe der Männer die Stimmlippenpolypen dominierten ($n = 7$).

Stimmlippenzysten und Bamboo nodes traten in der Gruppe der Frauen tendenziell häufiger auf, während sich das Geschlechterverhältnis bei den Hämangiomen als gleichmäßig präsentierte.

4.1.3 Untersuchung von Risikofaktoren – Rauchen, Alkohol, BMI

Bei der Untersuchung von möglichen Risikofaktoren bei der Entstehung von Stimmlippenpathologien konnte ein signifikanter Einfluss des Rauchens auf die Entstehung von Reinke-Ödemen festgestellt werden ($p < 0,05$). In 81,6 % der Fälle kam es in der Gruppe der Raucher zur Entwicklung eines Reinke-Ödems. Wohingegen bei den Nicht-Rauchern die Entstehung eines Reinke-Ödems deutlich seltener beobachtet werden konnte und die weitere Verteilung insgesamt gleichmäßiger erschien (Abb. 7). Auch in der Gruppe der Polypen überwog der Anteil der Raucher knapp (n (Raucher) = 6, n (Nicht-Raucher) = 5), wobei hier kein signifikanter Zusammenhang gefunden werden konnte.

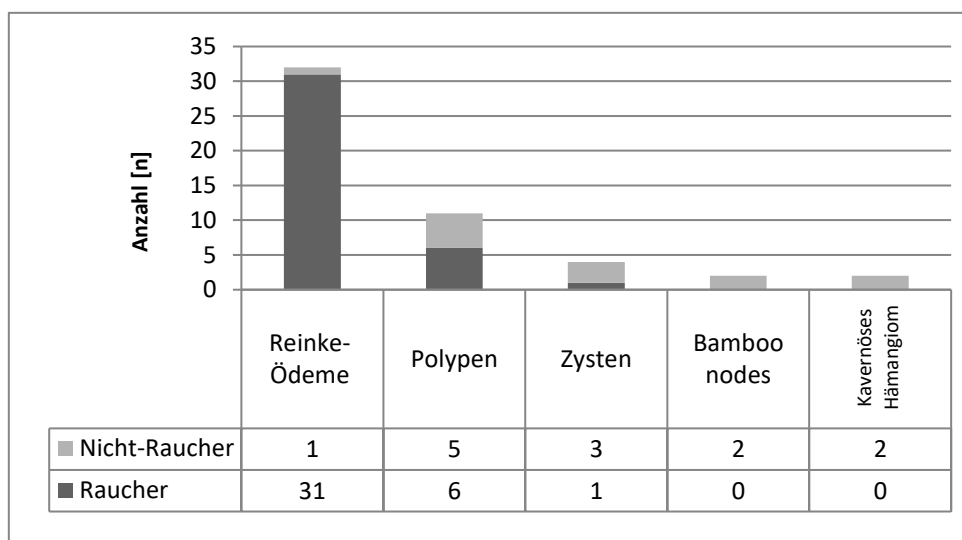


Abb. 7: Rauchen als Risikofaktor bei der Entstehung von Stimmbandpathologien; n (Raucher) = 38, n (Nicht-Raucher) = 13.

Bei der Untersuchung des Alkoholkonsums ($p = 0,876$) und Body-Mass-Index ($p = 0,345$) als mögliche Risikofaktoren bei der Entstehung von Stimmlippenpathologien, konnten keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden.

4.2 Ergebnisse des multidimensionalen Prä-/Post-Vergleiches anhand ausgewählter Stimmparameter

4.2.1 Subjektive Stimmparameter

4.2.1.1 Selbsteinschätzung – Voice Handicap Index (VHI)

Für die Auswertung der Ergebnisse des Voice Handicap Index konnten nur 47 der 51 Datensätze für die Studie verwendet werden, die restlichen vier entfielen aufgrund von Unvollständigkeit.

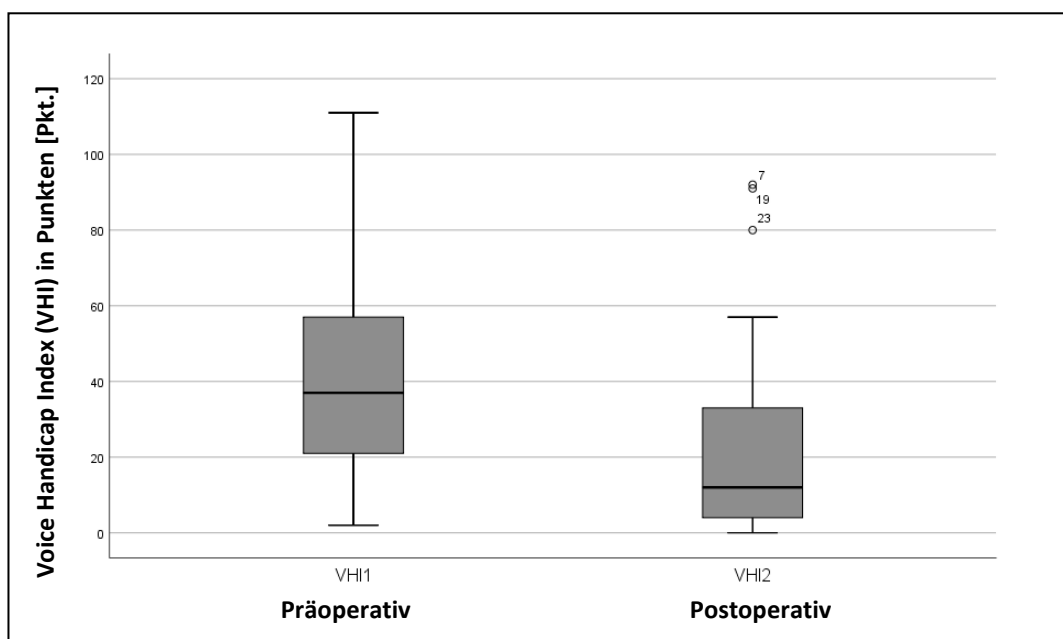


Abb. 8: Boxplot des prä- und postoperativen Voice Handicap Index (VHI); n (Gesamt) = 47, — Median, □ unteres und oberes Quartil (Q_{25} , Q_{75}), ± 1,5-fache des Interquartilabstandes (IQR), ○ milde Ausreißer ($> 1,5 \times IQR$ und $< 3 \times IQR$; Datensätze 7, 19 und 23).

Es zeigte sich in der präoperativen Gesamtgruppe ein Median von 37 Punkten ($Q_{25} = 21$, $Q_{75} = 57$), was einem mittelgradigen Handicap durch die Stimmstörung entsprach

(siehe Tabelle 2 in Kapitel 3.3.1.1). Der Median konnte postoperativ signifikant auf einen Wert von 12 Punkten (Q25 = 4, Q75 = 33) gesenkt werden ($p < 0,001$), wodurch laut Schweregradeinteilung des VHI kein Handicap mehr bestand (siehe Abb. 8).

Laut Definition des Voice Handicap Index liegt eine relevante Verbesserung der Selbsteinschätzung vor, wenn sich der VHI-Score um mindestens 18 Punkte verringert [61]. Die zentrale Tendenz (Median) der Veränderung des VHI lag bei -21 Punkten (Q25 = -36,5, Q75 = -3,5), somit konnte das Therapieziel erreicht werden.

4.2.1.2 Perzeption – RBH-Index

Wie der Abbildung 9 zu entnehmen ist, lag der Median des RBH-Index, hier alleine präsentiert durch den Heiserkeitsgrad H als übergeordnete Komponente, vor dem operativen Eingriff bei 1 (Q25 = 1, Q75 = 2). Nach der OP lag der Median weiterhin bei 1, jedoch zeigte sich eine Verschiebung der Streumaße: Q25 = 0, Q75 = 1. Somit lagen 75 % der Datensätze präoperativ bei $\geq H1$ und postoperativ bei $\leq H1$. Diese Veränderung war statistisch signifikant und zeigte eine Verbesserung vom prä- zum postoperativen Zustand ($p < 0,001$).

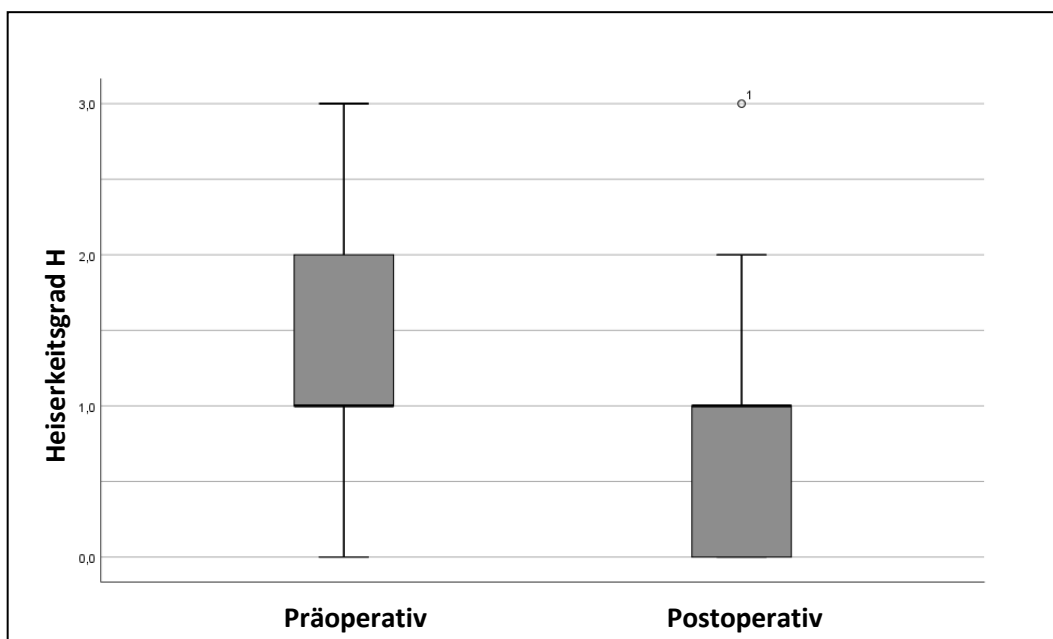


Abb. 9: Boxplot des prä- und postoperativen Heiserkeitsgrades H; n (Gesamt) = 51, — Median, □ unteres und oberes Quartil (Q25, Q75), ± 1,5-fache des Interquartilabstandes (IQR), ○ milde Ausreißer ($>1,5 \times IQR$ und $< 3 \times IQR$; Datensatz 1).

4.2.2 Objektive Stimmparameter

4.2.2.1 Dysphonia Severity Index (DSI)

Im Prä-Post-Vergleich des DSI zeigte sich ein signifikanter Unterschied, indem der Median von 3,1 (Q25 = -1,85, Q75 = 4,85) auf 4,5 (Q25 = 3,45, Q75 = 5,7) anstieg ($p < 0,001$) (Abb. 10).

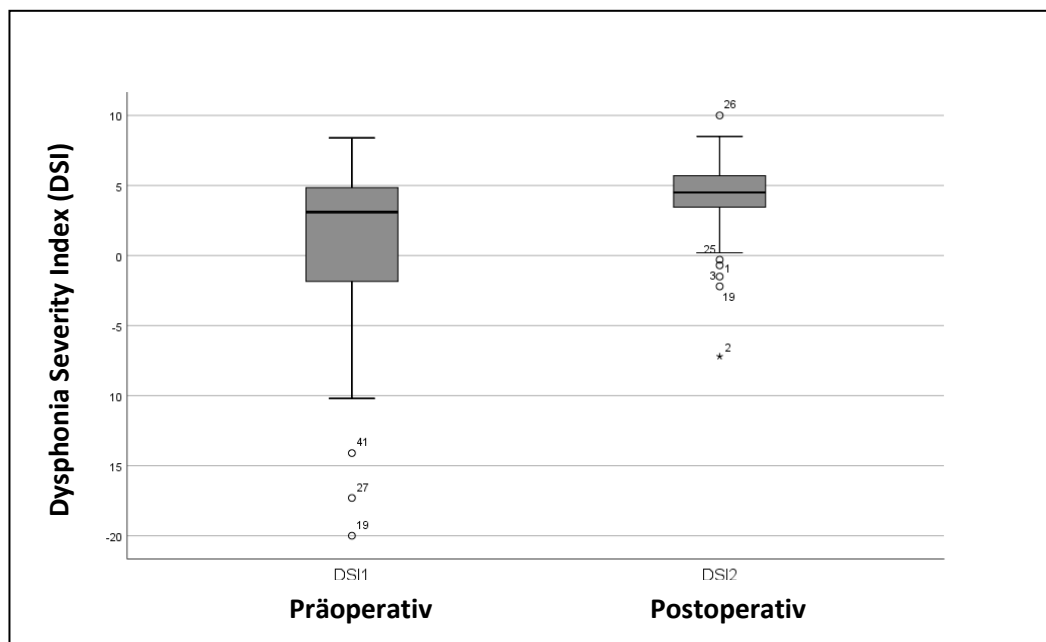


Abb. 10: Boxplot des prä- und postoperativen Dysphonia Severity Index (DSI); n (Gesamt) = 51, — Median, □ unteres und oberes Quartil (Q25, Q75), I 1,5-fache des Interquartilabstandes (IQR), ○ milde Ausreißer ($> 1,5 \times IQR$ und $< 3 \times IQR$; Datensätze 1, 3, 19, 25, 26, 27, 41), ★ extreme Ausreißer ($> 3 \times IQR$; Datensatz 2).

Nach der DSI-Klassifizierung von lingWAVES zeigten 47 % ($n = 24$) der Datensätze eine Verbesserung um mindestens eine Klasse, 37 % ($n = 19$) der Datensätze sogar um mindestens zwei Klassen. Damit lag bei 57 % ($n = 29$) der Datensätze postoperativ ein $DSI \geq 4,4$ vor, der eine Stimme ohne Dysphonie beschreibt. Dabei war zu beachten, dass davon bereits 48 % ($n = 14$) der Datensätze schon präoperativ in die Klasse 5 einzuordnen waren, effektiv erreichten also 29 % ($n = 15$) Klasse 5. Bei 16 % ($n = 18$) der Datensätze musste eine Verschlechterung um mindestens eine Klasse festgestellt werden. Weitere 37 % ($n = 19$) verblieben in der gleichen DSI-Klasse, wobei hier von 74 % ($n = 14$) bereits präoperativ in Klasse 5 anzutreffen waren und damit keine

Möglichkeit der Verbesserung bestand. Abbildung 11 soll die prä- zu postoperativen Veränderungen laut der Schweregradeinteilung der DSI-Klassifikation von lingWAVES veranschaulichen.

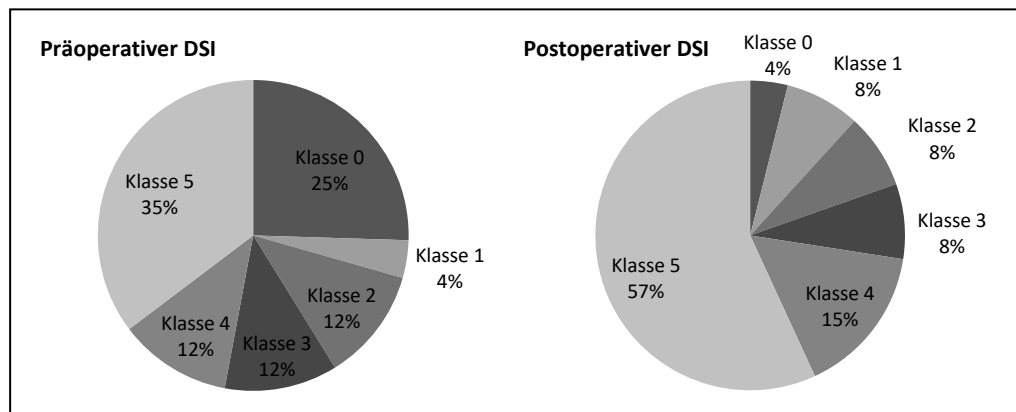


Abb. 11: Prä- und postoperative Schweregradzuordnung anhand der DSI-Klassifikation von lingWAVES; n (Gesamt) = 51.

4.2.2.2 Pertubationsmaß – Jitter

Zu Beginn der Therapie lag der Jitter-Median bei 0,7 % (Q25 = 0,25, Q75 = 2,75) und damit knapp oberhalb der Norm. Nach der Therapie stellte sich der Jitter mit einem Median von 0,23 % (Q25 = 0,14, Q75 = 0,64) im Normbereich dar. Dieser Unterschied ist mit einem p-Wert von 0,001 signifikant, siehe hierzu Abbildung 12.

LingWAVES verwendet für die Berechnung des Jitters einen eigenen Algorithmus und gibt den Normbereich mit $< 0,5$ % an. Präoperativ lagen 20 der Datensätze unterhalb dieses Grenzwertes, 31 präsentierten sich oberhalb. Durch die Therapie konnten bei 35 Datensätzen Verbesserungen erreicht werden, davon war bei 22 Datensätzen ein Übergang in den Normbereich festzustellen, 5 Datensätze lagen jedoch weiterhin außerhalb der Norm. Ebenso ließen 7 Datensätze eine Verschlechterung erkennen, die zu Werten $\geq 0,5$ % führten. Insgesamt lag der überwiegende Teil der Datensätze (35 von 51) bzgl. des Jitters nach der Therapie im Normbereich.

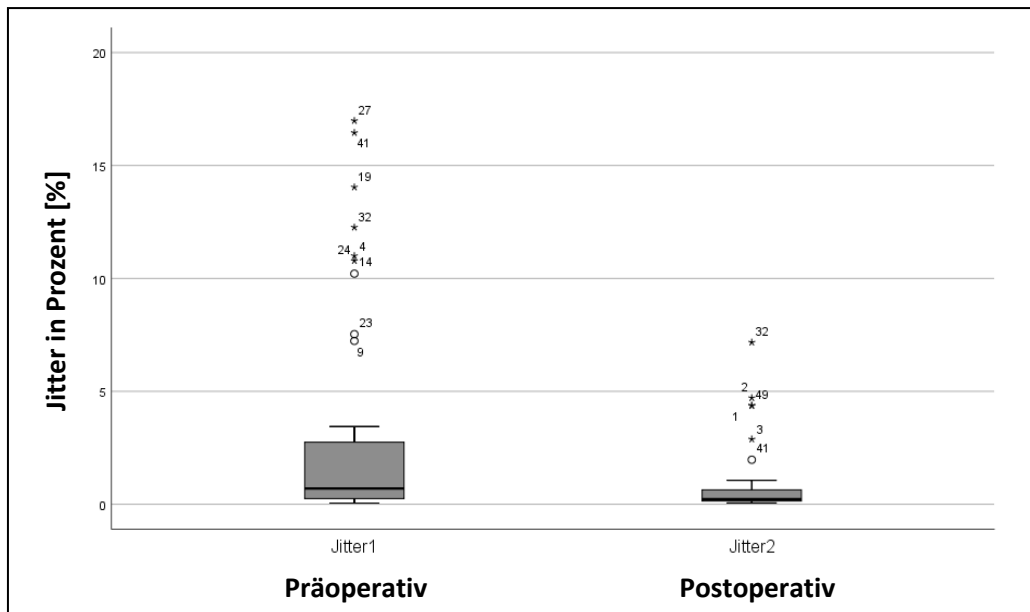


Abb. 12: Boxplot des prä- und postoperativen Jitters; n (Gesamt) = 51, — Median, □ unteres und oberes Quartil (Q_{25} , Q_{75}), ⊠ 1,5-fache des Interquartilabstandes (IQR), ○ milde Ausreißer ($> 1,5 \times IQR$ und $< 3 \times IQR$; Datensätze 9, 14, 23, 41), ★ extreme Ausreißer ($> 3 \times IQR$; Datensätze 1, 2, 3, 4, 19, 24, 27, 32, 41, 49).

4.2.3 Prä-/Post-Vergleich der einzelnen Subgruppen

Hinsichtlich des Vergleiches zwischen den Prä-Post-Untersuchungen der einzelnen histologischen Subgruppen, fanden sich lediglich in der Gruppe der Reinke-Ödeme signifikante Unterschiede für alle vier untersuchten Stimmparameter (Tab. 4). Zeigte sich zuvor ein VHI-Median von 36 Punkten ($Q_{25} = 19$, $Q_{75} = 53$), konnte dieser nach dem chirurgischen Eingriff auf 12 Punkte ($Q_{25} = 2$, $Q_{75} = 33$) gesenkt werden, diese Veränderung war statistisch signifikant ($p = 0,001$), wobei keine Punktedifferenz von ≥ 18 Punkten erreicht wurde. Ebenso präsentierte sich ein signifikanter Unterschied beim DSI ($p = 0,001$), der vor Therapie einen Median von 1,2 ($Q_{25} = -5,3$, $Q_{75} = 3,85$) aufwies und durch die Therapie auf 4,35 ($Q_{25} = 2,55$, $Q_{75} = 5,45$) angehoben werden konnte. Auch der Jitter zeigte einen signifikanten Unterschied von prä- nach postoperativ, so konnte der Jitter-Median von 1,09 % ($Q_{25} = 0,4$, $Q_{75} = 4,39$) auf 0,25 % ($Q_{25} = 0,16$, $Q_{75} = 0,67$) gesenkt werden ($p = 0,001$). Der Heiserkeitsgrad H des RBH-Index präsentierte ebenfalls eine signifikante Verbesserung im Vergleich zum Ausgangswert ($p < 0,001$). In der Gruppe der Polypen konnten signifikante Differenzen für den Voice Handicap Index ($p = 0,01$) und den Heiserkeitsgrad H ($p = 0,008$) aufgezeigt werden, tendenzielle Verbesserungen für den DSI und Jitter ließen sich erkennen.

Tab. 4: Beschreibende Statistik der einzelnen histologischen Untergruppen; *Median (Q25, Q75; R)*,
 * = *Unterschied ist bei Niveau 0,5 signifikant.*

	Reinke-Ödeme (n = 32)	Polypen (n = 11)	Zysten (n = 4)
VHI			
Präop.	36 (19, 53; 2-111)	40,5 (21, 59; 6-63)	80 (53, 93,5; 30-103)
Postop.	12 (2, 33; 0-92)*	15,5 (10, 19; 0-27)*	43,5 (22, 51,5; 3-57)
H			
Präop.	1,5 (1,2; 0-3)	1 (0,5, 1,5; 0-3)	1 (1, 1,5; 0-1)
Postop.	1 (0, 1; 0-3)*	0 (0,0; 0-1)*	1 (0,5, 1; 0-1)
DSI			
Präop.	1,2 (-5,3, 3,85; -20-8,4)	4,7 (2,4, 6,4; -14,1-7,2)	4,85 (4,35, 5,45; 4,1-5,8)
Postop.	4,35 (2,55, 5,45; -7,2-10)*	5 (3,25, 5,5; 1,7-7,3)	5,85 (4,5, 7,25; 4,3-7,5)
Jitter [%]			
Präop.	1,09 (0,4, 4,39; 0,05-16,98)	0,2 (0,15, 1,88; 0,06-16,45)	0,34 (0,26, 0,42; 0,11-0,55)
Postop.	0,25 (0,16, 0,67; 0,06-7,17)*	0,14 (0,1, 0,49; 0,06-1,97)	0,26 (0,22, 0,43; 0,18-0,87)
<hr/>			
	Bamboo-Nodes (n = 2)	Kavernöses Hämangiom (n = 2)	
VHI			
Präop.	43 (21, 65; 21-65)	42,5 (37, 48; 37-48)	
Postop.	27,5 (11, 44; 11-44)	3,5 (0, 7; 0-7)	
H			
Präop.	1,5 (1, 2; 1-2)	1 (1,1; 1-1)	
Postop.	0,5 (0, 1; 0-1)	0,5 (0, 1; 0-1)	
DSI			
Präop.	3,4 (3,1, 3,7; 3,1-3,7)	5,55 (4,6, 6,5; 4,6-6,5)	
Postop.	5,8 (3,8, 7,8; 3,8-7,8)	6,9 (5,3, 8,5; 5,3-8,5)	
Jitter [%]			
Präop.	1,38 (0,79, 1,98; 0,19-2,57)	0,4 (0,24, 0,55; 0,09-0,70)	
Postop.	2,27 (1,21, 3,32; 0,15-4,38)	0,33 (0,28, 0,37; 0,23-0,42)	

Obwohl sich bei den Stimmlippenzysten tendenziell eine Verbesserung der Stimmparameter VHI, H und DSI präsentierte, konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden ($p > 0,05$). Aufgrund einer zu geringen Fallzahl (n) in der Gruppe der Bamboo nodes und Hämangiome, wurde hier auf weitere Berechnungen verzichtet. Tendenzen zu einer Verbesserung der Stimmparameter zeigten sich auch hier.

4.3 Zeitpunkt der postoperativen Kontrolle als möglicher Einflussfaktor auf das Outcome

In dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob der postoperative Messzeitpunkt Einfluss auf das Outcome der erhobenen Stimmparameter hatte. Im Schnitt fanden die postoperativen Kontrolltermine 75 Tage nach dem chirurgischen Eingriff statt (Median = 58, Q25 = 34, Q75 = 97), dabei lag die Spannweite zwischen 12 und 294 Tagen. Bei 63 % (n = 32) der Datensätze erfolgte die Kontrollmessung innerhalb der ersten 90 Tage nach OP, während bei den restlichen 37 % (n = 19) die Kontrolle am 91. Tag nach OP oder später durchgeführt wurde.

Tab. 5: Prä- und postoperativer Vergleich der Stimmparameter in Abhängigkeit vom Kontrollzeitpunkt; *Median, (Pkt. = Punkte)*.

	Kontrollzeitpunkt in Tage	Präoperativ	Postoperativ	Veränderung
VHI [Pkt.]	≤ 90	37	15	-18
	> 90	46,5	8,5	-25,5
DSI	≤ 90	3,15	4,6	1,3
	> 90	3,1	4,4	2
H	≤ 90	1	0	-1
	> 90	1	1	-1
Jitter [%]	≤ 90	0,63	0,23	-0,11
	> 90	0,86	0,35	-0,72

Für die Untersuchung wurde ein U-Test nach Mann-Whitney herangezogen, der zeigen sollte, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den postoperativ erhobenen Stimmparametern gab in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der postoperativen Kontrolle. Das Ergebnis der Studie zeigte, dass bei keiner der vier Variablen ein signifikanter Einfluss der Zeit auf die postoperative Untersuchung vorlag ($p > 0,05$). Tendenziell zeigte jedoch der Median der Veränderung von prä- nach postoperativ, insbesondere beim Voice Handicap Index, bei den ≥ 90 Tage erhobenen Stimmparametern, eine stärkere Verbesserung (siehe Tabelle 5).

5 Diskussion

5.1 Epidemiologie

Laut Roy et al. [109] liege die Lebenszeitprävalenz einer Stimmstörung bei 29,9 %, damit wäre jeder Dritte im Laufe seines Lebens betroffen. Wichtig im Hinblick darauf ist das Erkennen von Risikofaktoren, um Pathomechanismen zu verstehen, präventive Maßnahmen ergreifen und Schlussfolgerungen für therapeutische Handlungen ziehen zu können.

5.1.1 Geschlechterverteilung

Mit 76,5 % zeigte sich eine deutliche Dominanz des weiblichen Geschlechts im untersuchten Patientenkollektiv, hier vor allem bedingt durch das Übergewicht der histologischen Subgruppe der Reinke-Ödeme. Das Überwiegen des weiblichen Geschlechts in Bezug auf Stimmstörungen präsentierte sich jedoch auch in anderen epidemiologischen Studien [13, 18, 19, 46, 109, 139, 159]. Zum einen könnte es darauf zurück zu führen sein, dass Frauen generell öfters das Gesundheitssystem in Anspruch nehmen als Männer [8]. Zum anderen fühlten sich Frauen häufiger durch eine Stimmstörung beeinträchtigt [8, 42, 159]. Titze et al. [132] führen die weibliche Prädisposition für phonotraumatische Verletzungen auf eine höhere Grundfrequenz zurück, mit der die anatomisch kürzeren Stimmlippen bei Frauen schwingen und der damit einhergehenden Zunahme von Kollisionstraumata. Diese Anfälligkeit des weiblichen Geschlechts werde auch durch das geringere Vorkommen von Hyaluronsäure in der obersten Schicht der Lamina propria der Stimmlippen verstärkt. Laut Butler et al. [14] würden die auf die Stimmlippen wirkenden Kräfte dadurch weniger abgedämpft werden und ein wichtiger Faktor bei der Wundheilung der traumatisierten Stimmlippen fehlen.

Die Geschlechterverteilung speziell des Reinke-Ödems wird in der Literatur kontrovers diskutiert. In der Studiengruppe zeigten sich Reinke-Ödeme signifikant häufiger bei Frauen als bei Männern, dieses Ergebnis ist im Einklang mit der Mehrzahl bestehender

Literatur [74, 94, 102, 139, 151, 159]. Jedoch könnte es sich hier auch um eine sogenannte Stichprobenverzerrung (selection bias) handeln [42, 159]. Mehrheitlich, wie auch in dieser Arbeit, handelte es sich um Studien mit behandlingssuchenden Studienteilnehmern. Es ist bekannt, dass Frauen insgesamt häufiger einen Arzt konsultieren als Männer, ebenso bei Stimmstörungen [8, 109]. Des Weiteren ist für das Reinke-Ödeme eine tiefe, raue Stimme charakteristisch, die insbesondere bei Frauen auffällt. Diese im Volksmund häufig genannte „Raucherstimme“ wird oftmals als männlich und vor allem vom weiblichen Geschlecht als störend empfunden [42]. Hah et al. [42] untersuchten 19.039 Studienteilnehmer mittels Laryngoskop, um die Prävalenz von Larynxerkrankungen in der koreanischen Bevölkerung zu bestimmen. Es zeigten sich signifikant mehr Reinke-Ödeme bei Männern als bei Frauen. Von eben diesen klagten 53,1 % der Frauen über eine Stimmstörung im Vergleich zu 22,5 % der Männer. Laut Hah et al. sei diese Diskrepanz auf die unterschiedlichen Rauchgewohnheiten von Männern und Frauen zurückzuführen, Rauchen als Risikofaktor sei bei Männern häufiger zu finden als bei Frauen. Starker Nikotinkonsum alleine führe jedoch nicht zur Entstehung von Reinke-Ödemen, ebenso gelten übermäßiger Stimmgebrauch, Refluxbeschwerden und Alterungsprozesse als Risikofaktoren [16, 71, 76, 101]. Diskutiert werden ebenso hormonelle Einflüsse wie der Menopausenstatus bei Frauen [17, 130, 136, 142]. Es verbleibt somit weiteren Studien die Prävalenz von Reinke-Ödemen in der Allgemeinbevölkerung und deren Widersprüchlichkeit in Hinblick auf das Geschlecht zu klären.

Stimm lippenpolypen präsentierten sich in dieser Studie signifikant häufiger bei Männern als bei Frauen. Signifikante Ergebnisse konnten auch in den Studien von Lehmann et al. [74] und Hah et al. [42] erreicht werden, auch hier dominierten Polypen beim männlichen Geschlecht. In der Arbeit von Kleinsasser [69] zeigte sich in einer Stichprobe von 900 Patienten, die sich einer mikrolaryngoskopischen Polypabtragung unterzogen, ein deutliches Überwiegen (76 %) von Polypen bei Männern. Hirano et al. [53] stellten die Hypothese auf, dass niedrige Grundfrequenzen auch mechanischen Stress verursachen könnten. Insbesondere die tiefen Schichten der Lamina propria superficiale seien betroffen, hier würde es zu Schädigungen von Kapillaren kommen, wodurch die Permeabilität der Gefäßwände stiege und so zur Ausbildung von Polypen prädisponiere. Hirano et al. [53] hatten die Grundfrequenzen von Frauen mit Polypen und Knötchen vor und nach operativer Entfernung verglichen und festgestellt, dass

insbesondere Frauen mit tiefer Grundfrequenz Stimmlippenpolypen entwickelten. Zhukovitskaya et al. [159] übertrugen diese Hypothese auf die physiologisch tiefere Männerstimme und vermuteten, dass diese ähnlichem mechanischen Stress ausgesetzt sei.

Die Gruppen der Stimmlippenzysten, Bamboo nodes und Hämangiome wiesen keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Geschlechts auf, lediglich Tendenzen konnten hier beschrieben werden. Kritisch anzumerken ist, dass aufgrund der geringen Fallzahl Resultate eher als Tendenzen einzuschätzen waren.

Die Studienlage hinsichtlich des Auftretens von Stimmlippenzysten bei Männern und Frauen ist uneinheitlich. Während sich in den Studien von Zhukovitskaya et al. [159] und Coyle et al. [19] tendenziell häufiger Stimmlippenzysten bei Frauen zeigten, gaben Lehmann et al. [74] eine Ausgewogenheit der Geschlechter an (Männern (46 %), Frauen (54 %)). Wohingegen Kawasaki et al. [64] und Hamaguchi et al. [44] eine Verteilung mit Überwiegen des männlichen Geschlechtes beschrieben. In der vorliegenden Studiengruppe konnte aufgrund der kleinen Fallzahlen nur eine Tendenz von etwas mehr Frauen festgestellt werden. Möglicherweise ist der Pathomechanismus dieser Stimmlippenveränderung zumindest nicht vorrangig geschlechtsspezifisch einzuschätzen.

Lange Zeit wurde in der Literatur ausschließlich über Bamboo nodes bei Frauen berichtet, so zeigten sich auch in dieser Studie Bamboo-Nodes nur bei weiblichen Patientinnen. Erstmals, veröffentlicht durch Fan et al. [29], wurde 2017 ein Fallbericht über einen 46-jährigen Mann mit Bamboo nodes und symmetrischer Polyarthrit. Eine erst kürzlich publizierte Studie aus China berichtete über 14 Fälle von Bamboo-Nodes unter denen sechs Fälle bei männlichen Patienten auftraten [145]. Tendenziell scheinen Bamboo nodes jedoch häufiger bei Frauen aufzutreten, meistens in Verbindung mit einer Autoimmunerkrankung. Eine mögliche Ursache für diese Geschlechterdifferenz könnte das häufigere Auftreten von Autoimmunerkrankungen bei Frauen sein [93, 97]. Als weiterer Risikofaktor für die Entstehung von Bamboo nodes werden Phonationstraumata gesehen. Frauen scheinen aufgrund struktureller Differenzen im Bereich der Larynxanatomie diesbezüglich anfälliger zu sein [135].

Adulte Hämangiome der Stimmlippen sind sehr selten, es gibt nur wenige Fallberichte [10, 28, 59, 65, 66, 72, 100, 103, 111, 112, 121, 144, 156]. In der Literatur wird

überwiegend von männlichen Patienten berichtet. In diese Arbeit ließen sich zwei Hämangiome integrieren, das Geschlechterverhältnis war ausgeglichen.

5.1.2 Altersverteilung

Tabelle 6 zeigt die Distribution des Alters der aktuellen Studie im Vergleich zu vorangegangenen Studien [19, 46, 139]. Hier zeigen sich ähnliche Altersverteilungen: so kamen Stimmstörungen am häufigsten in der Altersgruppe der 45- bis 64-jährigen vor, gefolgt von der Altersgruppe der 25- bis 44-jährigen. Somit zeigten sich Störungen der Stimme am häufigsten im berufstätigen Alter [139]. Mit 62,72 % in der aktuellen Studie scheint die Gruppe der 45- bis 64-jährigen fast doppelt so häufig vertreten zu sein wie in den anderen Studiengruppen und entspricht ebenfalls dem Berufsalter.

Tab. 6: Altersverteilung bei Stimmstörungen im Vergleich mit bestehender Literatur.

in Prozent [%]				
Altersgruppen in Jahren	Herrington-Hall et al. [46]	Coyle et al. [19]	van Houtte et al. [139]	Aktuelle Studie
0 - 14	7,4	3,5	9,0	0
15 - 24	7,4	4,1	17,3	1,96
25 - 44	28,2	26,4	24,9	23,52
45 - 64	34,5	38,9	34,3	62,72
>64	22,6	27,1	14,5	11,76

Reinke-Ödeme kamen in der vorliegenden Studie überwiegend im mittleren Erwachsenenalter vor. Dies stimmt mit Ergebnissen anderer Studien überein [81, 102, 151, 157]. So konnten Zhukhovitskaya et al. [159] zeigen, dass Reinke-Ödeme signifikant häufiger in der Altersgruppe 40 bis 59 Jahre und darüber auftraten. Ebenso dominierten bei Coyle et al. [19] und Van Houtte et al. [139] tendenziell mehr Reinke-Ödeme im mittleren Alter (Altersgruppe der 45- bis 64-jährigen). Für die Entstehung von Reinke-Ödemen werden übermäßiger Stimmgebrauch, langjähriger Nikotinkonsum, Refluxbeschwerden und Alterungsprozesse verantwortlich gemacht

[16, 71, 77, 102]. Eine Akkumulation dieser Risikofaktoren scheint insbesondere bei Berufstätigen im mittleren Alter wahrscheinlich [159].

Auch die Stimmlippenpolypen zeigten sich tendenziell häufiger im mittleren Erwachsenenalter ($\bar{x} = 50$, $Q_{25} = 44$, $Q_{75} = 59,5$). Bei Coyle et al. [19] und Van Houtte et al. [139] waren Stimmlippenpolypen am häufigsten im Alter von 25 bis 64 Jahren vertreten. Bei Zhukhovitskaya et al. [159] fanden sich Polypen eher im früheren Erwachsenenalter zwischen 18 und 39 Jahren. Somit scheint das Auftreten von Stimmlippenpolypen über mehrere Altersdekaden hinweg zu erfolgen. Die Ausübung eines Sprechberufes gilt als Risikofaktor für die Entstehung von Polypen, folglich kann das berufstätige Alter als typisches Erkrankungsalter angesehen werden.

Der Altersmedian im untersuchten Patientenkollektiv der Stimmlippenzysten lag bei 40 Jahren. Bei Zhukhovitskaya et al. [159] traten tendenziell häufiger Zysten in der Altersgruppe 40 bis 59 Jahre auf. Ähnliche Ergebnisse präsentierte die Studie von Coyle et al. [19], hier zeigten sich Zysten gehäuft in der Altersgruppe von 45 bis 64 Jahren. In der Studie von Kirke et al. [67] lag der Altersdurchschnitt bei 47 Jahren. Somit scheint ein gehäuftes Vorkommen von Stimmlippenzysten im mittleren Erwachsenenalter typisch. Interessant ist hier das untersuchte Patientenkollektiv von Martins et al. [78], das 72 Patienten mit Stimmlippenzysten umfasste. Darunter waren 46 erwachsene Patienten (63,89 %) und 26 Kinder (36,11 %). Martins et al. machen hier auf den häufig kongenitalen Ursprung der Epidermoidzysten aufmerksam, deren Symptome schon früh im Kindesalter auftreten können. Zudem sei übermäßiger und unachtsamer Stimmgebrauch auch bei Kindern während sportlicher und spielerischer Aktivitäten nicht selten [55].

Bamboo nodes sind relativ selten im Vergleich zu Stimmlippenpolypen, -zysten und -ödemen. Erkenntnisse stützen sich hier überwiegend auf Fallberichte. Tabelle 7 soll einen Überblick über die Altersverteilung publizierter Fallberichte geben. Der Altersdurchschnitt der 31 hier betrachteten Patientendaten in der Tabelle 7 liegt bei 36 Jahren. Damit liegt das Erkrankungsalter im mittleren Erwachsenenalter. Es waren Schwemmler et al. [116], die erstmals den Fall eines 13-jährigen Mädchens mit Bamboo nodes publizierten, zuvor waren nur adulte Fälle beschrieben worden.

Tab. 7: Altersverteilung bei Bamboo nodes im Vergleich mit bestehender Literatur.

	n	Alter in Jahren	\bar{x}
Hilgert et al. [47]	3	29, 31, 50	37
Hosako-Naito et al. [57]	4	28, 48, 32, 27	34
Murano et al. [83]	2	36, 28	32
Nawka [90]	1	41	-
Sheilla et Surabhi [120]	1	29	-
Villalobos-Sánchez et al. [141]	1	29	-
Schwemle et al. [116]	1	43	-
Levi et al. [75]	1	39	-
Oker et al. [95]	15	-	38
Aktuelle Studie	2	20, 45	33

Hämangiome im Bereich der Stimmlippen zählen ebenfalls zu den seltenen Pathologien. Eine Zusammenfassung des Alters publizierter Fallberichte zeigt die folgende Tabelle 8. Der Altersdurchschnitt liegt auch hier mit 40 Jahren im mittleren Erwachsenenalter.

Tab. 8: Altersverteilung bei Hämangiomen im Vergleich mit bestehender Literatur.

	n	Alter in Jahren	\bar{x}
Bielamowicz et al. [10]	1	28	-
Erkan et al. [28]	2	24, 33	29
Iriz et al. [59]	1	40	-
Prasad et al. [100]	1	35	-
Rafie et al. [103]	1	71	-
Sataloff et al. [112]	1	35	-
Yilmaz et al. [156]	1	41	-
Kimmelman et al. [66]	1	32	-
Aktuelle Studie	2	40, 59	50

5.1.3 Risikofaktoren – Rauchen, Alkohol, BMI

Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen den Stimmlippenpathologien (Stimmlippenzysten, Bamboo nodes, Hämangiomen) und den untersuchten Risikofaktoren (Rauchen, Alkohol, BMI) gefunden werden. Aufgrund geringer

Fallzahlen sind Pathomechanismen und Risikofaktoren häufig schwierig zu eruieren. Überbeanspruchung und Missbrauch der Stimme, Nikotinkonsum und andere Traumata kommen ätiologisch in Betracht [42]. Wobei Epidermoidzysten häufig kongenitalen Ursprungs sind und Bamboo nodes mit Autoimmunerkrankungen assoziiert werden [83, 94, 98]. Weitere Untersuchungen diesbezüglich sollten Gegenstand nachfolgender Studien sein.

In der vorliegenden Studie kam es in 81,6 % der Fälle in der Gruppe der Raucher zur Entwicklung eines Reinke-Ödems, damit zeigte sich ein signifikanter Einfluss des Rauchens auf die Entstehung von Reinke-Ödemen ($p = 0,000$). Rauchen wird als Hauptrisikofaktor für die Entstehung von Reinke-Ödemen angesehen [42, 77, 81, 102, 151, 157]. Marcotullio et al. [77] untersuchten den Einfluss der Menge an täglichen Zigaretten und die Dauer des Nikotinkonsums auf den Ausprägungsgrad des Reinke-Ödems. So schien die klinische Manifestation des Reinke-Ödems mit der Anzahl an täglich konsumierten Zigaretten in Verbindung zu stehen, während der Schweregrad an epithelialen Läsionen mit der Dauer der Tabakrauchexposition einherging. Des Weiteren erhöhte anhaltender Nikotinkonsum das Risiko für Rezidive [77, 94]. Weitere Risikofaktoren stellten übermäßiger Stimmgebrauch, Refluxbeschwerden und Alterungsprozesse dar [16, 42, 77, 94, 159], keinen Einfluss schien der Konsum von Alkohol oder das Körpergewicht zu haben [15, 42, 81].

Bekannt für die Entstehung von Stimmlippenpolypen sind akute oder chronische Phonationstraumata (z.B. lautes Schreien, Husten) [6, 41, 63, 84] und Rauchen insbesondere zusammen mit übermäßigem Stimmgebrauch [39, 69]. In der eigenen Untersuchung konnte ein gehäuftes Auftreten von Stimmlippenpolypen bei Rauchern nicht festgestellt werden (n (Raucher) = 6, n (Nicht-Raucher) = 5). Nagata et al. [84] konnten ebenfalls keinen Einfluss des Rauchens auf die Entstehung von Polypen finden. Hingegen zeigte sich in der Studie von Hah et al. [42] ein positiver Zusammenhang. Effat et al. [25] stellten fest, dass Stimmlippenpolypen bei Rauchern makroskopisch größer waren als bei Nicht-Rauchern. Sie postulierten, dass Zigarettenrauch eine schädigende Wirkung auf das Epithel des Stimmlippenpolypen habe und zu einer verstärkten hyalinen Degeneration führe. Der Konsum von Alkohol und das Körpergewicht zeigten in dieser Studie keinen ätiologischen Einfluss, ebenso bei Hah et al. [42] und weiteren Autoren [79, 84]. Weiterhin werden laryngopharyngealer Reflux

und obere Atemwegsinfektionen als die Stimmlippen schädigenden und damit zur Ausbildung von Polypen begünstigenden Faktoren diskutiert [16, 58, 73, 79].

5.2 Multidimensionaler Prä-/Post-Vergleich anhand ausgewählter Stimmparameter

Das primäre Ziel dieser Arbeit war die, in Anlehnung an das Basis-Protokoll der ELS, multidimensionale Untersuchung der Stimme zur Beurteilung einer Stimmverbesserung nach mikrolaryngoskopischer Intervention bei gutartigen Stimmlippenveränderungen. Das Ergebnis der Datenanalyse demonstrierte eine signifikante Verbesserung bei allen vier untersuchten Stimmparametern: So lag der Median der Veränderung des Voice Handicap Index (VHI) bei -21 Punkten. Laut Definition liegt ein relevantes Ergebnis vor, wenn sich der VHI-Score um mindestens 18 Punkte verändert. Somit ist von einer relevanten Verbesserung der psychosozialen Situation und der damit einhergehenden Lebensqualität auszugehen. Ein signifikantes Ergebnis konnte auch in der subjektiven Fremdbeurteilung erreicht werden, durch Verminderung der Heiserkeit H des RBH-Index. Durch eine Optimierung des Kontaktes zwischen den Stimmlippen und ein besseres Schwingungsverhalten ließ sich eine signifikante Verringerung des Jitters erreichen. Der DSI als multiparametrischer Index, der eine objektiv und quantitativ-messbare Größe darstellen soll und mit dem wahrgenommenen Ausprägungsgrad einer Stimmstörung korreliert, zeigte ebenfalls eine signifikante Verbesserung nach erfolgter Therapie. Somit konnte, wie vom Basis-Protokoll der ELS gefordert, eine stimmliche Verbesserung in mehreren Dimensionen erreicht werden.

Ähnliche Resultate wurden auch schon durch andere Autoren beschrieben. So untersuchten Singh et al. [123] in ihrer prospektiven Studie ebenfalls das Outcome mikrolaryngoskopischer Interventionen mit kalten Instrumenten. Dafür erfolgte die Rekrutierung von 55 Patienten (26 Frauen, 29 Männer), darunter waren Stimmlippenpolypen (17), -knoten (7), -papillome (6), und -zysten (20), sowie Granulome (2) und Synechien (3). Die Patienten wurden prä- und postoperativ einer umfangreichen Stimmdiagnostik zugeführt. Es ließen sich signifikante Verbesserungen hinsichtlich des VHI und des GRB-Scores (hier: RBH-Index) zeigen. Die akustischen Messungen erfolgten hier mittels der Schallanalysesoftware PRAAT: Eine signifikante

Reduktion des Jitters war auch hier nachweisbar. Zu signifikanten Ergebnissen gelangten auch van Dinther et al. [138]. Die 47 Patienten ihrer Studie wurden in zwei Gruppen aufgeteilt: exsudative Läsionen des Reinke-Raumes (Knoten (10), Polypen (12), Pseudozysten (4), Gefäßektasien (2)) und kongenitale/strukturelle Läsionen (Retentions- und Epidermoidzysten (11), Stimmlippenfurchen (7) und –synechien (1)). Die prä- und postoperativen Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an das Protokoll der ELS, der messtechnische Teil wurde mit einer Stimmanalysesoftware der Firma Kay Elemetrics durchgeführt. Für beide Gruppen zeigten sich signifikante Verbesserungen für VHI, DSI und G-Score (hier: Heiserkeit H).

Hinsichtlich des Vergleiches zwischen den Prä-Post-Untersuchungen der einzelnen histologischen Subgruppen, fanden sich lediglich in der Gruppe der Reinke-Ödeme signifikante Unterschiede für alle vier untersuchten Stimmparameter, sowie bei den Stimmlippenpolypen für den VHI und den Heiserkeitsgrad H. Auch wenn keine signifikanten Ergebnisse erzielt werden konnten, präsentierten sich tendenziell auch in den anderen Subgruppen Verbesserungen bei allen Stimmparametern. Lediglich in der Gruppe der Bamboo nodes zeigte sich eine Verschlechterung des Jitters. Das Fehlen einer statistisch signifikanten Änderung für die histologischen Subgruppen hängt sehr wahrscheinlich mit der kleinen Stichprobengröße dieser Teilmengen zusammen. Zudem könnte die Jitter-Verschlechterung bei den Bamboo nodes auf die generell schwierige operative Behandlung dieser Stimmlippenpathologie hinweisen. Bamboo nodes weisen häufig eine diffuse und tiefreichende Ausbreitung auf, die einen schweren Substanzdefekt zur Folge haben kann, OP-Indikationen sollten hier immer vorsichtig gestellt werden und das Operationsausmaß schonend sein [90, 115].

In die Studie von Johns et al. [62] wurden 42 Patienten (29 Frauen, 13 Männer) eingeschlossen, darunter 13 Zysten, 21 Polypen, 5 Stimmlippenvernarbungen und 3 Reinke-Ödeme. Alle Patienten erhielten vor dem operativen Eingriff eine Stimmtherapie. Die akustischen Messungen erfolgten mit einer Analysesoftware der Firma Kay Elemetrics. Signifikante Verbesserungen für den Voice Handicap Index konnten nur in den Gruppen der Polypen und Zysten erreicht werden. Der VHI bei den Reinke-Ödemen und Stimmlippennarben verbesserte sich zwar tendenziell, jedoch nicht signifikant. Die Autoren vermuteten auch hier eine zu geringe Fallzahl bzw. machten auf die schwierige Therapie von Stimmlippenvernarbungen aufmerksam. Der Jitter

verbesserte sich signifikant in der Gruppe der Frauen, jedoch nicht bei den Männern, auch hierfür wurde eine zu geringe Stichprobengröße verantwortlich gemacht.

5.3 Der Zeitpunkt der postoperativen Kontrolle als möglicher Einflussfaktor auf das Outcome

Wundheilungsprozesse sind komplex und im Bereich der Stimmlippen wenig erforscht [11, 32, 85]. Im Grunde geht man jedoch von ähnlichen Prozessen wie im Bereich der Cutis aus. Die Wundheilung wird in drei Phasen eingeteilt [12]: inflammatorische, proliferative und Remodellierungsphase. Die letzte Phase kann dabei bis zu einem Jahr oder länger andauern. Insofern stellt sich die Frage ab welchem Zeitpunkt nach der OP die endgültige stimmliche Leistungsfähigkeit erreicht ist. Aus diesem Grund wurde die Studiengruppe in zwei Gruppen geteilt: In der ersten Gruppe erfolgte die postoperative Kontrollmessung innerhalb der ersten 90 Tage, in der zweiten Gruppe am 91. Tag oder später. Die Analyse der Daten wies keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der erhobenen Stimmparameter und dem Zeitpunkt der postoperativen Stimmdiagnostik auf. Tendenziell zeigten sich jedoch bessere Werte bei den Patienten, die erst am 91. Tag oder später ihre Kontrolluntersuchung erhielten.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in der Studie von Sharma et al. [119], hier erfolgte die postoperative Stimmdiagnostik drei und sechs Monate nach stattgehabter Therapie. Insgesamt 30 Patienten wurden in der Studie erfasst: 16 Polypen, sieben Knoten, fünf Zysten, ein Papillom und eine Stimmlippenfurchung. Die Behandlung der Stimmlippenknoten wurde zunächst durch eine Stimmtherapie versucht, bei persistierendem Befund erfolgte, wie bei den anderen Pathologien, die mikrochirurgische Exzision. Alle Patienten erhielten postoperativ eine Stimmtherapie. Die Selbsteinschätzung der Stimme erfolgte hier mittels visueller Analogskala (VAS), es zeigte sich eine signifikante Verbesserung drei Monate nach Therapieende. Ebenso bei der Fremdeinschätzung mittels GRBAS-Skala. Die akustischen Messungen erfolgten mit der Analysesoftware PRAAT, hier ließ eine signifikante Verminderung des Jitters ein verbessertes Schwingungsverhalten der Stimmlippen erkennen. Die wiederholte Stimmdiagnostik sechs Monate nach der Therapie ließ eine weitere Verbesserung erkennen, jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant. Stajner-

Katusic et al. [128] verglichen die Selbsteinschätzung von Patienten, die Beurteilung eines gehörgeschulten Untersuchers und akustische Parameter vor, einen Monat nach und sechs Jahre nach mikrolaryngoskopischer Abtragung bei fünf Patienten mit Polypen. Es zeigte sich eine signifikante Verbesserung nach dem operativen Eingriff, während sechs Jahre danach eine leichte Verschlechterung zu registrieren war, die jedoch nicht signifikant war.

Eindeutige stimmliche Erfolge zeigen sich schon in den ersten drei Monaten nach der OP. Weitere Verbesserungen sind auch noch danach zu erwarten, jedoch nicht mehr signifikant. Eine erneute Verschlechterung der Stimme ist zu erwarten, wenn präventive Maßnahmen nicht bedacht werden [32, 85].

5.4 Fazit und Ausblick

Dysphonien mit dem Kardinalsymptom der Heiserkeit sind in der allgemeinen Bevölkerung häufig [109]. Die Prävalenz von benignen Stimmlippenerkrankungen liegt zwischen 10,7 % und 31 % [18, 106]. Eine ernst zu nehmende Zahl, bedenkt man welche Wichtigkeit der Stimme im alltäglichen Leben eines Einzelnen zukommt und welche Leistungsfähigkeit von ihr gefordert wird. Somit ist die Erwartungshaltung des Patienten gegenüber seinem behandelnden Arzt und dessen Therapie hoch. Ohnehin schon macht die Stimme aufgrund ihrer Einzigartigkeit und Komplexität eine Therapie im hohen Maße anspruchsvoll. Dementsprechend schwer ist es, den Erfolg einer stimmtherapeutischen Intervention zu messen und zu objektivieren. Während sich das Können des Operateurs optimalerweise auf möglichst zuverlässige und aussagekräftige Messparameter stützt, die eine Vergleichbarkeit ermöglichen, hat die subjektive Wahrnehmung und die Zufriedenheit des einzelnen Patienten einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die Erfolgsbeurteilung. Dies verdeutlicht den Stellenwert einer multidimensionalen Stimmdiagnostik.

In der hier vorliegenden Studie konnte eine signifikante Verbesserung der Stimme nach erfolgter operativer Therapie anhand objektiv-apparativer Stimmparameter gezeigt werden, ebenso mittels subjektiver Beurteilung (VHI-Fragebogen und RBH-Index). Präsentierte sich präoperativ eine erhebliche Beeinträchtigung des Patienten durch seine Stimmstörung, konnte postoperativ eine signifikante Verbesserung sowohl auf

funktioneller, physischer als auch emotionaler Ebene erreicht werden. Folglich scheint die operative Therapie gutartiger Stimmlippenveränderungen mittels Mikrolaryngoskopie nicht nur für den Operateur ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen, sondern auch für den Patienten, dessen Leidensdruck gesenkt und Lebensqualität gesteigert werden kann.

Andere Studien kamen zu ähnlichen Resultaten, jedoch leidet die Vergleichbarkeit oftmals unter der Verwendung unterschiedlicher Stimmparameter und apparativer Stimmdiagnostik. Eine Vereinheitlichung der Diagnostik und der damit verbundenen Orientierung an Empfehlungen wie dem ELS-Protokoll wäre wünschenswert als Voraussetzung für eine Vergleichbarkeit und Normierung. Dazu wäre auch die Vereinheitlichung der apparativen Stimmdiagnostik sinnvoll, um unterschiedliche Rechenalgorithmen zu vermeiden und standardisierte Normwerte zu etablieren.

In der Studie von Roy et al. [109] zeigte sich, dass nur 5,9 % der befragten Studienteilnehmer mit einer Stimmstörung sich professionelle Hilfe gesucht hatten. Ebenso hatten nur 14,3 % der Lehrer und Lehrerinnen mit intermittierender oder anhaltender Stimmstörung sich medizinische Hilfe gesucht, obwohl ihre Stimme ein essenzielles Instrument bei der Ausübung ihres Berufes darstellt [108]. Mangelndes Bewusstsein für Heiserkeit und ihre Ursachen sind potenzielle Hindernisse für eine angemessene Versorgung. Wichtig für die Zukunft ist daher, in der Gesellschaft ein größeres Bewusstsein für Stimmstörungen zu schaffen und präventive Maßnahmen zu ergreifen. So wäre es denkbar Stimmhygiene und Stimmschulung als festen Bestandteil in den Lehrplan stimmintensiver Berufe zu integrieren.

Wichtig, um präventive Maßnahmen ergreifen zu können, aber auch für den postoperativen Verlauf, ist das Erkennen von Risikofaktoren. Eine operative Therapie mittels Mikrolaryngoskopie ermöglicht eine rasche Symptomkontrolle, bedarf im Anschluss jedoch einer gewissen Disziplin im Sinne von Lifestyleänderungen wie Nikotinkarenz oder dem bewussten Umgang mit der eigenen Stimme, um ein dauerhaftes stimmverbesserndes Ergebnis halten zu können.

Limitiert wird die vorliegende Studie durch eine geringe Fallzahl, insbesondere in der Subgruppe der Bamboo nodes und Hämangiome, wobei es sich hier um seltene Pathologien handelt. Da sich die Studienergebnisse auf eine retrospektive Datenerfassung stützen, müssen fehlende oder unvollständige Angaben zur Anamnese

als Informationsverlust hingenommen werden, ebenso wurden anhaltende postoperative Risikofaktoren nicht systematisch erfasst. Interessant wäre die Beobachtung der Patienten über einen längeren Zeitraum im Sinne einer Follow-up-Studie, um weitere Verbesserungen oder wieder zunehmende Verschlechterungen zu erfassen. Darüber hinaus wäre für kommende Studien der Vergleich mit einer Kontrollgruppe, die beispielsweise nur eine Stimmtherapie erhält, aufschlussreich.

6 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war die, in Anlehnung an das Basis-Protokoll der ELS, multidimensionale Untersuchung der Stimmqualität zur Beurteilung einer Stimmverbesserung nach phonochirurgischer Intervention bei gutartigen Stimmlippenerkrankungen in einem Patientenkollektiv an der HNO-Universitätsklinik in Magdeburg. Hierfür wurden die Daten von 51 Patienten, die sich im Zeitraum von 2014 bis 2020 aufgrund einer Stimmstörung in operativer Behandlung befanden, ausgewertet.

Es zeigte sich in der Gesamtgruppe eine signifikante Verbesserung sowohl der objektiv-apparativen, als auch der auditiv-subjektiven Stimmparameter. In den histologischen Subgruppen konnten für die Reinke-Ödeme und Polypen signifikante Ergebnisse erzielt werden, tendenzielle Verbesserungen zeigten sich auch in den anderen Subgruppen. Folglich scheint die operative Therapie gutartiger Stimmlippenveränderungen mittels Mikrolaryngoskopie nicht nur für den Operateur ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen, sondern auch für den Patienten, dessen Leidensdruck gesenkt und Lebensqualität gesteigert werden kann. Ähnliche Ergebnisse konnten auch in anderen Studien gefunden werden, um jedoch eine bessere Vergleichbarkeit zu schaffen, wäre die Vereinheitlichung der Stimmdiagnostik wünschenswert.

Bei der epidemiologischen Auswertung des untersuchten Patientenkollektivs zeigten sich Reinke-Ödeme signifikant häufiger bei Frauen, während Polypen häufiger bei Männern zu finden waren. Rauchen als Risikofaktor bei der Entstehung von Reinke-Ödemen konnte bestätigt werden.

Zusammenfassend ermöglicht die mikrolaryngoskopische Therapie von benignen Stimmlippenpathologien eine rasche Symptombesserung, wichtig in diesem Zusammenhang ist aber auch die Kontrolle der Risikofaktoren für einen anhaltenden Erfolg.

7 Summary

The aim of this work was, based on the European Laryngological Society (ELS) basic protocol, a multidimensional examination of voice quality to assess voice improvement after phonosurgical intervention for benign vocal fold diseases in a patient group at the University Clinic of Otolaryngology, Head and Neck Surgery in Magdeburg. For this purpose, the data from 51 patients who underwent surgical treatment for a voice disorder between 2014 and 2020 were evaluated.

There was a significant improvement in both the objective and subjective voice parameters in the entire group. In the histological subgroups, significant results were achieved for Reinke's edema and polyps, and improvements were also evident in the other subgroups. Consequently, the surgical treatment of benign vocal fold changes using microlaryngoscopy appears to achieve a satisfactory result not only for the surgeon, but also for the patient, whose suffering can be reduced and quality of life increased. Similar results could also be found in other studies, but in order to create better comparability, standardization of voice diagnostics would be desirable.

In the epidemiological evaluation of the patient population examined, Reinke's edema was found significantly more frequently in women, while polyps were found more frequently in men. Smoking was confirmed as a risk factor in the development of Reinke's edema.

In summary, microlaryngoscopic therapy of benign vocal fold pathologies enables rapid improvement of symptoms, but in this context it is also important to control the risk factors for lasting success.

8 Abkürzungsverzeichnis in alphabetischer Reihenfolge

Abb.	Abbildung
Anh.	Anhang
BMI	Body-Mass-Index
DSI	Dysphonia Severity Index
ELS	European Laryngological Society
GRBAS	Grading, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain
HNO	Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde
IQR	Interquartilabstand
MLS	Mikrolaryngoskopie
MPT	Maximale Phonationszeit
Pkt.	Punkte
R	Range (Spannweite)
RBH	Rauheit, Behauchtheit, Heiserkeit
Tab.	Tabelle
UEP	Union der Europäischen Phoniater
VAS	Visuelle Analogskala
VDC	Voice Diagnostic Center
VHI	Voice Handicap Index

9 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Übersicht der multidimensionalen Stimmdiagnostik nach dem Basisprotokoll der ELS	4
Abb. 2: Eigene schematische Darstellung des Aufbaus der Stimmlippe in Anlehnung an das „Body-Cover-Modell“	7
Abb. 3: Eigene schematische Darstellung der mikrolaryngoskopischen Untersuchung	11
Abb. 4: Stimmdiagnostischer Untersuchungsaufbau.....	17
Abb. 5: Altersverteilung Gesamt- und Untergruppen	24
Abb. 6: Geschlechterverteilung der Stimmbandpathologien im Studienkollektiv	25
Abb. 7: Rauchen als Risikofaktor bei der Entstehung von Stimmbandpathologien ...	26
Abb. 8: Boxplot des prä- und postoperativen Voice Handicap Index (VHI)	27
Abb. 9: Boxplot des prä- und postoperativen Heiserkeitsgrades H	28
Abb. 10: Boxplot des prä- und postoperativen Dysphonia Severity Index (DSI)	29
Abb. 11: Prä- und postoperative Schweregradzuordnung anhand der DSI-Klassifikation von lingWAVES	30
Abb. 12: Boxplot des prä- und postoperativen Jitters	31
Tab. 1: Übersicht Patientenkollektiv	15
Tab. 2: Schweregradeinteilung des VHI	20
Tab. 3: DSI-Klassifikation nach lingWAVES	22
Tab. 4: Beschreibende Statistik der einzelnen histologischen Untergruppen	32
Tab. 5: Prä- und postoperativer Vergleich der Stimmparameter in Abhängigkeit vom Kontrollzeitpunkt	33
Tab. 6: Altersverteilung bei Stimmstörungen im Vergleich mit bestehender Literatur.	37
Tab. 7: Altersverteilung bei Bamboo nodes im Vergleich mit bestehender Literatur ...	39
Tab. 8: Altersverteilung bei Hämangiomen im Vergleich mit bestehender Literatur....	39

10 Literatur

1. Aichinger P, Feichter F, Aichstill B, Bigenzahn W, Schneider-Stickler B (2012) Inter-device Reliability of DSI Measurement. *Logoped Phoniatr Vocol* 37(4):167–173.
2. Altman KW (2007) Vocal Fold Masses. *Otolaryngol Clin N Am* 40(5):1091-1108.
3. Anders LC, Hollien H, Hurme P, Sonninen A, Wendler J (1988) Perception of Hoarseness by Several Classes of Listeners. *Folia Phoniatr Logop* 40(2):91–100.
4. Arens C, Voigt-Zimmermann S (2016) Chirurgie des Larynx - Teil 1: Benigne Läsionen. *Laryngorhinootologie* 95(6):419–436.
5. Aumüller G, Engele J, Kirsch J, Mense S (Hrsg.) (2014) Anatomie, 3. Aufl. Duale Reihe. Thieme, Stuttgart.
6. Bastian RW, Thomas JP (2016) Do Talkativeness and Vocal Loudness Correlate With Laryngeal Pathology? A Study of the Vocal Overdoer/Underdoer Continuum. *J Voice* 30(5):557–562.
7. Bergauer UG, Janknecht S (2011) Praxis der Stimmtherapie. Logopädische Diagnostik, Behandlungsvorschläge und Übungsmaterialien, 3. Aufl. Springer, Berlin.
8. Bertakis KD, Azari R, Helms LJ, Callahan EJ, Robbins JA (2000) Gender Differences in the Utilization of Health Care Services. *J Fam Pract* 49(2):147–152.
9. Bhattacharyya N (2014) The Prevalence of Voice Problems Among Adults in the United States. *Laryngoscope* 124(10):2359–2362.
10. Bielamowicz S, Stager S, Soofer S (2000) Vocal Fold Hemangioma. *Ear Nose Throat J* 79(4):230.
11. Branski RC, Rosen CA, Verdolini K, Hebda PA (2005) Acute Vocal Fold Wound Healing in a Rabbit Model. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 114(1):19–24.
12. Branski RC, Verdolini K, Sandulache V, Rosen CA, Hebda PA (2006) Vocal Fold Wound Healing: A Review for Clinicians. *J Voice* 20(3):432–442.
13. Brinca L, Nogueira P, Tavares AI, Batista AP, Gonçalves IC, Moreno ML (2015) The Prevalence of Laryngeal Pathologies in an Academic Population. *J Voice* 29(1):130.e1-9.
14. Butler JE, Hammond TH, Gray SD (2001) Gender-Related Differences of Hyaluronic Acid Distribution in the Human Vocal Fold. *Laryngoscope* 111(5):907–911.

15. Byeon H (2015) Prevalence of Perceived Dysphonia and Its Correlation With the Prevalence of Clinically Diagnosed Laryngeal Disorders: The Korea National Health and Nutrition Examination Surveys 2010-2012. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 124(10):770–776.
16. Chung JH, Tae K, Lee YS, Jeong JH, Cho SH, Kim KR, Park CW, Han DS (2009) The Significance of Laryngopharyngeal Reflux in Benign Vocal Mucosal Lesions. *Otolaryngol Head Neck Surg* 141(3):369–373.
17. Cohen E, Kolbus A, van Trotsenburg M, Rudas M, Horvat R, Schneider B (2009) Immunohistochemical Examinations of Sex Hormone Receptors in Benign Vocal Fold Lesions. *Folia Phoniatr Logop* 61(5):259–262.
18. Cohen SM, Kim J, Roy N, Asche C, Courey M (2012) Prevalence and Causes of Dysphonia in a Large Treatment-Seeking Population. *Laryngoscope* 122(2):343–348.
19. Coyle SM, Weinrich BD, Stemple JC (2001) Shifts in Relative Prevalence of Laryngeal Pathology in a Treatment-Seeking Population. *J Voice* 15(3):424–440.
20. Dejonckere PH, Obbens C, De-Moor GM, Wieneke GH (1993) Perceptual Evaluation of Dysphonia: Reliability and Relevance. *Folia Phoniatr Logop* 45(2):76–83.
21. Dejonckere PH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier-Buchman L, Millet B (1996) Differentiated Perceptual Evaluation of Pathological Voice Quality: Reliability and Correlations with Acoustic Measurements. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 117(3):219–224.
22. Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, van de Heyning P, Remacle M, Woisard V (2001) A Basic Protocol for Functional Assessment of Voice Pathology, Especially for Investigating the Efficacy of (Phonosurgical) Treatments and Evaluating New Assessment Techniques. Guideline Elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258(2):77–82.
23. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V. (2003) Voice Handicap Index, deutsche Fassung. www.dgpp.de. Zugegriffen: 08. Januar 2025.
24. De Vasconcelos D, de Oliveira Camargo Gomes A, de Araújo CMT (2019) Vocal Fold Polyps: Literature Review. *Int Arch Otorhinolaryngol* 23(1):116–124.
25. Effat KG, Milad M (2015) A Comparative Histopathological Study of Vocal Fold Polyps in Smokers Versus Non-Smokers. *J Laryngol Otol* 129(5):484–488.
26. Eicher I, van Thiel I (2011) Erfolgskontrolle in der Stimmtherapie durch Stimmfeldmessung und Voice Handicap Index (VHI). *Sprache Stimme Gehör* 35(1):e26-e33.

27. Enderby P, John A (1997) *Therapy Outcome Measures: Speech-Language Pathology*. Singular Publishing Group Inc., San Diego/London.
28. Erkan A, Yavuz H, Bolat F, Yilmaz I (2007) Hemangioma of the Vocal Cords: Review of Two Cases. *J Otolaryngol* 36(4):E48-50.
29. Fan Y, Chen X (2017) Bamboo Nodes of the Vocal Cords. *CMAJ* 189(15):E572.
30. Feldmann H (2002) Diagnostik und Therapie der Kehlkopfkrankheiten in der Geschichte der Medizin - Teil II: Die Erfindung der indirekten Laryngoskopie. *Laryngorhinootologie* 81(1):46–55.
31. Fleischer S, Hess M (2006) Die Bedeutung der Stroboskopie in der laryngologischen Praxis. *HNO* 54(8):628–634.
32. Fleischer S, Hess M (2020) Muss der Patient nach einer Stimmlippenoperation wirklich schweigen? *Sprache Stimme Gehör* 44(1):29–33.
33. Friedrich G (2013) Phonochirurgie: Definition, Klassifikation, Indikation. *HNO* 61(2):92–93.
34. Friedrich G, Bigenzahn W (2001) Phonochirurgie - Moderne stimmverbessernde Kehlkopfchirurgie. *European Surg* 33(4):187–193.
35. Friedrich G, Dejonckere PH (2005) The Voice Evaluation Protocol of the European Laryngological Society (ELS) - First Results of a Multicenter Study. *Laryngorhinootologie* 84(10):744–752.
36. Friedrich G, Remacle M, Birchall M, Marie JP, Arens C (2007) Defining Phonosurgery: A Proposal for Classification and Nomenclature by the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society (ELS). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264(10):1191–1200.
37. Fujiu M, Hibi SR, Hirano M (1988) An Improved Technique for Measurement of the Relative Noise Level Using a Sound Spectrograph. *Folia Phoniatr Logop* 40(2):53–57.
38. Garcia ML (1856) Observations on the Human Voice. *Proc. R. Soc. Lond.* 7:399–410.
39. Gnjatic M, Stankovic P, Djukić V (2009) The Effect of Smoking and Forced Use of the Voice to Development of the Vocal Polyps. *Acta Chir Jugosl* 56(2):27–32.
40. Griechischer Fabeldichter (um 600 v. Chr.) Nordwind und Sonne. Äsop-Fabel. <http://www2.ims.uni-stuttgart.de/sgtutorial/nordwind.html>. Zugegriffen: 08. Januar 2025.
41. Gunter HE (2004) Modeling Mechanical Stresses As a Factor in the Etiology of Benign Vocal Fold Lesions. *J Biomech* 37(7):1119–1124.

42. Hah JH, Sim S, An S-Y, Sung M-W, Choi HG (2015) Evaluation of the Prevalence of and Factors Associated with Laryngeal Diseases Among the General Population. *Laryngoscope* 125(11):2536–2542.
43. Hajek M (1891) Anatomische Untersuchungen über das Larynxödem. *Langenbecks Arch Surg* (42):46–93.
44. Hamaguchi K, Saito Y, Nara T, Tanaka S (1966) A Mucous Retention Cyst of the Vocal Cord. *Otolaryngology* (38):521–525.
45. Hammer SS, Teufel-Dietrich A (2017) Stimmtherapie mit Erwachsenen. Was Stimmtherapeuten wissen sollten. In: Thiel MM, Wanke M, Weber S (Hrsg.), *Praxiswissen Logopädie*, 6. Aufl. Springer, Berlin.
46. Herrington-Hall BL, Lee L, Stemple JC, Niemi KR, McHone MM (1988) Description of Laryngeal Pathologies by Age, Sex, and Occupation in a Treatment-Seeking Sample. *J Speech Hear Disord* 53(1):57–64.
47. Hilgert E, Toleti B, Kruger K, Nejedlo I (2008) Hoarseness Due to Bamboo Nodes in Patients with Autoimmune Diseases: A Review of Literature. *J Voice* 22(3):343–350.
48. Hirano M (1974) Morphological Structure of the Vocal Cord As a Vibrator and Its Variations. *Folia Phoniatr (Basel)* 26(2):89–94.
49. Hirano M (1975) Phonosurgery: Basic and Clinical Investigations. *Otol (Fukuoka)* 21:239–242.
50. Hirano M (1977) Structure and Vibratory Behavior of the Vocal Folds. In: Sawashimu T, Cooper F (Hrsg.), *Dynamic Aspects of Speech Production*, 13-27.
51. Hirano M (1989) Objective Evaluation of the Human Voice: Clinical Aspects. *Folia Phoniatr Logop* 41(2-3):89–144.
52. Hirano M, Kakita Y (Hrsg.) (1985) *Cover-Body-Theory of Vocal Fold Vibration*. San Diego, Calif.: College-Hill Press.
53. Hirano M, Kurita S, Matsuo K, Nagata K (1980) Laryngeal Tissue Reaction to Stress. In: Lawrence V. (Hrsg.), *Transcripts of the Ninth Symposium: Care of the Professional Voice, Part II*. New York: The Voice Foundation, 10–20.
54. Hochman II, Zeitels SM (2000) Phonomicrosurgical Management of Vocal Fold Polyps: The Subepithelial Microflap Resection Technique. *J Voice* 14(1):112–118.
55. Hooper CR (2004) Treatment of Voice Disorders in Children. *LSHSS* 35(4):320–326.
56. Hosako Y, Nakamura M, Tayama N, Mizuno M, Matsunaga A, Niimi S, Hirose H, Hagino S (1993) Laryngeal Involvements in Systemic Lupus Erythematosus: A Case Report. *Larynx Jpn* 5:171–175.

57. Hosako-Naito Y, Tayama N, Niimi S, Aotsuka S, Miyaji M, Oka T, Fujinami M, Kitahara N (1999) Diagnosis and Physiopathology of Laryngeal Deposits in Autoimmune Disease. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 61(3):151–157.
58. Hu HM, Yu L, Fu R, Xiao C (2020) Case-Control Survey on Relationship Between Laryngopharyngeal Reflux and Vocal Fold Polyps. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi* 55(8):774–778.
59. Iriz A, Durmaz E, Akmansu H, Dagli M, Albayrak L (2008) Vocal Cord Hemangioma: A Rare Localization in Adults. *Turk J Med Sci* 38(6):1–3.
60. Isshiki N, Takeuchi Y (1970) Factor analysis of hoarseness. *Stud phonol* 5:37–44.
61. Jacobson B, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger M (1997) The Voice Handicap Index (VHI). Development and Validation. *Am J Speech Lang Pathol* 6(3):66–70.
62. Johns MM, Garrett CG, Hwang J, Ossoff RH, Courey MS (2004) Quality-of-Life Outcomes Following Laryngeal Endoscopic Surgery for Non-Neoplastic Vocal Fold Lesions. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 113(8):597–601.
63. Kambic V, Radsel Z, Zargi M, Acko M (1981) Vocal Cord Polyps: Incidence, Histology and Pathogenesis. *J Laryngol Otol* 95(6):609–618.
64. Kawasaki H, Kuratomi K, Mitsumasu T (1983) Cysts of the Larynx. A 10-Year Review of 94 Patients. *Auris Nasus Larynx* 10:47-52.
65. Kazikdas KC, Yalcinozan ET, Tinazli R, Safakogullari H, Safak MA (2019) Vocal Fold Hemangioma. *Ear Nose Throat J* 98(5):257–258.
66. Kimmelman CP, Sugar JO, Lowry LD (1979) Resident's Page. Pathologic Quiz Case 2. Hemangioma of the Vocal Cord. *Arch Otolaryngol* 105(8):500–502.
67. Kirke DN, Sulica L (2020) The Natural History of Vocal Fold Cysts. *Laryngoscope* 130(9):2202–2207.
68. Kleinsasser O (1964) Mikrochirurgie im Kehlkopf. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 183(2):428–433.
69. Kleinsasser O (1982) Pathogenesis of Vocal Cord Polyps. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 91(4 Pt 1):378–381.
70. Kleinsasser O (1991) Mikrolaryngoskopie und endolaryngeale Mikrochirurgie. Technik und typische Befunde, 3. Aufl. Schattauer, Stuttgart.
71. Kraft M, Glanz H, von Gerlach S, Wisweh H, Lubatschowski H, Arens C (2010) Morphologische Klassifikation des Reinke-Ödems mittels optischer Kohärenztomografie. *Laryngorhinootologie* 89(4):224–227.

72. Léauté-Labrèze C, Harper JJ, Hoeger PH (2017) Infantile Haemangioma. *The Lancet* 390(10089):85–94.
73. Lechien JR, Saussez S, Nacci A, Barillari MR, Rodriguez A, Le Bon SD, Crevier-Buchman L, Harmegnies B, Finck C, Akst LM (2019) Association Between Laryngopharyngeal Reflux and Benign Vocal Folds Lesions: A Systematic Review. *Laryngoscope* 129(9):E329-341.
74. Lehmann W, Pampurik J, Guyot JP (1989) Laryngeal Pathologies Observed in Microlaryngoscopy. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 51(4):206–215.
75. Lévi LI, Chevaillier G, Bouché C, Mahr A (2014) Vocal Fold Bamboo Nodes in Undifferentiated Connective Tissue Disease. *Rheumatology (Oxford)* 53(11):1993.
76. Lyberg-Åhlander V, Rydell R, Fredlund P, Magnusson C, Wilén S (2019) Prevalence of Voice Disorders in the General Population, Based on the Stockholm Public Health Cohort. *J Voice* 33(6):900–905.
77. Marcotullio D, Magliulo G, Pezone T (2002) Reinke's Edema and Risk Factors: Clinical and Histopathologic Aspects. *Am J Otolaryngol* 23(2):81–84.
78. Martins RHG, Santana MF, Tavares ELM (2011) Vocal Cysts: Clinical, Endoscopic, and Surgical Aspects. *J Voice* 25(1):107–110.
79. Martins RHG, Defaveri J, Domingues MAC, Albuquerque e Silva R de (2011) Vocal Polyps: Clinical, Morphological, and Immunohistochemical Aspects. *J Voice* 25(1):98–106.
80. Martins RHG, Pereira ERBN, Hidalgo CB, Tavares ELM (2014) Voice Disorders in Teachers. A Review. *J Voice* 28(6):716–724.
81. Matsuo K, Kamimura M, Hirano M (1983) Polypoid Vocal Folds. A 10-Year Review of 191 Patients. *Auris Nasus Larynx* 10:S37-45.
82. Michaelis D (1999) Das Göttinger Heiserkeits-Diagramm - Entwicklung und Prüfung eines akustischen Verfahrens zur objektiven Stimmgütebeurteilung pathologischer Stimmen. Dissertation, Göttingen.
83. Murano E, Hosako-Naito Y, Tayama N, Oka T, Miyaji M, Kumada M, Niimi S (2001) Bamboo Node: Primary Vocal Fold Lesion as Evidence of Autoimmune Disease. *J Voice* 15(3):441–450.
84. Nagata K, Kurita S, Yasumoto S, Maeda T, Kawasaki H, Hirano M (1983) Vocal Fold Polyps and Nodules. A 10-Year Review of 1,156 Patients. *Auris Nasus Larynx* 10:S27-35.
85. Nawka T (2008) Postoperative Betreuung in der operativen Laryngologie. *HNO* 56(12):1183–1189.

86. Nawka T, Hosemann W (2005) Gestörte Stimme. Chirurgische Verfahren. *Laryngorhinootologie* 84:S201-212.
87. Nawka T, Anders LC, Wendler J (1994) Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. *Sprache Stimme Gehör* (18):130–133.
88. Nawka T, Wiesmann U, Gonnermann U (2003) Validierung des Voice Handicap Index (VHI) in der deutschen Fassung. *HNO* 51(11):921–930.
89. Nawka T (2017) Stimmlippenzyste. *Laryngorhinootologie* 96(10):676–677.
90. Nawka T (2019) Bamboo Nodes. *Laryngorhinootologie* 98(8):534–535.
91. Nawka T, Hosemann WG (2006) *Phonochirurgie. Ein ärztlicher Leitfaden*, 1. Aufl. Endo-Press.
92. Nawka T, Martin A, Caffier PP (2013) Mikrolaryngoskopie und Phonomikrochirurgie. *HNO* 61(2):108–116.
93. Ngo ST, Steyn FJ, McCombe PA (2014) Gender Differences in Autoimmune Disease. *Front Neuroendocrinol* 35(3):347–369.
94. Nielsen VM, Højslet PE, Karlslose M (1986) Surgical Treatment of Reinke's Oedema (Long-Term Results). *J Laryngol Otol* 100(2):187–190.
95. Oker N, Julien-Laferrrière A, Herman P, Chevaillier G (2019) Bamboo Nodes on a Series of 15 Patients: Vocal Fold Lesion as a Sign of Autoimmune Disease and Microphonotrauma. *J Voice* 33(3):357–362.
96. Olthoff A (2016) Chirurgie gutartiger Stimmlippenbefunde. *HNO* 64(9):683–694.
97. Ortona E, Pierdominici M, Maselli A, Veroni C, Aloisi F, Shoenfeld Y (2016) Sex-Based Differences in Autoimmune Diseases. *Ann Ist Super Sanita* 52(2):205–212.
98. Perouse R, Coulombe B, Cornut G, Bouchayer M (2001) "Bamboo nodes": étude clinique à propos de 19 cas. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)* 122(5):299–302.
99. Pickhard A, Reiter R (2013) Benigne Stimmlippen-tumore. *Laryngorhinootologie* 92(5):304–312.
100. Prasad SC, Prasad KC, Bhat J (2008) Vocal Cord Hemangioma. *Med J Malaysia* 63(5):419–420.
101. Ptok M, Schwemmler C, Iven C, Jessen M, Nawka T (2006) Zur auditiven Bewertung der Stimmqualität. *HNO* 54(10):793–802.
102. Raabe J, Pascher W (1999) Das Reinke-Ödem: Eine Untersuchung zu Fragen der Ätiologie, der Prognose und der Wirksamkeit therapeutischer Interventionen. *Laryngorhinootologie* 78(2):97–102.

103. Rafie A, Jolly K, Darr A, Thompson S (2020) Adult Cavernous Haemangioma of the Vocal Cords with a Unique Presentation of Acute Respiratory Distress: A Case Report. *Ann R Coll Surg Engl* 102(7):e152-e154.
104. Reinke FB (1895) Untersuchungen über das menschliche Stimmband. *Fortschr Med* 12:469–478.
105. Reinke FB (1897) Über die funktionelle Struktur der menschlichen Stimmlippe mit besonderer Berücksichtigung des elastischen Gewebes. *Anatomische Hefte* (9):103–116.
106. Reiter R, Hoffmann TK, Pickhard A, Brosch S (2015) Hoarseness-Causes and Treatments. *Dtsch Arztebl Int* 112(19):329–337.
107. Richter B (2016) Bildgebende Diagnostik: Video-Laryngo-Stroboskopie, Hochgeschwindigkeitsglottografie, dynamische Kernspintomografie. *Sprache Stimme Gehör* 40(4):168–172.
108. Roy N, Merrill RM, Thibeault S, Parsa RA, Gray SD, Smith EM (2004) Prevalence of Voice Disorders in Teachers and the General Population. *J Speech Lang Hear Res* 47(2):281–293.
109. Roy N, Merrill RM, Gray SD, Smith EM (2005) Voice Disorders in the General Population: Prevalence, Risk Factors, and Occupational Impact. *Laryngoscope* 115(11):1988–1995.
110. Ruben RJ (2000) Redefining the Survival of the Fittest: Communication Disorders in the 21st Century. *Laryngoscope* 110(2 Pt 1):241–245.
111. Sari F, Topdag M, Ozturk M, Erdogan S, Doruk AC (2014) Vocal Cord Hemangioma: A Rare Entity. *J Craniofac Surg* 25(4):1565.
112. Sataloff RT, Spiegel JR, Rosen DC, Hawkshaw MJ (1995) Capillary Hemangioma of the Vocal Cord. *Ear Nose Throat J* 74(6):390.
113. Sataloff RT, Spiegel JR, Heuer RJ, Baroody MM, Emerich KA, Hawkshaw MJ, Rosen DC (1995) Laryngeal Mini-Microflap: A New Technique and Reassessment of the Microflap Saga. *J Voice* 9(2):198–204.
114. Schneider-Stickler B, Bigenzahn W (2013) *Stimmdiagnostik. Ein Leitfaden für die Praxis*, 2. Aufl. Springer, Wien.
115. Schwemmle C, Ptok M (2007) Bamboo nodes als Ursache von Dysphonien bei Autoimmunkrankheiten. *HNO* 55(7):564–568.
116. Schwemmle C, Ptok M (2012) Bamboo Nodes as a Cause of Juvenile Dysphonia. *Klin Padiatr* 224(7):468–469.

117. Schwemmle C, Ptok M, Fourcin A (2003) Die interperiodische Irregularität ist unabhängig von der "closed-phase-control". <https://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2003/03dgpp029.shtml>. Zugegriffen: 08. Januar 2025.
118. Sendlmeier WF (2012) Die psychologische Wirkung von Stimme und Sprechweise. Geschlecht, Alter, Persönlichkeit, Emotion und audiovisuelle Interaktion. In: Bulgakowa O (Hrsg.) Resonanz-Räume. Die Stimme und die Medien. Bertz und Fischer, Berlin, S 99–116.
119. Sharma A, Dabholkar J, Virmani N (2016) Outcome Analysis in Patients with Benign Vocal Fold Lesions. *IJOPL* 6(1):8–13.
120. Sheilla A, Surabhi W (2020) Bamboo Nodes of the Vocal Cords: An Often-Overlooked Cause of Dysphonia in Autoimmune Disease. *Rheumatology (Oxford)* 60(4):1973.
121. Shpitzer T, Noyek AM, Witterick I, Kassel T, Ichise M, Gullane P, Neligan P, Freeman J (1997) Noncutaneous Cavernous Hemangiomas of the Head and Neck. *Am J Otolaryngol* 18(6):367–374.
122. Simpson B, Rosen C (2008) *Operative Techniques in Laryngology*. Springer, Berlin.
123. Singh A, Upadhyay A, Shrivastava A, Mundra RK (2019) A Comprehensive Voice Analysis in Benign Vocal Fold Lesions Treated by Cold Knife Endolaryngeal Surgery Using Subjective, Objective and Video-Stroboscopic Parameters. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg* 71(Suppl 1):905–911.
124. Smith E, Verdolini K, Gray S, Nichols S, Lemke J, Barkmeier J, Dove H, Hoffman H (1996) Effect of Voice Disorders on Quality of Life. *J Med Speech Lang Pathol* 4(4):223–244.
125. Smith E, Gray SD, Dove H, Kirchner L, Heras H (1997) Frequency and Effects of Teachers' Voice Problems. *J Voice* 11(1):81–87.
126. Sonninen A (1970) Phoniatic Viewpoints on Hoarseness. *Acta Otolaryngol Suppl* 69(Suppl 263):68–81.
127. Spiecker-Henke M (2014) *Leitlinien der Stimmtherapie*, 2. Aufl. Thieme, Stuttgart.
128. Stajner-Katusić S, Horga D, Zrinski KV (2008) A Longitudinal Study of Voice Before and After Phonosurgery for Removal of a Polyp. *Clin Linguist Phon* 22(10-11):857–863.
129. Strutz J, Arndt O (Hrsg.) (2001) *Praxis der HNO-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie*, 1. Aufl. Thieme, Stuttgart.
130. Tavaluc R, Tan-Geller M (2019) Reinke's Edema. *Otolaryngol Clin North Am* 52(4):627–635.

131. Theissing J, Werner JA, Rettinger G (2006) HNO-Operationslehre, 4. Aufl. Thieme, Stuttgart.
132. Titze IR (1989) Physiologic and Acoustic Differences Between Male and Female Voices. *J Acoust Soc Am* 85(4):1699–1707.
133. Titze IR, Liang H (1993) Comparison of Fo Extraction Methods for High-Precision Voice Perturbation measurements. *J Speech Hear Res* 36(6):1120–1133.
134. Titze IR (1994) Mechanical Stress in Phonation. *J Voice* 8(2):99–105.
135. Todic J, Schweizer V, Leuchter I (2018) Bamboo Nodes of Vocal Folds: A Description of 10 Cases and Review of the Literature. *Folia Phoniatr Logop* 70(1):1–7.
136. Tsikoudas A, Kochillas X, Vernham G (2006) Reinke's Oedema, Hormones and Hormone Replacement Therapy. *J Laryngol Otol* 120(10):849–852.
137. van de Heyning PH, Remacle M, van Cauwenberge P (1996) Functional Assessment of Voice Disorders. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 50:251–368.
138. van Dinther JJS, de Bodt M, Wuyts FL, van de Heyning PH (2009) Vocal Fold Surgery of Benign Inflammatory Lesions of Reinke's Space: An Outcome Study in 47 Subjects. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 266(11):1753–1757.
139. van Houtte E, van Lierde K, D'Haeseleer E, Claeys S (2010) The Prevalence of Laryngeal Pathology in a Treatment-Seeking Population with Dysphonia. *Laryngoscope* 120(2):306–312.
140. Verdolini K, Ramig LO (2001) Review: Occupational Risks for Voice Problems. *Logoped Phoniatr Vocol* 26(1):37–46.
141. Villalobos-Sánchez L, Bachiller-Corral J, Yeguas-Ramírez L, Cobeta-Marco I, Vázquez-Díaz M (2019) Bamboo Nodes as Evidence of Mixed Connective Tissue Disease. *Joint Bone Spine* 86(5):645–646.
142. Voelter C, Kleinsasser N, Joa P, Nowack I, Martínez R, Hagen R, Voelker HU (2008) Detection of Hormone Receptors in the Human Vocal Fold. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 265(10):1239–1244.
143. von Leden H (1991) The History of Phonosurgery. In: Ford CN, Bless D (Hrsg). *Phonosurgery*. Philadelphia, PA: Raven Press.
144. Wang T, Wu C (2017) Vocal Cord Cavernous Hemangioma – Case Report. *Lung Breath J* 1(3):1–2.
145. Wang Y, Wu CY, Wang Q (2021) Bamboo Nodes of Vocal Fold - A Clinical Study of 14 Cases. *Chin Med Sci J* 36(1):43–49.

146. Wendler J, Anders LC (1986) Hoarse Voices - On the Reliability of Acoustic and Auditory Classifications. Proceeding XXth Congress IALP, Tokyo:438–439.
147. Wendler J, Seidner W, Eysholdt U (2015) Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie, 5. Aufl. Thieme, Stuttgart.
148. Wendler J, Rauhut A, Krüger H (1986) Classification of Voice Qualities. J Phonet (14):483–488.
149. WEVOSYS medical technology GmbH. www.wevosys.de. Zugegriffen: 08. Januar 2025.
150. WEVOSYS medical technology GmbH (2017) Handbuch - lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC), 3. Aufl.
151. White A, Sim DW, Maran AG (1991) Reinke's Oedema and Thyroid Function. J Laryngol Otol 105(4):291–292.
152. Wilson JA, Deary IJ, Millar A, MacKenzie K (2002) The Quality of Life Impact of Dysphonia. Clin Otolaryngol Allied Sci 27(3):179–182.
153. Wittekindt C, Guntinas-Lichius O (2010) Gutartige Neubildungen des Larynx. Laryngorhinootologie 89(8):491-507.
154. Woo P, Mendelsohn J, Humphrey D (1995) Rheumatoid Nodules of the Larynx. Otolaryngol Head Neck Surg 113(1):147–150.
155. Wuyts FL, de Bodt MS, Molenberghs G, Remacle M, Heylen L, Millet B, van Lierde K, Raes J, van de Heyning PH (2000) The Dysphonia Severity Index: An Objective Measure of Vocal Quality Based on a Multiparameter Approach. J Speech Lang Hear Res 43(3):796–809.
156. Yilmaz MD, Aktepe F, Altuntaş A (2004) Cavernous Hemangioma of the Left Vocal Cord. Eur Arch Otorhinolaryngol 261(6):310–311.
157. Yonekawa H (1988) A Clinical Study of Reinke's Edema. Auris Nasus Larynx 15(1):57–78.
158. Zeitels SM, Casiano RR, Gardner GM, Hogikyan ND, Koufman JA, Rosen CA (2002) Management of Common Voice Problems: Committee Report. Otolaryngol Head Neck Surg 126(4):333–348.
159. Zhukhovitskaya A, Battaglia D, Khosla SM, Murry T, Sulica L (2015) Gender and Age in Benign Vocal Fold Lesions. Laryngoscope 125(1):191–196.

11 Anhang

11.1 VHI-Fragebogen, deutsche Fassung [23]

Voice Handicap Index, deutsche Fassung									
© DGPP									
Datum									
Name, Vorname									
Diagnose									
Beruf									
Ich brauche meine Sprechstimme vorwiegend für					Beruf				
					Freizeit				
					normale Unterhaltungen				
Ich brauche meine Singstimme vorwiegend für					Beruf				
					Freizeit				
					nichts dergleichen, ich singe nicht				
Ich schätze meine Gesprächigkeit so ein (bitte ankreuzen):									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
stiller Zuhörer			normaler Sprecher		äußerst gesprächig				
Dies sind Feststellungen, mit denen viele Leute ihre Stimme und die Wirkung ihrer Stimme auf ihr Leben beschreiben. Kreuzen Sie die Antwort an, die anzeigt, wie häufig Sie dieselbe Erfahrung machen.									
<small>Antworten: 0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = oft, 4 = immer</small>									
F1	Man hört mich wegen meiner Stimme schlecht.				0	1	2	3	4
P2	Beim Sprechen geht mir die Luft aus.				0	1	2	3	4
F3	Anderen fällt es schwer, mich in einem lauten Raum zu verstehen.				0	1	2	3	4
P4	Der Klang meiner Stimme ändert sich im Laufe des Tages.				0	1	2	3	4
F5	Meine Familie hört mich kaum, wenn ich zuhause nach ihnen rufe.				0	1	2	3	4
F6	Ich benutze das Telefon seltener, als ich eigentlich möchte.				0	1	2	3	4
E7	Wegen meiner Stimme bin ich angespannt, wenn ich mich mit anderen unterhalte.				0	1	2	3	4
F8	Vielen Leuten geht meine Stimme anscheinend auf die Nerven.				0	1	2	3	4
E9	Ich meide größere Gruppen wegen meiner Stimme.				0	1	2	3	4
P10	Ich werde gefragt, was mit meiner Stimme los sei.				0	1	2	3	4
F11	Wegen meiner Stimme spreche ich seltener mit Freunden, Nachbarn und Verwandten.				0	1	2	3	4
F12	Im direkten Gespräch werde ich gebeten zu wiederholen, was ich gesagt habe.				0	1	2	3	4
P13	Meine Stimme klingt unangenehm kratzig und rau.				0	1	2	3	4
P14	Ich habe das Gefühl, dass ich mich anstrengen muss, wenn ich meine Stimme benutze.				0	1	2	3	4
E15	Ich glaube, dass andere mein Stimmproblem nicht verstehen.				0	1	2	3	4
F16	Meine Stimm Schwierigkeiten schränken mich in meinem Privatleben ein.				0	1	2	3	4
P17	Bevor ich spreche, weiß ich nicht, wie klar meine Stimme klingen wird.				0	1	2	3	4
P18	Ich versuche meine Stimme so zu verändern, dass sie anders klingt.				0	1	2	3	4
F19	Ich fühle mich bei Unterhaltungen wegen meiner Stimme ausgeschlossen.				0	1	2	3	4
P20	Ich muss mich beim Sprechen sehr anstrengen.				0	1	2	3	4
P21	Abends ist meine Stimme schlechter.				0	1	2	3	4
F22	Wegen meines Stimmproblems habe ich Einkommensverluste.				0	1	2	3	4
E23	Mein Stimmproblem bedrückt mich.				0	1	2	3	4
E24	Ich bin weniger kontaktfreudig wegen meines Stimmproblems.				0	1	2	3	4
E25	Ich empfinde mein Stimmproblem als Behinderung.				0	1	2	3	4
P26	Meine Stimme versagt mitten im Sprechen.				0	1	2	3	4
E27	Ich ärgere mich, wenn man mich bittet, etwas zu wiederholen.				0	1	2	3	4
E28	Es ist mir peinlich, wenn Leute mich bitten, etwas zu wiederholen.				0	1	2	3	4
E29	Wegen meiner Stimme fühle ich mich unfähig.				0	1	2	3	4
E30	Ich schäme mich wegen meines Stimmproblems.				0	1	2	3	4
	Wie schätzen Sie Ihre Stimme heute ein?				0	1	2	3	4
<small>0 = normal, 1 = leicht gestört, 2 = mittelgradig gestört, 3 = hochgradig gestört</small>									

Nordwind und Sonne

Einst stritten sich Nordwind und Sonne, wer von ihnen beiden wohl der Stärkere wäre, als ein Wanderer, der in einen warmen Mantel gehüllt war, des Weges daherkam. Sie wurden einig, dass derjenige für den Stärkeren gelten sollte, der den Wanderer zwingen würde, seinen Mantel abzunehmen. Der Nordwind blies mit aller Macht, aber je mehr er blies, desto fester hüllte sich der Wanderer in seinen Mantel ein. Endlich gab der Nordwind den Kampf auf. Nun erwärmte die Sonne die Luft mit ihren freundlichen Strahlen, und schon nach wenigen Augenblicken zog der Wanderer seinen Mantel aus. Da musste der Nordwind zugeben, dass die Sonne von ihnen beiden der Stärkere war.

11.3 Exemplarisches Beispiel des lingWAVES Stimmfeldes

Stimmfeld	

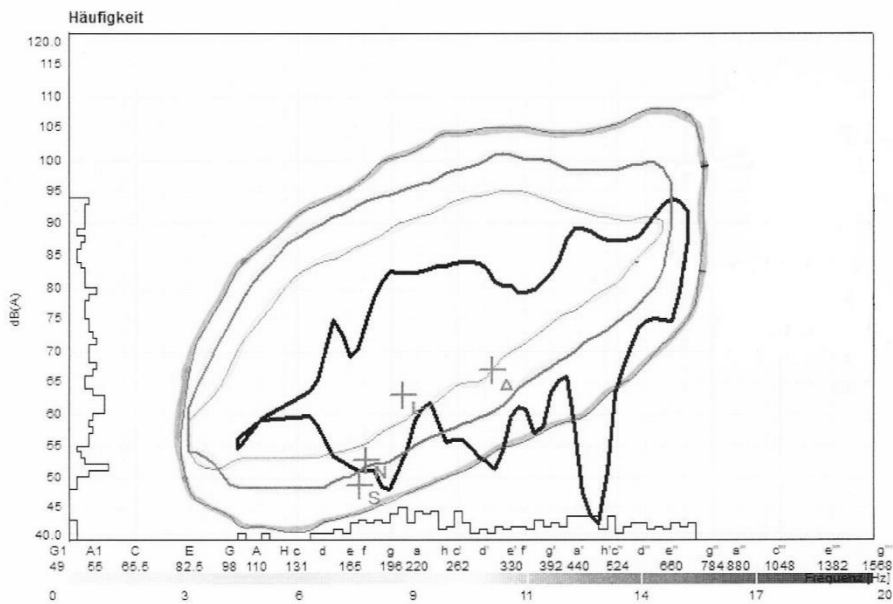
Singstimmfeld

Tonhöhe: max fis'' (735.0 Hz)
 min GIS (105.3 Hz)
Umfang: 34 HT (629.7 Hz)

Lautstärke: max 94 dB(A)
 min 40 dB(A)
Dynamik 54 dB(A)

Normalstimmfeldabdeckung: 57 %

DSI +6.6
Klasse 5.0



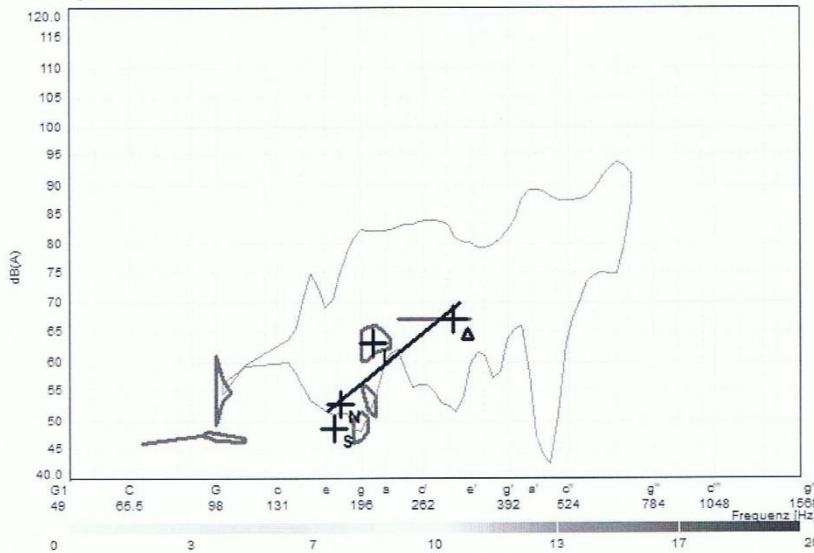
	lingWAVES v2.50.0042
--	----------------------

Stimmfeld	

Sprechstimmfeld

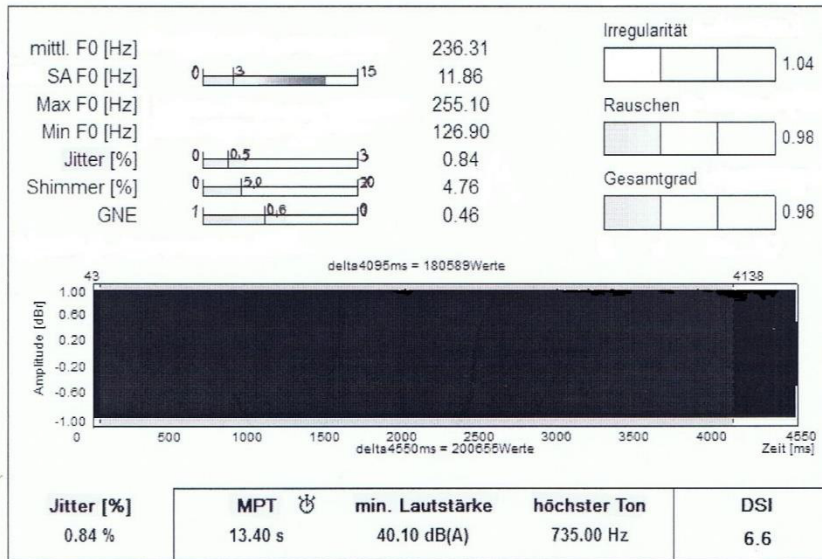
Tonhöhe:	max	a	(225.1 Hz)
	min	CIS	(69.3 Hz)
	Umfang:	20 HT	(155.8 Hz)
Lautstärke:	max	66 dB(A)	
	min	43 dB(A)	
	Dynamik	23 dB(A)	
Leise	Tonhöhe:	f	(171.7 Hz)
	Lautstärke:	49 dB(A)	
Normal	Tonhöhe:	f	(176.5 Hz)
	Lautstärke:	53 dB(A)	
Laut	Tonhöhe:	gis	(206.5 Hz)
	Lautstärke:	63 dB(A)	
Rufstimmfeld	Tonhöhe:	dis'	(303.1 Hz)
	Lautstärke:	67 dB(A)	
<u>Sprechstimmfeldanstieg</u>	Steigung	0.83	

Sprech-/Rufstimmfeld



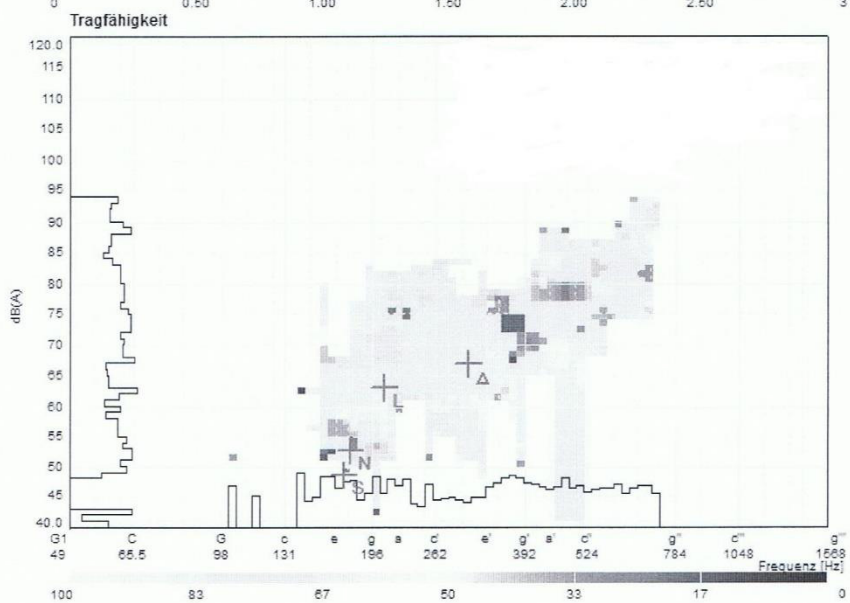
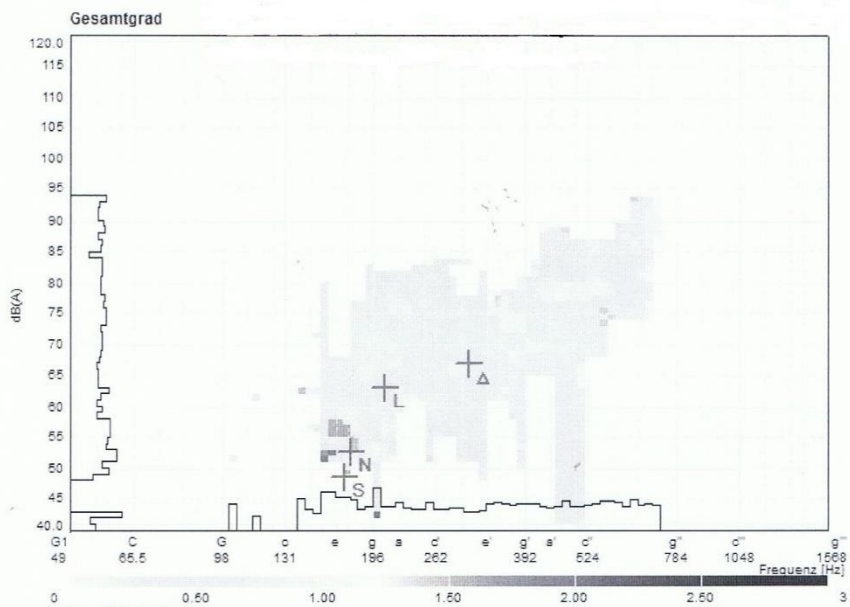
		lingWAVES v2.50.0042
--	--	----------------------

Stimmfeld	



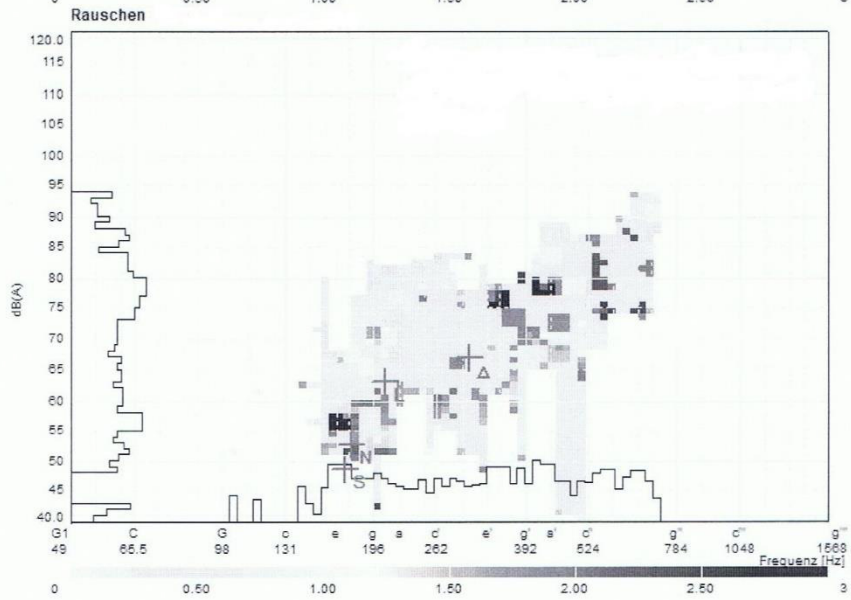
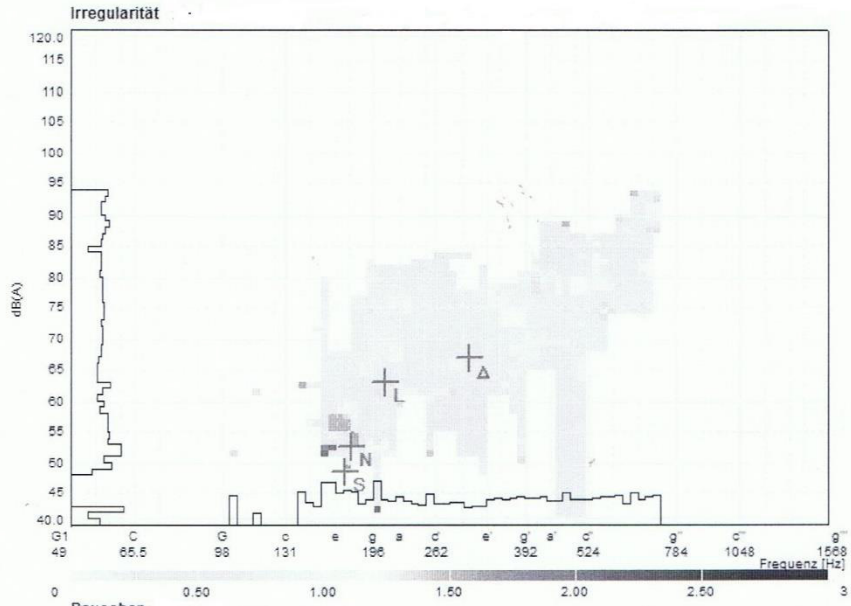
		lingWAVES v2.50.0042
--	--	----------------------

Stimmfeld	



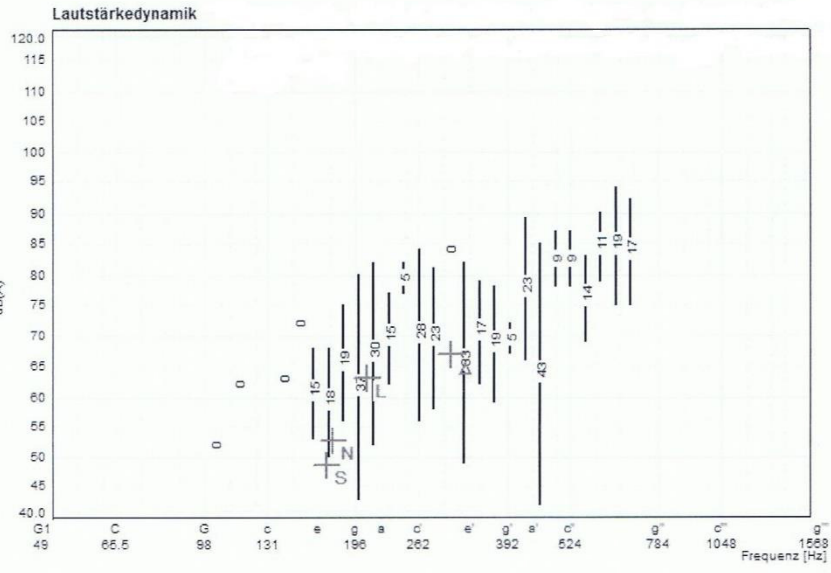
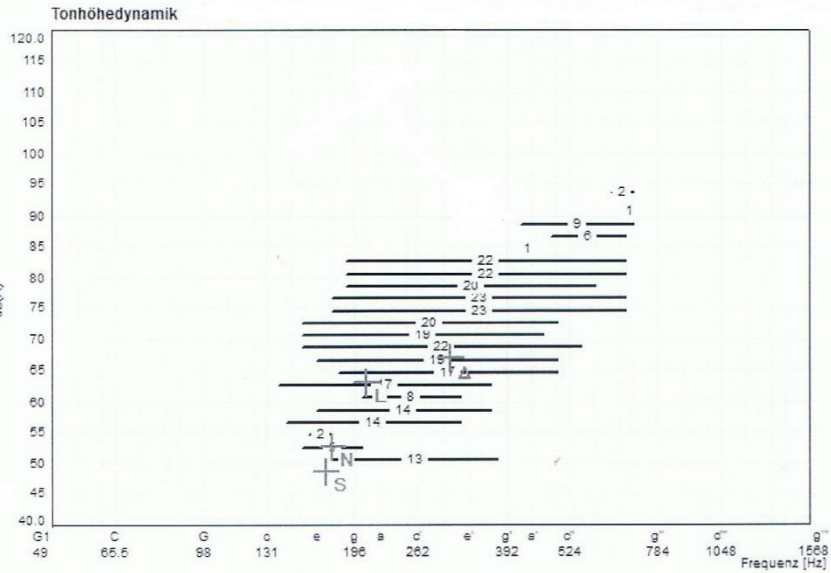
		lingWAVES v2.50.0042
--	--	----------------------

Stimmfeld	



	lingWAVES v2.50.0042
--	----------------------

Stimmfeld	



Sprechstatus	

1. Stimmklang

	R 0	B 0	H 0				
	klangvoll	klangarm	kehlig	belegt	knarrend	kippelnd	diplophon
ungespannt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
gespannt	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	nein	offen	geschlossen	gemischt			
Näseln	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
	physiologisch	knarrend	gepresst	behaucht	abbrechend		
Stimmeinsatz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Stimmabsatz	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

2. Atmung

	kombiniert	Brustatmung	Hochatmung	flache Atem...	Kurzatmigkeit	Atemgeräu...
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Körperhaltung/ Spannung

	euton	hyperton	hypoton
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Artikulation

	normal	gering	übertrieben
Kieferöffnung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lippenbewegung	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	normal	Vorverlager...	Rückverlag...
Zungenbew.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	[ja]	[nein]	
Dialekt	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Lautbildungsfehler:

5. Intonation

	normal	monoton	übersteigert
Prosodie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	normal	zu langsam	zu schnell
Sprechtempo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. Besonderes

Diagnose:

		lingWAVES v2.50.0042
--	--	----------------------

12 Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

13 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben, einen großen Dank aussprechen.

Zunächst möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. med. Arens bedanken, für die Möglichkeit meine Promotionsarbeit an der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde zu absolvieren.

Großer Dank gilt meiner wissenschaftlichen Betreuerin Oberärztin C. Schwemmler, die mich auf meinem Weg mit zahlreichen produktiven Gesprächen und Anregungen begleitet hat.

Ein besonderer Dank geht an Professor Dr. rer. nat. S. Kropf, Emeritus und ehemaliger Leiter des Instituts für Biometrie und Medizinische Informatik (IBMI), für die hervorragende statistische Betreuung und die schnellen und umfangreichen Antworten bei Fragen und Problemen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei Herrn Dr. med. N. Davaris und Frau U. Wegmann-Zenner für Ihre freundliche Hilfe.

Mein größter Dank gilt meiner Familie für Ihre vielfältige Unterstützung, Geduld und Ermutigungen, die mein Studium und diese Dissertation überhaupt erst ermöglicht haben.