

S2k-Leitlinie

Diagnostik und Therapie von Störungen der Stimmfunktion (Dysphonien)

AWMF-Registernummer: 049-008

Stand: Dezember 2022

Gültig bis: Dezember 2027

Federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V. (DGPP)

Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften

Deutsche Gesellschaft für

- Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e.V. (DGHNO-KHC)
- Kinder- und Jugendmedizin e.V. (DGKJ)
- Neurologie e.V. (DGN)
- Psychosomatische Medizin und Ärztliche Psychotherapie e.V. (DGPM)

Deutsches Kollegium für Psychosomatische Medizin e.V. (DKPM)

Beteiligung weiterer Fachgesellschaften/Organisationen

Bundesverband Deutscher Gesangspädagogen e.V. (BDG)

Bundesverband der Kehlkopfflosen und Kehlkopfoperierten e.V.

Deutsche Gesellschaft für Sprechwissenschaft und Sprecherziehung e.V. (dgss)

Deutsche Gesellschaft für Musikphysiologie und Musikermedizin e.V. (DGfMM)

Deutscher Berufsverband der Fachärzte für Phoniatrie und Pädaudiologie e.V.

Deutscher Berufsverband der Hals-Nasen-Ohrenärzte e.V., BVHNO

Deutscher Bundesverband für akademische Sprachtherapie und Logopädie (dbs)

Deutscher Bundesverband der Atem-, Sprech- und Stimmlehrer/innen (dba)

Deutscher Bundesverband für Logopädie e.V. (dbl)

Deutschsprachige Gesellschaft für Sprach- und Stimmheilkunde e.V. (DGSS)

Koordinatorin

Prof. Dr. Annerose Keilmann (DGPP)

Autor*innen

Prof. Dr. Ulla Beushausen
PD Dr. Jörg Bohlender
Dr. Meike Brockmann-Bauser
Prof. Dr. Philipp Caffier
Dipl.-Log. Peter Dicks
PD Dr. Dirk Deuster (†)
Prof. Dr. Matthias Echternach
Prof. Dr. Michael Fuchs
Dr. Roland Hülse
Prof. Dr. Michael Jungheim
Prof. Dr. Annerose Keilmann
Dr. Bernhard Lehnert
Prof. Dr. Dirk Mürbe
Prof. Dr. Tadeus Nawka
Prof. Dr. Bernhard Richter
Prof. Dr. Rainer Schönweiler
Prof. Dr. Anne Schützenberger
PD Dr. Louisa Traser
Prof. Dr. Susanne Voigt-Zimmermann

Co-Autor*innen

Prof. Dr. Christian Betz
Prof. Dr. Christopher Bohr
Prof. Dr. Manfred Hülse
Dr. Alexander Mainka
Theresa Pils
Prof. Dr. Berit Schneider-Stickler
Prof. Dr. Wolfram Seidner
Prof. Dr. Claudia Spahn

Methodische Begleitung

Dr. Susanne Blödt (AWMF)

Jahr der Erstellung:

Dezember 2022

vorliegende Aktualisierung/Stand:

31. Dezember 2022, Version 4.0

gültig bis:

30. Dezember 2027

Inhalt

Inhalt 3

Kapitel 1 – Anatomie und Physiologie des stimmbildenden Systems.....	8
1.1 Anatomie des stimmbildenden Systems (Kehlkopf).....	8
1.1.1 Knorpel.....	8
1.1.2 Gelenke.....	8
1.1.3 Muskulatur.....	9
1.1.4 Periphere Innervation.....	9
1.1.5 Schleimhaut.....	9
1.1.6 Aufbau der Stimmlippen.....	10
1.1.7 Gefäße des Larynx.....	10
1.2. Physiologie des stimmbildenden Systems.....	11
1.2.1 Komponenten des stimmbildenden Systems.....	11
1.2.2 Physiologische Aspekte der Atemsteuerung.....	11
1.2.3 Entstehung des primären Stimmschalls im Kehlkopf.....	13
1.2.4 Akustische Charakteristika des primären Stimmschalls und Register.....	14
1.2.5 Klangformung und Artikulation im Vokaltrakt.....	15
1.2.6 Grundprinzipien der Stimmkontrolle.....	15
1.2.7 Historische Einordnung.....	16
1.3 Entwicklung des stimmbildenden Systems (einschließlich Mutation).....	18
1.4 Stimmveränderungen im Alter.....	20
Kapitel 2 – Störungen der Stimmfunktion.....	22
2.1 Derzeitige Konzepte der Einteilung von Stimmstörungen.....	22
2.2 Funktionelle (malregulative) Stimmstörungen.....	23
2.3 Organische Stimmstörungen.....	25
2.3.1 Akute Entzündungen.....	25
2.3.2 Chronische Kehlkopfentzündungen.....	25
2.3.3 Erkrankungen der Lamina propria.....	27
2.3.4 Fehlbildungen des Kehlkopfes (dysplastische Dysphonien).....	28
2.3.5 Erkrankungen mit laryngealer Beteiligung.....	29
2.4 Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter einschließlich Mutationsstörungen.....	29
2.4.1 Definition von „Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter“.....	30
2.4.2 Symptomatik.....	31
2.4.3 Inzidenz/Prävalenz von Stimmstörungen bei Kindern.....	31
2.4.4 Ursachen von Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen.....	31
2.5 Hormonelle Stimmstörungen.....	34
2.5.1 Hormonelle Stimmstörungen bei Frauen.....	34
2.5.2 Stimmstörungen bei endokrin bedingten Krankheitsbildern.....	35
2.5.3 Chromosomenaberrationen.....	36
2.6 Störungen der Stimmlippenbeweglichkeit.....	37
2.6.1 Zentrale Stimmlippenlähmungen.....	37
2.6.2 Periphere Stimmlippenlähmungen.....	37
2.6.3 Spasmodische Dysphonie.....	40

2.7	Traumatische Stimmstörungen	41
2.7.1	Verletzungsfolgen nach äußerer Gewalteinwirkung.....	41
2.7.2	Verletzungsfolgen nach innerer Gewalteinwirkung (Intubationsschäden)	41
2.8	Tumoren des Kehlkopfes	41
2.8.1	Papillome.....	42
2.8.2	Andere gutartige Tumore	42
2.8.3	Präkanzerosen	42
2.8.4	Kehlkopfmalignome.....	42
2.9	Stimmstörungen nach operativen Eingriffen am Kehlkopf	43
2.9.1	Chordektomie und andere Kehlkopfteilresektionen	43
2.9.2	Laryngektomie.....	44
2.10	Unerwünschte Wirkungen von Medikamenten auf die Stimme.....	44
2.10.1	ACE-Hemmer	45
2.10.2	Analgetika.....	45
2.10.3	Anti-Angiogenetische Medikamente.....	45
2.10.4	Antihistaminika	46
2.10.5	Antitussiva und Morphine	46
2.10.6	Benzodiazepine.....	46
2.10.7	Betablocker	46
2.10.8	Botulinum-Toxine	47
2.10.9	Inhalative Glucocorticoide	47
2.10.10	Systemisch eingenommene Glucocorticoide	47
2.10.11	Kontrazeptiva	47
2.10.12	Lithiumcarbonat.....	48
2.10.13	Lokalanästhetika	48
2.10.14	Montelukast.....	48
2.10.15	Ototoxische Medikamente.....	48
2.10.16	Psychostimulantien	48
2.10.17	Testosterone	49
2.10.18	Trizyklische Antidepressiva	49
2.10.19	Vincristin.....	49
2.11	Stimmprobleme transidenter Personen (Transgender/Genderdysphorie)	49
2.11.1	Geschlechtsunterschiede der Stimme.....	49
2.11.2	Gender Dysphorie	50
2.12	Dysodie	51
2.12.1	Definition	51
2.12.2	Symptome und Befunde.....	52
2.12.3	Diagnostik.....	52
2.12.4	Ursachen und Therapie.....	53
2.13	Psychogene Aphonie und Dysphonie	54
2.13.1	Definition	54
2.13.2	Begriffsbestimmung.....	54
2.13.3	Anamnese	54

2.13.4	Diagnostik.....	55
2.13.5	Behandlung	55
Kapitel 3 – Diagnostik von Stimmstörungen		57
3.1	Anamnese	57
3.2	Klinische Untersuchung	58
3.3	Untersuchung des Hörvermögens	59
3.4	Visuelle und bildgebende Untersuchung des stimmbildenden Systems.....	60
3.4.1	Indirekte Laryngoskopie in starrer und flexibler Technik.....	60
3.4.2	Stroboskopie	61
3.4.3	Untersuchung mit der Hochgeschwindigkeitskamera	62
3.4.4	Bildgebende Untersuchungsmethoden	64
3.5	Perzeptive Beurteilung der Stimme.....	64
3.5.1	GRBAS-Score	66
3.5.2	RBH-Klassifizierung	66
3.5.3	CAPE-V-Protokoll.....	68
3.5.4	Weitere Systeme	69
3.6	Instrumentelle akustische Analysen.....	72
3.6.1	Einführung	72
3.6.2	Stimmumfangsprofile.....	73
3.6.3	Einzelne instrumentelle akustische Parameter: Jitter, Shimmer, HNR und CPP.....	76
3.6.4	Kombinierte elektroakustische Maße	77
3.6.5	Sonographie	79
3.7	Aerodynamische Untersuchungen/ Lungenfunktionstest.....	81
3.8	Elektroglottographie (EGG).....	83
3.9	Fragebogendiagnostik.....	83
3.9.1	Handicap und Lebensqualität.....	84
3.9.2	Spezielle Patientengruppen	86
3.9.3	Vokaltraktdysaesthesien	86
3.9.4	Stimmliches Selbstkonzept	87
3.10	Messung der stimmlichen Belastung und stimmliche Belastungsfähigkeit	87
3.10.1	Kontinuierliche Belastung mit Vokalphonation	88
3.10.2	Wechseltest.....	88
3.10.3	Kompromissvorschlag	88
3.11	Stimmdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen	89
3.11.1	Anamnese bei stimmgestörten Kindern und Jugendlichen	89
3.11.2	Untersuchung des stimmgebenden Systems stimmgestörter Kinder und Jugendlicher	90
3.11.3	Stimmfunktions- und Stimmleistungsdiagnostik bei stimmgestörten Kindern und Jugendlichen	90
3.11.4	Erfassung der subjektiven Betroffenheit stimmgestörter Kinder und Jugendlicher	91
Kapitel 4 – Therapie von Stimmstörungen		92
4.1	Stimmtherapie	92
4.1.1	Wirksamkeit direkter und indirekter Verfahren	93
4.1.2	Wirksamkeit einzelner Prinzipien einer Stimmtherapie	94
4.1.3	Wirksamkeit von Methoden der Stimmtherapie.....	95

4.1.4	Wirksamkeit einer Stimmtherapie bei einzelnen Störungsbildern	95
4.1.5	Langzeiteffekte einer Stimmtherapie.....	95
4.1.6	Hochfrequente Formen der Stimmtherapie	96
4.1.7	Stimmfunktionstherapie in Kombination mit Elektrostimulation.....	97
4.2	Operative Therapie – Phonochirurgische Verfahren.....	99
4.2.1	Einleitung.....	99
4.2.2	Phonomikrochirurgie in Oberflächenanästhesie.....	102
4.2.3	Phonomikrochirurgie bei direkter Mikrolaryngoskopie	102
4.2.4	Operative Stimmangleichung	112
4.2.5	Störungen der Stimmlippenbewegung mit falscher Position und/oder Spannung der Stimmlippen 114	
4.2.6	Stimmtherapie bei phonochirurgischen Maßnahmen.....	122
4.3	Medikamentöse Behandlung und Prophylaxe	123
4.3.1	Antibiotika.....	123
4.3.2	Botulinum-Toxine	123
4.3.3	Glukokortikoide.....	124
4.3.4	Hyaluronidase	125
4.3.5	Neurotransmitter.....	125
4.3.6	Piracetam	126
4.3.7	Propranolol	126
4.3.8	Protonenpumpeninhibitoren (PPI).....	126
4.4	Therapie von Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen	127
4.4.1	Stimmfunktionstherapie von nicht organisch bedingten Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen.....	128
4.4.2	Therapie von Mutationsstimmstörungen	129
4.4.3	Phonochirurgische Maßnahmen bei Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter	129
4.5	Maßnahmen zur Geschlechtsangleichung der Stimme bei Geschlechtsdysphorie	130
4.5.1	Mann-zu-Frau-transidente Personen (MTF).....	130
4.5.2	Frau-zu-Mann-transidente Personen (FTM).....	132
4.6	Manuelle Therapie	133
4.7	Intensivtherapie/Stimmheilkur	134
4.8	Stimmrehabilitation nach Laryngektomie	135
4.8.1	Stimmrehabilitation.....	136
4.8.2	Spezifische Erläuterungen zu den Schwerpunkten des Rahmenplans (Vgl. Tabelle 10) der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie	139
Kapitel 5 – Prävention von Stimmstörungen.....		141
5.1	Zum Zusammenhang von Stimmstörungen und stimmintensiven Berufen/Tätigkeiten	141
5.2	Prävalenz von stimmberufsbedingten Dysphonien (Synonym: Berufsdysphonie).....	142
5.3	Auswirkung von Stimmstörungen bei Berufssprecher*innen	144
5.4	Ziele der Maßnahmen zur Prävention von Stimmstörungen.....	145
5.5	Maßnahmen zur Prävention von Stimmstörungen.....	145
5.5.1	Wirksamkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen	146
5.5.2	Evidenz von Stimmbildung in Studium / Ausbildung	147
5.5.3	Evidenz von berufsbegleitender Stimmbildung	150

Checkliste Stimmdiagnostik für die Praxis: Minimalstandards	151
Literatur	153

Kapitel 1 – Anatomie und Physiologie des stimmbildenden Systems

1.1 Anatomie des stimmbildenden Systems (Kehlkopf)

Dirk Mürbe, Bernhard Richter und Tadeus Nawka

Statement 1	
Der Kehlkopf besteht aus einem knorpeligen Rahmen mit Ringknorpel, Stellknorpeln, Schildknorpel und Kehldeckel. Bewegliche Teile sind die Stimmlippen, Taschenfalten und aryepiglottischen Falten.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 2	
Organspezifische Gefäße und Nerven versorgen diese Strukturen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 3	
Der mehrschichtige Aufbau der Stimmlippen ermöglicht die komplexe Stimmproduktion.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Zum Verständnis von Funktion und Form werden die anatomischen Rahmenbedingungen des Kehlkopfes zusammengefasst. Primär schützt der Kehlkopf reflektorisch die tiefen Atemwege beim Schlucken. Sekundär dient er als Tongenerator zur Stimmerzeugung. Für weiterführende Informationen zum Kehlkopf, aber auch zu den für die Stimmproduktion relevanten Strukturen des Atemapparates und der Resonanzräume wird auf anatomische Lehrbücher und einschlägige Literatur zur Stimme und Stimmfunktion verwiesen (Tillmann 2010; Mecke et al. 2017; Richter et al. 2018).

1.1.1 Knorpel

Der Kehlkopf hat ein knorpeliges Stützgerüst aus dem Schildknorpel (Cartilago thyroidea), dem Ringknorpel (Cartilago cricoidea), den beiden Stellknorpeln (Cartilagine arytaenoideae), dem Kehldeckel (Cartilago epiglottica) sowie den Hörnchen- (Cartilagine corniculatae, Santorini) und Keilknorpeln (Cartilagine cuneiformes, Wrisbergi). Die von außen tastbare Prominentia laryngis (Pomum Adami, Adamsapfel des Mannes) wird durch den oberen Anteil der zusammentreffenden Schildknorpelplatten gebildet. Diese treffen bei Frauen und Kindern in einem stumpfen und bei Männern in einem spitzen Winkel aufeinander.

1.1.2 Gelenke

Die Gelenkverbindungen des Kehlkopfes ermöglichen die Primär- und Sekundärfunktion des Kehlkopfes. Das Krikoarytänoidgelenk ermöglicht den Wechsel von der offenen Respirationstellung der Stimmlippen zur Phonationstellung, in der die Stimmlippen aneinander liegen. Die Aryknorpel vollführen eine Kipp-Gleit-Bewegung auf der Gelenkfläche der Oberkante der Ringknorpelplatte. Neben dem Öffnen und Schließen der Glottis beeinflussen die Krikoarytänoidgelenke aber auch die Ausprägung des primären

Schalls durch Feineinstellungen der Adduktion beider Stimmlippen und der daraus resultierenden Berührungsfläche der schwingenden Stimmlippen.

Für die Stimmgebung kommt dem Krikothyroidgelenk eine weitere besondere Bedeutung zu (Mayet und Mündnich 1958). Die seitlichen Gelenkflächen des Ringknorpels bilden mit den unteren Hörnern des Schildknorpels ein Scharniergelenk um eine frontale Achse. Durch die Annäherung des Ringknorpels an den Schildknorpel kommt es zur Verlängerung und höheren Spannung der Stimmlippen.

1.1.3 Muskulatur

Die Muskeln des Kehlkopfes führen infolge der Knorpel- und Gelenkstruktur des Kehlkopfes differenzierte Bewegungen aus. Eine Einteilung in drei Muskelgruppen ist sinnvoll: Abduktor, Adduktoren und Tensoren. Der einzige Öffner (Abduktor) ist der Musculus cricoarytaenoideus posterior („Posticus“). Stimmlippenschließer sind der Musculus cricoarytaenoideus lateralis („Lateralis“), der Musculus arytaenoideus mit der Pars obliqua und der Pars transversa und der Musculus thyroarytaenoideus internus (Musculus vocalis) und externus. Stimmlippenspanner sind der Musculus cricothyroideus und der Musculus thyroarytaenoideus (Musculus vocalis), der durch isometrische Kontraktion die Stimmlippe spannt. Die Faserbündel verlaufen in langgestreckten Spiraltouren mit zopfartiger Verflechtung. Sie sind spezifisch für den Menschen und ermöglichen sehr feine Abstufungen der Spannung. Der Musculus thyroarytaenoideus internus hat seinen Ansatz am Ligamentum vocale und an der äußeren Fläche des Aryknorpels. Der Musculus thyroarytaenoideus externus setzt ebenfalls an der äußeren Fläche des Aryknorpels bis zum Processus muscularis an (Nawka 2008).

Supraglottisch sind der Musculus aryepiglotticus und der Musculus ventricularis beim Schlucken aktiv. Sie können zur Taschenfalten- oder aryepiglottischen Phonation dienen.

1.1.4 Periphere Innervation

Die Nervenversorgung des Kehlkopfes wird durch den Nervus Vagus gewährleistet, der sich in einen Nervus laryngeus superior und Nervus laryngeus inferior (Nervus recurrens) aufteilt. Der Nervus laryngeus superior bildet einen Ramus externus (motorisch) und den sensiblen Ramus internus, der sich nach Durchtritt durch die Membrana thyrohyoidea in drei weitere Äste zur Taschenfalte, zur aryepiglottischen Falte und zur laryngealen Epiglottis aufzweigt. Der hintere Ast ist über die Ansa Galeni mit dem N. laryngeus inferior verbunden.

Der Nervus laryngeus inferior läuft links um den Aortenbogen und rechts um die Arteria subclavia. Am unteren Horn des Schildknorpels zieht er durch den Musculus constrictor pharyngis medius und gelangt zwischen dem Krikothyroidgelenk und dem Aryknorpel von dorsal in das Innere des Kehlkopfes. Dort versorgt er motorisch die innere Kehlkopfmuskulatur. Mehrere kleine Äste versorgen den Musculus cricoarytaenoideus posterior, den Öffner der Stimmritze. Anschließend verzweigt sich der Nervus laryngeus inferior in einen Ramus posterior für die Interarytenoidmuskulatur, einen Verbindungsast zum Nervus laryngeus superior (Ansa Galeni) und einen Ramus anterior für die Spann- und Schließmuskeln der Glottis. Der Nervus laryngeus inferior versorgt außerdem sensibel die Schleimhaut der subglottischen Region und der Trachea.

1.1.5 Schleimhaut

Im Inneren des Larynx findet man 2 Arten von Epithel. Die aryepiglottischen Falten und Stimmlippen sind an der Stelle der stärksten mechanischen Belastung von mehrschichtigem nicht verhornendem Plattenepithel bedeckt. Die Oberfläche wird von Mikroplicae konturiert – winzigen Falten, die das Sekret festhalten. Die übrigen Larynxstrukturen, die vordere

Kommissur in der Glottis und die Interaryregion werden von mehrreihigem Flimmerepithel bedeckt (Tillmann 2010).

1.1.6 Aufbau der Stimmlippen

Das Schichtenmodell des japanischen Laryngologen Minoru Hirano zum mehrschichtigen feingeweblichen Aufbau der Stimmlippe im sog. Body-Cover-Modell (Hirano 1974) erklärt die Funktionsweise der Stimmlippenschwingung. Die Stimmlippe umfasst das Epithel mit der darunterliegenden Lamina propria, das Bindegewebe (= Stimmband) und den Musculus vocalis.

Die gesamte Lamina propria wird in eine obere, mittlere und tiefe Schicht unterteilt. Ihre viskoelastischen Eigenschaften beruhen auf der extrazellulären Matrix aus retikulären, kollagenen und elastischen Fasern, Glykoproteinen, Hyaluronsäure und Glykosaminoglykanen. Die obere Schicht (Lamina propria superficialis) befindet sich unter dem Stimmlippenepithel und entspricht dem Reinkeraum. Dieser liegt um den freien Rand der Stimmlippe, wird von der Linea arcuata superior zur Seite in Richtung des Sinus Morgagni (Ausstülpung zwischen Taschenfalte und Stimmlippe im Kehlkopf) und der Linea arcuata inferior nach kaudal zum Conus elasticus begrenzt und gewährleistet die Epithelverschiebung während der Phonation. Die mittlere Schicht (Lamina propria media) enthält neben Kollagenfasern ebenfalls longitudinal ausgerichtete Elastinfasern, die einem Bündel von weichen Gummifasern gleichen. Die tiefe Schicht (Lamina propria profunda) wird hauptsächlich aus Kollagenfasern gebildet. Das Stimmband, Ligamentum vocale, entspricht dem oberen Teil des Konus elasticus.

1.1.7 Gefäße des Larynx

Die arterielle Versorgung des Kehlkopfes kommt aus den laryngealen Ästen der oberen und unteren Schilddrüsenarterie und dem Ramus cricothyroideus der oberen Schilddrüsenarterie. Die obere Kehlkopfarterie aus der oberen Schilddrüsenarterie verläuft zusammen mit dem inneren Ast des Nervus laryngeus superior, zieht durch die Thyrohyoidmembran und kann bei der endoskopischen Larynx-Laserchirurgie beim Eintritt in den paraglottischen Raum am vorderen Ende der aryepiglottischen Falte verletzt werden. Die untere Kehlkopfarterie kommt aus der inferioren Schilddrüsenarterie in Höhe des unteren Schilddrüsenrandes und verläuft an der Luftröhre zusammen mit dem Nervus laryngeus recurrens. Sie tritt in den Kehlkopf unterhalb des unteren Randes des Musculus constrictor pharyngis inferior ein. Die Arterien des Kehlkopfes bilden ein kommunizierendes Geflecht im paraglottischen Raum.

Die Venen aus dem Larynx begleiten die Arterien. Die oberen laryngealen Venen treten in die Vena jugularis interna über die Vena thyroidea superior oder die Vena facialis ein. Die unteren laryngealen Venen treten in die unteren Schilddrüsenvenen ein, die mit der Vena brachiocephalica verbunden sind. Einige Venen fließen in die mittlere Schilddrüsenvene und dann in die Jugularis interna.

Der lymphatische Abfluss des Kehlkopfes wird durch die Stimmlippen in ein oberes und unteres Drainagesystem getrennt. Oberhalb der Stimmlippen fließen die Lymphgefäße entlang der oberen laryngealen Vene durch die Membrana thyrohyoidea in die oberen tiefen zervikalen Lymphknoten. Der lymphatische Abfluss unterhalb der Stimmlippen verläuft in die untere tiefe Lymphknotenkette, oft über prä-laryngeale und prätracheale Lymphknoten (Werner et al. 1988). In der Ebene der Stimmlippen sind keine Lymphgefäße vorhanden. Frühe Karzinome der Stimmlippen breiten sich daher nicht ohne weiteres in die Lymphknoten aus.

1.2. Physiologie des stimmbildenden Systems

Dirk Mürbe, Tadeus Nawka und Bernhard Richter

Die Physiologie des stimmbildenden Systems beschäftigt sich mit der Funktionsweise und Interaktion von Atemapparat, Kehlkopf und Vokaltrakt sowie den Kontrollmechanismen bei der Entstehung des Stimmalls.

1.2.1 Komponenten des stimmbildenden Systems

Statement 4	
Atmung, Phonation und Artikulation sind die stark interagierenden grundlegenden physiologischen Komponenten der Stimmgebung. Der von der Schallquelle erzeugte und vom Vokaltrakt geformte Schall kann durch Mund und/oder Nase austreten.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Physikalisch betrachtet besteht Stimmalls aus periodischen Druckveränderungen der Umgebungsluft um die Stimmallsquelle. Für die Entstehung und Weiterleitung des Stimmalls interagieren drei grundlegende funktionelle Komponenten: *Atmung*, *Phonation* und *Artikulation*. Durch die Atmung wird der für die Stimmlippenschwingungen erforderliche subglottische Druck bereitgestellt. Die Atmung hat bei der Stimbildung die Funktion eines Kompressors, der sehr geringe Abstufungen des subglottischen Druckes in schneller zeitlicher Abfolge regulieren kann. Der Kehlkopf arbeitet als Oszillator, der den Luftstrom durch die Glottis in eine Folge von Luftpulsen umwandelt. Unter stimmhafter Phonation wird die Entstehung von Stimmalls durch die schwingenden Stimmlippen im Kehlkopf verstanden, wobei ein Teil der strömungs- und strukturmechanischen Energie in akustische Energie umgewandelt wird. Dies geschieht hauptsächlich indem die schwingenden Stimmlippen die transglottische Strömung modulieren. Weitere schallgenerierende Phänomene sind Turbulenzen der supraglottischen Strömung sowie die Vibrationen der Stimmlippen und deren Interaktion mit der sie umgebenden Luft.

Der Stimmalls tritt in die oberhalb der Stimmlippenebene gelegenen luftgefüllten Räume ein, die als Ansatzräume oder Vokaltrakt bezeichnet werden. Dort wird er frequenzabhängig moduliert. Diese Räume wirken als Resonator, der das Schallspektrum der Stimmquelle durch Resonanz-, Antiresonanz- und Dämpfungseigenschaften filtert. Dieser Prozess der Klangformung oder Artikulation in den luftgefüllten Ansatzräumen ist für die Formung von Vokalen und Konsonanten, die Prägung des individuellen Stimmtimbres und die Tragfähigkeit einer Stimme verantwortlich.

1.2.2 Physiologische Aspekte der Atemsteuerung

Statement 5	
Die elastischen Kräfte und muskulären Aktivitäten des Atemapparates regulieren den für die Anregung der Stimmlippenschwingungen erforderlichen subglottischen Druck. Dieser bestimmt maßgeblich die Lautstärke, trägt aber auch zur Einstellung der Stimmfrequenz bei. Die differenzierte Steuerung des subglottischen Druckes ist Voraussetzung für höhere Leistungen des stimmbildenden Systems, z. B. beim Singen und Sprechen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Atmung beruht auf Dehnung und Zusammenziehen der Lunge. Der Thorax hat die Tendenz, sich zu erweitern, die Lunge die Tendenz, sich zusammenzuziehen. Wenn beide Kräfte durch den Kontakt der Lunge über die Pleuren mit dem Thorax im Gleichgewicht sind, ist die Atemmittellage erreicht. Mit wenig Anstrengung bei der Ruheatmung erweitern das Diaphragma und die äußeren Interkostalmuskeln das Lungenvolumen und erzeugen damit den für die Inspiration nötigen Unterdruck. Beim Ausatmen unter die Atemmittellage werden hauptsächlich die Bauchmuskeln und die inneren Interkostalmuskeln eingesetzt.

Vor dem Sprechen oder Singen wird mit der Einatmung das Lungenvolumen stärker erweitert. Das Zusammenspiel von intrapulmonalem Druck und äußerer Muskelaktivität muss so abgestimmt werden, dass der subglottische Druck in Abhängigkeit der intendierten Stimmstärke und Tonhöhe eingestellt wird.

Nach tiefer Einatmung bis dicht an das maximale Lungenvolumen baut die elastische Rückstellkraft der Lunge einen intrapulmonalen Druck bis zu 3 kPa auf. Die erste Phase der Ausatmung wird bestimmt durch elastische Rückstellkräfte der Lunge, des Thorax und des Zwerchfells. Die bei der Einatmung gespeicherte Energie wird wieder abgegeben. Am Anfang der Phonation ist eine Abschwächung und Verlangsamung der Ausatembewegung (d. h. der elastischen Kräfte) durch aktive inspiratorische Gegenaktivität erforderlich, um den subglottischen Druck auf das erforderliche Maß zu reduzieren. Um einen angestrebten subglottischen Druck z. B. von 0,7 kPa zu erreichen, wird durch Muskelaktivität der Einatemmuskulatur die Rückstellkraft um 2,3 kPa vermindert. Mit abnehmendem Volumen der Lunge vermindert sich auch die elastische Rückstellkraft der Lunge. Für einen konstanten subglottischen Druck (z. B. von 0,7 kPa) muss folglich die Aktivität der inspiratorischen Muskeln bis zu einem Lungenvolumen von etwa zwei Dritteln der Vitalkapazität allmählich abnehmen, bis die inspiratorischen Muskeln keinen Gegendruck mehr erzeugen und die Lunge nicht mehr dehnen.

In der zweiten Phase muss die Bereitstellung des subglottischen Drucks für die Tongebung durch die Ausatemmuskulatur unterstützt werden. Bei weiter sinkender Restluftmenge von zwei Dritteln auf ein Drittel während der Phonation nehmen die elastischen Rückstellkräfte des Lungengewebes, der Thoraxwand und des erschlafften Zwerchfells ab. Die Aktivität der inneren Interkostalmuskulatur nimmt zu.

In der dritten Ausatemphase wirken die elastischen Rückstellkräfte nicht mehr. Zusätzlicher Druck muss von der Bauchwandmuskulatur, der Interkostalmuskulatur und der Atemhilfsmuskulatur aufgewendet werden, damit noch ein intrapulmonaler Druck aufgebaut und Luft aus den Lungen gepresst werden kann. Eine kontrollierte Phonation wird dadurch sehr viel schwieriger. Indem die Bauchmuskulatur den Inhalt des Bauchraumes nach oben drängt, das Zwerchfell sich nach oben wölbt und der Thorax die Lunge zusammendrückt, werden negative, inspiratorisch wirkende Rückstellkräfte aufgebaut. Diese Rückstellkräfte bereiten die Einatmung vor, mit der sie das Lungenvolumen zu vergrößern suchen. Sie werden z. B. für das schnelle Zwischenatmen beim Sprechen und Singen genutzt.

Die Feinregulation des subglottischen Druckes beim Singen wird auch als auch als Atemstützfunktion bezeichnet (Richter 2017).

1.2.3 Entstehung des primären Stimmschalls im Kehlkopf

Statement 6	
Aufgrund der strömungsmechanischen und strukturmechanischen Eigenschaften der Stimmlippen und des subglottischen Druckes entsteht eine selbsterregte Schwingung der Stimmlippen, die den Stimmschall erzeugt.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Der Kehlkopf ist als primäres Stimmorgan die Quelle periodischer Luftdruckveränderungen im Rhythmus der Stimmlippenvibrationen, woraus Stimmschall entsteht. Die innere Kehlkopfmuskulatur wird in Öffner und Schließer der Stimmritze sowie in Stimmlippenspanner eingeteilt. Der Musculus vocalis und der Musculus cricothyroideus spannen maßgeblich die Stimmlippen. Die adduzierenden Muskeln regulieren die Adduktionskräfte. Die Abduktionsbewegung der Stimmlippen mit Öffnung der Glottis ist wichtig für das Atmen und stimmlose Konsonanten. Die Adduktion hingegen initiiert die Phonation, und die Stimmlippen wechseln von der Respirations- in die Phonationsstellung. Wenn ein Luftstrom durch die hinreichend enge Glottis gedrückt wird, beginnen nach der myoelastisch-aerodynamischen Theorie (van den Berg 1958; Titze 2006) die Stimmlippen zu vibrieren. Der steigende subglottische Druck öffnet die Glottis und die Luft entweicht in den Vokaltrakt. Der Luftstrom durch die Glottis erzeugt die Bernoulli-Kräfte mit ihrem negativen intraglottischen Druck. Dadurch sowie durch die elastischen Eigenschaften der Stimmlippen schließt sich die Glottis und subglottisch wird der Druck wieder erhöht. Bernoulli-Kräfte und die Elastizität bewirken also die Glottis zu schließen, sobald ein Luftstrom diese passiert. Auf Grund dieser Kräfte und des permanenten subglottischen Druckes entsteht ein Vibrationszyklus. Dieser periodische Vorgang ist nur durch die Selbstoszillationen der Stimmlippen möglich, die durch strömungsmechanische und strukturmechanische Eigenschaften (Elastizität, Viskosität, Trägheit der Stimmlippen) sowie deren Interaktion charakterisiert werden. Die räumliche Lage und Form der Stimmlippen während der Schwingungen sind komplex und geometrisch nichtlinear. Die Glottis schließt und öffnet sich von der unteren zur oberen Kante. Das den Stimmlippen inhärente komplexe Schwingungsmuster (konvergent-divergente Glottis-Geometrie) sowie die Interaktion der schwingenden Stimmlippen mit der nicht stationären Strömung führen zu einer Asymmetrie der hydrodynamischen Druckdifferenz zwischen Sub- und Supraglottis beim Öffnen und Schließen. Diese Asymmetrie ist für die Selbstoszillationen, aber auch den akustischen Energietransfer unerlässlich und kann nur untergeordnet mit dem Bernoulli-Effekt erklärt werden (Titze 2001; Zhang 2016). Die Bernoulli-Gleichung beschreibt die transglottische Strömung unter den für die menschliche Phonation typischen Bedingungen in guter Näherung bis zur Oberkante der Stimmlippe, wo sich der Luftweg supraglottisch plötzlich erweitert und der Luftstrom von den umgebenden Grenzflächen löst. Supraglottisch kann das dreidimensionale Strömungsmuster nicht mehr mit der Bernoulli-Gleichung beschrieben werden.

1.2.4 Akustische Charakteristika des primären Stimmschalls und Register

Statement 7	
Die akustischen Eigenschaften des Stimmschalls werden durch die Grundfrequenz, die Lautstärke und das Klangspektrum beschrieben. Bereiche der Grundfrequenz, in denen die Töne eine ähnliche Klangfarbe haben, werden als Register der Stimme bezeichnet. Die Stimmgattungen beim Singen unterscheiden sich durch verschiedene Grundfrequenzbereiche.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Wenn man die akustischen Eigenschaften der Stimme umfänglich beschreiben will, muss neben der Tonhöhe und dem Schalldruckpegel auch das gesamte Amplituden- und Phasenspektrum angegeben werden. Alternativ können als Begriffe auch Grundfrequenz, Lautstärke und Klang benutzt werden.

Die *Grundfrequenz* entspricht der Vibrationsfrequenz der Stimmlippen und wird grundsätzlich von der Länge, der Spannung und der vibrierenden Masse der Stimmlippen bestimmt. Innerhalb der individuellen Stimmlage sind allgemein verschieden hohe Töne in einem Umfang von ca. 1½ - 2 Oktaven möglich. Wenn die Grundfrequenz niedrig ist, sind die Stimmlippen kurz, dick und schlaff. Für eine hohe Grundfrequenz müssen die Stimmlippen lang, dünn und gespannt sein. Eine Erhöhung der Spannung beruht auf der Erhöhung der Aktivität des Musculus cricothyroideus und des Musculus vocalis. Ein zweiter wesentlicher Faktor für die Kontrolle der Grundfrequenz ist der subglottische Druck. Für eine höhere Grundfrequenz ist auch ein höherer subglottischer Druck mit entsprechendem Gegendruck in der Glottis erforderlich; gleichzeitig nimmt die Lautstärke zu.

Die *Lautstärke* hängt vom subglottischen Druck und dem Gegendruck in der Glottis ab und äußert sich im Schalldruckpegel des Stimmsignals. Sie wird mit dem Atemapparat gesteuert.

Der *Klang* der Stimme kann über spektralanalytische Verfahren visualisiert werden. Der primäre Stimmschall besteht aus einem Spektrum mit Grundton und Obertönen. Durch die Feineinstellung der Adduktionskräfte und Stimmlippenspannung kann das primäre Schallspektrum, die Intensität seiner Teiltöne, verändert werden.

Die verschiedenen Stimmgattungen unterscheiden sich durch verschiedene, distinkte Bereiche der Grundfrequenz (Roers et al. 2009; Seedorf 2017).

Bestimmten Tonhöhenbereichen werden unterschiedliche Register zugeordnet, deren Terminologie bisher nicht befriedigend vereinheitlicht werden konnte. Eine mögliche Definition für den Terminus „Register“ ist, dass hiermit ein Phonationsfrequenzbereich bezeichnet wird, in dem alle Töne vergleichbar klingen und wirken, als seien sie auf gleiche Weise produziert (Titze 1994). Auch die Frage, wie die unterschiedlichen Stimmregister gebildet werden, konnte bisher noch nicht abschließend geklärt werden. Es wird angenommen, dass innerhalb eines Registers die Stimmlippen charakteristische Schwingungsmodi haben, die zu ähnlichen Klangeigenschaften führen (Vergleiche verschiedene Register einer Orgel). Die verschiedenen Register und deren Übergänge werden durch typische muskuläre Aktivitäten, einstellungsbedingte Positionen des Kehlkopfs und registerspezifische Steuerung des subglottalen Druckes bestimmt (Sundberg 2015). Die Klangeigenschaften der Stimmregister schließen jedoch auch artikulatorische Veränderungen des Vokaltraktes ein (Echternach et al. 2010).

1.2.5 Klangformung und Artikulation im Vokaltrakt

Statement 8	
Die als Ansatzräume oder Vokaltrakt bezeichneten luftgefüllten Räume im Bereich des Pharynx, der Mundhöhle und der Nase verstärken oder dämpfen verschiedene Anteile des im Kehlkopf gebildeten primären Stimmschalls. Die daraus resultierende Klangänderung führt zur Bildung von Vokalen und prägt den individuellen Stimmklang. Auch die Konsonanten werden im Vokaltrakt durch die Artikulationsorgane gebildet.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die an der Klangformung und Artikulation beteiligten luftgefüllten Räume befinden sich oberhalb der Stimmlippen. Sie werden im Deutschen nicht einheitlich bezeichnet und Vokaltrakt, Ansatzrohr bzw. Ansatzräume oder Resonanzräume genannt. Diese Räume schließen den Larynxeingang, den Pharynxschlauch und die Mundhöhle ein, an welche die luftgefüllten Räume der Nase und der Nasennebenhöhlen angekoppelt werden können. Die an der Artikulation beteiligten Strukturen sind mit zahlreichen Muskeln ausgestattet, sehr beweglich und in ihrer Form stark modifizierbar. Querschnitt und Länge der Ansatzräume werden insbesondere durch Kieferöffnung, Zungenformung, Lippenvorwölbung, Gaumensegelstellung und Höhenposition des Kehlkopfes eingestellt, wodurch die akustischen Eigenschaften der Resonanzräume bestimmt werden. Typische Einstellungen der Artikulationswerkzeuge führen beispielsweise bei der Artikulation der Vokale akustisch zu charakteristischen Resonanzen, den sog. Vokalformanten. Da das Gaumensegel bei der Artikulation der Vokale zumeist geschlossen ist, erfolgt die Klangformung der Vokale im Deutschen ohne wesentliche Beteiligung der luftgefüllten Räume der Nase und der Nasennebenhöhlen. Ausnahmen hiervon sind beispielsweise die klingenden Konsonanten [m] und [n], bei deren Bildung Luft durch die Nase geführt wird. In anderen Sprachen kann auch bei der Vokalbildung ein nasaler Beiklang hörbar sein, wie z. B. bei den französischen Nasalvokalen, so dass in diesen Fällen auch die Räume der Nasenhaupthöhle an der Klangformung beteiligt sein können. Dies ist auch bei manchen Gesangs- oder Sprechstilen im künstlerischen Zusammenhang festzustellen. Neben den Vokalen werden im Vokaltrakt durch die Artikulationsorgane als Laute auch die Konsonanten gebildet. Bei der Bildung der Konsonanten wird dem Ausatemungsluftstrom im Vokaltrakt entweder bei den Verschluss- und Reibelauten eine Verschlussstelle bzw. Engstelle entgegengesetzt, oder wie bei den Vibranten (Zungenspitzen und Zäpfchen-R) eine Verschlussstelle in schnellem Wechsel gebildet und aufgehoben. Nasalen ist (bei Mundverschluss) eine Nasenöffnung eigen; der Lateral [l] weist eine weitgehende Mundöffnung auf, jedoch wird zwischen vorderem Zungensaum und Zahnrändern eine mittige Teilverschlussstelle gebildet.

1.2.6 Grundprinzipien der Stimmkontrolle

Statement 9	
Die Kontrolle der eigenen Stimme erfolgt einerseits durch das Hören des Stimmschalls, der über die Knochenleitung und die Luftleitung zum Innenohr gelangt. Andererseits wird die Stimme auch über das neuromuskuläre Feedback kontrolliert, das von afferenten Informationen der Stimmlippenmuskulatur, der Stellknorpelposition und der subglottischen Schleimhaut kommt.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Das Sinnessystem Hören wird in der Regel als maßgebliches Instrument der Stimmkontrolle angesehen. Hinsichtlich der eigenen Stimme ist zu beachten, dass der Höreindruck sowohl vom Knochenleitungs- als auch Luftleitungsschall geprägt wird (von Békésy 1949). Bei der Knochenleitung wird das den Kehlkopf und Ansatzraum umgebende Weichteil- und Knochengewebe direkt durch die Stimmlippenschwingungen angeregt und der Stimmschall über diesen Weg an die Hörschnecke weitergeleitet. Bei der Luftleitung wird der vom Mund abgestrahlte Stimmschall via Trommelfell und Gehörknöchelchen übertragen und für die Stimulierung der Sinneszellen des Innenohres genutzt.

Für das Knochenleitungshören ist charakteristisch, dass insbesondere hochfrequente Schallanteile des vom Kehlkopf ausgehenden Stimmschalls auf dem Weg zur Hörschnecke an Intensität verlieren. Bei Kontrolle der eigenen Stimme mittels auditivem Feedback setzt sich die afferente Information sowohl als Luftleitungs- als auch Knochenleitungsschall zusammen, letzterer mit der beschriebenen Dämpfung hochfrequenter Schallanteile. Dieser physiologische Hintergrund erklärt, warum die eigene Stimme anders als eine fremde wahrgenommen wird. In der Therapie von Stimmstörungen kann das durch Tonaufnahmen bewusstgemacht werden.

Die neuromuskuläre Rückkopplung steuert und kontrolliert die Stimmgebung neben dem Hören. Für den neuromuskulären Regelkreis wird teilweise synonym der Begriff propriozeptive oder kinästhetische Stimmkontrolle gebraucht. Er basiert auf afferenten Informationen hochspezialisierter Mechanorezeptoren in der Muskulatur der Stimmlippen, den Gelenkkapseln der Stellknorpel und der subglottischen Schleimhaut (Wyke 1967). Die Mechanorezeptoren liegen als spannungs- und drucksensitive Muskelspindeln und Nervenendigungen vor. Sie informieren über den Spannungszustand der Stimmlippenmuskulatur und der zugehörigen Gelenkkapseln sowie über die Druckverhältnisse in der Luftröhre und leiten die elektrischen Impulse an zentralnervöse Empfangszentren im Hirnstamm und in assoziierten höhergelegenen Hirnarealen. Im Abgleich mit gespeicherten Sollwerten kann dann ggf. das neuromuskuläre Erregungsmuster und damit wesentliche Merkmale des Stimmsignals, wie Tonhöhe und Schalldruckpegel unabhängig vom auditiven Feedback kontrolliert werden. Die Wirkung des neuromuskulären Regelkreises wird offensichtlich, wenn ohne Hörkontrolle aufgrund der neuromuskulären Einstellungen die intendierte Tonhöhe eingestellt (prephonatory tuning) und dann der Stimmeinsatz korrekt realisiert wird.

Systematische Aussagen zur Leistungsfähigkeit der neuromuskulären Kontrolle durch Untersuchungen mit passagerer Vertäubung des auditiven Feedbacks belegen eine hohe Leistungsfähigkeit dieses Regelkreises, die durch stimmliche Ausbildung weiter verbessert werden kann (Mürbe et al. 2002, 2004). Dadurch werden auch komplexe stimmliche Leistungen in Situationen möglich, in denen die eigene Stimme nur eingeschränkt gehört wird.

1.2.7 Historische Einordnung

Statement 10	
Die moderne Stimmphysiologie gewinnt neue wissenschaftliche Erkenntnisse aufgrund innovativer Untersuchungstechniken und komplexer Modellierungen der verschiedenen Komponenten des stimmbildenden Systems und deren Interaktionen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die moderne Stimmphysiologie hat ihre Wurzeln in der Renaissance. Obwohl bis zum Ende des 17. Jh. die grundsätzlichen anatomischen Bauelemente des Stimmapparats bekannt waren, entstanden wesentliche stimmphysiologische Erkenntnisse deutlich später. Einen wesentlichen Durchbruch im Verständnis der Kehlkopfphysiologie brachten die Experimente des französischen Anatomen Antoine Ferrein im Jahre 1741. Ferrein beschrieb den Kehlkopf als ein einzigartiges Instrument, welches die Eigenschaften eines Saiten- und eines Blasinstruments in sich vereint und nannte die Stimmlippen ›cordes vocales‹ (Ferrein 1741). Die Untersuchungen von Ferrein wurden etwa 100 Jahre später durch Johannes Müller und Carl Lehfeldt in Berlin wieder aufgegriffen, die experimentell erstmalig verschiedene Registerkonditionen simulieren konnten (Müller 1840). Mit Hilfe eines an den menschlichen Kehlkopf angeschlossenen Blasebalgs untersuchten sie verschiedene Muskelaktivitäten der Kehlkopfmuskulatur und zeigten, dass Stimmregister durch unterschiedliche Schwingungseigenschaften der Stimmlippen gekennzeichnet sind. Sie beobachteten, dass das hohe Register bei Männern (Falsett) durch die dominante Aktivität des Musculus cricothyreoideus und Schwingungen der gesamten Stimmlippenlänge charakterisiert ist, dabei aber vornehmlich die Ränder der Stimmlippen vibrieren. Ein historisch wichtiger Meilenstein war die erste Beobachtung der Kehlkopffunktion bei der Phonation am lebenden Menschen durch Manuel Garcia d. J. im Jahr 1854 (Garcia 1855).

Der rasante Wissenszuwachs im 20. Jahrhundert führte zu sehr viel detaillierteren Erkenntnissen des Zusammenhangs von laryngealer Muskelaktivität und Stimmlippenschwingungen, zur Erforschung der Grundlagen der Stimmakustik und zur Etablierung der myoelastischen Theorie der Stimmproduktion, wobei in diesen Bereichen die wissenschaftlichen Leistungen von Johan Sundberg und Ingo Titze herausragen (siehe Titze 1994 und Sundberg 2015).

In den vergangenen beiden Dekaden konnten durch den Einsatz mathematischer Verfahren komplexe Ansätze zur Modellierung der Stimmlippenschwingungen (Döllinger et al. 2011) und zur Modellierung der Akustik im Vokaltrakt (Sundberg 2015; Fleischer et al. 2015; Birkholz et al. 2020) entwickelt werden, die auch für pathologische Stimmen angewendet werden können und zur weiteren Verbesserung der Behandlungskonzepte bei Stimmstörungen beitragen. Auch die Darstellung der dynamischen Vorgänge im Vokaltrakt wurde mittels innovativer kernspintomographischer Untersuchungstechniken möglich (Echternach et al. 2014; Richter et al. 2017) und unterstützt stimmbildnerische und gesangspädagogische Konzepte (Richter et al. 2018). Auch die physiologischen Vorgänge bei der Phonationsatmung und der Schwingungsvorgänge der Stimmlippen sind mittlerweile Gegenstand kernspintomographischer Untersuchungen (Traser et al. 2017, 2020, 2021; Fischer et al. 2021). Trotz modernster Untersuchungstechnologien sind dennoch einige grundlegende stimmphysiologische Fragen unbefriedigend beantwortet. Dies betrifft insbesondere Funktionen, die zum Teil mittels invasiver Untersuchungen zu beurteilen sind, wie die Bestimmung des subglottischen Drucks und der elektrischen Aktivität der Kehlkopfmuskulatur. Als Beispiel können Untersuchungen mittels Elektromyographie mit direkter Insertion von Nadeln als Ableitelektroden in die Kehlkopfmuskeln herangezogen werden, die während der Phonation in verschiedenen Registern unterschiedliche Aktivitätsmuster der Kehlkopfmuskulatur zeigten (Hirano 1988).

1.3 Entwicklung des stimmbildenden Systems (einschließlich Mutation)

Michael Fuchs

Statement 11	
Alle Anteile des stimmbildenden Systems sowie die stimmliche Leistungsfähigkeit entwickeln sich während der ersten beiden Lebensdekaden erheblich. Diese Entwicklung verläuft nicht kontinuierlich. Als Phasen mit besonderer Dynamik können die ersten Lebensjahre und der Stimmwechsel während der Pubertät klinische Bedeutung haben.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Anteile des stimmbildenden Systems (Atmungsorgane, Larynx, Vokaltrakt, auditive und neuromuskuläre Steuerung) durchlaufen innerhalb der ersten beiden Lebensdekaden spezifische Wachstums-, Differenzierungs- und Entwicklungsprozesse, die einen Einfluss auf die stimmliche Leistungsfähigkeit und Qualität bei Kindern und Jugendlichen haben. Die Entwicklungsdynamik der einzelnen Anteile verläuft phasenhaft und zum Teil nicht synchron und ist in die allgemeine körperliche Entwicklung eingebettet. Während des Stimmwechsels (Mutation) erhält der Larynx seine Funktion als sekundäres Geschlechtsmerkmal.

Für die Untersuchung der sich entwickelnden Lungenfunktion liegen multiethnische Referenzwerte für Kinder ab dem 3. Lebensjahr vor (Quanjer et al. 2012). Zwischen dem 6. und 17. Lebensjahr nimmt die Vitalkapazität der Lunge um ca. das Vierfache zu (Zapletal et al. 1987). Allerdings lassen sich keine direkten Beziehungen zwischen Lungenfunktionswerten und Qualität und Quantität stimmlicher Leistungen herstellen. Einzelne Untersuchungen zeigen Tendenzen zur Abnahme des subglottischen Drucks und zur Zunahme der Durchflussrate an den Stimmlippen mit zunehmenden Alter (Keilmann und Bader 1995). Zu Beginn der Pubertät besteht eine Asynchronität zwischen rascher Zunahme der Lungenkapazität im Rahmen des Streckungswachstums und zeitlich bis zu einem Jahr verzögerter Kehlkopfentwicklung, die zu einer Überlastung des kindlichen Stimmlippenepithels führen kann.

Histomorphometrische Studien an plastinierten kindlichen Kehlköpfen zeigten geschlechtsunabhängig, dass innerhalb der ersten zwei Lebensjahre der kartilaginäre Anteil der Stimmlippen 60% bis 75% ihrer Länge ausmacht. Das Wachstumsverhalten der subglottischen Bereiche ist in dieser Phase rapide, danach eher linear (Eckel et al. 1999). Die Phonation scheint der entscheidende und unabdingbare Stimulus für die vocal fold stellate cells in der Macula flava im vorderen und hinteren Bereich der Stimmlippen zu sein, extrazelluläre Matrix für das Wachstum zu produzieren und die charakteristische Schichtstruktur auszuprägen (Hirano et al. 1983; Sato et al. 2001; Sato et al. 2008; Sato und Nakashima 2005). Die Stimmlippenlänge (membranöse Länge ohne Phonation, exzidierte Kehlköpfe) beträgt bei allen Geschlechtern zum Zeitpunkt der Geburt 1 bis 3 mm und vor Beginn der Pubertät ca. 8 mm (Hirano et al. 1986). Bei lasergestützten endoskopischen In-vivo-Messungen wurden bei Kindern zwischen 6 und 9 Jahren membranöse Stimmlippenlängen von ca. 5 mm, bei Phonation bis 7,5 mm (Patel et al. 2013) ermittelt.

Während der Pubertät kommt es bei beiden Geschlechtern unter der Steuerung des männlichen Geschlechtshormons Testosteron (Zamponi et al. 2021) zum Wachstum des Larynx in allen Dimensionen und zur Verlängerung der Stimmlippen mit konsekutivem Absinken der mittleren Sprechstimmlage und des Tonhöhenumfangs, wobei drei Abschnitte der Mutation unterschieden werden: Während der Prämutation (Dauer: ca. 12-18 Monate)

kommt es bereits zum leichten Absinken der Sprechstimmlage, die Sprech- und Singstimme ist aber noch belastungsfähig. Während der Hauptphase der Mutation (Dauer: ca. 9-12 Monate) kann die stimmliche Leistungsfähigkeit und Qualität der Sprech- und insbesondere der Singstimme vorübergehend deutlich eingeschränkt sein (Berger et al. 2019; Dienerowitz et al. 2021; Fuchs et al. 2006). Typische Merkmale dieser Phase sind ein sogenanntes Mutationsdreieck als Schlussinsuffizienz im hinteren Drittel der Stimmlippen während der Phonation und eine Instabilität der Grundfrequenz mit unwillkürlichem Wechseln zwischen den Stimmregistern. Die Veränderungen sind bei Knaben deutlich stärker ausgeprägt als bei Mädchen (Berger et al. 2019; Dienerowitz et al. 2021; Fuchs et al. 2006; Fuchs 2008). Der Zeitpunkt des Beginns dieser Phase kann durch die Bestimmung des Testosteronspiegels und akustische Analysen vorhergesagt werden (Fuchs et al. 1999; Fuchs et al. 2005). In der Postmutation (Dauer: ca. 12 Monate) ist das Larynxwachstum weitgehend abgeschlossen, die Neuorganisation der neuromuskulären Steuerung bedingt aber eine erst langsam steigende Belastungsfähigkeit insbesondere der Singstimme mit allmählicher Erweiterung des Tonhöhen- und Dynamikumfangs.

Es existieren Normwerte und Perzentilenkurven für die Tonhöhenumfangsgrenzen, die Sprechstimmlage und die Tonhaldedauer für die Altersgruppen zwischen 6 und 16 Jahren (Berger et al. 2019; Dienerowitz et al. 2021). Regelmäßiges Singen hat einen positiven Einfluss auf den Tonhöhen- und Dynamikumfang der Singstimme und auf die Tonhaldedauer (Fuchs et al. 2006; Fuchs et al. 2007; Fuchs 2008; Pieper et al. 2020; Schneider et al. 2010). Zudem bestehen bei Kindern und Jugendlichen Assoziationen zwischen stimmlicher Entwicklung und Persönlichkeitsparametern (Poulain et al. 2020). Die sängerische Aktivität von Kindern und Jugendlichen kann hinsichtlich der Belastung der Singstimme, der gesangspädagogischen Betreuung und einer möglichen zusätzlichen Belastung durch das gleichzeitige Erlernen eines Blasinstrumentes klassifiziert werden (Fuchs et al. 2008).

Im Erwachsenenalter finden sich entsprechende Stimmlippenlängen bei Frauen zwischen 11 und 15 mm, bei Männern zwischen 17 und 21 mm (Hirano et al. 1983). Während und nach der Pubertät ist beim männlichen Geschlecht die Länge der Stimmlippen und die Grundfrequenz der Sprechstimme stärker mit der Wahrnehmung einer männlichen Stimme assoziiert als die Pharynxlänge und die Lage der Formanten im Schallspektrum (Markova et al. 2016).

Beim Neugeborenen befindet sich der Larynx auf Höhe des 4. Halswirbels, um das gleichzeitige Atmen und Schlucken zu ermöglichen. Während der Kindheit und Pubertät erfolgt ein Deszensus bis zum 6. Halswirbel (Kakodkat et al. 2012). Zudem wachsen alle Anteile des Vokaltraktes, insbesondere das Lumen des Pharynx (Fitch und Giedd 1999). Dadurch vergrößert sich der akustische Raum oberhalb der Stimmlippen mit Effekten auf die Vokalproduktion. Die Gewebe des Larynx und Vokaltrakts sind während der Kindheit weicher, weniger fibrös und flexibler und zeigen eine größere Schwellungstendenz, z.B. bei Infekten der oberen Luftwege (Kakodkat et al. 2012).

1.4 Stimmveränderungen im Alter

Michael Fuchs, Bernhard Lehnert

Statement 12	
Die Stimme unterliegt regelhaft Altersveränderungen. Es wird zwischen Vox senium (physiologisch) und Presbyphonie (pathologisch) differenziert. Entsprechend sollen bei älteren Patient*innen bei therapeutischen Erwägungen die Lebenswirklichkeit und das Wertesystem besonders berücksichtigt werden. In jedem Fall von Presbyphonie sollte eine Hörtestung erfolgen und im Falle einer entsprechenden Hörstörung die Hörgeräteversorgung großzügig erwogen werden, um die Rückkoppelung zwischen Hörvermögen und Stimmsteuerung zu verbessern.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Stimme ist das Ergebnis passiver Schwingungs- und Resonanzvorgänge, getrieben durch ein sehr kompliziertes aktives feinmotorisches System aus Atmung, Kehlkopfeinstellung und Resonanzraum. Veränderungen der beteiligten Gewebe wie auch der feinmotorischen Ansteuerung treten im Alter unvermeidlich, aber individuell sehr unterschiedlich, auf. Da minimale Veränderungen in der Stimme bereits hörbar sind, kommt es im höheren Alter zu Stimmauffälligkeiten und Stimmproblemen, die zu den sehr weiten Begriffen der Altersstimme (Vox senium) und der Altersstimmstörung (Presbyphonie) zusammengefasst werden.

Die Abgrenzung zwischen Vox senium (physiologisch) und Presbyphonie (pathologisch) erfolgt nicht nur organmedizinisch anhand physischer Befunde, sie basiert auch auf einer Berücksichtigung der Lebenswirklichkeit und des Wertesystems der Patienten. Die soziale und emotionale Bedeutung der Stimme ändert sich im Alter: Berufliche Stimmbelastungen werden reduziert oder fallen ganz weg, zugleich verändert sich die soziale Rolle und mit ihr die soziale Bedeutung der Stimme. Beispiele für stimmbezogene Sorgen im Alter sind die Gefährdung der sozialen Anbindung an einen Chor bei altersbedingten Einschränkungen der Singstimme (Presbyodie) oder einfach die Sorge, Enkelkindern nicht mehr vorlesen zu können. Mittels ICF-geleiteter Beurteilung der individuellen Einschränkungen der Funktion sowie der Teilhabe am öffentlichen Leben können Hinweise für eine Beratung und Therapieindikationen abgeleitet werden.

Die gesonderte Betrachtung altersbezogener Stimmerkrankungen ist trotz der Heterogenität der darunter gefassten Problemkonstellationen klinisch sinnvoll, da Stimmstörungen im hohen Alter weitere Gemeinsamkeiten haben: Ihre Behandlung wird in besonderer Weise durch Komorbiditäten, unerwünschte Arzneimittelwirkungen und geänderte Prioritäten verschiedener Störungen im Alter bestimmt, so dass vom behandelnden Arzt hier eine besonders ganzheitliche Sichtweise gefordert ist.

Es kann und soll hier keine vollständige Übersicht über die Komorbiditäten des Alters gegeben werden. Zwei Beispiele für relevante Komorbiditäten im Alter sollen erwähnt werden: Depressionen im Alter, die häufig auftretend, dann oft mit körperlichen Beschwerden geschildert einhergehen und über die Antriebslosigkeit als Symptom eine tatsächliche Stimmchwäche verursachen können. Daneben bestehen häufig Herz-Kreislaufkrankungen und gerinnungshemmende Medikationen, die durch erhöhtes Narkose- und Blutungsrisiko zu relativen oder absoluten Kontraindikationen für Phonochirurgie führen.

Zu den bekannten histomorphologischen Veränderungen des alternden Larynx gehören eine Verschiebung des Verhältnisses von elastischen hin zu Kollagenfasern mit entsprechender Verhärtung, eine Reduktion von Hyaluronsäure und von schleimproduzierenden Zellen, was zu einer Versteifung führt, daneben ein Abbau der Larynxmuskulatur einschließlich der Stimmlippenmuskulatur (Übersicht in Martins et al. 2014; Martins et al. 2015). Noxen, wie das Rauchen, und die durch sie bedingten Entzündungen hatten mehr Zeit, schädlich auf den Kehlkopf und die Lunge einzuwirken und vorbestehende, früher aber kompensierte Stimmstörungen können klinisch apparent werden, wenn die Kräfte zur Kompensation schwinden.

Studien zur subjektiven Beeinträchtigung älterer Menschen durch Stimmprobleme zeigen uneinheitliche Ergebnisse (exemplarische Übersicht in (Michael et al. 2011; Oates 2014)).

Therapieentscheidungen werden bei Senioren besonders häufig die Konsultationen anderer Fachdisziplinen (z. B. Innere Medizin, Neurologie, Psychiatrie, Psychosomatische Medizin und Psychotherapie) erforderlich machen, ansonsten erfolgen sie nach gründlicher Abwägung je nach Symptomatik, Befund und individuellen Leidensdruck. Konservative Stimmübungsbehandlungen haben einen festen Platz in der Behandlung der Altersstimmstörungen (Michael et al. 2011; Oates 2014). Da Vokalisatrophien und Glottisschlussinsuffizienzen häufig ein Teil des Problems sind, bietet sich hier häufig die Stimmlippenaugmentation als schnell wirksame und jenseits des Narkoserisikos risikoarme Therapieform an (Seino und Allen 2014). Auch hier müssen die individuellen Lebensumstände und Wünsche in die Therapieplanung einbezogen und realistische Ziele gesteckt werden. Gerade wenn im Alter schnelle Lösungen angestrebt werden und Ressourcen für andere Therapieformen fehlen, gewinnt auch die Hilfsmittelversorgung besondere Bedeutung. So kann eine Pfeife einen Hilferuf ersetzen, ein Hausnotruf eingesetzt werden, wenn ein Hilferuf nicht mehr gehört würde und ein Stimmverstärker kann bei zu leisen Stimmen, oft auch bei unzureichender Stimmbelastbarkeit insbesondere dann helfen, wenn die Lautstärke und Ausdauer in vorher erkennbaren Situationen gefordert wird. In jedem Fall von Presbyphonie sollte eine Hörtestung erfolgen und im Falle einer entsprechenden Hörstörung die Hörgeräteversorgung großzügig erwogen werden, um die Rückkoppelung zwischen Hörvermögen und Stimmsteuerung zu verbessern.

Kapitel 2 – Störungen der Stimmfunktion

Statement 13	
Sowohl erkennbare organische Veränderungen des Kehlkopfes als auch dessen fehlerhafte Ansteuerung, sei es durch unzureichende Technik oder durch neurologische oder hormonelle Ursachen, können zu Stimmstörungen führen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.1 Derzeitige Konzepte der Einteilung von Stimmstörungen

Jörg Bohlender, Annerose Keilmann, Tadeus Nawka

Die organische und funktionelle Integrität des Kehlkopfes ist die Grundvoraussetzung der Stimmbildung. Für den Stimmklang sind jedoch nicht allein die differenzierten Phonationsbewegungen der Stimmlippen verantwortlich. Atmung und Artikulation sind elementar in den Stimmbildungsprozess eingebunden und beeinflussen das Phänomen Stimme entscheidend. Traditionell wird aus didaktischen Gründen zwischen strukturellen (organischen) Stimmerkrankungen und funktionellen Stimmstörungen unterschieden.

Bei der Diagnostik und Therapie von Stimmstörungen, müssen die zugrundeliegenden und sich wechselseitig beeinflussenden organischen und regulierenden Faktoren berücksichtigt werden.

Betrachtet man das stimmbildende Organ Kehlkopf bezüglich der dichotomen Teilung der Dysphonie in organisch und funktionell, so können im Sinne von strukturellen Dysphonien u. a. angeborene Malformationen, entzündliche Veränderungen, gutartige Tumoren und Malignome der Stimmlippen zu einer Stimmerkrankung führen. Weiterhin beeinflussen peripher-neurale, pulmonale, endokrine, gastrointestinale, zentral-neurologische, medikamentöse und psychosoziale Faktoren die Stimmbildung (Sataloff et al. 1995).

T. Hacki und Kollegen (DGPP 2020; UEP 2020; JoV 2020) schlagen vor, die ätiologischen Begriffe „organisch-strukturell“ und „regulativ“ zu verwenden, da der Begriff „funktionell“ ätiologisch unpräzise und mehrdeutig ist. Die komplexe, kommunikative Funktion „Phonation“ beruht – biologisch gesehen – auf dem Stimmorgan (Luftröhre, Kehlkopf, Vokaltrakt: Rachen, Mund- und Nasenhöhle) und auf seiner neuralen sowie hormonellen Regulation. Daher können "organisch-strukturelle" und „regulative" (ggf. auch gemischte) Ursachen unterschieden werden.

Der Begriff „regulative Dysphonie“ umfasst hormonelle, neurogene (zentrale und periphere) aber auch „malregulative“ Störungen. „Malregulative Dysphonie“ hat bei nicht erkennbarem organischem Befund eine Fehlregulation der Stimmgebung, eine fehlerhafte neurale Phonationskontrolle als Ursache. Sie entspricht der oft inkonstanten und inkonsistenten, traditionell als „funktionelle Dysphonie“ bezeichneten Störung.

2.2 Funktionelle (malregulative) Stimmstörungen

Jörg Bohlender, Annerose Keilmann, Tadeus Nawka

Statement 14	
Funktionelle (malregulative) Dysphonien sind durch eine Störung des Stimmklangs, einer Einschränkung der stimmlichen Leistungsfähigkeit sowie subjektives stimmassoziertes Missempfinden gekennzeichnet, ohne dass sich dabei krankhafte primär organische Veränderungen der an der Stimmbildung beteiligten anatomischen Strukturen erkennen lassen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Funktionelle (malregulative) Dysphonien sind durch eine Störung des Stimmklangs, einer Einschränkung der stimmlichen Leistungsfähigkeit sowie subjektives stimmassoziertes Missempfinden gekennzeichnet, ohne dass sich dabei krankhafte primär organische Veränderungen der an der Stimmbildung beteiligten anatomischen Strukturen erkennen lassen (Schwartz 2011; Wendler 1977).

Die Prävalenz funktioneller (malregulativer) Dysphonien wird bei Frauen höher als bei Männern angegeben (Bandbreite zwischen 2:1 bis 19:1) (Baker et al. 2008). Eine Berufsgruppe mit einer erhöhten Stimmanforderung und einer anhaltenden Stimmbelastung, die vermehrt funktionelle (malregulative) Dysphonien aufweist, sind Lehrerinnen und Lehrer (van Houtte et al. 2012).

Die Ätiopathogenese der Funktionsstörung der Stimme beruht auf einem komplexen multifaktoriellen Geschehen. Durch Kopplung von mehreren Faktoren, *konstitutionell, habituell, ponogen, organisch oder psychogen*, kann eine Dysphonie entstehen bzw. ausgelöst werden. So können also ein falscher bzw. nicht ökonomischer Stimmgebrauch, fehlende oder mangelhafte Stimmtechnik, und/oder muskuläres Ungleichgewicht mit oder ohne psychoemotionale Beteiligung in einer Fehlfunktion der Stimme resultieren. (Behlau et al. 2015). Einen einheitlichen Konsensus zur Ätiopathogenese, Diagnostik und Symptomatik einer funktionellen (malregulativen) Dysphonie gibt es aktuell nicht, was aufgrund der verschiedenartigen Genese und ihrer Auswirkung auf die Stimmleistung nicht verwundert.

Begleitet werden funktionelle (malregulative) Dysphonien von einem «zu viel» oder «zu wenig» an muskulärem Tonus. So wird eine Dyskoordination (Malregulation) der Bewegungsmuster bzw. Spannungsmechanismen des Stimmproduktionsapparats angenommen. Tonusveränderungen können das notwendige Gleichgewicht für eine effektive Stimmproduktion stören. Die Störung der muskulären Balance kann auf verschiedenen Ebenen zum Ausdruck kommen. Dazu gehören das pulmonal-thorakale System (Anblasedruck), die laryngeale (glottischer Widerstand) und extralarygeale Muskulatur, der Vokaltrakt und die Gesamthaltung des Körpers. Ätiologisch wird also eine fehlregulierte, nicht ökonomische Stimmerzeugung gesehen. Psychische Faktoren spielen oft eine wesentliche Rolle.

Die Symptome können sich bei einer «Unterfunktion» beispielsweise in Form einer leisen, matten, verhauchten, nicht belastbaren Stimme äußern. Diese auditiv perzeptiven Stimmphänomene können bei einer hypofunktionellen Stimmstörung zusätzlich u.a. von einem herabgesetzten Körpertonus, reduzierter Prosodie, verkürzter Phonationsdauer, reduzierter Dynamik im Sprechstimmfeld bei regelrechter mittlerer Sprechstimmlage begleitet werden. Weiterhin können sich sekundäre muskuläre Kompensationsversuche im Bereich der mimischen, artikulatorischen und zervikalen Muskulatur finden. Stroboskopisch

zeigt sich ein unterschiedlich stark ausgeprägter Glottisspalt in der Schlussphase, der bei einer Laryngoskopie mit Gleichlicht nicht sicher erkannt werden kann.

In Kontrast zur stimmlichen «Unterfunktion» steht die «Überfunktion». Sie äußert sich als hyperfunktionelle Dysphonie in einer belegten, rauhen, knarrenden, gepressten Stimme. Häufig stellen sich die charakteristischen Stimmphänomene erst nach einer vermehrten Stimmbelastung ein und können sich nach einer verordneten Stimmruhe wieder normalisieren. Die betroffenen Patient*innen berichten über Räusperzwang, Globusgefühl, zervikale Verspannungen, Schleimansammlungen in Höhe des Kehlkopfs sowie andere Missempfindungen im Halsbereich. Weiterhin zeigt sich bei den Betroffenen im Gespräch teilweise ein sichtbarer muskulärer Hypertonus im Bereich der Artikulation, der Mimik und der äußeren Halsregion. Bei der Stimmuntersuchung können sich bei einer tendenziell normalen Phonationsdauer bisweilen eine erhöhte mittlere Sprechstimmlage sowie knarrende oder harte Stimmeinsätze finden. Die starre Laryngoskopie löst häufig einen verstärkten Würgereflex aus. Die Stroboskopie kann neben einer dorsalen Schlussinsuffizienz eine flottierende Sekretansammlung im Bereich der maximalen Amplitude am Übergang vom vorderen zum mittleren Drittel der Stimmlippen aufzeigen. Wenn die Phonation lange genug dauert, kann man diese Sekretansammlung in der Mitte des membranösen Teils der Stimmlippen fast bei jedem Menschen beobachten.

Insgesamt kann die Stroboskopie allein eine ‚hyperfunktionelle‘ oder ‚hypofunktionelle‘ Dysphonie nicht nachweisen (Schneider et al. 2002).

Häufig wird bei Patient*innen mit Dysphonie eine nach hinten verlagerte Artikulation beobachtet. Darunter ist eine Einengung des Hypopharynx durch eine Rückverlagerung des Zungengrundes zu verstehen. Damit gehört die Rückverlagerung zu einer während der Stimmgebung fehlerhaften muskulären Aktivität. Ähnlich fehlerhaft ist während der Stimmgebung auch die Kontraktion der Taschenfalten und aryepiglottischen Falten. Stimmtherapeutische Anstrengungen richten sich darauf, diese unnötigen muskulären Aktivitäten während der Phonation abzubauen. Eine gezielte supraglottische Kontraktion beobachten wir allerdings im klassischen Gesang bei der Erzeugung des Sängerformantkomplexes.

Erst eine komplexe differenzierte Untersuchung des Stimmpatient*innen kann wegweisend für eine Einordnung in ein « zu viel» oder «zu wenig» sein und erlaubt ein spezifisches-therapeutisches Vorgehen.

Zur Diagnosestellung des nunmehr seit mehr als drei Jahrzehnten im angloamerikanischen Sprachraum etablierten Terminus einer *Muscle tension dysphonia (MTD)* (Morisson et al. 1983) werden unterschiedliche stroboskopisch nachweisbare Glottisverschlussmuster bei der Phonation klassifiziert. Jedoch zeigen sich diese pathologischen Verschlussmuster auch bei Stimmgesunden (Sama et al. 2001), sodass letztlich eine Anwendung der stroboskopischen Charakteristika kritisch betrachtet werden muss. Die MTD sollte als treffenderes Äquivalent zur «hyperfunktionellen» Dysphonie verstanden werden. In der angloamerikanischen Fachliteratur wird zunehmend unkritisch die MTD mit der gesamten Bandbreite der funktionellen (malregulativen) Dysphonie gleichgesetzt.

Als Folge einer funktionellen (malregulativen) Dysphonie können uni- oder bilaterale phonationsbedingte Verdickungen («Stimmlippenknötchen») als sekundär organische Veränderungen auftreten. Ein unverhältnismäßig starkes gewebeschädigendes Einwirken von mechanischen Kollisions- und Scherkräften auf den freien Rand der Stimmlippe führt zu diesen sekundären strukturellen Alterationen, die in der Regel im mittleren Stimmlippendrittel lokalisiert sind (Dejonckere und Kob 2009; Bohlender 2013).

2.3 Organische Stimmstörungen

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Tadeus Nawka

Statement 15	
Organische Stimmstörungen sind durch zentralnervöse oder peripher-neurogene Innervationsstörungen oder strukturelle Veränderungen der stimmbildenden Organe, wie Entzündungen, Fehlbildungen, gut- oder bösartige Neubildungen bedingt.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.3.1 Akute Entzündungen

2.3.1.1 Akute Laryngitis

Über 40% aller Patient*innen, die heiser sind, leiden an einer akuten Laryngitis (Cohen et al. 2012). Die akute Laryngitis ist meist viral bedingt und tritt isoliert oder im Rahmen eines akuten Infektes der oberen Luftwege oder einer Bronchitis auf. Oft liegen disponierende Faktoren wie Rauchen, behinderte Nasenatmung oder ungünstige klimatische Umstände vor.

Die Stimme klingt schon ohne Stimmbelastung heiser oder aphon. Zusätzliche Symptome können, müssen aber nicht vorliegen. Die Stimmlippen sind unterschiedlich stark geschwollen und gerötet, stroboskopisch verminderte oder aufgehobene Randkantenverschiebung bei noch erhaltener phonatorischer Beweglichkeit. Die Rötung zeigt sich zuweilen nur am Rand in der Aryregion und am subglottischen Abhang. Die akute Laryngitis ist häufig selbstlimitierend (Schalén et al. 1985; Schalén et al. 1993; Schwartz et al. 2009).

Eine Sonderform der akuten Laryngitis ist die fibrinöse Laryngitis mit fibrinösen, weißlichen Belägen auf den Stimmlippen. Das Epithel wird dabei erodiert. Diese Art der Laryngitis kann zu narbiger Defektheilung führen.

2.3.1.2 Nichtinfektiöse Laryngitis

Stimmüberlastungen oder Stimmfehlbelastung, aber auch Husten, Alkoholgenuss, die Menstruation, eine Intubation oder das Einatmen von überhitzter Luft, von heißen oder ätzenden Dämpfen und Gasen können zu einer Laryngitis mit einer Hyperämie der Kehlkopfschleimhaut und des Stimmlippenepithels führen.

2.3.2 Chronische Kehlkopfentzündungen

2.3.2.1 Chronisch-katarrhalische Laryngitis (*Laryngitis chronica*)

Die chronische Laryngitis tritt mit einer Inzidenz von 3,5/1000 auf (Stein et al. 2013). Rauchen, mangelnde Stimmschonung bei akuter Laryngitis, ungünstige Umgebungsbedingungen, Stimmfehlbelastung (Hyperfunktion), inhalative Steroide und Stimmüberlastung, aber auch andere Entzündungen im Kopf-Hals-Bereich können zur chronischen Laryngitis führen.

Die Heiserkeit ist morgens stärker als abends, die mittlere Sprechstimmlage tief, der Stimmumfang im oberen Bereich eingeschränkt. Die Stimmlippen sind graurot, walzenförmig verdickt, die Stimmlippenränder plump und abgerundet. Über die Stimmritze spannen sich zähe Schleimfäden. Stroboskopisch sieht man unregelmäßige

Stimmlippenschwingungen, oft fehlende Randkantenverschiebungen oder einen phonatorischen Stillstand.

2.3.2.2 *Chronisch-hyperplastische Laryngitis*

Die chronisch-hyperplastische Laryngitis entsteht aus einer chronischen katarrhalischen Laryngitis oder direkt aus einer akuten Laryngitis. Durch Vermehrung der Bestandteile in der Lamina propria und ein subepitheliales Ödem verändern sich die Stimm lippen hyperplastisch, auch das Epithel selbst verdickt sich.

Neben der Heiserkeit bestehen Einschränkungen der Stimmleistung und Räusperzwang.

Es können sich diffuse, rote, granulierende Veränderungen im Bereich der gesamten Kehlkopfschleimhaut oder umschriebene tumorartige, präkanzeröse Verdickungen wie auch Keratosen einzelner Stimm lippenanteile ausbilden.

Bei Keratosen im Epithelniveau auf einer verschieblichen Lamina propria findet sich stroboskopisch meist noch eine phonatorische Beweglichkeit. Die Sprechstimme klingt dann noch gut. Mit zunehmender subepithelialer entzündlicher Infiltration nimmt die phonatorische Beweglichkeit ab und die Stimme wird zuerst höher, dann stärker behaucht.

2.3.2.3 *Refluxbedingte Laryngitis – Laryngitis posterior*

Der Rückfluss von saurem Magensaft in die Speiseröhre ist eine Erkrankung, die dann auftritt, wenn der untere Ösophagussphinkter den Mageneingang nicht mehr dicht abschließt. Die stark saure Flüssigkeit dringt in die Speiseröhre vor. Man spricht vom gastro-ösophagealen Reflux (GÖR). Manchmal überwindet sie auch den oberen Ösophagussphinkter und trifft dann auf den Hypopharynx und Larynx. Der Reflux bis in den Hypopharynx und Larynx wird als laryngo-pharyngealer Reflux (LPR) bezeichnet.

9-28% der Bevölkerung leiden an laryngo-pharyngealem Reflux (Schreiber et al. 2009), vermutlich wird die Diagnose zu häufig gestellt (Rafii et al. 2014).

Unter einer Laryngitis posterior versteht man Befunde, die mit dem laryngopharyngealen Reflux in Verbindung gebracht werden: Granulation und Epithelverdickung am Processus vocalis, Verdickung oder Ödem der hinteren Glottiswand, weiße Falten der Interaryregion, Erythem in hinterer Glottishälfte (Horn und Vaezi 2013; Lee et al. 2017; Schreiber et al. 2009). Die subjektiven Symptome sind vielfältig und können auch durch andere Kehlkopferkrankungen hervorgerufen werden. Dazu zählen eine tiefe, kratzige Stimme, aber auch Einschränkungen der stimmlichen Leistungsfähigkeit (Horn und Vaezi 2013; Schreiber et al. 2009).

2.3.2.4 *Kontaktgranulom*

Das Kontaktgranulom kommt fast nur bei Männern vor. Es handelt sich zunächst um kleine Schleimhautdefekte (Erosionen) auf einer oder auch auf beiden Seiten an der Spitze der Processus vocales der Aryknorpel, die bei der Phonation aneinander gepresst werden, später möglicherweise um große Granulationen und schüsselartige Wülste. Das Granulom kann zwei Teile supra- und subglottisch ausbilden, zwischen die sich der Aryknorpel der anderen Seite bei der Phonation schiebt. Während der Phonation kann das Kontaktgranulom vollständig verdeckt werden und den phonatorischen Bewegungsablauf nicht beeinflussen.

Zu den Ursachen zählen das mechanisches Reiben der Processus vocales der Aryknorpel (Hammer effekt), Stimmbelastungen in Form hyperfunktioneller Dysphonie oder ständiges Räuspern, aber auch die primäre Vokalisinsuffizienz mit sekundär hyperfunktioneller Adduktion der Aryknorpel, der pharyngo-laryngeale Reflux (ÖPR) sowie unzureichend

bewältigter Stress (Mans et al. 1993; Storck et al. 2009). Die Patient*innen geben Globusgefühl, manchmal lokalisierte, stechende Schmerzen beim Schlucken auf der Seite des Granuloms, Kratzen in der Tiefe des Halses, gelegentlich etwas Blut im Sputum, jedoch oft keine Stimmklangveränderungen an.

Kontaktgranulome gehören zu den gutartigen chronisch entzündlich veränderten Stimmlippentumoren, die im kartilaginären Teil der Glottis angesiedelt sind. Sie werden als Folge einer Entzündung und einer traumatisch mechanischen Mukosaschädigung der posterioren Glottis gedeutet. Anhaltender Fehlgebrauch der Stimme, chronischer Husten oder Räuspern können durch ein extremes und unphysiologisches Aufeinanderschlagen der Processus vocales zu einer Verletzung des Epithels führen. Begünstigt durch dieses Hammer-Amboss-Prinzip entwickelt sich bei fehlender Abheilung und konsekutiv ulzerierenden Gewebeveränderungen ein einseitiges reaktives Granulationsgewebeplus.

Der laryngo-pharyngeale Reflux wird als Co-Faktor, der einen begünstigenden Einfluss auf die Genese und Aufrechterhaltung dieser chronisch entzündlichen Organpathologie leistet, angesehen (Storck et al. 2009). Weiterhin werden psychosomatische Faktoren als beeinflussende Ursache beschrieben. Inwieweit die mechanische Schädigung im posterioren Bereich der Stimmlippe durch eine bestehende Glottisschlussinsuffizienz aufrechterhalten wird, ist Gegenstand der aktuellen Diskussion (Carroll et al. 2010). Wenn auch Malignome im dorsalen Anteil des Larynx ungewöhnlich sind, muss bei uneindeutigen Befunden eine biopsische und ggfs. auch mikrobiologische Klärung (Tuberkulose) erwogen werden.

2.3.2.5 *Allergische Laryngitis (Laryngopathie)*

Der Verdacht ergibt sich bei therapieresistenter, chronischer, ödematöser Kehlkopfentzündung. Nachweis mittels Anamnese und Allergietests (Jackson-Menaldi et al. 1999).

2.3.3 Erkrankungen der Lamina propria

2.3.3.1 *Stimmlippenknötchen*

Es handelt sich um meist symmetrische Verdickungen des Stimmlippenrandes infolge subepithelialer Schwellung durch Ödeme in der Lamina propria, dem Reinke-Raum, und Dehnung des darüber liegenden Epithels. Sie sind Folge einer funktionellen (malregulativen) Stimmstörung (vgl. 2.1.)

2.3.3.2 *Stimmlippenpolyp*

Vor allem mechanische Faktoren (Stimmüberlastung, Phonationstrauma) können zu einer umschriebenen Schleimhauthyperplasie mit unverändertem Epithelbelag führen (Martins et al. 2011). Allergien, Nikotinabusus, Infekte und laryngo-pharyngealer Reflux begünstigen die Entstehung. Stimmlippenpolypen treten meist in der Mitte des membranösen Teils der Stimmlippe und überwiegend bei Männern (Zhukhovitskaya et al. 2015) auf. Polypen vom teleangiektatischen Typ sind rot bis dunkelrot, Gallertpolypen dagegen grauweiß, glasig durchscheinend (Wallis et al. 2004).

Die Stimme ist überwiegend rau, seltener behaucht und meist noch recht gut modulationsfähig. Bei Steigerung der Stimmstärke ist sogar ein normaler Stimmklang möglich. Bei hohen und leisen Tönen versagt die Stimme. Beim Flottieren des Polypen kann es zu einer wechselnden Heiserkeit kommen.

2.3.3.3 *Reinke Ödem*

Das Reinke-Ödem ist eine Erkrankung des Reinke-Raumes, der Lamina propria der Stimmlippe. Unter dem Epithel bildet sich zunächst eine Ansammlung eines Transsudates, das ursprünglich ödematös ist und später gallertig wird. Die chronische Traumatisierung in der oberflächlichen Schicht der Lamina propria führt zu ödematösen Lakunen in der Interzellulärsubstanz und Fibrin. Begünstigende Faktoren sind Rauchen, stimmliche Überlastung und laryngo-pharyngealer Reflux (Branski et al. 2009), überwiegend sind Frauen im Alter von 40-60 Jahren betroffen (Zhukhovitskaya et al. 2015).

Die Stimme ist tief und rau, oft ist die Phonation mühelos. Bei fortgeschrittenem Ödem kommt es zu stimmlichen Leistungseinschränkungen und bei weiterer Progredienz zu Luftnot.

2.3.4 Fehlbildungen des Kehlkopfes (dysplastische Dysphonien)

2.3.4.1 *Sulcus glottidis (Stimmlippenfurche)*

Am häufigsten angeboren oder als Folge einer chronischen Laryngitis zieht sich eine Längsfurche (Rinnenbildung) entlang des medialen Stimmlippenanteils von ventral nach dorsal und unterteilt die Stimmlippe in eine obere und untere Hälfte, was zu einer Behinderung der Schwingungsfähigkeit der Stimmlippen führt.

2.3.4.2 *Stimmlippenzyste*

Etwa ein Siebtel aller gutartigen Stimmlippentumoren sind Stimmlippenzysten (Bouchayer und Cornut, 1988). Stimmlippenzysten lassen sich als Retentionszysten oder Epidermoidzysten unterscheiden. Retentionszysten liegen innerhalb der Lamina propria und sind mit einem hauchdünnen Drüsenepithel ausgekleidet. Hingegen sind Epidermoidzysten mit einem festen Epithel umgeben und können bis zum Ligamentum vocale reichen.

Stimmlippenzysten können durchsichtig aussehen (Retentionszysten, Inhalt wässrig-schleimige Flüssigkeit) oder von gelblicher Farbe sein (Inhalt gelblich, dickflüssig mit cholesterinreichen bröckeligen Massen: Epidermoidzyste). Je nach Größe und Ausdehnung behindern sie den vollständigen Stimmlippenschluss bei Phonation. Die der Zyste gegenüberliegende Seite der anderen Stimmlippe kann als Folge des Gegendruckes verdickt sein.

2.3.4.5 *Kehlkopfasymmetrien*

Die Asymmetrien des Kehlkopfes beziehen sich sowohl auf die Glottis als auch auf den Rahmen, wobei keine Beziehung zwischen dem Ausmaß der Asymmetrie und dem Grad der Stimmstörung besteht (Hmdan et al. 2011). Sie können angeboren oder erworben sein.

Häufig wird eine sogenannte Aryknorpelüberkreuzung beobachtet, wobei es sich nur um eine scheinbare Überkreuzung der Aryknorpel durch ein Aneinandervorbeischieben der Santorini-Knorpel oder der Arygegend handelt. Durch eine Schildknorpelasymmetrie, die palpatorisch feststellbar ist, kann es zu einem Glottisschiefstand kommen. Die hintere Kommissur liegt auf der Seite der längeren Schildknorpelplatte. Dadurch wird leicht eine Stimmlippenlähmung vorgetäuscht (Abduktionseinschränkung). Relevant sind auch Niveauunterschiede beider Stimmlippen. Stimmliche Einschränkungen in Dynamik- und Tonhöhenumfang können damit einhergehen.

2.3.4.6 *Varizen der Stimmlippen*

Eine Stimmlippenvarize ist ein erweitertes, geschlängeltes Gefäß auf der Stimmlippenoberfläche oder am freien Rand. Ursächlich wird eine Stimmbelastung vermutet.

Das Ausmaß der Stimmstörung wechselt mit dem Füllungszustand der Varizen. Bei starker Stimmbelastung besteht die Gefahr einer Gefäßruptur (Tang et al. 2016).

2.3.4.7 *Vokalisatrophie*

Die Stimmlippen sind in Respiationsstellung auswärts gebogen und schließen ovalär inkomplett. Ursächlich werden Virusinfekte, die Altersinvolution (Martins et al. 2015), möglicherweise hormonelle Ursachen angenommen.

2.3.5 Erkrankungen mit laryngealer Beteiligung

2.3.5.1 *Kehlkopftuberkulose*

Die Kehlkopftuberkulose führt zu Heiserkeit, selten auch Schmerzen bis ins Ohr. Oft liegt eine einseitige (Monochorditis) Rötung der Stimmlippe vor, eventuell auch eine Schwellung oder eine exophytische Veränderung. Stroboskopisch sieht man auf der befallenen Seite keine Schwingungen. Es handelt sich um eine spezifische chronische Laryngitis (Lucena et al. 2015).

2.3.5.2 *Sarkoidose (M. Boeck)*

Auch die Sarkoidose ist eine chronisch-granulierende Entzündung, sie kann zu einer einseitigen Rötung der Stimmlippe mit Schwellung führen (Dean et al. 2002).

2.3.5.3 *Amyloidose des Larynx*

Die Amyloidose kann zu sehr unterschiedlichen Veränderungen des Larynx führen, die Symptomatik reicht, abhängig vom Befund, von fehlenden Symptomen bis zu starker Heiserkeit oder Atemnot (Sataloff et al. 2001).

2.3.5.4 *Dermatomyositis, Sklerodermie*

Bei diesen ätiologisch unklaren Kollagenkrankheiten mit Entzündungen und später Degeneration der Muskulatur kommt es u. a. zu Heiserkeit und Schluckbeschwerden.

2.4 Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter einschließlich Mutationsstörungen

Michael Fuchs, Susanne Voigt-Zimmermann

Empfehlung 1	
Ursachen für chronische Heiserkeit bzw. Stimmklangauffälligkeiten, Verringerung der stimmlichen Leistungsfähigkeit bzw. stimmassozierte Missempfindungen bei Kindern und Jugendlichen sollen abgeklärt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 2	
Sind organische Veränderungen nicht ursächlich für die Stimmstörung, sollen psychische und funktionelle Faktoren abgeklärt werden.	Konsens
Expertenkonsens	

Es besteht interdisziplinärer Konsens darüber, dass Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen ernst genommen werden müssen. Sie bedürfen zumeist eines interdisziplinären diagnostischen und therapeutischen Behandlungsansatzes (Voigt-Zimmermann et al. 2015 a, b).

Der Anteil der stimmgestörten Kinder, deren Störung bis zur Pubertät nicht vollständig regredient ist, beträgt 15% (Hirschberg et al. 1995). Zwar bilden sich die im Kindesalter häufig anzutreffenden Phonationsverdickungen (Syn.: Stimmlippenrandverdickungen, Stimmlippenknötchen) während der Pubertät oft zurück. De Bodt et al. (2007) berichten, dass 21% der Kinder mit Stimmlippenknötchen nach der Pubertät weiterhin Stimmprobleme (8% der Jungen und 37% der Mädchen) haben. So bleiben die auslösenden, oft psychischen Grundprobleme bzw. Dysfunktionen unter Umständen bis in das Erwachsenenalter bestehen. Später verursachen sie Rezidive, die zudem zunehmend schwieriger zu therapieren sind. Dysphonien, die im Kindesalter unbehandelt bleiben, können somit die spätere Berufswahl für einen stimmintensiven Beruf oder die stimmliche Teilhabe (z.B. Theaterspiel, Singen im Chor) einschränken und sozioökonomische Folgen haben.

Kinder mit pathologischen Stimmklängen werden von gleichaltrigen und erwachsenen Bezugspersonen negativer beurteilt. 40-80% der Betroffenen berichten von negativen emotionalen Auswirkungen und Beeinträchtigungen in den sozialen Kontakten (Connor et al. 2008).

2.4.1 Definition von „Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter“

Mit Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen (Syn: infantile und juvenile Dysphonie, engl.: pediatric voice disorder/dysphonia in children) bezeichnet man chronische Erkrankungen der kindlichen Stimme und der Stimme heranwachsender Jugendlicher. Sie können angeboren oder erworben, organisch oder nicht organisch (z. B. funktionell und/oder psychogen) bedingt sei. Kurzfristige, d.h. akute Dysphonien treten bei Kindern und Jugendlichen meist bei Atemwegsinfektionen auf, sind zeitlich begrenzt und zeigen recht schnell eine deutliche Besserung, wenn sie durch Stimmschonung und Schleimhautpflege begleitet werden.

Von Stimmstörungen bei Kindern spricht man nur bei entsprechenden Erkrankungen im Zeitraum von der Geburt bis zum Einsetzen der Prämutation, d. h. bis zu den ersten Anzeichen des Stimmwechsels im Rahmen der der Pubertät. Mit Stimmstörungen im Jugendalter sind Erkrankungen der Stimme in der Adoleszenz gemeint, also der Lebensphase zwischen dem 12./13. und dem 20.-24. Lebensjahr (Remschmidt 2013), die abhängig vom Geschlecht zeitlich differieren kann.

Mutationsstimmstörungen sind Stimmstörungen, die während der Mutation der Stimme (von der Prä- bis zur Postmutation, Syn.: Stimmwechsel, Stimmbruch, engl: puberphonia, mutational voice disorder) im Rahmen der allgemeinen Geschlechtsreife entstehen und darüber hinaus bestehen bleiben. Von Mutationsstimmstörung wird gesprochen, wenn sich die Stimme von Jungen nach dem Stimmbruch nicht regelrecht (sowohl zeitlich als auch quantitativ) um ca. 1 Oktave auf G bis c und bei Mädchen nicht um eine Terz oder Quinte auf g bis c1 abgesenkt. Sie können organisch (meist hormonell) oder funktionell (meist

psychogen) bedingt sein und sowohl bei Jungen als auch bei Mädchen auftreten. Die Mutation kann dabei zu früh (endokrinologisch bedingte Mutatio praecox) oder zu spät einsetzen (Mutatio tarda), stark verlängert sein (Mutatio prolongata) oder ganz ausbleiben. Postmutationell kann sich die individuelle Sprechstimmlage a) auf der präpubertären Sprechtonhöhe (endokrin bedingt persistierend) verfestigt, b) im Vergleich zur präpubertären Sprechstimmlage deutlich erhöht (Mutationsfistelstimme bei Jungen und bei Mädchen, Syn: mutational falsetto), unvollständig abgesenkt (Mutatio incompleta) oder zu tief (endokrinologisch bedingte Mutatio perversa bei Mädchen, Mutationsbass bei Jungen) ausgebildet haben.

2.4.2 Symptomatik

Erworbene funktionell und sekundär organisch bedingte Dysphonien bei Kindern können durch verschiedene Symptome gekennzeichnet sein (Voigt-Zimmermann et al. 2015a):

- auffälliger bzw. veränderter Stimmklang, meist Heiserkeit mit Rauigkeit und/oder Behauchtheit verschiedener Grade, Resonanzverlust, pathologische Stimmein- und -absätze,
- Verringerungen der stimmlichen Leistungs- und Belastungsfähigkeit, abweichende Sprechtonhöhe oder -lautstärke, eingeschränkte Intonationsfähigkeit,
- subjektive Missempfindungen während der Phonation oder an den Organstrukturen, die an der Phonation beteiligt sind (wie Schmerzen, Brennen, Räusperzwang, Hustenreiz, Trockenheitsgefühl)
- Unzufriedenheit mit der eigenen Stimme/stimmlichen Leistungsfähigkeit usw.

2.4.3 Inzidenz/Prävalenz von Stimmstörungen bei Kindern

Die Angaben zu Inzidenz und Prävalenz von Stimmstörungen bei Kindern streuen sehr stark zwischen 6% und 38%. In einer umfangreichen Querschnittstudie aus dem Jahr 2006 wurde bei 6-7% von 7389 Kindern im Alter von 8 Jahren ein auffälliger Stimmklang registriert (Carding et al. 2006). Nur 22% der Eltern stimmauffälliger Kinder war jedoch die heisere Stimme ihrer Kinder aufgefallen. Es besteht eine Prädominanz von Dysphonien im Kindesalter mit organischer Sekundärsymptomatik (Stimmlippenknötchen) bei Jungen im Verhältnis zu Mädchen von 3:1 und 2:1 fest (Carding 2006; Martins et al. 2012).

2.4.4 Ursachen von Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen

Stimmstörungen bei Kindern können angeboren (kongenital) sein oder auch später organisch oder funktionell bedingt auftreten. Die Ätiologie funktioneller Dysphonien bei Kindern ist meist multifaktoriell.

2.4.4.1 Organische Ursachen von Stimmstörungen bei Kindern

Angeborene organische Stimmstörungen bei Kindern

Zu angeborenen (Syn.: kongenitale) Ursachen von Stimmstörungen bei Kindern zählen Beeinträchtigungen der Atemfunktion durch Erkrankungen auf pulmonaler und trachealer Ebene, wie angeborene Trachealstenosen, Mukoviszidose oder asthmatische Erkrankungen. Längerer allergisch bedingter Husten sollte ernst genommen und behandelt werden, da das durch Husten verursachte mechanische Trauma einen Zusammenhang mit Stimmsymptomen zu haben scheint (Kallvik et al. 2017). Des Weiteren zählen kongenitale Dysplasien und Schäden auf laryngealer Ebene, wie Epidermoidzysten oder das glottal web, sowie angeborene Fehlbildungen der supraglottischen Ansatzräume dazu. Auch angeborene neuromuskuläre Erkrankungen, wie Myopathien oder spinale

Muskeldystrophie, bewirken bereits beim Neugeborenen einen Hypotonus, der wegen der damit verbundenen pulmonalen Funktionsstörung die stimmliche Leistungsfähigkeit stark einschränkt. Die Kinder haben eine leise, nicht steigerungsfähige kraftlose Stimme.

Angeborene Stimmstörungen, z.B. die Laryngomalazie, das Diaphragma laryngis, angeborene Lähmungen der Stimmlippen, Kehlkopfspalten, können postnatal unter Umständen lebensbedrohliche Zustände herbeiführen. Ein Sulcus vocalis, von dem das männliche Geschlecht häufiger betroffen ist, wird überwiegend erst bei älteren Jungen diagnostiziert, weil durch eine typische Heiserkeit hörbar. Eine weitere Ursache ist das Aryüberkreuzungsphänomen, bei dem sich die Arytenoide beider Seiten durch eine Hyperadduktion scherenartig überkreuzen und damit ein unphysiologisches Schluss- und Schwingungsverhalten der Stimmlippen verursachen. Die Stimmen sind heiser und behaucht und zeigen eine Einschränkung des Tonhöhen- und Dynamikumfangs sowie eine eingeschränkte Belastbarkeit. Ebenso können sich Hypoplasien des gesamten Larynx oder isoliert der Stimmlippen, Asymmetrien des Larynx einschließlich Längen-, Breiten- und Niveaudifferenzen der Stimmlippen negativ auf die stimmliche Leistungsfähigkeit und Qualität auswirken. Bei einem KISS-Syndrom (kopfgelenksinduzierte Symmetriestörung) kann vermutet werden, dass längerfristige muskuläre Imbalancen der äußeren Kehlkopfmuskulatur zu Spannungsstörungen der Stimmlippen führen.

Angeborene Anomalien des Larynx treten bei etwa 1 von 2000 Lebendgeburten auf, von denen weniger als 0,3% auf Larynxspalten zurückzuführen sind. Die Inzidenz von posterioren Larynxspalten wird als 1 von 10.000 bis 1 von 20.000 Lebendgeburten angegeben und treten mit einem Verhältnis von 5: 3 häufiger bei Jungen als bei Mädchen auf (Watters et al. 2012).

Auch Störungen der auditiven und propriozeptiven Kontrolle sowie der Steuerung des Stimmapparates können bei angeborenen neurologischen Erkrankungen stimmliche Symptome hervorrufen: als typisches Leitsymptom ist bei Kindern mit Cri-du-chat-Syndrom das katzenähnliche, hochfrequente Schreien bekannt. Beim Kernikterus wird als spezifisches akustisches Phänomen die Schreibruchung mit dem Zerfallen der hohen Frequenzen zu Beginn und am Ende des Schreies beschrieben. Schließlich kann bei allen Formen einer angeborenen bilateralen Hörstörung - neben der typischen Sprachentwicklungsstörung - auch die auditive Kontrolle der Stimmproduktion gestört sein (Fuchs 2008).

Erworbene organische Ursachen von Stimmstörungen bei Kindern

Zu den Ursachen erworbener organischer Stimmstörungen bei Kindern zählen einerseits Entzündungen und Allergien, wie akute, meist virale Infekte mit Involvierung des Larynx, chronische Entzündungserkrankungen der Nase- und Nasennebenhöhlen, rezidivierende Gaumenmandelentzündungen sowie allergischer laryngo-pharyngealer Reflux ("non-erosive reflux diseases"). Weitere erworbene Stimmerkrankungen stellen Retentionszysten und Polypen der Stimmlippen, Narben, sowie die rezidivierende juvenile Larynxpapillomatose dar.

Bei Aufrechterhaltung unphysiologischer Stimmfunktionsmuster kann es wegen einhergehender mechanischer Überbeanspruchungen zu Verletzungen des Stimmlippenepithels kommen. Als sekundär-organische, sog. phonationsassoziierte Veränderungen (Syn.: Stimmlippenrandverdickungen, Phonationsverdickungen, Stimmlippenknötchen) entstehen dabei zunächst „weiche“ (am freien Rand der Stimmlippe ohne Aufhebung der Randkantenverschiebung „RKV“) und später „harte“ Phonationsverdickungen (vergrößerte Stimmlippenrandverdickungen mit deutlicher Beeinträchtigung bis Aufhebung der RKV). Sie treten mit einer Prädominanz von 3:1 häufiger bei Jungen als bei Mädchen auf (Voigt-Zimmermann et al. 2015a).

Schulkinder einer epidemiologischen Studie in der Türkei (n=617, 7-16 Jahre) zeigen 13,3% minimale Läsionen der Stimmlippen, 14,3% beginnende (weiche) Stimmlippenknötchen, 2,6% manifeste (harte) Stimmlippenknötchen und sogar 0,2% Polypen der Stimmlippen (Akif Kiliç et al. 2004). Soldatskii et al. (2010) diagnostizierten in ihrem Patientenkollektiv von 1451 heiseren Kindern 53,1% Stimmlippenknötchen, 12% funktionelle Dysphonien und fast 10% juvenile Stimmlippenpapillome.

Die durch das humane Papillomvirus (überwiegend HPV-Typen 6 und 11, seltener HPV-Typen 16 und 18) verursachte rezidivierende respiratorische Papillomatose (RRP) manifestiert sich mit papillomatösen Wucherungen in den oberen Atemwegen, überwiegend im Larynx. Sie führen bei Kindern teilweise zu erheblichen Behinderungen der Atemwege und zu individuell sehr unterschiedlichen Stimmveränderungen (Seedat 2020). Von juveniler RRP (JORRP) spricht man bei Erkrankungen vor dem 13. Lebensjahr, deren Inzidenz 0,17 pro 100.000 beträgt (Omland et al. 2012).

2.4.4.2 Funktionelle und psychische Ursachen für Stimmstörungen bei Kindern

Als auslösende Ursachen für funktionelle Stimmstörungen bei Kindern werden übermäßiges Schreien, zu lautes Sprechen über einen längeren Zeitraum, Nachahmung/Imitieren von ungünstigen stimmlichen Vorbildern, falsche stimmliche Anforderungen (z.B. Überschreiten des Stimmumfangs beim Singen oder zu lautes Singen im Chor), Unmusikalität, unzureichende rhythmische Differenzierungsfähigkeit und psychische Besonderheiten (Extrovertiertheit, Hyperaktivität) diskutiert. Bevölkerungsstudien an großen Kohorten zeigen, dass es bei stimmgesunden Kindern Assoziationen zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und Intensitätsparametern der Stimme gibt (Poulain et al. 2020). Die Stimmstörungen der Kinder beeinflussen dabei die Sicht der Umwelt auf die Persönlichkeit der betroffenen Kinder negativ (Sederholm et al. 1995).

Pathogenetisch führen jedoch verschiedene Ursachen (wie ungünstige stimmtechnische Bedingungen, permanente stimmliche Überforderungen, ungünstige familiendynamische Konstellationen oder psychische Ursachen) zur Stimmstörung bei Kindern und Jugendlichen. Oft kann nicht vollständig geklärt werden, ob die unphysiologische Stimmbildungsweise bei Kindern Ursache für die funktionelle Stimmstörung ist oder ob die gestörte Stimmfunktion als Symptom einer anderen, tiefer liegenden psychischen Problematik zu interpretieren ist. Das auffällige Schreiverhalten kann als Angst aufgefasst werden, nicht gehört zu werden, oder als Hoffnung, endlich besser „gehört“ zu werden. Andererseits kann es Ausdruck dafür sein herauszuragen, unter den Kindern respektiert zu werden oder das gemeinsame Spiel zu bestimmen. Eigene oder durch die Eltern unausgesprochen gesetzte hohe Leistungsansprüche finden häufig ein muskuläres Korrelat. Über viele Jahre können sie sich in Reaktion auf gestörte familiäre, emotionelle Zustände dysfunktional entwickeln. Da in diesen Fällen psychische, emotionelle oder soziale Probleme in der Entwicklung des Kindes die Ursachen für die Stimmstörung darstellen, kann die Stimmstörung auch beim Kind und Jugendlichen als akute „Krisenvertönung“ interpretiert werden (Abresch 1988; Kollbrunner 2006; Voigt-Zimmermann et al. 2015a). Gleichzeitig werden stimmgestörte Kinder auch als scheu und furchtsam beschrieben, die ihre Angst und Hemmungen durch überhöhte Stimmkraft zu überwinden versuchen. Stimmstörungen können deshalb nicht getrennt vom sozialen Kontext betrachtet werden. Sie können eine unspezifische Reaktion auf emotionale und interaktionelle Anforderungen wie z.B. innerfamiliäre Belastungen oder Geschwisterrivalität darstellen (Ribeiro 2006). Damit einhergehende abnorme extra- und intralaryngeale muskuläre Spannungszustände und eine Störung der aerodynamisch-myoeelastischen Wechselwirkungen bei der Phonation bedingen Veränderungen der Schwingungsverhältnisse der Stimmlippen und somit die Symptome von Stimmstörungen

bei Kindern und Jugendlichen. Teilweise zeigen aber einige stimmgestörte Kinder aufgrund eines Mangels an Durchsetzungsfähigkeit bei sozialen Konflikten Ausweich- und Bagatellisierungstendenzen. Aggressionen werden unter Umständen dann auch gegen sich selbst gerichtet (Nienkerke-Springer 2006). Funktionelle Stimmstörungen bei Kindern sind deshalb häufig Ausdruck eines emotionell-psychischen Konfliktes und können als Effekte einer beginnenden Selbstentfremdung verstanden werden (Kollbrunner 2006).

2.5 Hormonelle Stimmstörungen

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Tadeus Nawka

Statement 16	
Störungen des Hormonstoffwechsels, vor allem der Geschlechtshormone, der Hormone der Hypophyse, der Schilddrüse, der Nebenschilddrüse und der Nebennierenrinde können zu Stimmstörungen führen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.5.1 Hormonelle Stimmstörungen bei Frauen

2.5.1.1 Prämenstruelle Dysodie (*Laryngopathia praemenstrualis*).

In der Woche vor der Monatsblutung treten durch Wasserretention, ggf. auch durch eine Beeinträchtigung des Allgemeinbefindens Stimmklangveränderungen und Einschränkungen der stimmlichen Leistungsfähigkeit ein (Shoffel-Havakuk et al. 2017). Die Stimme ist rau, brüchig, belegt, tiefer, detonierend, es kommt zu Unsicherheiten in der Intonation, Lautstärkeschwankungen, Intensitätsarmut, höhere Töne werden nur schwer oder nicht mehr erreicht. Die Sprechstimme ist kaum auffällig.

Sonstige Symptome: Zunahme des Körpergewichts, Missempfindungen im Beckenbereich, Neuralgien, emotionale Unausgeglichenheit.

Es finden sich Schleimhautschwellungen im Kehlkopfbereich und in der Aryknorpelregion, leichte ödematöse Durchtränkung des Stimmlippenepithels, vermehrte oder verminderte Schleimauflagerung. Stimmlippenhyperämie, subepitheliale oder submuköse Blutaustritte, vermehrte Schleimsekretion oder trockene, glanzlose Stimmlippen, im stroboskopischen Bild verminderte Stimmlippenspannung.

Von einer menstruellen Dysodie spricht man, wenn sich die prämenstruellen Stimmbeschwerden während der Menstruation verstärken bei gleichzeitigem Abklingen des Prämenstrualsyndroms.

2.5.1.2 *Laryngopathia gravidarum*

Die Veränderungen am Kehlkopf während der Schwangerschaft stimmen mit denen während der Menstruation überein. Es kommt aber meist zu Änderungen des Stimmtimbres, die sich günstig auswirken. Die Stimme wird klanglich voller, wärmer und kräftigt sich in der Höhe. Diese Veränderungen können nach der Entbindung bestehen bleiben.

Die *Laryngopathia gravidarum* betrifft ca. 20% aller Schwangeren etwa ab dem 5. Schwangerschaftsmonat. Man unterscheidet eine ödematöse (Schwellungszustände) und eine trockene (zähes, verkrustetes Sekret) Form. Die *Laryngopathia gravidarum* tritt häufig in Verbindung mit einer Präeklampsie auf.

2.5.1.3 Schwangerschaftsmutation

Bei diesem sehr seltenen Krankheitsbild wird die Stimme während der Gravidität innerhalb weniger Tage um eine Oktave tiefer.

2.5.1.4 Stimmveränderungen während des Klimakteriums und der Menopause

Durch das Versiegen der Ovarialfunktion bei fortbestehender Produktion von Androgenen in den Nebennierenrinden verschiebt sich Gleichgewicht der Hormone.

Die mittlere Sprechstimmlage sinkt, die Stimme kann rau, verhaucht, weniger tragfähig werden und verliert an Glanz und Höhe (D'haeseleer et al. 2011).

Die Stimmlippen können verdickt sein, der Stimmlippenschluss ist unvollständig.

2.5.2 Stimmstörungen bei endokrin bedingten Krankheitsbildern

2.5.2.1 Hypophysenerkrankungen

Akromegalie (akromegale Dysphonie)

Durch Überproduktion des Wachstumshormons kommt es anfangs durch die Vergrößerung der supraglottischen Räume zu einem hohlen Stimmklang und Artikulationsstörungen infolge Zungenhyperplasie. Durch ein Wachstum des Kehlkopfes und Weichteilverdickungen sinkt die Sprechstimmlage (Kinnman 1976). Die Stimme klingt rau, heiser, hohl, gepresst und dunkel. Neben der Vergrößerung des gesamten Kehlkopfes mit langen breiten Stimmlippen fallen wulstige Schleimhäute, insbesondere im Bereich der Aryknorpelgegend, der aryepiglottischen Falten und der Taschenfalten auf. Weiterhin kommt es zur Makroglossie, Progenie und Lückengebiss.

Hypophysärer Klein- und Zwergwuchs, Hyperprolaktinämie

Durch Mangel an Wachstumshormon oder verstärkte Prolaktinproduktion bleiben Pubertät und Stimmwechsel aus.

Hypophysärer Riesenwuchs führt nicht zu einer Stimmstörung

Bei der Hypophysenvorderlappeninsuffizienz tritt eine hypofunktionelle Symptomatik auf.

2.5.2.2 Schilddrüsenerkrankungen

Eine Hyperthyreose führt zu uncharakteristischen Stimmsymptomen.

Eine Hypothyreose führt zu ödematösen Stimmlippen und einer eher tiefen Stimme (Myxödem).

2.5.2.3 Nebenschilddrüsenerkrankungen

Ein Hypoparathyreoidismus kann zum Laryngospasmus führen, sonst findet sich ebenso wie beim Hyperparathyreoidismus keine typische Stimmsymptomatik.

2.5.2.4 Nebennierenrindenerkrankungen

Morbus Addison

Die Nebennierenrindeninsuffizienz führt zu einer Muskelschwäche, die sich auch auf die Stimme auswirkt.

Morbus Cushing

Das Cushing-Syndrom zeigt keine phoniatischen Symptome.

Adrenogenitales Syndrom (AGS)

Beim AGS führen rezessiv vererbte Enzymdefekte, die die Steroidhormonsynthese auf verschiedenen Stufen blockieren, zu verminderter Kortisolbildung, die eine verstärkte ACTH-Ausschüttung bewirkt und damit zu einer sekundär gesteigerten Androgenproduktion führt (Nygren et al. 2009).

Bei Knaben entwickelt sich eine isosexuellen Pseudopubertas praecox mit Penisvergrößerung, vorzeitiger Sekundärbehaarung und vorzeitigem Stimmwechsel.

Bei Mädchen ist das äußere Genitale oft schon bei der Geburt vermännlicht. Im weiteren Verlauf tritt eine Virilisierung im Sinne einer heterosexuellen Pseudopubertas praecox ein.

2.5.2.5 Krankheiten der Keimdrüsen

Hypogonadismus

Männlicher Hypogonadismus

Die Unterfunktion der männlichen Hoden mit Störung der Spermienbildung und/oder verminderter Testosteronbildung kann durch eine direkte Hodenschädigung mit reaktiv vermehrter Gonadotropinbildung (primärer Hypogonadismus) oder durch ungenügende oder fehlende hypophysäre Gonadotropinbildung (sekundärer, hypogonadotroper Hypogonadismus) bedingt sein und führt zu einem Ausbleiben des Stimmwechsels. Ein Ausfall der männlichen Keimdrüsen nach der Pubertät hat keinen Einfluss auf die Stimme.

Weiblicher Hypogonadismus

Eine Entfernung der Ovarien vor der Pubertät hat bei Frauen keine Auswirkungen auf die Stimme.

Beim Kallmann-Syndrom liegt neben einer Anosmie ein hypogonadotroper Hypogonadismus vor.

Intersexualität

Embryonale Störungen der geschlechtlichen Differenzierung führen zum Auftreten von Merkmalen beider Geschlechter bei einem Individuum (Böhme 1968). Nach der Festlegung des standesamtlichen Geschlechts sollte die Stimmentwicklung begleitet werden.

Hormonbildende Keimdrüsentumoren

Hormonbildende Keimdrüsentumoren bei Kindern können zur heterosexuellen oder isosexuellen Pseudopubertas praecox führen. Bei Jungen kann es zu einem vorzeitigen, bei Mädchen zu einem pathologischen Stimmwechsel kommen.

2.5.3 Chromosomenaberrationen

Frauen mit Turner-Syndrom haben eine unauffällige mittlere Sprechstimmlage, jedoch oft ein kindliches Stimmtimbre.

Männer mit Klinefelter-Syndrom zeigen einen hypergonadotropen Hypogonadismus. Die Sprechstimmlage ist leicht erhöht (bei f'), der Stimmumfang vermindert. Die Mutation setzt z. T. verspätet ein.

Menschen mit Down-Syndrom haben oft eine tiefe, heisere, raue, monotone Stimme und einen reduzierten Stimmumfang. Oft fällt schon der Schrei der Säuglinge als tief, rau, gepresst, blökend auf.

Beim Cri-du-chat-Syndrom ist die Säuglingsstimme charakteristisch (Lejeune et al. 1963). Beschrieben sind miauendes und quäkendes Wimmern oder stereotypes, anhaltendes, schrilles, hohes Schreien (800 Hz).

2.6 Störungen der Stimmlippenbeweglichkeit

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Christopher Bohr, Tadeus Nawka

Statement 17	
Störungen der respiratorischen Beweglichkeit der Stimmlippen können durch zentrale und periphere Stimmlippenlähmungen oder auch Tumoren, Subluxationen, Fibrosen und Ankylosen verursacht sein.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.6.1 Zentrale Stimmlippenlähmungen

Stimmlippenlähmungen bei intrakraniellen Erkrankungen können mit Schluckstörungen (Dysphagien), Artikulationsstörungen (Dysarthrien) und Sprachstörungen (Dysphasien) einhergehen.

Sie kommen bei zerebrovaskulären Erkrankungen wie Ischämien oder Blutungen, nach Schädelhirntraumata, aber auch bei degenerativen Erkrankungen, Infektions- und Entzündungskrankheiten, Tumoren, Intoxikationen, schweren Hypoxien und als Nebenwirkungen medikamentöser Therapie vor.

Zentrale Stimmlippenlähmungen können zu

- ein- oder doppelseitiger Bewegungsunfähigkeit
- Einschränkung der Beweglichkeit der Stimmlippen beim Phonationsversuch trotz erhaltener reflektorischer Beweglichkeit der Stimmlippen,
- zur laryngealen Spastik,
- zur Einschränkung der Feinmotorik oder zu
- unwillkürlichen Stimmlippenbewegungen

führen.

Patient*innen mit Parkinson-Krankheit haben typischerweise eine monotone, schwach, leise Stimme, z.T. auch einen Tremor im Bereich des Kehlkopfes, des Gaumensegels und der Zunge.

Auch Multiple Sklerose kann zu einer Stimmstörung mit monotoner, schwacher, heiserer, rauher Stimme führen; manchmal umschlagend in die Fistelstimme.

2.6.2 Periphere Stimmlippenlähmungen

Während bulbäre Lähmungen noch zu den zentralen Lähmungen zählen, spricht man bei Läsionen unterhalb der Kerngebiete des Hirnstamms von peripheren Lähmungen. Ursächlich kommen verschiedene intrazerebrale Prozesse in Frage. Auch Schädigungen im weiteren Verlauf können zu Kehlkopf- bzw. Stimmlippenlähmungen führen und sind häufig ein Symptom einer anderen Erkrankung. Auch bei sogenannten organerhaltenden Therapien wie einer Radio-/(Chemo)therapie bei malignen Kopf-Hals-Tumoren können Hirnnervenlähmungen auftreten. Erst nach Ausschluss aller möglichen Ursachen (Vgl. Tabelle 1, aus Nawka und Wirth, 2007) darf die Diagnose „idiopathische“

Stimm lippenlähmung (Dworkin et al. 2009; Tsikoudas et al. 2012; Urquhart und St. Louis, 2005; Yamada et al. 1983) gestellt werden.

Bei peripheren Paresen sollten immer Bildgebungen indiziert werden, die den gesamten Nervenverlauf des Vagus und Recurrens abbilden. Im Zweifelsfall kann zum Ausschluss eines versteckten Malignomes im Larynx, Hypopharynx, Tracheobronchialsystem oder Ösophagus eine endoskopische Untersuchung erforderlich sein.

Tabelle 1: Ursachen von Kehlkopf- und Stimmlippenlähmungen (Dilasio et al. 2013; Hehman-Ackah et al. 2011; Jeannon et al. 2009; Kang et al. 2013; Loughran et al. 2002; Misono und Mirati 2012; Reiter et al. 2015; Sielska-Badurek et al. 2012; Takano et al. 2012).

- Allergisch:	Serumprophylaxe z. B. bei Tetanus (Tetanusantitoxin)
- Allergisch-toxisch:	Nach Tonsillektomie oder Zahnextraktion
- Bronchialkarzinom:	Sitz im Ober- und Mittelgeschoss
- Degenerativ:	Shy-Drager-Syndrom
- Endotracheale Intubation:	Überdehnung durch Lagerung oder Druckschädigung durch aufgeblasene Manschette
- Erblich:	Doppelseitig kongenital oder später auftretend (Sipple-Syndrom). Bei kongenitaler Lähmung Fixation immer in Paramedianstellung
- Erkrankungen des Nervensystems:	Bulbärparalyse, Pseudobulbärparalyse, Multiple Sklerose, amyotrophische Lateralsklerose, Syringobulbie
- Fehlbildung der Zungenbeinkette:	Verknöcherung von Zungenbeinhorn, Lig. stylohyoideum und Lig. thyrohyoideum
- Gefäßveränderungen	Aneurysma der A. carotis, Glomus jugulare, Glomus caroticum
- Halstrauma	Stumpfes Trauma, Überdehnung beim Turnen
- Halslymphknoten:	Präoperativ bei Metastasen oder als Folge einer radikalen Halsausräumung
- Heerfordt-Syndrom:	Speicheldrüsenschwellungen, Uveitis
- Herzerkrankungen:	Dilatation des linken Herzvorhofes bei Mitralstenose (Ortner-Syndrom), Pulmonalstenose, Aneurysma der Aorta, Erweiterung oder Verlagerung der Pulmonalarterie bei Mitralstenose, Perikarditis, primäre pulmonale Hypertonie, Perikarditis
- Herzoperationen:	Offener Ductus botalli, Vorhofseptumdefekt
- Hirnabszesse	
- Hirntumoren	
- Hypopharynxdivertikel- Operation:	Pulsionsdivertikel
- Infektiös-toxisch:	Rheumatisch. Grippe, Herpes zoster, Mononukleose, Diphtherie, Streptomycin, Chinin, Blei, Arsen, Poliomyelitis
- Lungentuberkulose	
- Lungenoperationen	

- Mediastinalerkrankungen:	Metastasen, Lymphogranulomatose, Mediastinitis
- Mediastinoskopie	
- Neuropathie:	Diabetes mellitus, Alkohol
- Ösophaguskarzinom:	Oberes Drittel
- Ösophagusoperationen	
- Pleuraschwarten	
- Rheumatisch	M. Reiter
- Schädel-Hirn-Trauma	
- Scharfes oder stumpfes Halstrauma:	Unfall, Strangulation, Überdehnung beim Turnen oder Chiropraktik; Mediastinoskopie; Punktion der V. jugularis, Geburtstrauma
- Schilddrüsenerkrankungen:	Struma maligna, Struma retrosternalis
- Schilddrüsenoperation:	Nervenzerrung, Nervendurchtrennung
- Tumoren der Schädelbasis:	Garcin-Syndrom
- Strahlentherapie	
- Tumoren des N. vagus:	Schwannom
- Wallenberg-Syndrom:	Verschluss der A. cerebelli inferior posterior
- Zerebrovaskuläre Erkrankungen	
- Zytostatika:	Neurotoxischer Effekt von Vinblastin und Vincristin

Aus der Position der gelähmten Stimmlippen kann nicht auf den Schädigungsort geschlossen werden (Sulica und Myssiorek 2004). Leitsymptom der einseitigen Stimmlippenlähmung ist die Stimmstörung. Je nach Position einer gelähmten Stimmlippe, ist diese unterschiedlich ausgeprägt und kann von einer leichten Heiserkeit bis Aphonie reichen. Leitsymptom der beidseitigen Stimmlippenlähmung ist die Atemnot. Bei einer einseitigen Lähmung ist in der Regel keine Atemnot vorhanden, der Stimmumfang jedoch meist eingeschränkt. Schlanke Lähmungen führen zu einer tiefen Sprechstimmlage, einer leisen Stimme und verhauchten Stimmeinsätzen. Allerdings führt die Verkürzung der maximalen Tonhaltedauer durch das unkontrollierte Entweichen von Luft aus dem Thorax während des Sprechens häufig zu einer Atemnot beim Sprechen (phonatorische Dyspnoe), die bis zur Hyperventilation und einem zuweilen hörbaren Inspirium führen kann. Infolge von Kompensationsversuchen treten Verspannungen der Lippen-, Kiefer- und Halsmuskulatur auf. Schlanke Lähmungen bringen eine Vertiefung der mittleren Sprechstimmlage, sowie eine leise Stimme mit einem behauchten Stimmeinsatz mit sich.

Die phonatorische Beweglichkeit kann bei einer Stimmlippenlähmung normal oder aufgehoben sein. In seltenen Fällen kann ein Durchschwingen zu sehen sein.

Bei einer Teillähmung ist die Beweglichkeit der betroffenen Stimmlippe eingeschränkt. Die Abduktionsfähigkeit ist beeinträchtigt, so dass nur Bewegungen z. B. von Median- in Paramedianstellung und umgekehrt möglich sind.

Bei einer schlaffen Lähmung kippt der Aryknorpel oft nach vorn, und etwas nach medial, so dass die Stimmlippe verkürzt erscheint. Typischerweise sind die Schwingungsamplituden erweitert und oft in vertikaler Richtung (sog. Durchschlagsbewegungen).

Straff gelähmte Stimmlippen sind meist in Median-, oder Paramedianstellung fixiert. Die mittlere Sprechstimmlage ist bei der straffen Lähmung oftmals zu hoch. Zudem zeigen sich stroboskopisch verkürzte Schwingungsamplituden.

Eine schlaaffe Lähmung kann in eine straffe Lähmung übergehen und umgekehrt, die Stellung einer fixierten Stimmlippe kann sich ändern.

Eine isolierte Schädigung des N. laryngeus superior kann unterschiedlichste systemische und lokale Ursachen haben (Vgl. Tabelle 1).

Die mittlere Sprechstimmlage wird tiefer, die Stimme ist nicht steigerungsfähig, Rufen nicht möglich, die Tonhaldedauer verkürzt, die Heiserkeit oft nur gering. Beim Singen zeigt sich ein Verlust der Kopf- oder Falsettstimme, die hohen Töne werden nicht mehr erreicht, der Stimmumfang ist auf 8-10 Halbtöne eingeschränkt.

Bei doppelseitiger Schädigung bleibt ein schmaler ovalärer Glottisspalt am Übergang vom vorderen zum mittleren Stimmlippendrittel.

Bei einseitigem Ausfall steht die Glottis gelegentlich leicht schräg, oft verbunden mit An- oder Hypästhesie der betroffenen Kehlkopfseite. Die betroffene Stimmlippe ist eher schlaff und leicht exkaviert, stroboskopisch zeigen sich auf der betroffenen Seite gelegentlich erweiterte Schwingungsamplituden.

2.6.3 Spasmodische Dysphonie

Statement 18	
Die spasmodische Dysphonie ist eine fokale Dystonie, also eine Erkrankung der zentralen motorischen Steuerung, bei der Tonusänderungen der Larynxmuskulatur ("Verkrampfungen") die Stimmgebung beeinträchtigen oder verhindern.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die spasmodische Dysphonie ist eine fokale Dystonie, also eine Erkrankung der zentralen motorischen Steuerung, die sich in muskulären Verkrampfungen bei gezielten komplexen Bewegungen äußert (Blitzer et al. 1998; Ludlow 2009; Murry 2014). Die spasmodische Dysphonie tritt in drei Formen, dem Adduktor-Typ (90%) und dem Abduktor-Typ (<10%), bisweilen auch in einer gemischten Form auf.

Die Ursachen sind nicht geklärt.

Beim Adduktor-Typ kommt es beim Sprechen, verstärkt beim Rufen und unter Stress, zu Überaktivierung der Mm. thyroarytaenoidei und Mm. interarytaenoidei. Die Stimme klingt gequält, stöhnend, ächzend, angespannt und gequetscht; Auffallend ist der knarrende Stimmeinsatz. Es hört sich an, als ob Patient*innen gewürgt würden. Die Stimme kann für kurze Zeiträume normal klingen. Die emotionale Stimmgebung (Flüstern, Lachen, Weinen, Singen) ist intakt.

Beim Abduktor-Typ klingt die Stimme verhaucht bis aphon.

2.7 Traumatische Stimmstörungen

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Tadeus Nawka

Statement 19	
Äußere Gewalteinwirkungen können ebenso wie Intubationsschäden oder Verätzungen zu organischen Stimmstörungen führen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.7.1 Verletzungsfolgen nach äußerer Gewalteinwirkung

Man unterscheidet die *Commotio laryngis*, eine schwere Kehlkopferschütterung mit passagerer Dysphonie, und die *Contusio laryngis*, eine Kehlkopfquetschung mit erkennbaren Gewebsschäden mit Bänder- oder Kapselzerrung, Distorsion, Subluxation oder Luxation der Gelenke, Frakturen, Nervenläsionen, intramuskulären, submukösen oder intraserösem Blutaustritt oder Ödemen.

2.7.2 Verletzungsfolgen nach innerer Gewalteinwirkung (Intubationsschäden)

2.7.2.1 Sofortfolgen nach endotrachealer Intubation

Durch eine endotracheale Intubation kann es zu Stimmlippenrötung mit Fibrinbelag, Stimmlippenödem, subglottischen Schleimhautödeme, kleinen Schleimhauteinrissen oder Stimmlippenhämatomen, aber auch zur Stimmlippenlähmung und Aryknorpelluxation oder -subluxation kommen.

2.7.2.2 Spätfolgen nach endotrachealer Intubation

Im Verlauf nach einer Intubation können sich durch eine chronische granulierende Entzündung Intubationsgranulome, rötliche, oft doppelseitige, manchmal gestielte Granulationspolypen (Granulome) im Bereich der *Processus vocales*, bilden. Sie kommen häufiger bei Frauen vor (Pontes et al. 2011). Trotz großer Granulome kann die Heiserkeit nur gering ausgeprägt sein.

2.7.2.3 Säure- oder Laugeningestion

Die Ingestion von hochprozentigen Säuren und Laugen kann neben einer Schädigung des Ösophagus auch den Kehlkopf in Folge betreffen. Im Akutfall kann v.a. bei Laugeningestion die Ausdehnung der Verletzung den sichtbaren Schaden deutlich übersteigen.

2.8 Tumoren des Kehlkopfes

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Christopher Bohr, Tadeus Nawka

Zur Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Larynxkarzinoms wird auf die S3-Leitlinie Larynxkarzinom der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V vom November 2019 verwiesen (Leitlinienprogramm Onkologie 2019).

Empfehlung 3	
Gut- und bösartige Tumoren können zu Stimmstörungen führen. Häufig ist Heiserkeit das erste erkennbare Symptom der Erkrankung. Daher soll Heiserkeit, die länger als vier Wochen besteht, endoskopisch abgeklärt werden.	Konsens
Expertenkonsens	

Bei einer Heiserkeit ist also eine fachärztliche Untersuchung durch eine*n Fachärzt*in für HNO oder Phoniatrie und Pädaudiologie erforderlich.

2.8.1 Papillome

Man unterscheidet die juvenile (nicht verhornende) und die adulte (verhornende) Form der rezidivierenden Papillomatose. Die juvenile Papillomatose manifestiert sich meist zwischen dem zweiten und vierten Lebensjahr und führt oft nicht nur zur Heiserkeit, sondern auch zur Dyspnoe (Derkay et al. 2008; Venkatesan et al. 2012). Die Papillome, Tumoren mit höckeriger, himbeerartiger Oberfläche, entstehen durch humane Papillomviren (HPV), meist durch die Subtypen HPV 6, 11, 16, 18 und 30. Neben der papillomatösen Veränderung ist oft auch scheinbar gesundes Gewebe mit HPV infiziert (Pasquale et al. 2003)

In seltenen Fällen können Papillome maligne entarten. In einer retrospektiven Kohortenstudie (Davids et al. 2014) lagen bei 28% Epitheldysplasien vor.

2.8.2 Andere gutartige Tumore

Weitere gutartige Kehlkopftumore sind Neurinome (am häufigsten in der Taschenfalte) und Chondrome, die oft von der Ringknorpelplatte ausgehen. Dyschyliche Pseudocysten imponieren teils wie Tumore besonders in der Supraglottis.

Chondrome führen meist zu Heiserkeit und Atemnot. Bei Chondromen kann die Differentialdiagnose zu Chondrosarkomen schwierig sein.

Etliche weitere, auch seltene gutartige Neubildungen können im Larynx lokalisiert sein.

2.8.3 Präkanzerosen

Erythroplakien, Leukoplakien und Mischformen (Erythroleukoplakien) gelten als Präkanzerosen. Histologisch werden drei Grade der intraepithelialen Neoplasie (squamous intraepithelial neoplasia: SIN) unterschieden.

2.8.4 Kehlkopfmalignome

Im Kehlkopf treten am häufigsten verhornende oder nicht verhornende Plattenepithelkarzinome (>90%, Schultz 2011) auf, die unterschiedlich gut differenziert sein können.

Zwei Drittel der Larynxkarzinome sind Stimmlippentumore und fallen aufgrund des Erstsymptoms Heiserkeit auf, oft mit rauem und behauchtem Stimmklang. Die Stimme verliert vor allem tiefe Töne, wirkt aber wegen ihrer Rauigkeit vor allem für ungeübte Ohren nicht immer überhöht. Schluckbeschwerden und Atemnot treten erst bei fortgeschrittener Tumorgöße auf. Vor allem bei den prognostisch günstigen Stimmlippenkarzinomen sollte die zu erwartende Stimmqualität bei der Wahl der Therapie (endoskopische Chirurgie, Radiotherapie) berücksichtigt werden.

Malignome des Kehlkopfes können operativ reseziert werden oder bestrahlt werden, sie reagieren auch auf systemische Tumortherapie (Chemotherapie, Immuntherapie). Hierzu wird auf die S3-Leitlinie Larynxkarzinom der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf-und Hals-Chirurgie e. V vom November 2019 verwiesen (Leitlinienprogramm Onkologie 2019)..

2.9 Stimmstörungen nach operativen Eingriffen am Kehlkopf

Annerose Keilmann, Jörg Bohlender, Christopher Bohr, Tadeus Nawka

Statement 20	
Operative Eingriffe am Kehlkopf, insbesondere bei malignen Tumorerkrankungen, können Substanzdefekte hinterlassen, die eine Stimmstörung verursachen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.9.1 Chordektomie und andere Kehlkopfteilresektionen

Chordektomien (oft auch nur die partielle Entfernung der Stimmlippe) und andere transorale Kehlkopfteilresektionen werden heute häufig endoskopisch mit dem Laser operiert. Hier wird der CO₂-Laser bevorzugt eingesetzt, da er typischerweise eine geringere Karbonisationszone als die verschiedenen anderen Lasertypen erzeugt. Dabei wird typischerweise über einen in den Mikroskop-Strahlengang eingespiegelten Laser mikrochirurgisch gearbeitet. Dies führt durchschnittlich zu besseren funktionellen Ergebnissen als die konventionelle Operation mit kalten Instrumenten. Insbesondere ist das operative Vorgehen mit dem Laser meist gewebeschonender und nur mit einem geringen Blutverlust verbunden. Lokalisation und Ausdehnung des Tumors bestimmen das operative Vorgehen. Die Abheilung der thermischen Laserwunden kann verlängert sein und es wird diskutiert, ob durch die thermischen Reaktionen und Karbonisationen evtl. ungünstigere Narbenbildungen entstehen können. Der postoperative Befund ist von großer Relevanz für die Rehabilitationsmöglichkeiten. Bei einer Chordektomie ist entscheidend, inwieweit Gewebe der Stimmlippe erhalten werden kann, inwieweit das verbliebene Gewebe schwingungsfähig ist, wie gut der Stimmlippenschluss gelingt, ob die Beweglichkeit des Aryknorpels erhalten bleibt oder ob sich eine Synechie in der vorderen Kommissur bildet (Ledda et al. 2006; Roh et al. 2006). Um Synechien der vorderen Kommissur zu vermeiden, werden bei Tumoren in dieser Lokalisation offene Techniken, sowie die passagere Einlage von Platzhaltern in Erwägung gezogen. Bei diesen transcervicalen Teilresektionen im Larynx ergibt sich bisweilen die Möglichkeit, durch Lappenverschiebungen im Larynx ein besseres stimmliches Ergebnis zu erreichen. (Kleinsasser 1987). In geeigneten Fällen kann eine Verbesserung der Stimmqualität durch endoskopische, volumenfüllende Injektionen erreicht werden. Je ausgedehnter reseziert werden muss, desto häufiger gelingt nach Kehlkopfteilresektionen die Phonation auf Glottisebene nicht mehr, sodass die Taschenfalten oder die Schleimhaut der Aryregion, die gegen den Petiolus der Epiglottis gedrückt wird, zur Stimmbildung herangezogen werden (Kruse et al. 1997).

Häufig klingt die Stimme nach Operationen am Larynx behaucht, weil kein ausreichender Schluss gelingt, und rau, weil Schwingungsunregelmäßigkeiten vorliegen. Es kommen sowohl tiefere Stimmen (bei groben Schwingungsabläufen) als auch überhöhte Sprechstimmlagen (wenn hoher Druck zur Annäherung der zur Phonation eingesetzten Strukturen gebraucht wird) vor. Meist ist die Tonhaldedauer verkürzt, die Belastungsfähigkeit und Steigerungsfähigkeit der Stimme sind eingeschränkt, Singen gelingt gewöhnlich nicht mehr.

Die Stimmqualität nach Chordektomie und anderen Teilresektionen ist individuell sehr verschieden (Vgl. S3-Leitlinie Larynxkarzinom 2019).

2.9.2 Laryngektomie

Empfehlung 4	
Die totale Kehlkopfentfernung führt zum Verlust der natürlichen Stimme, der durch eine Ersatzstimme kompensiert werden kann.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die totale Laryngektomie ist bei ausgedehnten Kehlkopfkarzinomen und Hypopharynxkarzinomen und bei anderen seltenen Zuständen wie einem Zustand nach einer starken Radiotherapie oder Traumen indiziert, wenn eine massivste Funktionsstörung des Larynx zu Daueraspilation führen sollte (funktionelle Indikation zur Laryngektomie). Sie führt nicht nur zu einem Verlust der Stimme, sondern auch zu einem Wegfall der Nasenfunktion (Reinigung, Vorwärmen und Anfeuchtung der Atemluft), sodass die Trachealschleimhaut häufig austrocknet, Borken bildet oder sich entzündet. Nach der Laryngektomie ist normales Riechen nicht mehr möglich. Nur durch kauende Bewegungen oder beim Einziehen der Wange und anschließender plötzlicher Vergrößerung der Mundhöhle bei geschlossenem Mund wird Luft durch die Nase eingesogen und damit eine Riechempfindung möglich. Dieses gustatorische Riechen ist intakt, da die warme Luft im Mund durch die Nase entweicht (Kaminwirkung). Niesen und Schnutzen der Nase sind nicht mehr möglich; Husten ist nur aus der Trachea möglich, die Patient*innen schnarchen nicht mehr. Da durch eine Laryngektomie das Blasen (über ein heißes Getränk oder Suppe) und Schlürfen nicht mehr möglich sind, besteht die Gefahr der Verbrühung. Weiterhin kommt es zum Verlust der Bauchpresse.

2.10 Unerwünschte Wirkungen von Medikamenten auf die Stimme

Rainer Schönweiler, Anne Schützenberger

Dieses Kapitel basiert auf einer Übersichtsarbeit des Erstautors dieses Kapitels (Schönweiler und Schönweiler 2007) und beschäftigt sich mit unerwünschten Wirkungen von Medikamenten, sog. Nebenwirkungen, auf die Stimme einschließlich pathologischer Phonationen wie Husten und Räuspern. Die Fachhinweise der Industrie sowie zwei weitere Übersichtsarbeiten geben vielfältige Hinweise für zahlreiche Medikamente (Joussen 1999; O'Sullivan und Fagan 1998). Viele dieser Hinweise beruhen allerdings nur auf publizierten Einzelbeobachtungen und Fallberichten. Die Relevanz dieser Hinweise kann dabei nicht abgeschätzt werden. Daher werden im Folgenden nur unerwünschte Wirkungen erläutert, die typischerweise bei Medikamenten auftreten oder die häufig beobachtet werden.

Empfehlung 5	
Bei allen stimmgestörten Patient*innen, die Medikamente einnehmen, soll die Möglichkeit einer unerwünschten Wirkung auf die Stimme überprüft werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 6	
Wenn ein Zusammenhang zwischen der Einnahme eines Medikaments und einer Stimmstörung wahrscheinlich ist, sollte in Abstimmung mit den verordnenden Ärzt*innen geprüft werden, ob die Medikation geändert werden kann oder Maßnahmen zur Vermeidung der Nebenwirkungen ergriffen werden können.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 7	
Bei medikamentös zu behandelnden Patient*innen sollte in der Berufs- und Freizeitanamnese nach stimmlichen Anforderungen und Gewohnheiten gefragt werden. Beim Vorliegen besonderer Anforderungen, z. B. in stimmintensiven Berufen, sollten die Patient*innen auf die Möglichkeit einer unerwünschten Wirkung des einzusetzenden Medikaments auf die Stimme hingewiesen werden.	Konsens
Expertenkonsens	

2.10.1 ACE-Hemmer

ACE-Hemmer werden in der Stufenbehandlung des Bluthochdrucks eingesetzt. Husten ist eine mit 5% bis 35 % sehr häufige Nebenwirkung. Bei Patienten, die aufgrund einer bronchopulmonalen Erkrankung bereits ein höheres Risiko für Husten haben, ist die Nebenwirkung paradoxerweise geringer. Die einzig wirksame Therapie ist das Absetzen des Medikaments (Dicpinigaitis 2006; Jousen 1999). Es sollte also internistische / kardiologische Expertise einbezogen werden, um die Therapie mit geeigneten Medikamenten fortzuführen.

2.10.2 Analgetika

Analgetika (Schmerzmittel) und Antiphlogistika (entzündungshemmende Mittel) werden rezeptfrei verkauft und werden von vielen Menschen bei akuten Schmerzen und Fieber eingenommen. Azetylsalizylsäure (ASS) wird außerdem in geringer Dosierung bei Gefäßerkrankungen angewendet, um die Thrombozytenaggregation und damit eine wichtige Gerinnungsfunktion herabzusetzen. Während Paracetamol geringe unerwünschte Wirkungen hinsichtlich des Sprechens und der Stimme aufweist, sind bei ASS, Ibuprofen und Diclofenac zumindest bei Überdosierung oder bei lang dauernder Einnahme doch einige Einschränkungen zu beachten. Diese Mittel setzen die Gerinnungsfunktion so stark herab, dass es zu spontanen Blutungen kommen kann, insbesondere Magenbluten und Darmblutungen und bei Sänger*innen mit starker Beanspruchung des Stimmorgans auch zu Einblutungen in die Stimmlippen, die allerdings nach 1-2 Wochen folgenlos resorbiert werden (Jousen 1999).

Bei Metamizol ist die Entwicklung einer Allergie bekannt, für die in einer Patientenleitlinie das Frühsymptom „Heiserkeit“ angegeben wird (Patientenleitlinie Nervenschädigungen bei Diabetes).

.10.3 Anti-Angiogenetische Medikamente

Anti-Angiogenetische Medikamente (Anti-Angiogenese-Faktoren) werden als Monotherapie und in Kombinationstherapie zur Behandlung maligner Tumoren eingesetzt. Speziell Kolonkarzinome, Bronchialkarzinome und Mammakarzinome. Heiserkeiten und Stimmbeschwerden sind typische unerwünschte Wirkungen dieser Medikamente (Saavedra et al. 2014). Die berichteten Häufigkeiten der typischen Vertreter dieser Medikamente sind bei Bevicizumab 7%-11 %, Aflibercept 23%-37 %, Sunitinib 0%-4%, Sorafenib 0%-12%, Pazopanib 0%-22%, Axitinib 22%-33% und Regorafenib 28%-33%, über alle Substanzen gemittelt zwischen 7% und 33%. Die Ursache der Heiserkeiten und andere Stimmbeschwerden soll direkt aus der Hauptwirkung der Medikamente abgeleitet werden, d.h. eine Verminderung der glottischen Gefäße mit Nekrosen in den oberen Schichten der Stimmlippen, d.h. in der Mukosa, im Reinkeschen Raum und im Ligamentum vocale; der M. vocalis wird in den Publikationen des Reviews nicht erwähnt. Zum Management der unerwünschten Wirkungen wird vorgeschlagen, eine Änderung des Chemotherapie-Behandlungsschemas unter Verzicht auf Anti-Angiogenese-Faktoren mit den Heilungschancen ohne diese Medikamente abzuwägen.

2.10.4 Antihistaminika

Antihistaminika sind zur Behandlung von allergischen Beschwerden weit verbreitet. Typische unerwünschte Wirkungen sind Mundtrockenheit und Müdigkeit. Diese unerwünschten Wirkungen sollen zwar in einigen "neuen" Präparaten deutlich weniger spürbar sein, sind aber bei Sprechberufen und Sänger*innen prinzipiell stets zu berücksichtigen und die Patient*innen entsprechend darüber aufzuklären (Joussen 1999).

2.10.5 Antitussiva und Morphine

Morphine werden zur Behandlung schwerer Schmerzzustände eingesetzt. Antitussiva leiten sich chemisch von diesen Substanzen ab. Typische unerwünschte Wirkungen sind Mundtrockenheit und Müdigkeit. Die werden zur Dämpfung eines Reizhustens eingesetzt. Zu beachten ist dabei, dass die Dämpfung des Hustenreizes bei produktivem Husten, z.B. infolge Bronchitis, das notwendige Abhusten von entzündlichem Schleim verhindert (Joussen 1999).

2.10.6 Benzodiazepine

Benzodiazepine werden zur Anxiolyse, Verkürzung der Einschlafphase, zur Muskelrelaxation und als Antiepileptikum eingesetzt. Aus der genannten Vielfältigkeit der Wirkungen leiten sich auch die unerwünschten Wirkungen ab. Bei Angehörigen von "Stimmbereufen" kann die relaxierende Wirkung im Bereich der stimmgebenden Muskulatur mit möglicher Stimmchwäche oder eingeschränkter Dauerbelastungsfähigkeit der Stimme unbedingt aufgeklärt werden (Joussen 1999). Bei hochdosierter intravenöser Injektion, die zur Ruhigstellung von Patient*innen und bei sog. Kurznarkosen angewendet wird (z.B. Midazolam), kann es in einzelnen Fällen zu einer auch nach Beendigung der Behandlung noch zu einer mehrere Tage anhaltenden Dysarthrophonie kommen (O'Sullivan und Fagan 1998).

2.10.7 Betablocker

Betablocker werden in der Stufenbehandlung des Bluthochdrucks eingesetzt und daher von sehr vielen Menschen verwendet. Künstler verwenden sie manchmal in Selbstmedikation, um das beim Auftritt als störend empfundene "Herzklopfen" des Lampenfiebers zu unterdrücken. Als typische unerwünschte Wirkung ist die Mundtrockenheit zu nennen, die sich beim Sprechen negativ bemerkbar macht (Joussen 1999).

2.10.8 Botulinum-Toxine

Botulinum-Toxine werden bei spasmodischer Dysphonie und zur Behandlung von Dystonien der Halsmuskulatur, der Kaumuskulatur und beim Blepharospasmus eingesetzt. Abhängig von der Dosis und der Lokalisation der Injektion ist bei etwa 40-60 % der Patienten mit vorübergehenden dysphagischen Beschwerden zu rechnen, besonders natürlich bei der Anwendung wegen laryngealer Dystonien.

2.10.9 Inhalative Glucocorticoide

Inhalative Glucocorticoide werden zur Behandlung einer allergischen Rhinitis und eines allergischen Bronchialasthmas eingesetzt. Eine häufig berichtete unerwünschte Wirkung ist eine Heiserkeit, vermutlich durch lokale Reizung der Stimmlippenschleimhaut (Joussen 1999, O'Sullivan und Fagan 1998), die bei bis zu 50 % der Patienten im Laufe der Behandlung auftreten soll (Matera et al. 2015; O'Sullivan und Fagan 1998; Patientenleitlinie COPD; Patientenleitlinie Asthma). Diese klingt nach Absetzen der Präparate prompt ab. Bei langfristiger Anwendung inhalativer Glucocorticoide kann bei älteren Menschen oder immunsystemgeschwächten Patienten eine Soor-Infektion auftreten, die sich laryngoskopisch durch weißliche Beläge auf der betroffenen Schleimhaut, beispielsweise im Kehlkopf, bemerkbar machen (Joussen 1999).

2.10.10 Systemisch eingenommene Glucocorticoide

Die systemische Einnahme von Glucocorticoiden wird bei chronisch entzündlichen Systemerkrankungen oder zur Immunsuppression durchgeführt. Meist handelt es sich um Krankheiten, die die körperliche Leistungsfähigkeit und die Arbeitsfähigkeit stark herabsetzen. Sofern die Patient*innen noch in Berufen mit stimmlichen Belastungen tätig sind, kann sich die unerwünschte katabole, d.h. muskelabbauende Wirkung durch eine M.-vocalis-Atrophie mit vermindertem Stimmlippenschluss und herabgesetzter stimmlicher Dauerbelastungsfähigkeit bemerkbar machen. Sofern es keine Alternative zur Behandlung mit Glucocorticoiden gibt, sind die Patienten auf die unerwünschten Wirkungen hinzuweisen und vorzubereiten (Joussen 1999).

2.10.11 Kontrazeptiva

Kontrazeptiva gibt es als Monopräparate und Kombinationspräparate mit Östrogenen und Gestagenen. Es müssen kurzfristige und langfristige unerwünschte Wirkungen auf die Stimme unterschieden werden.

Kurzfristige Veränderungen betreffen ausschließlich die Singstimme. Ausgebildete Sängerinnen berichten, dass unter Einnahme von oralen Kontrazeptiva die bisherige obere Stimmgrenze nicht mehr erreicht wird (Rodney und Sataloff 2016). Andererseits werden, als vorteilhafte Nebenwirkung, die zyklusabhängigen Schwankungen der Stimmqualität gedämpft, wobei Auswirkungen auf die Sprechstimme nicht gefunden wurden (Rodney und Sataloff 2016).

Langfristige Veränderungen können durch die Gestagenanteile verursacht werden, dann sie besitzen eine geringe androgene Restwirkung, auf die Patientinnen unterschiedlich reagieren (Böhme 2003). Nur bei einigen Patientinnen kam es zu einer irreversiblen Virilisierung (Vermännlichung) mit Absenkung der Stimmlage, die sich bei Angehörigen von Stimmberufen (z.B. Lehrerinnen, Musiklehrerinnen, Sängerinnen) besonders fatal auswirkte. Bei einigen Progesteronpräparaten werden gehäuft polypöse Stimmlippenveränderungen beobachtet, die aber reversibel sind (Joussen 1999).

2.10.12 Lithiumcarbonat

Lithiumcarbonat wird zur Rezidivprophylaxe bzw. im Intervall bei manisch-depressiven Erkrankungen eingesetzt und kann zu Dysarthrophonien führen (O'Sullivan und Fagan 1998). Überdosierungen werden durch Kontrolle des Serumspiegels vermieden.

2.10.13 Lokalanästhetika

In einigen Lutschtabletten, die bei starken, beispielsweise erkältungsbedingten, Schluckschmerzen eingenommen werden, sind oberflächenwirksame Lokalanästhetika enthalten. Da die taktilkinästhetische und neuromuskuläre Kontrolle für die Dauer der Wirkung gestört wird, sind solche Präparate vor Auftritten nicht zu empfehlen (Joussen 1999).

2.10.14 Montelukast

Montelukast ist ein Leukotrien-Rezeptor-Antagonist, der in der Behandlung des Asthmas eingesetzt wird, meist in Kombination mit einem inhalativen Glucocorticoid. Bei einer Monotherapie mit Montelukast sind in mehreren Studien durchschnittlich nur bei 0,54 % der Patient*innen Heiserkeiten bemerkt worden (Zhang et al. 2014), was eine sehr seltene unerwünschte Wirkung bedeutet. Bei einer Kombinationstherapie geht diese sehr geringe Inzidenz in der von Glucocorticoiden auf. In der Patienteninformation der Hersteller wird eine Heiserkeit nicht erwähnt.

2.10.15 Ototoxische Medikamente

Ototoxische Medikamente können Innenohrschwerhörigkeiten verursachen, wodurch die audiophonatorische Rückkopplung gestört wird. Dies wirkt sich besonders in Berufen mit hohen Anforderungen an Stimm- und Sprachleistungen aus. Zu diesen Medikamenten gehören einige Diuretika (Entwässerungsmittel), z.B. Furosemid, dass bei Ödemen infolge Herzinsuffizienz oder bei chronischen Nierenkrankheiten eingesetzt wird. Aminoglycoside sind Antibiotika, die bei Erwachsenen heute zur systemischen Behandlung der Tuberkulose, als lokale Behandlung bei Gehörgangsentzündungen als Ohrentropfen und als Salbe gegen Hautentzündungen eingesetzt werden. Die lokale Behandlung als Salbe ist in der Regel für das Gehör ungefährlich. Ototoxische Ohrentropfen sollten angesichts besserer Alternativen überhaupt nicht eingesetzt werden. Bei Tuberkulose sind Aminoglycoside unverzichtbar. Dann sollten Präparate mit möglichst geringer ototoxischer Wirkung sowie unter Serumspiegelkontrolle zur Vermeidung einer Überdosierung angewendet werden (O'Sullivan und Fagan 1998).

2.10.16 Psychostimulantien

Die Einnahme von Psychostimulantien ist weit verbreitet. Die Palette der konsumierten Substanzen reicht vom Koffein - enthalten in Kaffee und Tee -, über verschiedene Amphetamine, die zur Gewichtsabnahme eingenommen werden, bis hin zu Mischpräparaten wie „Crack“, die als "Lifestyle-Drogen" eingenommen werden. Die (übermäßige) Einnahme dieser Substanzen ist in einigen Künstlerkreisen verbreitet. Die Substanzen führen neben einer Vasokonstriktion, Blutdrucksteigerung und Tachykardie auch zu einer Verminderung der Speichel- und Schleimproduktion, wodurch sich die "Lampenfiebersymptome" der Mundtrockenheit, des Hustenreizes und des nervösen "Hüsteln" z.B. während eines Auftritts erklären. Dem kann zumindest teilweise durch ausreichende Flüssigkeitsaufnahme begegnet werden (Joussen 1999).

2.10.17 Testosterone

Ein bisher häufig bei Patientinnen mit Endometriose eingesetztes Testosteron war Danazol. Die unerwünschten androgenen Wirkungen mit abgesenkter Stimmlage und männlichem Timbre gelten als irreversibel (Joussen 1999). In einem aktuellen Cochrane-Review (Tan und Lethaby 2013) werden Danazol und ähnliche Substanzen aber aufgrund zu geringer Wirksamkeit nicht mehr zur präoperativen Vorbereitung einer „Ausschabung“ - als Alternative zur Hysterektomie - empfohlen.

Wegen der deutlichen anabolen Wirkung dieses Medikaments, der Gefahr des Missbrauchs durch Sportler und wegen der unerwünschten Wirkungen verzichtete die Herstellerfirma im Jahr 2005 auf die Nachzulassung in Deutschland; das Präparat ist aber in vielen Staaten noch im Handel. Auch in Deutschland stellen sich gelegentlich noch Patientinnen vor, die in der Vergangenheit Danazol erhalten haben. Bei Patientinnen, die sich wegen einer abgesenkten Stimmlage zur Behandlung vorstellen, sollte eine besonders gründliche Anamnese zu gynäkologischen Vorerkrankungen und zu in der Vergangenheit eingenommenen Hormonpräparaten erfolgen.

2.10.18 Trizyklische Antidepressiva

Der bekannteste Vertreter dieser Substanzgruppe ist Amitriptylin. Neben dysarthrischen und dysphagischen Beschwerden wurde auch die Induktion bzw. das Neuauftreten eines Stotterns beschrieben (O'Sullivan und Fagan 1998). Der Entstehungsmechanismus ist unklar; es wird eine Störung cerebellärer und striatischer Bahnen vermutet. In der "Roten Liste" der Medikamente ist diese unerwünschte Wirkung nicht erwähnt.

2.10.19 Vincristin

Vincristin ist ein Zytostatikum, das oft bei malignen Lymphomen und anderen malignen Tumoren eingesetzt wird. Es ist neurotoxisch und kann zu Parästhesien und zu peripheren Paresen führen, u.a. zu Stimmlippenparesen (O'Sullivan und Fagan 1998). Diese beginnen typischerweise 2 Wochen bis 7 Monate nach der ersten Gabe von Vincristin. Heiserkeiten und Stimmstörungen sind eher selten: Weniger als 2 % von Kindern, die Vincristin erhalten, entwickeln eine ein- oder beidseitige Stimmlippenparese (Nazir et al. 2017).

2.11 Stimmprobleme transidenter Personen (Transgender/Genderdysphorie)

Dirk Deuster, Susanne Voigt-Zimmermann

2.11.1 Geschlechtsunterschiede der Stimme

Die Individualität und Charakteristik der Stimme macht sie in der Selbst- und Fremdwahrnehmung sowohl zu einem Unterscheidungsmerkmal gegenüber anderen Personen (persönliche Identität) als auch zu einem Zugehörigkeitsmerkmal zu Peergroups (Gruppenidentität, beispielsweise Gruppe der Gleichaltrigen, desselben Geschlechts oder derselben Herkunft). Der Stimme kommt in Bezug zur Geschlechtszuordnung die Funktion eines sekundären Geschlechtsmerkmals zu.

Statement 21	
Im Hinblick auf die Geschlechtszuordnung hat die Stimme die Funktion eines sekundären Geschlechtsmerkmals.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Aufgrund der Stimme ist eine Geschlechtszuordnung in den meisten Fällen möglich. So besitzen Männer höhere, breitere und tiefere Schild-, Ring- und Stellknorpel, eine höhere und breitere Epiglottis, einen spitzeren anterioren Winkel zwischen den Schildknorpelplatten (*Lamina sinistra et dextra*) und signifikante Längenunterschiede der Stimmlippen, insbesondere des schwingenden anterioren Abschnitts in einem Verhältnis von etwa 2:3 (Maue und Dickson 1971; Ajmani et al. 1980, Friedrich et al. 1993; Eckel und Sittel 1995; Friedrich und Lichtenegger 1997; Filho et al. 2005; Jotz et al. 2014). Unterschiede zeigen sich auch im Aufbau des Vokaltraktes, so besitzen Frauen statistisch einen 20% kürzeren Vokaltrakt (Fitch und Giedd 1999; Vorperian et al. 2011). Da durch die Längenunterschiede einige Aspekte der Geschlechtsunterschiede nicht erklärt werden können, wie beispielsweise die nicht-uniformen Veränderungen der einzelnen Formanten und eine Vokalabhängigkeit der Änderungen sowie präpubertär bestehende Geschlechtsunterschiede trotz ähnlicher Vokaltraktlängen und Stimmgrundfrequenzen (Diehl et al. 1996; Simpson 2001; Vorperian et al. 2011), wurden weitere Hypothesen für die Vokaltrakt-bedingten Geschlechtsunterschiede formuliert. Darunter fällt – als eher anatomisch begründetes Erklärungsmodell – die temporospatialen Auswirkungen auf die Artikulation bei unterschiedlichen Vokaltraktdimensionen (Simpson 2001), die nachweisbaren Unterschiede in den Längen verschiedener Kompartimente bei gleicher Gesamtlänge des Ansatzrohres, etwa des nasopharyngealen und horizontalen Abschnitts (Vorperian et al. 2011) und die „sufficient contrast hypothesis“ als funktional-perzeptives Erklärungsmodell (Ryalls und Lieberman 1982; Diehl et al. 1996). Diese formuliert, dass bei ansteigender Stimmgrundfrequenz die Genauigkeit, Vokalgruppen unterscheiden zu können, durch Unterschiede der spektralen Hüllkurven abnimmt und die größere Dispersion weiblicher Vokalformanten als mögliche Kompensation der schlechteren Auflösung der spektralen Peaks zum Zwecke der besseren Verständlichkeit interpretiert werden kann. Die Geschlechtsunterschiede, insbesondere die Kehlkopfmorphologie, bilden sich vor allem im Rahmen der pubertären körperlichen Reifung aus.

Ein systematisches Review mit Meta-Analyse von Leung et al. (2018) untersuchte die Stimmparameter mittlere Sprechstimmlage, Resonanz (Vokalformanten), Stimmqualität („Breathiness“, Behauchtheit), Lautstärke, artikulatorische Präzision und Prosodie (Intonation, Tempo, Akzentuierung) im Hinblick auf die Geschlechtswahrnehmung der Stimme. Lediglich für den Parameter mittlere Sprechstimmlage war eine Meta-Analyse möglich und es zeigte sich, dass diese lediglich 41,6% der Geschlechtswahrnehmung erklärt. Die Studie deutete ebenfalls an, dass, wenn die Veränderung der mittleren Sprechstimmlage das Ziel einer Geschlechtsangleichung bei MTF-transidenten Personen war, eine Sprechstimmlage von im Mittel 180 Hz mit einer Untergrenze von 140 Hz und Obergrenze von 300 Hz dazu beiträgt, eine Stimme als weiblich wahrzunehmen. Weibliche Sprecherinnen mit einer mittleren Sprechstimmlage unter 165 Hz und Untergrenze unter 130 Hz wurden häufiger als männlich wahrgenommen. Die Autor*innen wiesen jedoch auf zahlreiche Limitationen hin, beispielsweise die Unterschiede der in den Untersuchungen verwendeten Stimuli (gesprochene Sprache, Vokale, Silben, tonhöhenmanipulierte Sprache), den Einfluss anderer Stimmmerkmale auf die Geschlechtszuordnung und die Unterschiede bei den verwendeten Bewertungsskalen.

2.11.2 Gender Dysphorie

„trans* ist ein Oberbegriff, der verschiedene Menschen bezeichnet, die sich nicht mit dem ihnen bei der Geburt zugewiesenen Geschlecht identifizieren.“ Dem zugrunde liegt das Leiden einer Person, das durch eine Inkongruenz des bei der Geburt zugewiesenen Geschlechts und der selbst empfundenen Geschlechtszugehörigkeit besteht. Dieses Leiden wird als „Gender Dysphoria“ (Geschlechtsdysphorie) bezeichnet und wird im Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-5) statt des Begriffes „Transsexualismus“

verwendet (American Psychiatric Association 2013). In der in Vorbereitung befindlichen ICD-11 soll Transsexualismus bzw. Genderdysphorie im Unterschied zur ICD-10, in der beides zu den „Disorders of adult personality and behaviour“ gehört, den „Conditions related to sexual health“ zugeordnet werden (WHO, Online-Ressource). Es besteht bei transidenten Personen (Syn.: trans bzw. trans* Personen) häufig der Wunsch nach Übergang (Transition) bzw. Anpassung (Passing), um als Person des selbst empfundenen Geschlechts zu leben und akzeptiert zu werden. Dies schließt auch den Wunsch nach Stimmtransition ein.

Statement 22	
Geschlechtsdysphorie bezeichnet das Leiden einer Person, das durch eine Inkongruenz des bei der Geburt zugewiesenen Geschlechts und der selbst empfundenen Geschlechtszugehörigkeit besteht. Da die Stimme einen Teil der (Geschlechts)identität darstellt, können trans* Menschen auch unter der zum wahrgenommenen Geschlecht inkongruenten Stimme leiden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Epidemiologische Untersuchungen ergaben Prävalenzraten von 1:11900 bis 1:45000 für MTF und 1:30400 bis 1:200000 für FTM (Coleman et al. 2011). Es ist von einer hohen Dunkelziffer auszugehen, da nur die Anzahl derjenigen erhoben werden kann, die wegen ihrer Genderdysphorie im Gesundheitssystem in Erscheinung treten.

2.12 Dysodie

Bernhard Richter, Wolfram Seidner, Dirk Mürbe

Statement 23	
Unter einer Dysodie versteht man eine funktionelle Störung der Sing- und Sängerstimme, die auf der Basis der üblichen Stimmdiagnostik spezieller diagnostischer Maßnahmen bedarf, um ein umfassendes Bild der Einschränkungen zu erhalten. Oft finden sich mehrere relevante Ursachen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 24	
Zur Festlegung der Therapie, die entsprechend der Ätiologie sehr verschiedene Vorgehensweisen umfassen kann, bedarf es eingehender Kenntnisse der Sing- und Sängerstimme.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Vorbemerkung: Dieses Kapitel basiert auf vorangegangenen Arbeiten der Autoren dieses Kapitels (Seidner 2018) sowie auf einem Lemma des Lexikons der Gesangsstimme (Seidner 2017).

2.12.1 Definition

Dysodie ist eine funktionelle (d.h. nicht durch organische Veränderungen verursachte) Störung der Sing- und Sängerstimme. Der Begriff leitet sich von griech. »dys« (abweichend von der Norm, fehlerhaft) und »odé« (Gesang, Lied) ab. Er geht auf Theodor Simon Flatau zurück, der ihn 1906 prägte und als Hauptursache quantitativen und qualitativen Missbrauch der Stimme ausmachte (Flatau 1906).

Die Dysodie ist als spezielle Form der funktionellen Dysphonie im Bereich der Sing- und Sängerstimme anzusehen. Während übergeordnet die Dysphonie (Stimmstörung) durch Auffälligkeiten des Stimmklangs (z.B. Heiserkeit, Rauigkeit) und/oder Einschränkungen der stimmlichen Leistungsfähigkeit und/oder durch subjektive Missempfindungen im Bereich des Kehlkopfes gekennzeichnet ist, klagen Patienten mit Dysodie beispielsweise über ein Nachlassen oder den Verlust besonderer, natürlich vorhandener oder erworbener stimmlicher Fertigkeiten, eine mangelhafte Belastbarkeit oder verzögerte Erholung der Singstimme. Abzugrenzen davon sind Elemente der Heiserkeit, die bewusst als künstlerisches Ausdrucksmittel eingesetzt werden (Seidner und Wendler 1989).

Die Differenzierung der Dysodie von einer funktionellen Störung der Sprechstimme lässt sich rechtfertigen, weil einige charakteristische Befunde der Sing- und Sängerstimme hervortreten, die spezieller diagnostischer und therapeutischer Maßnahmen bedürfen. Die Auffälligkeiten können dabei sowohl die unausgebildete als auch die ausgebildete Stimme betreffen, also nicht nur Berufssänger, sondern auch Laiensänger und Kinder. Allerdings ist vorauszusetzen, dass gewisse Fertigkeiten im Singen schon einmal vorhanden waren.

2.12.2 Symptome und Befunde

Die Beschwerden und Befunde betreffen vor allem die subtilen Funktionen: Die Stimme spricht nicht leicht genug an, der weiche Stimmeinsatz bereitet Mühe oder gelingt nicht. Das Pianosingen ist gestört, gehaltene Töne können sogar abbrechen, vorwiegend bei geringer Stimmintensität. Die Beherrschung des Stimmsitzes lässt nach, wodurch die Modulationsfähigkeit der Stimme beeinträchtigt und der Vokalausgleich gestört ist. Es kann zu Klangveränderungen der Singstimme bis zur belegten, leicht rauhen und behauchten Stimme kommen. Das Schwelltonvermögen (*Messa di voce*) gelingt nicht kontinuierlich, vor allem nicht während der Rücknahme der Stimmintensität, und es ergeben sich Schwierigkeiten bei Registerwechseln. Die Intonation verliert ihre gewohnte Sicherheit, es kommt zum Distonieren. Der Tonhöhenumfang wird eingeengt, besonders in der Tiefe, oder das Vibrato verliert an Variabilität. Die hohe Lage des Stimmumfangs und das Singen mit hoher Stimmstärke werden nur mit gesteigertem Kraftaufwand erreicht. Im Halsbereich entstehen Missempfindungen (Druck, Kratzen, Brennen, Fremdkörpergefühl, sogar Schmerzen). Die Stimme ermüdet rasch, das Singen strengt an und bereitet Unlust. Die Kompensationsversuche zur Überwindung der stimmlichen Leistungsschwäche sind zu hören und gelegentlich auch an muskulären Überfunktionen zu sehen, vor allem als Verspannungen im Halsbereich und als reflexartige mimische, gestische und körperliche Mitbewegungen.

Organische Veränderungen gehören primär nicht zum Störungsbild, sind jedoch sekundär möglich, z.B. als Schlusschwäche der Stimmlippen, verstärkte Gefäßzeichnung oder Gewebeverdickungen am Stimmlippenrand.

2.12.3 Diagnostik

Neben einer detaillierten Visualisierung der Stimmlippenschwingungen mittels Videolaryngostroboskopie ist eine erweiterte Hörbeurteilung der Stimme einschließlich der Singstimme erforderlich. Diese Beurteilung des natürlichen Singens reicht von Vokalisieren bis zu ausgewähltem Repertoire (Lied, Arie) und ergänzt die Hörbeurteilung der Sprechstimme, welche auf Sequenzen des Spontansprechens sowie des ungespannten und gespannten Vorlesens eines Textes basiert. Wenn die Sprechstimme heiser klingt, ist häufig auch das Singen gestört, zumindest beim leisen und weichen Stimmeinsatz in mittlerer und tiefer Lage. Bei größerer Stimmstärke, vor allem beim Singen in der Höhe, können diese Auffälligkeiten zurückgehen, weil stärkere Muskelspannung und bessere Nutzung des Vokaltrakts oft ausgleichend wirken. Keinesfalls sollte in einem solchen Fall eine gestörte

Sprechstimme als nebensächlich abgetan werden. Zur Befunddokumentation und Verlaufskontrolle sowie für Begutachtungsfragen sind Tonaufnahmen sowie die Messung von Sprech- und Singstimmprofilen mit Registrierung des Tonhöhen- und Lautstärkeumfangs der Stimme empfehlenswert. Die Selbstbeurteilung der Einschränkungen der Singstimme kann durch validierte Fragebögen (z.B. SVHI, Singing Voice Handicap Index, siehe Kapitel 3.9) systematisch erfasst werden.

2.12.4 Ursachen und Therapie

Die Ursachen funktioneller Stimmstörungen einschließlich der Dysodie lassen sich nicht immer einfach erkennen und erklären, zumal nicht selten mehrere Ursachen wirken. Zunächst sind konstitutionelle Faktoren zu berücksichtigen, d.h. die körperlichen und psychischen Voraussetzungen des/r Patienten/Patient*in, beispielsweise u.a. allgemeine körperliche Disposition und Belastbarkeit, vorhandene Krankheitsneigung, kardiovaskuläre Stabilität, Persönlichkeitsstruktur, emotionale Ansprechbarkeit, Reagibilität des zentralen und vegetativen Nervensystems einschließlich der Möglichkeiten zur Konfliktverarbeitung, Grob- und Feinmotorik, auditive Differenzierungsfähigkeit, Musikalität, Beschaffenheit der Schleimhaut im Bereich der Atemwege. Auch geschlechtsspezifische, altersbedingte und hormonelle Besonderheiten sind zu beachten. Ein ausgeprägtes Missverhältnis zwischen den natürlichen konstitutionellen Voraussetzungen und den stimmlichen Anforderungen kann rasch dazu führen, dass sich Störungen von Krankheitswert einschließlich des entsprechenden Leidensdrucks entwickeln. Auch sehr robuste und über eine hervorragende Stimmtechnik verfügende Sänger*innen können eine Dysodie erleiden, wenn sie unangemessen stark belastet werden. Dabei ist besonders die Frage nach der richtigen Klassifizierung von Stimmgattung und Stimmfach zu stellen. Nicht selten werden vor allem junge Sänger*innen an Opernhäusern überfordert und müssen in Unkenntnis der individuellen Voraussetzungen und Leistungsgrenzen zu schwere, zu hoch liegende oder von der Deklamation her zu anstrengende Partien singen. Häufig fehlen auch spezifische gesangstechnische Voraussetzungen und ausreichende Erfahrungen im Umgang mit der eigenen Stimme. Der Wechsel einer Stimmgattung (meist zu einer höheren Stimmlage) oder des Stimmfachs (meist zu dramatischeren Partien) erfordert besondere Aufmerksamkeit und nicht selten ein enges Zusammenwirken von Gesangspädagogen und Stimmärzt*innen. Die sängerische Leistungsfähigkeit wird aber auch von anderen Faktoren bestimmt wie der Lebensweise (Lebensrhythmus, sportliche Betätigung, Ernährung, Schlafqualität und -dauer, Menge und Art von Genussmitteln, Sexualverhalten), der individuellen künstlerischen Qualifikation und Erfahrung, von akustischen Besonderheiten im beruflichen Umfeld (Chor- und Orchesterlautstärke, Einwirkung von Störschall, Raumakustik) und selbstverständlich von sozialen Bedingungen (Arbeitsatmosphäre, familiäre Situation, Publikumsbezug).

Die Behandlung muss sich nach den Ursachen richten und kann sich im Einzelfall als sehr einfach oder auch als hochkompliziert erweisen, insbesondere dann, wenn mehrere Ursachen wirken und eine Rangfolge in den diagnostischen und therapeutischen Maßnahmen festgelegt bzw. variiert werden muss. Bei akuter Überlastung eines sonst beschwerdefrei leistungsfähigen und erfahrenen Sängers genügen vielleicht einige Tage Stimmruhe zur vollständigen Wiederherstellung, aber bei fehlerhafter Klassifizierung oder psychischen oder sozialen Problemen ist eine schnelle erfolgreiche Behandlung nicht möglich. Bei sekundär organischen Veränderungen an den Stimmlippen genügt es keinesfalls, sich diagnostisch und therapeutisch lediglich mit dem Organbefund zu befassen, sondern es müssen die einer Dysodie zugrundeliegenden Ursachen erkannt und behandelt werden.

2.13 Psychogene Aphonie und Dysphonie

Bernhard Richter, Claudia Spahn

Statement 25	
Psychogene Aphonien oder Dysphonien führen zu einem völligen Versagen oder einer starken Einschränkung der Sprechstimmfunktion. Ätiologisch spielen psychische Faktoren eine maßgebliche Rolle. Die stimmliche Symptomatik kann von den Patient*innen zunächst nicht willentlich beeinflusst werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 8	
Zur Behandlung sollten stimm- und psychotherapeutische Elemente kombiniert werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

2.13.1 Definition

Unter psychogener Aphonie und Dysphonie werden Krankheitsbilder zusammengefasst, deren Hauptsymptom in einem völligen Versagen oder einer starken Einschränkung der Sprechstimmfunktion besteht und für deren Entwicklung psychologische Faktoren eine maßgebliche Rolle spielen. Die stimmliche Symptomatik kann von den Patient*innen zunächst nicht willentlich beeinflusst werden.

In der ICD 10 Klassifikation wird die Störung mit R49.1 (Aphonie) und F44.4 Dissoziative Bewegungsstörung kodiert.

2.13.2 Begriffsbestimmung

Die aktuell gebräuchliche Bezeichnung „psychogene Aphonie (engl. Psychogenic aphonia)“ ist insofern unscharf, als dass unter dem Oberbegriff „Psychogene Störungen“ im Verständnis der psychosomatischen Medizin unterschiedliche Störungsbilder zusammengefasst werden: a) reaktive Störungen des Coping (z.B. Angst, Depression bei körperlichen Erkrankungen); b) posttraumatische Störungen (Anpassungsstörung, Akute Belastungsreaktion, Posttraumatische Belastungsstörung z.B. bei sexuellem Missbrauch, Kriegserlebnissen etc.); c) psychosomatische Störungen (multifaktoriell, körperlicher Organbefund, psychische Aspekte maßgeblich); d.) neurotische Störungen (Angststörungen, Dissoziative Störungen), Somatoforme Störungen (funktionell) (Uexküll 2002).

2.13.3 Anamnese

Neben der allgemeinen Anamnese, (wann ist die Aphonie aufgetreten, ging eine Erkältung mit Heiserkeit voraus etc.), sollte nach Kiese-Himmel auch eine ergänzende störungsspezifische Anamnese erhoben werden (Kiese-Himmel 2015). Zusätzlich sollte eine differenzierte Diagnostik im Hinblick auf psychische Störungen und Verhaltensstörungen erfolgen. Zur Erhebung der differenzierten Anamnese sollten Psycholog*innen bzw. Fachärzt*innen für Psychosomatische Medizin hinzugezogen werden.

2.13.4 Diagnostik

Die Diagnostik ruht auf vier Säulen: 1.) Stimmklang, 2.) endoskopisch/laryngoskopische Untersuchung, 3.) Palpation der perilaryngealen Muskulatur und des Mundbodens bei der Phonation sowie 4.) differenzierte Psychodiagnostik.

Die Verdachtsdiagnose ist stimmlich/auditiv dann recht eindeutig zu stellen, wenn bei aphoner oder sehr behauchter Sprechstimme ein tonales Husten möglich ist. Auch Singen kann trotz aphoner Sprechstimme möglich sein.

In der endoskopisch/laryngoskopischen Untersuchung sind Entzündungszeichen des Stimmlippenepithels regelhaft nicht zu beobachten. Es findet sich häufig eine normale respiratorische und phonatorische Beweglichkeit der Stimmlippen. In Einzelfällen kann jedoch auch initial ein deutlich inkompletter Glottisschluss oder sogar eine Minderbeweglichkeit einer Stimmlippe imponieren, die möglicherweise durch laryngeale Fehlspannungen bedingt sind. Diese auffälligen Befunde sind bei normalisierter Stimmfunktion in der Kontroll-Laryngoskopie nicht mehr nachweisbar.

In der Palpation der Muskulatur besteht häufig sowohl bei der Inspiration als auch bei der Phonation eine unwillkürliche, funktionell nicht notwendige Aktivierung bzw. Kontraktion der Mundbodenmuskulatur sowie der Hals- und Schultergürtelmuskulatur.

In der Psychodiagnostik ist meist kennzeichnend, dass die aphone oder dysphone Symptomatik die sozialen Beziehungen der Patient*innen beeinflusst. In der psychosozialen Anamnese lassen sich meist psychologische Konfliktkonstellationen erkennen. Es geht in der Regel um Konflikte in Beziehungen mit anderen Personen am Arbeitsplatz, in der Schule oder auch innerhalb der Familie. Durch Wegbleiben der Stimme ist die verbale Kommunikation nicht möglich und die Patient*innen sind durch die Symptomatik davor geschützt, Konflikte in der Kommunikation mit anderen zu erleben oder auszutragen. Psychologisch kann die Symptombildung somit als Schutzreaktion interpretiert werden.

Bei der psychogenen Dysphonie ist eine diagnostische Abgrenzung zu sonstigen funktionellen und organischen Stimmstörungen wie beispielsweise der muscle tension dysphonia und auch der spasmodischen Dysphonie zu treffen (Van Houtte et al. 2011). Auch Zusammenhänge mit sonstigen funktionellen Körperbeschwerden sollten abgeklärt werden (vgl. S3 Leitlinie funktionelle Körperbeschwerden, Roenneberg et al. 2019; Henningsen et al. 2018).

2.13.5 Behandlung

Es wurden sehr unterschiedliche Therapieansätze vorgeschlagen.

Historisch wurde von Schnitzler in Anlehnung an Charcot/Freud die Methode der Suggestion und Hypnose angewendet (Charcot 1886; Schnitzler, 1889). In der Folge wurden Therapieversuche mit iatrogen erzeugtem Erstickungsanfall (Muck'sche Kugel, vgl. Muck 1916), Stromstößen, Oberflächen-Anästhesie oder auditiver Vertäubung beschrieben.

Wolfram Seidner führte im Jahr 2002 eine Befragung bei 68 Phoniater*innen in Deutschland zur Frage durch, welche Therapie die Kolleg*innen anwenden (Seidner 2002). Die überwiegende Mehrzahl der befragten Ärzt*innen hielten eine Sofortbehandlung für erforderlich (65), die meistens von den Ärzt*innen selbst vorgenommen wurde, zum Teil auch von Logopäd*innen. Als therapeutische Maßnahmen der Sofortbehandlung wurden Übungen und Gespräche benannt. Nur in drei Fällen erfolgte die Sofortbehandlung durch Psycholog*innen. Nur etwa die Hälfte der Befragten hielt eine psychosomatische Diagnostik und Mitbehandlung in jedem Fall für notwendig.

Zum therapeutischen Vorgehen gibt es auch heute noch unterschiedliche Meinungen. Sie unterscheiden sich hauptsächlich darin, wie psychologische und stimmtherapeutische Behandlungselemente kombiniert und in welcher Reihenfolge sie angewandt werden sollen.

Die stimmtherapeutischen Behandlungselemente können beispielsweise die Stimmanbahnung über klangvolles Husten, manuelle Lockerung der perilaryngealen Muskelketten bei der Atmung und Phonation sowie visuelles Feedback der Muskelbewegungen des/r Patient*in über einen Spiegel beinhalten.

Die Arbeitsgruppe um Seifert und Kollbrunner schlägt ein initial psychotherapeutisches Vorgehen vor (Seifert und Kollbrunner 2006; Kollbrunner et al. 2010). Ausgehend von einer Auffassung des Symptoms als Konversionsneurose besteht hier der Therapieansatz in einer primär psychologisch, vorzugsweise tiefenpsychologisch ausgerichteten Psychotherapie. Bei dieser Auffassung wird davon ausgegangen, dass sich das stimmliche Symptom mit Bewusstwerden und Lösung der zugrundeliegenden psychologischen Konflikte löst.

An diesem vorwiegend psychotherapeutischen Ansatz wurde jedoch in den letzten Jahren zunehmend Kritik geübt, da sich das Vorgehen in der klinischen Praxis nicht durchgehend bewährt. Die Patient*innen leiden nicht selten auch trotz und unter psychotherapeutischer Behandlung an chronifizierten aphonen und dysphonen Symptomen.

In einem alternativen Ansatz kann in einem kombinierten stimmärztlichen und psychotherapeutischen Vorgehen patientenzentriert entschieden werden, ob eine stimmtherapeutische Maßnahme vorangestellt werden kann, die dem/r Patient*in dazu verhilft, seine/ihre Stimme zurückzuerlangen. In der klinischen Praxis hat sich gezeigt, dass sich nach dem Wiedererlangen der Stimme die psychotherapeutische Behandlung patientenorientiert zwischen einer fokalen Psychotherapie mit einem oder wenigen Gesprächen bis hin zu einer längeren ambulanten Psychotherapie erstrecken kann. Die Behandlung durch den/ie Stimmärzt*in sollte die psychologische Grundbetreuung der Patient*innen – auf dem Niveau der psychosomatischen Grundversorgung – immer mit beinhalten, um ein integriertes therapeutisches Vorgehen zu gewährleisten. In jedem Fall sollte immer begleitend die psychische Situation der Patient*innen differenziert diagnostiziert, aufgefangen und unterstützt werden.

Kapitel 3 – Diagnostik von Stimmstörungen

3.1 Anamnese

Anne Schützenberger, Annerose Keilmann und Berit Schneider-Stickler

Statement 25	
Die Anamnese bei Stimmstörungen stellt die Grundlage weiterführender Untersuchungen und therapeutischer Maßnahmen dar. Außerdem trägt das Anamnese-Gespräch zur auditiven Beurteilung der Sprechstimme bei.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Erhebung der Vorgeschichte der Patient*innen fördert Vertrauen und erleichtert das weitere Vorgehen in Diagnostik und Therapie. Das freie Gespräch ist dabei vorzuziehen. Ergänzend werden Fragebögen zur gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Health Related Quality of Life (HRQoL)) eingesetzt, die auch eine Objektivierung und Vergleichbarkeit der Beschwerden im zeitlichen Verlauf erlauben.

Allgemeine Anamneseinhalte

Eigenanamnese

- Alter
- Geschlecht
- Beruf, Hobbies
- Erkrankungen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich
- Allgemeine (internistische) Erkrankungen
- Noxen (Nikotin, Alkohol, Umgang mit Lösungsmitteln, Staub)
- Allergien
- Medikamente (siehe Kapitel 2.9)
- Operationen, mit und ohne Intubation, Kopf-Hals-Bereich
- Psychische Belastungen

Familienanamnese

- Heiserkeit
- Schwerhörigkeit

Folgende Systematik der Befragung kann empfohlen werden:

Stimmanamnese

- Art der Stimmstörung: Heiserkeit, Stimmklangveränderung, Stimmschwäche, Stimmverlust
- Beginn (plötzlich/schleichend)
- Auslöser (z.B. kein erkennbarer, Stimmüberlastung, Infekt, Operation, Trauma, persönliche Belastungssituation)
- Dauer der Stimmstörung, wechselnd / konstant
- Zunahme / Abnahme bei Stimmbelastung

- Dauer bis zur Stimmerholung
- Begleitsymptome: Schluck-/ Räusperzwang, Trockenheit oder Schleim im Hals, Druck-/Kloßgefühl, Brennen, Schmerz
- Wurde die Stimmstörung selbst oder nur von anderen bemerkt?
- Stimmgebrauch, tägliche berufliche Stimmbelastung, Rahmenbedingungen und Umgebung
- Beeinträchtigung durch die Stimmstörung im Alltag (beruflich / sozial)
- Stimme in der Kindheit, Mutation
- Stimmerfahrung (Sprecherziehung, Gesangsunterricht, Chorgesang, andere sängerische Aktivitäten)
- Bisherige Behandlung

Schwerpunkte bei professionellen Sänger*innen

- Fokus auf detaillierte Probleme: neue Aufführungen, neues, anspruchsvolles Publikum, längere Probenzeiten, weniger Schlaf, fremde Umgebung des Aufführungsortes, finanzieller Druck, Lampenfieber, Bühnenangst
- Emotionale Einflüsse von außen: Produzent*innen, Regisseur*innen, Dirigent*innen, Lehrer*innen, Eltern, Partner*innen usw.
- Bedingungen auf der Bühne (Staub, Trockenheit, Wärme) oder im Alltag (Flugreisen, klimatisierte Räume)
- zu lautes Orchester oder Band ohne Rückkopplung, nicht ausreichendes Einsingen und fehlende stimmliche Entspannung
- Ungenügende Aktivität der Bauch- und Atemmuskulatur, Fehlspannungen in Hals und Nacken

3.2 Klinische Untersuchung

Anne Schützenberger, Annerose Keilmann und Berit Schneider-Stickler

Empfehlung 9	
Die endoskopische Diagnostik bei Stimmstörungen soll durch die körperliche Untersuchung der stimmbildenden Organe von aussen ergänzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Im Rahmen der Untersuchung erfolgt eine HNO-ärztliche/phoniatriisch-pädaudiologische Untersuchung (Nawka und Wirth, 2007; Schneider und Bigenzahn, 2006)

Ergänzend zu der endolaryngealen Diagnostik (s. Kap. 3.4), sollte der Kehlkopf von außen betrachtet und abgetastet (palpiert) werden. Hierbei sind folgende Aspekte zu beachten:

Inspektion

- Kehlkopfstellung in Ruhe
- Prominentia laryngea
- Veränderungen der Haut und der Halsweichteile (z.B. Narben nach Operationen / Bestrahlung)

Palpation

- Palpation beider Schilddrüsenknorpelplatten mit der Prominentia laryngea (Adamsapfel)
- Kehlkopfelevation bzw. kraniokaudale Beweglichkeit
- Veränderungen der Halsweichteile
- Schilddrüsenpalpation

Im Rahmen der umfassenden Stimmdiagnostik sind weiterhin die Beurteilung von Körperhaltung und Muskeltonus unverzichtbar.

Ergänzende Untersuchungen

- Haltungsauffälligkeiten
- Vertebrale Veränderungen
- Zervikale Funktionseinschränkungen

3.3 Untersuchung des Hörvermögens

Anne Schützenberger, Annerose Keilmann und Berit Schneider-Stickler

Empfehlung 10	
Eine audiometrische Diagnostik sollte in Abhängigkeit von Genese und Ausmaß der Stimmstörung durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Stimmleistung und die Eigenwahrnehmung der Stimme kann durch Hörstörungen beeinflusst werden (Böhme, 2011). Deshalb ist bei Stimmstörungen grundsätzlich eine audiometrische Beurteilung des Hörvermögens – auch zur Ausschlussdiagnostik – erforderlich.

Der physiologische Mechanismus zur Regulierung von Tonhöhenstörungen ist bei Personen mit beeinträchtigtem Gehör im Vergleich zu normal hörenden Personen verändert (Nagy et al, 2020).

Insbesondere bei älteren Menschen sind Stimmprobleme und Hörverlust häufig coprävalent anzutreffen und wirken sich nachteilig auf die Lebensqualität aus. Patient*innen mit Hörverlust haben ein erhöhtes Risiko für eine Dysphonie (Cohen et al, 2009).

Um zwischen einer Schallleitungsschwerhörigkeit oder Schallempfindungsschwerhörigkeit zu differenzieren, werden zur Diagnostik einer peripheren Hörstörung folgende Methoden empfohlen:

- Bestimmung der Hörschwelle über Luft- und Knochenleitung
- Ggf. Untersuchung des Sprachverstehens (Freiburger Sprachaudiometrie)
- Ggf. weitere objektive audiometrische Verfahren (Impedanzaudiometrie mit der Stapediusreflexmessung, Ableitung otoakustischer Emissionen zur Überprüfung der Haarzellfunktion).

3.4 Visuelle und bildgebende Untersuchung des stimmbildenden Systems

3.4.1 Indirekte Laryngoskopie in starrer und flexibler Technik

Bernhard Richter

Statement 26	
Mittels der indirekten Laryngoskopie lässt sich die oberflächlich einsehbare Anatomie des Larynx und des Hypopharynx sowie die respiratorische Beweglichkeit der Stimmlippen mit Hilfe von Linsensystemen bzw. Kamertechnik abbilden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Ohne optische Hilfsmittel ist es nicht möglich, den unteren Rachenbereich einzusehen und die Bewegungen im menschlichen Kehlkopf zu beobachten. Da die Beobachtung nur indirekt – beispielsweise über einen Spiegel oder ein Endoskop – erfolgt, bezeichnet man sie als indirekte Laryngoskopie. Eine direkte Beobachtung der Strukturen des Kehlkopfes ist nur unter Vollnarkose möglich, ein Verfahren welches vornehmlich bei stimmchirurgischen Eingriffen, z.B. im Rahmen der Phonochirurgie angewendet wird. Eine Fortentwicklung der indirekten Kehlkopfspiegelung stellt die Einführung von endoskopischen Techniken (von griech. »éndon«, innen und »skopein«, betrachten), die z.B. mit Linsensystemen und lichtleitenden Glasfaserbündeln arbeiten, und von speziell lupenlaryngoskopischen Techniken dar, mit deren Hilfe die Kehlkopfstrukturen noch detaillierter betrachtet werden können. Zudem konnte Ende der 1970er Jahre durch Volker Barth basierend auf den Arbeiten von Elimar Schönhärl (1960) die Lupenlaryngoskopie mit der stroboskopischen Technik (vergleiche Kapitel 3.4.2 Stroboskopie) zur Beurteilung der Schwingungen der Stimmlippen kombiniert werden (Barth 1977). Eine Weiterentwicklung dieser optischen Verfahren stellen computergestützte Systeme mit digitalen Bildsensoren dar (sog. Chip-on-the-Tip-Technik), die zu einer noch besseren Bildauflösung in Endoskopie und Stroboskopie führen. Aktuell sind auch Endoskope mit zwei Kameras, mit denen ein 3-D Effekt erzielt werden kann, im klinischen Einsatz. Zudem stehen Endoskope mit gefilterten Lichtquellen zur Verfügung, sog. Narrow-band Imaging (NBI), die sich insbesondere zur verbesserten Darstellung der Blutgefäße in der Larynxschleimhaut eignen (Dippold et al. 2015). Die heute verwendeten Laryngoskope können sowohl starr (zur Untersuchung durch den Mund) als auch flexibel (zur Untersuchung durch die Nase) sein. Vorteil der starren Endoskopie ist die bessere Bildqualität und die Möglichkeit der 3-D Darstellung. Nachteilig wirken sich jedoch die unnatürliche Untersuchungshaltung (mit herausgestreckter Zunge) und die beschränkte Durchführbarkeit bei ausgeprägtem Würgereiz aus. Flexible Endoskope haben dagegen aufgrund des kleineren Bildausschnitts eine etwas herabgesetzte Bildqualität. Dabei ist jedoch die Untersuchungshaltung natürlicher und der/die Patient*in kann in der Regel auch bei ausgeprägtem Würgereiz untersucht werden.

In der indirekten Laryngoskopie lässt sich die grobe Beweglichkeit der Stimmlippen beurteilen. Aber auch die oberhalb der Stimmlippen liegenden Strukturen wie die Taschenfalten und der Kehledeckel können bei der indirekten Laryngoskopie in ihrer Beschaffenheit und Funktionsweise mit beurteilt werden. Die offene Stellung der Stimmlippen bei der Atmung bezeichnet man als Respirationsstellung, die geschlossene bei der Phonation als Phonationsstellung. Die grobe Auf-/Zu-Bewegung bezeichnet man als respiratorische Beweglichkeit. Die Bezeichnung für die Schließungsbewegung der Stimmlippen ist Adduktion, da sie auf die Mittellinie zwischen den beiden Stimmlippen gerichtet erfolgt, die Öffnungsbewegung bezeichnet man als Abduktion, da sie sich hiervon

weg bewegt. Der Zwischenraum zwischen beiden Stimmlippen wird auch als Glottis bezeichnet. Der Begriff Glottis leitet sich von griech. »glottís« (Mundstück der Flöte) ab, er geht auf den griechisch-römischen Arzt des Altertums Galen zurück (Richter 2018). Die durch die Stimmlippen gebildeten, in einer Ebene liegenden Grenzen der Glottis werden anatomisch auch als Stimmritze (*rima glottidis*) bezeichnet. Von oben mit dem Kehlkopfspiegel oder Endoskop betrachtet, erscheint die Öffnung und Schließung der Stimmlippen in einer horizontalen Ebene zu verlaufen, die deswegen auch als Glottisebene bezeichnet wird. Die Glottis kann verschiedene Stellungen (Glottiskonfigurationen) aufweisen: Bei der Einatmung weichen die Stimmlippen auseinander, sodass der Luftstrom die Glottis möglichst ungehindert passieren kann. Man spricht von einer ›V-Stellung‹ der Glottis. Beim Sprechen und Singen werden die Stimmlippen parallel zusammengeführt und verschlossen; dieser Vorgang wird als ›Glottisschluss‹ bezeichnet. Ein Schwingungszyklus der Stimmlippen von Stimmlippenschluss über die Öffnung und Schließung der Stimmlippen bis zum erneuten Schluss wird als ›glottaler Zyklus‹ bezeichnet. Der Glottisschluss führt dazu, dass ein subglottischer Druck aufgebaut werden kann, der Voraussetzung für die Tonbildung bei der Phonation ist. Bei verschiedenen Erkrankungen im Bereich des Kehlkopfs kann es zu charakteristischen Veränderungen der Glottiskonfigurationen kommen wie beispielsweise die sog. Sanduhrglottis im Rahmen von Stimmlippenrandverdickungen. Neu entwickelte, im klinisch Alltag anwendbare Systeme zur 3D-Videolaryngostroboskopie können das Verständnis der funktionellen und chirurgischen laryngotrachealen Anatomie verbessern, indem sie die Vorteile der indirekten Laryngoskopie, Stimmlippenstroboskopie und stereoskopischen Bildgebung kombinieren (Caffier et al. 2018).“

3.4.2 Stroboskopie

Bernhard Richter

Empfehlung 11	
Zur Visualisierung der phonatorischen Beweglichkeit der Stimmlippen sollte die Stroboskopie eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Eine Stroboskopieeinheit zur Untersuchung des Kehlkopfs besteht heute meist aus einer Lichtquelle, welche über einen Computer koordinierte Lichtblitze aussendet, einem Laryngoskop (starr oder flexibel, siehe Kapitel 3.4.1 Indirekte Laryngoskopie), einem Mikrophon, einer Kamera und einer Möglichkeit zur digitalen Aufzeichnung. Aufnahmen, welche mit diesem Prinzip erzeugt wurden, zeigen also, im Gegensatz zur Hochgeschwindigkeitsglottographie (vgl. Kapitel 3.4.3), nicht den tatsächlichen zeitlichen Ablauf eines Schwingungszyklus, sondern eine Aneinanderreihung exemplarischer Momentaufnahmen aus verschiedenen Zyklen mehrerer Stimmlippenschwingungen (Olthoff et al. 2007). Mit der Stroboskopie ist es insbesondere möglich, die Schwingungen des Stimmlippenepithels zu beobachten (sog. Randkantenverschiebung). Diese oberflächliche Verschiebung des Epithels (*cover*) gegen die darunterliegenden Strukturen der Stimmlippe (*body*) wird auch als phonatorische Beweglichkeit der Stimmlippe bezeichnet. Minoru Hirano entwickelte aus dieser Vorstellung das sog. Body-Cover-Modell (Hirano 1974).

Mittels dieser Methoden werden vornehmlich Aussagen zur Schwingungsamplitude, zum Stimmlippenschluss (auch sog. Glottisschluss) und zur Randkantenverschiebung getroffen. Die Amplitude und die Geschwindigkeit dieser ›schwappenden‹ Bewegung des Stimmlippenepithels hängen von der Geschwindigkeit des Stimmlippenschlusses ab. Ist

diese hoch, so entsteht ein reiches Schallspektrum. Demzufolge kann die Beschreibung der Randkantenverschiebung – als ein wesentlicher Parameter – zur Qualitätsbeurteilung einer Stimme mit herangezogen werden. Bei aufgehobener Randkantenverschiebung, dem sog. phonatorischen Stillstand, muss, als eine wichtige Differentialdiagnose, das Vorhandensein eines glottischen Larynxkarzinoms histologisch ausgeschlossen werden (Reiter et al. 2015).

Nachteilig ist, dass die Untersuchungsmethode eine Periodizität des Stimmsignals voraussetzt. Bei stark unregelmäßigen Schwingungen, wie sie bei verschiedenen Erkrankungen der Stimmlippen auftreten können, ist die Rekonstruktion von beispielhaften Schwingungszyklen nicht mehr möglich. Außerdem ist für die stroboskopische Untersuchung eine gewisse zeitliche Mindestaufnahmelänge erforderlich, damit eine Anpassung der Stroboskopieblitze an die Stimmlippenfrequenz erfolgen kann. Die computergestützte Stroboskopie mit digitaler Aufnahmetechnik ist aus der angewandten Laryngologie gegenwärtig nicht wegzudenken. Die Visualisierung der Feinschwingungen ist für die Diagnostik von organischen und funktionellen Stimmstörungen gleichermaßen unverzichtbar. Als derzeitiger »Goldstandard« in der klinischen Praxis gilt die digitale Video-Laryngostroboskopie (Wendler et al. 2005; Eysholdt und Lohscheller 2007). Diese Technologie ermöglicht es, die Befunde digital aufzuzeichnen und nach der Untersuchung auszuwerten. Sie hat jedoch auch Nachteile, da die Beurteilung der in der Stroboskopie erhobenen Befunde bisher nicht standardisiert erfolgt und in erheblichem Maße von der Erfahrung des Untersuchers abhängig ist. In neuerer Zeit werden auch Versuche beschrieben, die bisher nicht normierte und quantifizierte Beurteilung der erhobenen Parameter zu vereinheitlichen und quantitativ einschätzbar zu machen (Fleischer und Hess 2006; Hanschmann und Berger 2009; Nawka und Konerding 2012).

Während bei der indirekten Laryngoskopie (vgl. Kapitel 3.4.1.) die Glottis als horizontale Ebene imponiert, ist es unter zusätzlicher Verwendung eines Stroboskops oder einer Hochgeschwindigkeitsglottografie möglich, sich die Glottisöffnung und -schließung nicht als lediglich horizontale Bewegung vorzustellen, sondern durch die Beobachtung der Feinstruktur und der wellenförmigen Bewegung der Stimmlippenoberfläche den dreidimensionalen Charakter dieses dynamischen Prozesses zu erfassen und damit die Glottis als Raum zwischen den dreidimensionalen Stimmlippen zu begreifen. Neu entwickelte, im klinisch Alltag anwendbare Systeme zur 3D-Video-Laryngostroboskopie können das Verständnis der funktionellen und chirurgischen laryngotrachealen Anatomie verbessern, indem sie die Vorteile der indirekten Laryngoskopie, Stimmlippenstroboskopie und stereoskopischen Bildgebung kombinieren (Caffier et al. 2018).“

3.4.3 Untersuchung mit der Hochgeschwindigkeitskamera

Anne Schützenberger und Matthias Echternach

Die Hochgeschwindigkeitsvideoendoskopie (HSV) erlaubt eine zeitlich hochaufgelöste (≥ 4000 fps) Visualisierung der Stimmlippenbewegungen. Sie ist zur Beurteilung des Stimmlippenschwungsverhaltens bei der Phonation vor allem bei schlechten Stimmen (ausgeprägte Glottisschlussinsuffizienz / aperiodische Stimmlippenschwingungen) aus technischen Gründen der Stroboskopie überlegen. Die HSV ist ergänzend zu Stroboskopie, zur Objektivierung des Schwungsverhaltens und im wissenschaftlichen Kontext sinnvoll.

Empfehlung 12	
Der Einsatz der Hochgeschwindigkeitsvideoendoskopie (HSV) kann ergänzend zur Stroboskopie, zur Objektivierung des Schwungsverhaltens erwogen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Der derzeitige Goldstandard zur bildgebenden Untersuchung der Beurteilung der Funktionalität der Stimmlippenbewegungen ist die Stroboskopie (Bonilha et al. 2015). Die Stroboskopie ist jedoch durch ihre technische Limitierung eingeschränkt, und Störungsbilder, die sich durch stark aperiodische Schwingungen oder einer ausgeprägten Glottisschlussinsuffizienz auszeichnen, können nicht zufriedenstellend hinsichtlich der Schwingungsmuster der Stimmlippen beurteilt werden. Eine objektive Beurteilung der stroboskopisch gewonnenen Daten ist ebenfalls nicht gegeben. Abhilfe schafft hier die seit nunmehr vor Hochgeschwindigkeitsvideoendoskopie (HSV) (Wittenberg et al. 1995). Bei der HSV wird das Endoskop an eine Hochgeschwindigkeitskamera angeschlossen. Die aufgezeichneten Video-Daten werden digital abgespeichert und können sofort oder später beurteilt und nachbearbeitet werden. Die HSV erlaubt eine zeitlich hochaufgelöste (≥ 4000 fps) Visualisierung der Stimmlippenbewegungen und somit eine verbesserte subjektive (Zacharias et al. 2018; Powell et al. 2016), als auch eine objektive Bewertung der Schwingungen (Ikuma et al. 2014). Die Analyse nichtstationärer Prozesse, wie des Phonationseinsatzes sind mittels HSV ebenfalls möglich (Ikuma et al. 2016). In Konsequenz ermöglicht die HSV die Möglichkeit zur evidenzbasierten und somit verbesserten Diagnostik und Therapiebewertung.

Aktuell werden HSV Aufnahmen im klinischen Umfeld vorwiegend in den USA vorgenommen. In Deutschland ist die HSV im täglichen Routinebetrieb wenig verbreitet und wird daher klinisch sehr begrenzt, von wenigen Ausnahmen abgesehen, eingesetzt.

In Bezug auf die standardisierte objektive Analyse der HSV sind noch diverse Hindernisse zu überwinden, bevor diese in den breiten klinischen Alltag übernommen werden kann. Es muss unter anderem geklärt werden, inwieweit die HSV Aufnahmezeitpunkt Auswertungsparameter beeinflusst (Schützenberger et al., 2016), welchen Einfluss die räumliche Auflösung der Kamera auf diese Parameter hat (Schlegel et al. 2018) bzw. welche Parameter überhaupt für den klinischen Gebrauch sinnvoll sind (Schlegel et al. 2019) und welche Parameter mit Stimmstörungen einhergehen (Inwald et al., 2011). Hierbei ist darauf zu achten, dass auf HSV basierende objektive Parameter klinisch anschaulich und interpretierbar sind. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die Entwicklung eines Protokolls, welches die HSV Aufnahme-prozedur und deren Analyse, ähnlich zu anderen apparativen Stimmanalysemethoden (Patel et al. 2018), regelt.

Der aktuelle Verzicht der HSV vieler Phoniater*innen ist darauf zurückzuführen, dass die HSV ohne weitere unterstützende klinisch anwendbare Tools, wie einer kliniktauglichen Analysesoftware, augenscheinlich keinen oder nur wenig, die Mehrkosten nicht zu rechtfertigenden, Mehrwert liefert. Auch gibt es im Moment keine Kamerahersteller, die ein klinisch anwendbares und technisch konkurrenzfähiges HSV System anbieten, d.h. HD Auflösung und Aufnahmezeiten von mindestens 4000 fps. Da für limitierende Faktoren bereits jetzt Lösungsansätze vorgestellt wurden, sollte die HSV im deutschsprachigen Raum unbedingt weiterverfolgt werden, wie es bereits in anderen Ländern (z.B. USA (Zacharias et al. 2018) und Japan (Tsutsumi et al. 2017)) der Fall ist (Deliyski et al. 2015).

Die Entwicklung der HSV und deren Anwendung geht aber bereits deutlich weiter. Erste Studien, welche ein flexibles Endoskop bei der HSV einsetzen und somit den Prozess der Singstimme, Stimm- und Lautbildung deutlich weniger beeinflussen sind vielversprechend (Woo et al. 2017; Arbeiter et al. 2018; Echternach et al. 2013; Semmler et al. 2017). Klinisch anwendbare HSV Systeme, welche die dreidimensionale Funktionalität der Stimmlippen erfassen sind ebenfalls bereits vorhanden (Semmler et al. 2018).

3.4.4 Bildgebende Untersuchungsmethoden

Matthias Echternach

Statement 27	
Bildgebende Verfahren wie Computertomographie und Magnetresonanztomographie sowie Ultraschall können vor allem bei organischen Dysphonien die Stimmdiagnostik ergänzen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Hinsichtlich der Stimmdiagnostik stehen verschiedene radiologische Verfahren zur Verfügung. Hierunter zählen vor allem die Magnetresonanztomographie und die Computertomographie (CT). Konventionelle Röntgenverfahren sind durch Weiterentwicklung der o.g. Verfahren weitgehend in den Hintergrund gerückt. Als weiteres bildgebendes Verfahren für die Untersuchung des Kehlkopfes steht die B-Sonographie (Ultraschall) zur Verfügung.

Beim Ultraschall können vor allem Weichteilstrukturen sehr gut beurteilt werden (Traser et al. 2014). Zudem sind dynamische Prozesse im Bereich der stimmgebenden Organsysteme beurteilbar. Eine wichtige Limitation dieser Technologie bei der Anwendung von außen stellt die Schallauslöschung durch den teilweise kalzifizierte Schilddrüsenknorpel dar. Daher sind valide Einschätzungen vor allem bei jüngeren Patienten möglich, bei denen das Kehlkopfskelet noch nicht so stark kalzifiziert und damit verknöchert ist. Zudem wird auch mittlerweile eine endoskopische Ultraschalluntersuchung in die Klinik implementiert (Arens und Kraft 2016).

Die Kernspintomographie (MRT) wird vornehmlich zur Evaluation von Weichteilstrukturen im Larynx genutzt. Ähnlich wie beim CT kann es in der Befundurteilung von Tumoren oder andersartigen Weichteilprozessen eingesetzt werden. In den vergangenen Jahren wurden MRT Untersuchungen in der Forschung auch für die Beurteilung von funktionellen Steuerungsprozessen im Bereich des Vokaltraktes (Bresch und Narayanan 2010; Echternach et al. 2010, 2012 und 2016; Niebergall et al. 2012), der Stimmlippenschwingungen (Fischer et al. 2020) oder der Atemmechanik (Traser et al. 2015, 2017) eingesetzt. Die Umsetzung in die Klinik steht derzeit aufgrund der Komplexität der Auswertung noch aus. Prospektiv ist jedoch davon auszugehen, dass diese Verfahren auch für die multidimensionale Stimmbeurteilung nutzbar sein könnten.

Die Computertomographie wird in der phoniatischen Diagnostik nur seltener gebraucht. Bei der Systematisierung von Larynx Tumoren stellt sie allerdings eine wichtige Säule dar. Das CT kommt in der Phoniatrie vor allem in Bezug auf die Ausdehnung von organischen Befunden wie z.B. Laryngo- oder Pharyngocelen zur Anwendung. Auch zur Planung bzw. Kontrolle von chirurgischen Eingriffen am Rahmengerüst des Schilddrüsenknorpels wie einer cricothyroidalen Approximationsoperation zur Stimmerhöhung oder der Lagekontrolle eines Thyroplastik-Implantates kann das CT genutzt werden (Tschan et al. 2016).

3.5 Perzeptive Beurteilung der Stimme

Philipp P. Caffier, Theresa Pils

Empfehlung 13	
Die auditiv-perzeptive Stimmbeurteilung soll Bestandteil der multidimensionalen Stimmdiagnostik sein.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 14	
Die Störung des Stimmklangs sollte anhand definierter Beurteilungssysteme und Bewertungsbögen erfasst und dokumentiert werden. Die etablierten Bewertungssysteme RBH-Klassifizierung, GRBAS-Score oder das CAPE-V-Protokoll sind hierzu bevorzugt in der klinischen Praxis einzusetzen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Stimme wirkt von Natur aus perzeptiv (Lavan et al. 2019; Eggermont und Ponton 2002; Liberman und Mattingly 1989; Hutchins und Peretz 2011). Patient*innen suchen phoniatischen Rat wegen des veränderten Stimmklanges ihrer Sprech- und Singstimme. Die Stimmqualität ist jedoch nur schwer zu operationalisieren (Barsties und De Bodt 2015; Ptok et al. 2006). Es gibt keine konsenterte, allgemein akzeptierte Definition eines Parameters, der die Qualität einer Stimme oder deren Störungsgrad umfassend beschreibt (Nawka et al. 2014; Muñoz et al. 2003). Um eine gesunde oder eine durch das Leitsymptom Heiserkeit beeinträchtigte Stimme genauer zu evaluieren, existieren unterschiedliche subjektive und objektive Untersuchungsmethoden (Mehta und Hillman 2008; Cohen et al. 2012a). Die auditiv-perzeptive Stimmbeurteilung ist dabei ein wesentlicher Bestandteil (Roy et al. 2013; Galle und McMurray 2014; Cohen et al. 2012b). Sie bildet die erste Säule im Basisprotokoll der Europäischen Laryngologischen Gesellschaft (ELS) und beinhaltet die Beurteilung der Stimme durch einen oder mehrere erfahrene Hörer*innen (Gruppenurteil) (Dejonckere et al. 2001; Anders et al. 1988; Anders 2014). Die Beurteilung des Sprechstimmklangs sollte anhand vorgelesener Texte erfolgen. Etabliert ist z.B. die Äsop-Fabel „Der Nordwind und die Sonne“ in der deutschen Übersetzung von Johann G. Herder (Anders 2014). Die Beurteilung der Singstimme ist nicht standardisiert. Sie erfolgt meist anhand eines Liedes, einer Arie, oder eines anderen selbstgewählten Klangbeispiels (Seidner und Büttner 2014; Sataloff 2000; Ropero Rendón et al. 2018).

Die auditiv-perzeptive Beurteilung ist schnell und einfach durchführbar, kostengünstig und nicht-invasiv. Der prätherapeutische Schweregrad einer Stimmstörung kann anhand definierter Beurteilungssysteme und Bewertungsbögen verlässlich erfasst und dokumentiert werden. Aber auch intra- und posttherapeutisch lassen sich Behandlungsergebnisse durch die perzeptive Untersuchung von Stimmveränderungen einschätzen. Um die Reliabilität der auditiv-perzeptiven Stimmbeurteilung zu verbessern, empfehlen einige Studien den Einsatz von sogenannten Ankerstimmen und Untersuchertraining (Awan und Lawson 2009; Chan und Yiu 2006; Eadie und Baylor 2006; Ghio et al. 2015). Die auditiv-perzeptive Stimmbeurteilung ist die weltweit am weitesten verbreitete und meist gebrauchte Untersuchung selbst in spezialisierten Kliniken mit Ausrüstungen für weitreichende objektive Diagnostik (Behrman 2005; Carding et al. 2000; Oates 2009; Webb et al. 2004). Für Viele stellt sie sogar den Goldstandard in der Stimmdiagnostik dar (Kreiman et al. 1993; Ma und Yiu 2006; Lee et al. 2019; Seipelt et al. 2020).

Im Folgenden soll ein Überblick über allgemein etablierte, aktuell genutzte Bewertungssysteme in der auditiv-perzeptiven Stimmbeurteilung gegeben werden. Hierzu wurde initial eine Recherche in der deutschsprachigen Standardliteratur der Phoniatrie mit anschließender systematischer Literatursuche in der Datenbank Medline durchgeführt. Der Abruf über die Online-Plattform PubMed erfolgte am 26.06.2018 mit folgender Stichwortsuche: *voice evaluation; voice assessment; perceptual assessment; auditory-perceptual evaluation; auditory-perceptual assessment; perceptual evaluation voice; voice quality evaluation; auditiv-perzeptive Stimmdiagnostik; Stimmdiagnostik*. Alle seit dem Jahr 2000 veröffentlichten Publikationen wurden für die Ergebnisdarstellung in Erwägung gezogen. Im Anschluss an die Suche nach Übersichtsarbeiten zu dieser Thematik wurde

explizit nach den Primärquellen der identifizierten Beurteilungssysteme gesucht. Der Vollständigkeit halber wurde außerdem auf die referenzierte Literatur der identifizierten Veröffentlichungen zurückgegriffen.

Im Rahmen der Literaturrecherche kristallisierten sich drei Haupt-Bewertungssysteme heraus, die die klinische Praxis beherrschen. Dies sind (1.) der in Japan entwickelte und mittlerweile im gesamten englischsprachigen Raum genutzte GRBAS-Score, (2.) die besonders im deutschsprachigen Raum etablierte RBH-Klassifizierung, und (3.) das ebenfalls international weit verbreitete CAPE-V-Protokoll. Sie werden in den nachfolgenden Abschnitten nacheinander dargestellt. Darüber hinaus ließen sich vier weitere Bewertungsschemata finden, die in einigen Kliniken in Verwendung sind und deshalb unter „Weitere Systeme“ vorgestellt werden.

3.5.1 GRBAS-Score

Klinisch am weitesten verbreitet ist der von Minoru Hirano an der Kurume Universität in Japan entwickelte und 1981 publizierte GRBAS-Score (Hirano 1981). Zunächst von der *Japan Society of Logopedics and Phoniatics* zur Heiserkeitsdiagnostik empfohlen, hat sich dieses System seit seiner Veröffentlichung zu einem der am meisten genutzten Bewertungssysteme entwickelt. Die Buchstaben des Akronyms GRBAS stehen für die Anfangsbuchstaben der fünf Skalen, aus denen sich dieser Score zusammensetzt: *Grade (of overall hoarseness)*, *Roughness*, *Breathiness*, *Asthenic* und *Strained qualities*. Die Beurteilung eines jeden Parameters erfolgt auf einer vierstufigen Ordinalskala von 0 bis 3 (0 – *non hoarse/normal*; 1 – *slight*; 2 – *moderate*; 3 – *extreme*). Dementsprechend werden Stimmbefunde z.B. folgendermaßen notiert: G2R1B2A1S0. Dieses Klassifizierungsbeispiel beschreibt eine mittelgradig heisere Stimme (G2), die bei differenzierter Betrachtung mittelgradig behaucht (B2), geringgradig rau und kraftlos (R1 und A1), jedoch nicht gepresst bzw. angestrengt (S0) klingt. Während G den allgemeinen Störungsgrad repräsentiert, beziehen sich die anderen vier Parameter auf Teilkomponenten der Klangerscheinung Heiserkeit, wobei der Punktwert von G gleich groß dem höchsten Wert der übrigen Teilkomponenten ist (Schneider-Stickler und Bigenzahn 2013).

Dejonckere und Kollegen führten später in ihren Arbeiten den Parameter I (für *Instability*) in dieses System ein (Dejonckere et al. 1996). Instabilität repräsentiert dabei das Auftreten von Schwankungen der Stimmqualität im Zeitverlauf. Seither findet diese Diagnostikmethode weltweit auch als sogenannter GIRBAS- bzw. GRBASI-Score Verwendung (Dos Santos et al. 2019; Mitrović 2003; Yamauchi et al. 2010).

3.5.2 RBH-Klassifizierung

Auf Grundlage des GRBAS-Scores entwickelte Jürgen Wendler an der Charité in Berlin die RBH-Klassifizierung (Wendler et al. 1986; Anders et al. 1988). Zur Beurteilung der Stimmqualität werden für dieses System die ersten drei Kriterien des GRBAS-Scores verwendet. Mithilfe der RBH-Klassifizierung kann somit zügiger und einfacher als mit dem GRBAS-Score eine Stimmklangbeurteilung durchgeführt werden, weshalb sich dieses System im deutschsprachigen Raum durchgesetzt hat und auch im Rahmen des ELS-Protokolls empfohlen wird (Dejonckere et al. 2001). Übungsmöglichkeiten bieten zudem Trainingsprogramme über kommerziell erhältliche, multimedial-interaktive CDs mit Hörbeispielen (z.B. Nawka und Evans 2006).

Beim RBH-System bildet die Gesamt-Heiserkeit H den allgemeinen Störungsgrad ab und ist als Pendant zum Parameter G im GRBAS-Score zu verstehen. Zur weiteren Beschreibung beschränkt sich Wendler auf die beiden pathophysiologischen Hauptkomponenten der Heiserkeit: die Rauigkeit und die Behauchtheit der Stimme (Wendler et al. 1986; Nawka et al. 1994). Ebenso wie im GRBAS-Score erfolgt die

Beurteilung auf einer vierstufigen Ordinalskala von 0 bis 3 (0 – nicht vorhanden; 1 – geringgradig; 2 – mittelgradig; 3 – hochgradig vorhanden). Ein physiologischer (d.h. nicht rau, nicht behauchter, nicht heiserer) Stimmbefund wird dementsprechend mit R0B0H0 angegeben. Störungsbefunde wären beispielsweise R1B0H1 für eine geringgradig heisere Stimme, die geringgradig rau, aber nicht behaucht ist, bzw. R1B2H2 für eine mittelgradig heisere Stimme, die mittelgradig behaucht, jedoch nur geringgradig rau klingt. Der Gesamtgrad H entspricht dabei jeweils dem Maximalwert der beiden Unterkategorien. Eine Besonderheit besteht bei der Beurteilung aphonischer Stimmen. Bei einer Aphonie bildet die zur Phonation benutzte Ausatemluft starke Turbulenzen, die zu einer hochgradigen Behauchtheit der Stimme ohne stabile tonale Frequenzanteile im Stimmschall führen. Daher kann R nicht bewertet und darf keinesfalls mit 0 angegeben werden. Das entspräche ja einem Stimmklang ohne Rauigkeitsbefund. Stattdessen sollte in diesem Fall R– oder R# verwendet werden, um eine Fehlinterpretation zu vermeiden (Schneider-Stickler und Bigenzahn 2013; Nawka et al. 1994).

Die Reduktion des GRBAS-Scores auf drei Evaluationsparameter im RBH-System resultierte nicht nur aus Gründen einer möglichst einfachen Stimmbewertung. Einige Studien offenbaren Schwierigkeiten bezüglich der Begriffe Asthenie und Gespanntheit. So können die Werte für Asthenie stark mit denen der Behauchtheit korrelieren (Nawka et al. 1994), was vermuten lässt, dass die Asthenie nicht als autonome Bewertungsdimension geeignet ist. Für die Komponente Gespanntheit führten starke Streuungen der Werte dazu, die Reliabilität auch dieses Parameters in der Stimmdiagnostik anzuzweifeln (Dejonckere et al. 1998). Ebenso stellten weitere Forschungsgruppen in ihren Untersuchungen zur Zuverlässigkeit des GRBAS-Systems für die Parameter A und S eine eingeschränkte Interrater-Reliabilität fest (z.B. Webb et al. 2004; Yamaguchi et al. 2003). Die Konzentration auf die Parameter Rauigkeit und Behauchtheit geht darüber hinaus konform mit der in der Literatur definierten Pathophysiologie der Heiserkeit. Rauigkeit ist die auditive Wahrnehmung des sogenannten multiplikativen Rauschens bei Aperiodizitäten der Stimmlippenschwingung (Irregularitäten von Grundfrequenz, Amplitude und/oder Phasenverhältnisse). Behauchtheit ist das hörbare Korrelat eines insuffizienten Glottisschlusses. Durch die Turbulenzen der unmodulierten Ausatemluft kommt es zum sogenannten additiven Rauschen (Eysholdt 2014; Wendler et al. 2014). Wendler beschreibt für das RBH-System die akustische Wahrnehmung und die dazugehörige physiologische Ursache der jeweiligen Klangqualität wie in Tabelle 2 zusammengefasst (Wendler 1997).

Tabelle 2: RBH-Klassifikation (Quelle: In Anlehnung an Wendler 1997)

<i>Auditives Merkmal</i>	<i>Akustische Wahrnehmung</i>	<i>Physiologische Ursache</i>
R - Rauigkeit	Geräuschanteil Aperiodizität Stimmlippenschwingungen	durch Irregularitäten der Stimmlippenschwingungen
B - Behauchtheit	Geräuschanteile Turbulenzen Atemluft	durch Fehlender Stimmlippenschluss unmodulierter
H - Heiserkeit	Geräuschanteile im Stimmschall	Alle Abweichungen vom normalen Schwingungsmuster

Insbesondere Wolfram Seidner etablierte erweiterte Formen der RBH-Klassifizierung, u.a. das sogenannte „RBH-plus“ (Anders 2014) und das „RBH-SINK“ (Seidner 2012, 2015; Seidner et al. 2009; Sandmann et al. 2004). Bei der Einschätzung mittels RBH-SINK werden zusätzlich zur RBH-Systematik die Merkmale Spannung, Instabilität, Nasalität und Klangfähigkeit (SINK) beurteilt. Während die Parameter S und I nach der bekannten Graduierung auf der vierstufigen Ordinalskala eingeschätzt werden (0 – nicht vorhanden; 1 – geringgradig; 2 – mittelgradig; 3 – hochgradig vorhanden), erfolgt für N und K nur eine Unterscheidung in auffällig (zu viel/zu wenig) oder nicht auffällig. Beim ausführlicheren RBH-plus können weitere Zusatzmerkmale beurteilt werden, die oft pathologisch verändert sind. Neben der Rauigkeit, Behauchtheit und Heiserkeit werden folgende Kriterien evaluiert: Knarren (stimmliche Extremform von Rauigkeit), Kippen (unabsichtliche, abrupte Veränderungen der Grundfrequenz), Diplophonie, aphone Einschübe, Stimmeinsätze und Stimmabsätze (gepresst, behaucht, knarrend, elidiert), falsches Register, Gespanntheit, Nasalität (Hypo- vs. Hypernasalität), Klangfülle („Resonanz“), und die Mittlere Sprechstimmlage (Indifferenzlage vs. überhöht). Diese und andere erweiterte Formen der RBH-Klassifizierung finden insbesondere bei professionellen Sängern und Sprechern sowie im Rahmen gutachterlicher Fragestellungen Anwendung (Oates et al. 2006; Oates 2009; Seidner und Wendler 2016).

3.5.3 CAPE-V-Protokoll

Die dritte der ausführlich vorgestellten Untersuchungsmethoden ist das *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice* - Protokoll (CAPE-V). Diese Systematik zur Stimmdiagnostik wurde 2002 von der *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA) vorgeschlagen (Kempster et al. 2009; Zraick et al. 2011). Mittlerweile gibt es zahlreiche Veröffentlichungen sprachlich adaptierter Versionen des CAPE-V-Protokolls, u.a. eine spanische, portugiesische, italienische und türkische Version (Núñez-Batalla et al. 2015; de Almeida et al. 2019; Mozzanica et al. 2013; Özcebe et al. 2019). Auch das CAPE-V-Protokoll stützt sich auf die Unterteilung der Beurteilungskriterien in einen Hauptschweregrad und weitere Unterkategorien. Allerdings ist dieses Protokoll ausführlicher und aufwendiger im Vergleich zu den bereits vorgestellten Systematiken. Die ASHA macht im CAPE-V genaue Vorgaben, wie die Stimmdiagnostik abzulaufen hat. Der CAPE-V-Bogen sieht eine Analyse von ausgehaltenen Vokalen (/a/ und /i/), sechs standardisierten Sätzen und Spontansprache vor. Für jede dieser Situationen sollen folgende Kategorien untersucht werden: Allgemeiner Schweregrad, Rauigkeit, Behauchtheit, Gespanntheit, Tonhöhe und Lautstärke. In Addition zu diesen sechs Komponenten kann der Kliniker weitere Angaben zur Stimme machen: Bis zu zwei weitere Eigenschaften des Stimmklanges, wie z.B. Diplophonie, Vocal Fry, Falsett, Asthenie, Aphonie, Tonhöheninstabilität, Tremor, Nässe/Gurgeln und Kommentare zur Resonanz können somit die Beurteilung der Stimme vervollständigen. Die Beurteilung erfolgt im Gegensatz zur Skalierung des GRBAS-Scores und der RBH-Klassifizierung anhand visueller Analogskalen. Auf einer Länge von 100 mm kann die Abweichung vom Normalbefund eingetragen werden. Zur Orientierung ist unterhalb der Skala eine Unterteilung in folgende drei Abschnitte aufgetragen: MI – MO – SE. MI bezieht sich auf milde, MO auf moderate und SE auf schwerwiegende Abweichungen vom Normalbefund. Für die Parameter Tonhöhe und Lautstärke wird außerdem die Richtung der Abweichung angegeben (nach oben/unten bei Tonhöhe, bzw. laut/leise für Lautstärke). Eine weitere Möglichkeit der Differenzierung besteht durch die Angabe, ob die jeweiligen Parameter dauerhaft (C) oder intermittierend (I) vorherrschen. In Tabelle 3 sind die bewerteten Kriterien noch einmal zusammengefasst.

Tabelle 3: CAPE-V-Score (Quelle: In Anlehnung an Kempster et al. 2009; Behlau und Murry 2012)

<i>Perceptual Vocal Attributes</i>	<i>Definition der Stimmerkmale (deutsche Übersetzung)</i>	<i>Beurteilung</i>
overall severity	globaler, ganzheitlicher Eindruck der stimmlichen Auffälligkeiten	- Visuelle Analogskala: 100 mm
roughness	Wahrnehmungskorrelat von Schwingungsirregularitäten	- Zeitlicher Verlauf: → Consistent → Intermittent
breathiness	Wahrnehmungskorrelat einer hörbaren Behauchtheit der Stimme	- Abweichungen für Tonhöhe (oben/ unten) und Lautstärke (laut/ leise)
strain	Wahrnehmungskorrelat übermäßiger Stimmanstrengung/ Hyperfunktion	
pitch	Wahrnehmungskorrelat der Grundfrequenz	- Optional: zusätzliche Angaben
loudness	Wahrnehmungskorrelat der Schallintensität	

3.5.4 Weitere Systeme

Die weiteren im Rahmen der Literaturrecherche identifizierten Beurteilungsmethoden beinhalten das *Vocal Profile Analysis Scheme*, das *Buffalo III Voice Profile*, den *Stockholm Voice Evaluation Approach* und das *Sound Judgement*. Der praktische Einsatz dieser Systeme hat weltweit verschiedene regionale Schwerpunkte; das Ausmaß ihrer klinischen Verwendung im deutschsprachigen Raum ist eher gering. Eine Übersicht über die Parameter dieser vier auditiv-perzeptiven Untersuchungsprotokolle ist Tabelle 4 zu entnehmen.

Das *Vocal Profile Analysis Scheme* (VPA, auch VPAS) wurde 1980 von John Laver in Edinburgh entwickelt und ist insbesondere in Großbritannien weit verbreitet (Laver 1980, 1981). Im Vergleich zu allen anderen vorgestellten Beurteilungssystemen ist es mit Abstand das umfangreichste und aufwendigste Protokoll. Die Untersuchung erfolgt anhand von mindestens 40 Sekunden lang aufgezeichneter Spontansprache in zwei Durchgängen. Im ersten Durchgang wird bei allen Kriterien zunächst nur nach normal und pathologisch unterschieden. Im zweiten Durchgang erfolgt die Bewertung der pathologischen Parameter anhand einer sechsstufigen Ordinalskala, wobei unter 1-3 eine moderate und unter 4-6 eine extreme Beeinträchtigung angenommen wird. Laver und Kollegen untergliedern dieses Protokoll in die vier Kategorien Stimmqualität, prosodische Eigenschaften, zeitliche Organisation und Kommentare. Unter dem Punkt Stimmqualität werden Parameter sowohl auf Kehlkopfebene (Spannung, Kehlkopfposition, Register), als auch auf der Höhe des Vokaltrakts (Lippen/ Zunge/ Pharynx etc.) bewertet. Unter prosodische Eigenschaften fallen die Angaben zu Tonhöhe, Konsistenz und Lautstärke, während die Geschwindigkeit und Kontinuität unter zeitliche Organisation beurteilt werden. Der Punkt Kommentare bezieht sich auf Angaben zu Atemstütze und Rhythmik (Behlau und Murry 2012; Laver 1980). Die Bewertung des VPA muss durch geschulte Expert*innen erfolgen, weswegen ein Beurteilungstraining notwendig ist (Shewell 1998; Schaeffler et al. 2019). Aufgrund der

Komplexität des Originalprotokolls existieren verkürzte VPA-Versionen, bei denen nur auf Angaben zur Stimmqualität (laryngeal und supralaryngeal) eingegangen wird (Beck 2007).

Das *Buffalo III Voice Profile* (BVP) wurde 1987 von D. Kenneth Wilson entwickelt und wird aktuell vor allem in Nordamerika und Großbritannien genutzt (Wilson 1987a; Carding et al. 2000; Muñoz et al. 2002; Webb et al. 2004). Bei diesem System fließen Stimmeigenschaften als solche, aber auch allgemeine Aspekte des Stimm- bzw. Sprechverhaltens in die Beurteilung mit ein. So finden Parameter wie Kehlkopfspannung, Tonhöhe und Lautstärke ebenso Betrachtung, wie Angaben zur allgemeinen Muskelspannung, Sprechgeschwindigkeit und Verständlichkeit. Außerdem wird eine Beurteilung der allgemeinen Stimmqualität vorgenommen. Insgesamt zwölf Kriterien werden anhand einer fünfstufigen Ordinalskala von 1 bis 5 (normal bis sehr schwer) bewertet. Ursprünglich wurde das BVP für die Untersuchung von Kindern konzipiert (Wilson 1987b). Dies spiegelt sich zum einen in der Auswahl der betrachteten Parameter wider (z.B. Sprechangst/Verständlichkeit). Zum anderen gibt es in einigen Beurteilungsbögen die Möglichkeit zur Angabe, ob die Stimmbefunde einen ungünstigen Effekt auf die schulische Entwicklung bzw. die Teilnahme des Kindes am Unterricht ausüben.

Der *Stockholm Voice Evaluation Approach* (auch *Swedish Voice Evaluation Approach*, SVEA) wurde 1995 von Britta Hammarberg und Jan Gauffin veröffentlicht (Hammarberg und Gauffin 1995). Hier werden elf Parameter zur Beschreibung der Stimmqualität in Betracht gezogen: u.a. Aphonie, Behauchtheit, Hyper- und Hypofunktionalität, Rauigkeit, Instabilität von Stimmqualität und Tonhöhe, Registerbrüche und Diplophonie. Zur Bewertung kann entweder eine fünfstufige Ordinalskala von 0 bis 4 oder eine visuelle Analogskala von 100 mm herangezogen werden. Die Entscheidung hierfür bleibt dem Kliniker/der Klinikerin frei überlassen. Zusätzlich sind Angaben zum Register und zur Tonhöhe möglich (Behlau und Murry 2012; Hammarberg und Gauffin 1995).

Das Multimedia-Programm *A Sound Judgement* (SJ) ist ein von Jenni Oates und Alison Russel 1997 entwickeltes, interaktives Lernprogramm für Studierende und verschiedene in der Praxis mit Stimme befasste Berufsgruppen, die mit Hilfe einer Computer-CD ihre Fähigkeiten in der auditiv-perzeptiven Stimmdiagnostik trainieren können (Oates und Russel 1998; Oates und Russell 2003). Innerhalb des Programms sind neben den zu beurteilenden Stimmaufzeichnungen Angaben aus der Anamnese, Informationen zur Krankheitsgeschichte und laryngeale Endoskopiebilder vorhanden, was dem Lernenden die Verknüpfung der auditiv-perzeptiven Stimmbewertung mit den (patho)physiologischen Gegebenheiten erleichtern soll. Das für dieses Programm verwendete Stimmbewertungsprofil untergliedert sich in die drei Kategorien, Tonhöhe, Lautstärke und Qualität, deren einzelne Parameter anhand einer sechsstufigen Ordinalskala (normal bis schwer) beurteilt werden.

Tabelle 4: Übersicht über VPA(S), BVP, SVEA, SJ (Quelle: in Anlehnung an Behlau und Murry 2012)

Diagnostikmethode	Beurteilungskriterien (original)	Beurteilungskriterien (übertragen)	Skalierung
Vocal Profile Analysis (VPA/VPAS) 1980	<p>I Vocal Quality features</p> <p>A Supralaryngeal</p> <ol style="list-style-type: none"> 01. Labial 02. Mandibular 03. Lingual (tip/blade) 04. Lingual body 05. Velopharyngeal 06. Pharyngeal 07. Supralaryngeal tension <p>B Laryngeal features</p> <ol style="list-style-type: none"> 08. Laryngeal tension 09. Larynx position 10. Phonation type <p>II Prosodic features</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pitch 2. Consistency 3. Loudness <p>III Temporal organisation features</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Continuity 2. Rate <p>IV Comments: breath support, rhythmicity</p>	<p>I Stimmqualität</p> <p>A Supralaryngeal</p> <ol style="list-style-type: none"> 01. Labial 02. Mandibulär 03. Zungenspitze/-schaufel 04. Zungengrund 05. Velopharyngeal 06. Pharyngeal 07. Supralaryngeale Spannung <p>B Kehlkopf</p> <ol style="list-style-type: none"> 08. Spannung 09. Position 10. Phonationstyp (Register) <p>II Prosodische Eigenschaften</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tonhöhe 2. Konsistenz 3. Lautstärke <p>III Zeitliche Organisation</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kontinuität 2. Geschwindigkeit <p>IV Kommentare: Atemstütze, Rhythmizität</p>	<p>1. Durchgang: Neutral oder Non-neutral</p> <p>2. Durchgang für Non-neutral: → 6-stufige Ordinalskala:</p> <p><i>1-3 moderate</i> <i>4-6 extreme</i></p>
Buffalo III Voice Profile (BVP) 1987	<ol style="list-style-type: none"> 01. Laryngeal tone 02. Pitch 03. Loudness 04. Nasal resonance 05. Oral resonance 06. Breath supply 07. Muscles 08. Voice abuse 09. Rate 10. Speech anxiety 11. Speech intelligibility 12. Overall Voice rating 	<ol style="list-style-type: none"> 01. Laryngeale Spannung 02. Tonhöhe 03. Lautstärke 04. Nasale Resonanz 05. Orale Resonanz 06. Atemstütze 07. Muskel(spannung) 08. Stimm„missbrauch“ 09. Geschwindigkeit 10. Sprechangst 11. Verständlichkeit 12. allgemeine Einschätzung der Stimme 	<p>5-stufige Ordinalskala:</p> <p><i>1 normal</i> <i>2 mild</i> <i>3 moderate</i> <i>4 severe</i> <i>5 very severe</i></p>
Stockholm/ Swedish Voice Evaluation Approach (SVEA) 1995	<ol style="list-style-type: none"> 01. Aphonic/intermittent aphonic 02. Breathy 03. Hyperfunctional/tense 04. Hypofunctional/lax 05. Glottal attacks 06. Rough 07. Grating/Scrappy 08. Unstable voice quality/pitch 09. Pitch breaks 10. Diplophonia <p>Register: Modal/Falsetto/Undetermined</p> <p>Pitch: High/Low</p>	<ol style="list-style-type: none"> 01. Aphon/intermittierend aphon 02. Behaucht 03. Hyperfunktional/gespannt 04. Hypofunktional/unterspannt 05. Glottisschläge 06. Rau 07. "Knirschend" 08. Instabile Stimmqualität/Tonhöhe 09. Register/Tonhöhenbrüche 10. Diplophonie <p>Register: Modal/Falset/Unbestimmt</p> <p>Tonhöhe: Hoch/Tief</p>	<p>Ordinalskala (0-4)</p> <p>oder</p> <p>Visuelle Analogskala (100mm)</p>
A Sound Judgement (SJ) 1997	<p>I. Pitch High, Low, Monotone</p> <p>II. Loudness Loud, Soft</p> <p>III. Quality</p> <ol style="list-style-type: none"> 01. Breathy 02. Tense 03. Rough 04. Glottal fry 05. Pitch breaks 06. Phonation breaks 07. Voice arrest 08. Falsetto 09. Tremor 10. Diplophonia 	<p>I. Tonhöhe Hoch, Tief, Monoton</p> <p>II. Lautstärke Laut, Leise</p> <p>III. Qualität</p> <ol style="list-style-type: none"> 01. Behaucht 02. Gespannt 03. Rau 04. Stroh bass 05. Tonhöhenbrüche 06. Phonationsbrüche 07. Stimm„arrest“ 08. Falset 09. Tremor 10. Diplophonie 	<p>Ordinalskala (1-6):</p> <p><i>1 normal</i> <i>2 slight</i> <i>3 mild</i> <i>4 moderate</i> <i>5 moderate - severe</i> <i>6 severe</i></p>

3.6 Instrumentelle akustische Analysen

Meike Brockmann-Bauser

3.6.1 Einführung

Empfehlung 15	
Stimmstörungen können zu einer messbaren Unregelmässigkeit oder Geräuschanteilen im akustischen Stimmsignal führen. Im Rahmen einer umfassenden Diagnostik sollten einzelne Parameter wie Jitter, CPP(S) und DSI gemessen werden. Diese Parameter werden von der Aufnahme- und Analysetechnik sowie sprecherischen Merkmalen wie u.a. der mittleren Sprechstimmlage und Lautstärke erheblich beeinflusst. Deswegen sollten die Aufnahmeausrüstung, der Aufnahmeabstand sowie die Sprechlautstärke berichtet werden. Da bisherige Normwerte nur begrenzt angewendet werden können, sollten Messergebnisse immer im Zusammenhang mit anderen Untersuchungsergebnissen interpretiert werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Instrumentelle akustische Analysen bezeichnen objektive Messungen definierter akustischer (physikalischer) Eigenschaften der menschlichen Stimme. Hierfür wird eine Person beim Sprechen, Singen oder bei der Vokalphonation aufgenommen, und definierte Merkmale wie die Tonhöhe, die Lautstärke, das Obertonspektrum oder die Irregularität des Stimmtones werden mittels Computerprogramm berechnet (Baken und Orlikoff 2000).

Die Zuverlässigkeit der Messungen basiert auf der Qualität der ihr zugrundeliegenden Stimmaufnahme. Somit können messtechnische Einflussfaktoren wie die verwendete Hard- und Software sowie Umgebungslärm Messergebnisse stark beeinflussen. Aus diesen Gründen ist eine genaue Dokumentation der Messbedingungen (Hard- und Software, Aufnahmebedingungen, Messabstand) entscheidend, um Untersuchungsergebnisse sinnvoll interpretieren und miteinander vergleichen zu können (Patel et al. 2018).

3.6.1.1 Empfehlungen zur Messtechnik und Dokumentation

Im Folgenden werden aktuelle Empfehlungen zur technischen Ausrüstung und Aufnahmebedingungen zusammengefasst (Patel et al. 2018).

Umgebungsbedingungen

Hintergrundgeräusche sollten bei der Stimmaufnahme vermieden werden, da diese die Messergebnisse verfälschen können. Deshalb sollten Aufnahmen bei geschlossenem Fenster sowie in stiller Umgebung (keine Gespräche im Hintergrund) durchgeführt werden. Für Messungen bei 30 cm Abstand sollte der Geräuschpegel der Umgebung 10 dB schwächer sein als die leiseste Phonation, d.h. <38 dB(C) beziehungsweise <25 dB(A), und bei einem Messabstand von 4-10 cm <35dB(A) beziehungsweise 48 dB(C). Zusätzlich sollte eine kurze Aufnahme von 5 Sekunden ohne Phonation («Leeraufnahme») zur Dokumentation der Umgebungsbedingungen durchgeführt werden.

Spezifikationen Mikrofon

- Omnidirektionales Kopfbügelmikrofon bzw. Headset mit standardisiertem Abstand von 4-10 cm im Winkel von 45°–90° oder 30 cm seitlich vom Mund
- Frequenzantwort zwischen 50-8000 Hz
- Sensitivität mindestens -60 dB
- Balanciertes Output
- Vorverstärker ohne Automatic Gain Control, Filterfunktionen oder Equalizer, mit angepasster Verstärkung (und ggf. Vorverstärker) um Peak Clipping zu vermeiden.

Spezifikationen Aufnahmetechnik

Die empfohlene Auflösung beträgt ≥ 44.1 kHz und 16 bits. Dateien sollten in einem nicht komprimierten Standardformat gespeichert werden, z.B. .wav Format. Der Signal-Rausch-Abstand sollte mindestens ≥ 30 dB, idealerweise aber 42 dB betragen.

Dokumentation

In der Berichterstattung sollte die Aufnahmeausrüstung, insbesondere die verwendete Hard- und Software mit Typ, sowie der Mikrofonabstand bezeichnet werden.

3.6.2 Stimmumfangsprofile

Meike Brockmann-Bauser

Empfehlung 16	
<p>Stimmumfangsprofile beruhen auf einer quantitativen Messung der Mittelwerte und des Umfanges der Lautstärke und Grundfrequenz der Stimme beim Sprechen (Sprechstimmprofil) und Singen (Singstimmprofil). Einschränkungen können auf Erkrankungen hindeuten, jedoch berücksichtigen aktuelle Normwerte teils erhebliche Unterschiede zwischen Personen aufgrund von Alter, Beruf, Training oder Stimmausbildung nicht umfassend.</p> <p>Stimmumfangsprofile der Sprech- und Singstimme sollten zur Erstdiagnostik, Verlaufs- und Abschlussuntersuchung erfolgen.</p>	Starker Konsens
Expertenkonsens	

3.6.2.1 Definition

Stimmumfangsprofile oder Stimmfelder (Phonetogramme) beruhen auf einer quantitativen Messung der Mittelwerte und des Umfanges der Lautstärke und Tonhöhe der Stimme beim Sprechen (Sprechstimmprofil) und Singen (Singstimmprofil). Anhand von verschiedenen stimmlichen Aufgaben werden individuelle Leistungsprofile von der mittleren sowie minimal zur maximal erzielten Tonhöhe (Hz) und Stimmintensität (dB(A)) ermittelt (Ternström et al. 2016).

Die Messungen können unter anderem von der Aufnahmesituation, Testanweisung oder dem Aufnahmezeitpunkt beeinflusst werden. Aufgrund dessen wird eine standardisierte Testanweisung empfohlen (Brockmann-Bauser und Bohlender 2014; Patel et al. 2018), vgl. Tabelle 5.

Empfehlung 17	
Um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, sollte eine standardisierte Testanweisung zur Messung von Stimmumfangsprofilen genutzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

3.6.2.2 Stimmaufnahme

Tabelle 5: Modell mündliche Anweisungen für Messungen Stimmumfangsprofil der Sprech- und Rufstimme sowie der Singstimme (Brockmann-Bauser und Bohlender 2014).

Untersuchtes Merkmal **Mündliche Anweisung**

Sprech- und Rufstimmprofil

Spontansprache	„Bitte erzählen sie mir in 5 Sätzen etwas, z.B. wie sind sie heute hierher gekommen.“
Leise zählen	„Bitte zählen Sie so leise wie möglich aber mit Ton von 20-30“
Normal laut zählen	„Bitte zählen sie normal laut von 20 bis 30“
Laute Sprechstimme	„Bitte zählen sie von 20 bis 30. Aber bitte so, als müssten sie für mehrere Personen in diesem Zimmer sprechen.“
Sehr laute Sprechstimme	„Bitte zählen sie von 20 bis 30. Aber bitte so, dass man sie im Nebenzimmer hören kann.“
Rufstimme	„Bitte rufen Sie drei Mal so laut wie sie können `Hallo Anton!‘“

Untersuchtes Merkmal **Mündliche Anweisung**

Singstimmprofil

Leise Stimmgebung	„Bitte singen Sie eine Tonleiter mit der Silbe /la/, aus bequemer mittlerer Lage so leise wie möglich und so tief hinunter/so hoch herauf wie möglich“ Jeweils 3 Wiederholungen anleiten.
Laute Stimmgebung	„Bitte singen Sie eine Tonleiter mit der Silbe /la/, aus bequemer mittlerer Lage so laut wie möglich und so tief hinunter/so hoch herauf wie möglich“ Jeweils 3 Wiederholungen anleiten.

3.6.2.3 Empfehlung und Auswertung

Stimmumfangsprofile der Sprech- und Singstimme werden zur Erstdiagnostik, Verlaufs- und Abschlussuntersuchung empfohlen, es sei denn die Patientin oder der Patient sind hierzu nicht in der Lage (Brockmann-Bauser und Bohlender, 2014; Dejonckere, 2001; Patel et al. 2018; Ternström et al. 2016).

In der Auswertung sollte beachtet werden, dass gesunde Stimmen erhebliche Leistungsunterschiede zeigen können, unter anderem aufgrund des Alters, ihres Berufes, oder der Ausbildung oder Training ihrer Stimme. Hierfür sind noch nicht umfassende und zuverlässige Normwerte vorhanden. Zudem können unterschiedliche Erkrankungen gleiche Einschränkungen im Stimmumfangsprofil verursachen (Pabon et al. 2011; Ternström et al. 2016).

Anhand altersbezogener Richtwerte können jedoch Auffälligkeiten der *mittleren Sprechstimmlage* und der *Sprechlautstärke*, sowie intraindividuelle Unterschiede im *Tonumfang* der Sing- und Sprechstimme, der *Dynamikbreite*, der *leisesten und lautesten möglichen Phonation* sowie der *Stimmfeldfläche* gemessen werden. So können Behandlungseffekte und Erkrankungsverläufe, oder die Wirksamkeit von Interventionen anhand einer Reihe von Kriterien beurteilt werden, die im Folgenden aufgelistet sind (Brockmann-Bauser und Bohlender 2014; Dejonckere 2001; Patel et al. 2018; Reetz et al. 2018; Ternström et al. 2016).

Auswertung Sprechstimmprofil

- Mittlere Sprechstimmlage (MSSL, Angabe in Hz und/oder musikalischer Notation)
- Tonumfang beim Sprechen (in Halbtönen, Angabe in musikalischer Notation und/oder in Hz)
- Mittlere Sprechlautstärke (MSL, Angabe in dB(A))
- Dynamikbreite beim Sprechen (Angabe in dB(A))
- Maximale Ruflautstärke (Angabe in dB(A))

Auswertung Singstimmprofil

- Minimale und maximale Phonationslautstärke (SPL min. und SPL max., jeweils Angaben in dB(A))
- Dynamikbreite (Spanne, SPL max.-min., Angabe in dB(A))
- Minimale und maximale erzielte Frequenz (F_0 min und F_0 max. in Hz und/oder musikalischer Notation)
- Frequenzumfang (Angabe in Hz, und/oder musikalischer Notation und Halbtönen, Ht)

3.6.2.4 Weiterführende Auswertung mittels Stimmumfangsmaß (SUM)

P.P. Caffier, T. Nawka

Eine differenziertere Möglichkeit der Auswertung besteht in der Nutzung des neu entwickelten Stimmumfangsmaßes SUM (Caffier und Möller, 2016; Caffier et al. 2018). Das SUM wird automatisiert berechnet aus der Fläche zwischen leisester und lautester Phonation und aus dem tatsächlichen Umfang des Stimmumfangsprofils, der ins Verhältnis zum Kreisumfang derselben Fläche gesetzt wird. Der Kreisumfang wird als Bezugsgröße genommen, weil er immer den kleinsten Wert für eine gegebene Fläche hat. Auf diese Weise wird indirekt auch die Form des Stimmumfangsprofils berücksichtigt. Im Ergebnis resultiert eine dimensionslose, ganze Zahl im Bereich von etwa 0 bis 150, wobei diese Grenzen beidseitig überschritten werden können. Ein größerer Wert spiegelt eine größere stimmliche Leistungsfähigkeit wider. Bei stark dysphonen Stimmen mit sehr kleinem Stimmumfang sind auch deutlich negative Werte möglich. Das SUM als positives Maß der Stimmfunktion kann die im Stimmumfangsprofil dokumentierte stimmliche Leistungsfähigkeit bei Gesunden sowie Erkrankten mit organischen und funktionellen Stimmstörungen abbilden (Freyman et al. 2020; Müller et al. 2020; Salmen et al. 2017; Salmen et al. 2018; Seipelt et al. 2020; Song et al. 2021). Die Stimmleistung kann so mit

einem konkreten Wert quantitativ nach Schweregrad beurteilt und in Quartile eingeordnet werden (Q1: SUM < 69, Q2: SUM 69 bis < 93, Q3: SUM 93 bis < 108, Q4: SUM 108), anstatt sie anhand der visuellen Wahrnehmung aus dem Stimmumfangsprofil und einiger weniger exponierter Messwerte zu schätzen. Das SUM kann damit die bisher etablierte Stimmdokumentation erweitern und sinnvoll ergänzen.

3.6.3 Einzelne instrumentelle akustische Parameter: Jitter, Shimmer, HNR und CPP

Meike Brockmann-Bauser

3.6.3.1 Definition

Pathologische Veränderungen in Struktur oder Tonus der Stimmlippen können zu einer messbaren Unregelmässigkeit oder Geräuschanteilen im akustischen Stimmsignal führen (Brockmann-Bauser et al. 2018; Carding et al. 2009; Mehta 2008).

Die in der Literatur am häufigsten angewendeten und empfohlenen Parameter sind Jitter und Shimmer (Brockmann-Bauser et al. 2018). Mit Jitter wird die Unregelmässigkeit bzw. Irregularität des Grundtones einer Stimme von einer akustischen Welle zur nächsten gemessen (Frequenz-Irregularität). Analog dazu, misst Shimmer die Abweichung der Lautstärke von einer Schwingung zur nächsten (Amplituden-Irregularität). Beide Parameter hängen von der korrekten Erkennung der Grundfrequenz und Lautstärke ab, und können somit bei hörbar heiseren Stimmen teilweise nicht zuverlässig gemessen werden (Brockmann-Bauser und Bohlender 2014; Patel et al. 2018; Titze, 1995).

Dem gegenüber stehen Parameter, welche auf einer Analyse des Obertonspektrums basieren. Diese beziehen somit das gesamte Stimmsignal mit ein. Harmonics-to-Noise Ratio gibt eine prozentuale Ratio der Harmonizität zum Geräuschanteil in einer Stimme an. Cepstrale Parameter basieren auf einer weiteren Spektralanalyse des harmonischen Spektrums. Die Parameter Cepstral Peak Prominence (CPP) und Smoothed Cepstral Peak Prominence (CPPS) zeigen an, wie stark die Grundfrequenz in ihrer Lautstärke im Verhältnis zum Cepstrum heraussticht. Aufgrund dessen sind diese Parameter als besser zur Beschreibung stark dysphoner Stimmen geeignet beschrieben worden (Patel et al. 2018).

3.6.3.2 Stimmaufnahme

Aufnahme von drei Mal den gehaltenen Vokal /a/ von jeweils 5 Sekunden Dauer, unter Einhaltung der oben genannten technischen Standards. Analysiert werden sollte jeweils ein mittlerer Ausschnitt (ohne Ein- und Ausschwingphase). Aus den drei Messergebnissen sollte der Mittelwert verwendet werden (2).

Eine Analyse von Jitter und Shimmer wird nur für Stimmen, welche perzeptiv höchstens mittelgradig auffällig sind (höchstens R2B2H2), empfohlen (Brockmann-Bauser und Bohlender, 2014; Carding et al. 2004; Carding et al. 2009; Mehta, 2008; Titze, 1995).

Empfehlung 18	
Eine Analyse von Jitter und Shimmer wird nur für Stimmen empfohlen, welche perzeptiv höchstens mittelgradig auffällig sind (höchstens R2B2H2).	Starker Konsens
Expertenkonsens	

3.6.3.3 *Empfehlung und Auswertung*

Alle Parameter wurden in der Literatur zur Diagnostik, zur Beschreibung des Ausmaßes einer Stimmstörung sowie zur Beurteilung von Therapieeffekten empfohlen (Carding et al. 2009; Dejonckere 2001; Mehta 2008). In der jüngsten Leitlinie der ASHA wurden nur die spektralbasierten Parameter CPP oder CPPS empfohlen, da diese Indizes auch bei stark dysphonen Stimmen zuverlässige Messergebnisse angeben (Patel et al. 2018).

Klinisch anwendbare störungsbildspezifische Normwerte sind bis heute noch nicht zu Jitter, Shimmer, HNR, CPP oder CPPS vorhanden. Normwerte für gesunde und pathologische Stimmen sind zudem abhängig von der jeweils verwendeten Software (Brockmann-Bauser und Bohlender, 2014; Carding et al. 2009; Mehta, 2008; Patel et al. 2018).

Irregularitätsparameter wie Jitter und Shimmer sowie spektrale Parameter wie Smoothed Cepstral Peak Prominence (CPPS) werden von der habituellen Sprechlautstärke und Sprechstimmlage beeinflusst. Bei hörbar heiseren Stimmen mit hohem Geräuschanteil ist die Messgenauigkeit insbesondere für Irregularitätsparameter geringer, je ausgeprägter die hörbare Dysphonie ist. Beides gilt auch für kombinierte akustische Parameter, welche eine oder mehrere dieser Messgrößen mit einbeziehen. Aufgrund dessen müssen Messergebnisse immer im Zusammenhang mit anderen Untersuchungsergebnissen interpretiert werden. Zudem sollte angegeben werden, bei welcher Sprechlautstärke die Parameter gemessen wurden, um Ergebnisse vergleichen zu können (Brockmann-Bauser et al. 2018; Brockmann-Bauser et al. 2021; Patel et al. 2018; Sampaio et al. 2021; Sampaio et al. 2020).

3.6.4 Kombinierte elektroakustische Maße

Bernhard Lehnert

Die einzelnen elektroakustischen Parameter tragen zu einer Einschätzung der Stimmqualität bei, sind aber, je für sich, unzureichend, um so etwas wie ein Gesamtmaß für die Heiserkeit, analog etwa dem H-Wert des RBH-Systems, zu sein. Es liegt nahe, eine treffsicherere Stimmbeurteilung durch eine Zusammenfassung mehrerer Messwerte zu erhoffen.

3.6.4.1 *Dysphonie Index nach Friedrich*

Der bereits 1998 veröffentlichte Index wird aus Ausgangswerten bestimmt, die alle auch ohne Computer erhoben werden können: Der H-Werte aus der RBH-Stimmformel, der Stimmumfang in Halbtönen, die Stimmodynamik in dB, die Tonhaldedauer in Sekunden und eine subjektive Beurteilung der kommunikativen Beeinträchtigung in folgenden Stufen:

0 – keine kommunikative Beeinträchtigung

1 – keine Beeinträchtigung in der alltäglichen sozialen Kommunikation, geringe Einschränkung bei verstärkter Stimmbelastung oder erhöhter Stimmanforderung

2 – geringe Beeinträchtigung in der alltäglichen sozialen Kommunikation; starke Einschränkungen bei verstärkter Stimmbelastung bzw. erhöhter Stimmanforderung; Stimme nicht belastbar

3 - Starke Einschränkung auch in der alltäglichen Kommunikation; Sozialkontakte beeinträchtigt.

Jede dieser fünf Kategorien wird in einen Wert zwischen null und drei überführt. Der Dysphonie-Index gibt den Mittelwert dieser fünf Kategorien an und liegt damit selbst zwischen null und drei. Tabelle 6 ist der Originalveröffentlichung entnommen, sie zeigt die Einteilung der Werte anhand eines fiktiven Beispiels.

Tabelle 6: Beispiel einer Dysphonie-Indexbestimmung (übernommen aus Friedrich 1998)

Heiserkeit:	2	Index	2	0	1	2	3
Stimmumfang:	20	HT	1	>24	24 - 18	17 - 12	<12
Stimmdynamik:	31	dB(A)	2	>45	45 - 35	34 - 25	<25
Tonhaldedauer:	13	Sek	1	>15	15 - 11	10 - 7	<7
Kommunikative Beeinträchtigung:	1	Index	1	0	1	2	3
Dysphonie – Index ($\Sigma/5$):			1,4				

Die Auswahl der Parameter, die Unterteilung in je vier Ausprägungen und das gesamte Vorgehen sind „auf Basis der Literatur und der klinischen Erfahrung, im Grunde aber willkürlich gewählt“ (Friedrich 1998) und nicht theoriegeleitet aus Validierungsdaten bestimmt worden. Für wissenschaftliche Untersuchungen ist der Dysphonie-Index daher nicht das Mittel der Wahl. Dennoch hat der erfahrungsgelenkt erstellte Index eine gewisse Verbreitung gefunden, was dafür spricht, dass er sich in der Erfahrung seiner Anwender bewährt. Der Vorteil einer computerfreien Erstellbarkeit wird in den kommenden Jahren an Bedeutung verlieren. Positiv herauszustellen ist, dass der Index ein sehr breites Spektrum von Aspekten, vom Stimmklang über Leistungsdaten bis hin zur sozialen Funktion einschließt und dass jede der fünf Einflussgrößen nur begrenzten Einfluss auf den Index hat. Eine beliebig lange Tonhaldedauer kann beispielsweise nicht zu einer beliebig guten Gesamtbewertung führen.

3.6.4.2 *Dysphonia Severity Index (DSI)*

Der Dysphonia Severity Index (DSI) wurde anhand der Daten von 387 Patienten zur Einschätzung des Schweregrades einer Stimmstörung aus ausschließlich objektiven Messwerten entwickelt (Wuyts et al. 2000). In einer Regressionsanalyse wurden die Tonhaldedauer und höchste Frequenz, der leiseste Phonationsschalldruckpegel und Jitter als aussagekräftigste Parameter für die Beurteilung des Schweregrades einer Dysphonie gefunden. Diese Parameter, mit Gewichtungskonstanten multipliziert und dann aufaddiert, ergeben den DSI ($DSI = 0,13 \times \text{Tonhaldedauer} + 0,0053 \times \text{höchste Frequenz} - 0,26 \times \text{leisester Phonationsschalldruckpegel} - 1,18 \times \text{Jitter} + 12,4$). Sie waren in der Studienpopulation am besten geeignet, den H-Wert aus dem RBH-System vorherzusagen. Eine Berechnung des H-Wertes aus dem DSI ist aber nicht vorgesehen. DSI-Werte um oder über 4,2 stehen für unauffällige, Werte zwischen 4,2 bis 1,8 für leichtgradig auffällige, Werte von 1,8 bis -1,2 für mittelgradig und Werte unter -1,2 für hochgradig auffällige Stimmen (Hakkesteege et al 2006, Hakkesteege et al 2008, Nawka et al 2006).

Der DSI kann leicht bestimmt werden und wird häufig in Studien zur stimmlichen Leistungs- und Belastungsfähigkeit eingesetzt, auch wenn seine Wiederholgenauigkeit in einzelnen Vergleichsstudien eine gewisse Unschärfe aufweist (Awan et al. 2012, Hakkesteege et al. 2008, Lehnert et al. 2015).

3.6.4.3 *Göttinger Heiserkeitsdiagramm*

Das Göttinger Heiserkeitsdiagramm (GHD) erfasst an gehaltenen Vokalen eine Irregularitätskomponente und eine Rauschkomponente, die dann in einem Streudiagramm dargestellt werden, welches im Ergebnis eine vereinfachte Beurteilbarkeit zum Ziel hat. Die Irregularitätskomponente wird durch drei elektroakustische Parameter erfasst, die den Autoren zufolge verschiedene Aspekte der Irregularität des Sprachsignals erfassen (Jitter,

Shimmer und die mittlere Korrelation zwischen je 2 aufeinanderfolgenden Perioden im Zeitbereich), die Rauschkomponente wird durch einen vierten elektroakustischen Messwert erfasst (glottal-to-noise excitation ratio (GNE)). Als typischer Untersuchungsablauf werden 7 Vokale jeweils in 4 verschiedenen Tonhöhen je mindestens 2 Sekunden aufgenommen. Die Verteilung der so erhobenen Bereiche kann durch umschreibende Ellipsen zusammengefasst werden. Gruppenzusammenfassungen und Verläufe von Einzelpatienten können in einer Grafik übersichtlich zusammengefasst werden. (Fröhlich et al. 1998, Michaelis 2000).

3.6.4.4 Acoustic Voice Quality Index

Die bisher genannten und in der praktischen Stimmdiagnostik eingeführten Maße beruhen auf der Untersuchung gehaltener Vokale. Unter der Vorstellung, dass neben gehaltenen Vokalen auch Aufnahmen beim Sprechen in die Diagnostik einfließen sollten (Begründung in Maryn et al. 2010), werden aus einem gehaltenen /a/ und einer kurzen gelesenen Sequenz sieben elektroakustische Messwerte bestimmt, die gemeinsam den Acoustic Voice Handicap Index (AVQI) definieren.

Im Ergebnis erhält man einen Wert zwischen 0 und 10, wobei kleine Werte für gute, große Werte für gestörte Stimmen stehen (Maryn et al. 2010). Interessant am AVQI ist die geringe Patientenbelastung und dass es Validierungsstudien mit neuen Stichproben von deutschen Sprechern bzw. in deutscher Sprache gibt (Barsties und Maryn 2012; Barsties von Latoszek et al. 2020, Barsties von Latoszek et al. 2018). Die Autoren haben den Versuch einer Verbesserung des AVQI durch mehr Einfluss der gesprochenen Sprache mit dem Übergang der Version zur Version 3 unternommen und ebenfalls mit neuen Daten validiert (970 Stimmkranke und 88 gesunden Probanden im Niederländischen). Dabei korrelierten AVQI und gemittelter Heiserkeitsgrad mit $r = 0,82$ (Barsties et al. 2016). Für den Anwender bedeutet dies, dass bei AVQI-Angaben immer auch eine Versionsangabe erfolgen sollte.

Der AVQI und eine große Zahl weiterer nicht-kommerzieller Verfahren (nicht-vollständige aber umfangreiche Liste z. B. in Maryn et al. 2010) haben Vor- und Nachteile. Der Vorteil der kostenlosen Verfügbarkeit muss abgewogen werden gegen das Fehlen eines kommerziellen Anbieters, der die Funktion der Software allein und in Kombination mit dem gewählten Aufnahmeinstrumentarium sicherstellt. Solche Verfahren können zur Qualitätssicherung, zur Steigerung der Patientenmotivation und für wissenschaftliche Auswertungen sehr gut eingesetzt werden, medizinische Entscheidungen sollten wegen dieser inhaltlichen und juristischen Unsicherheiten nicht abgeleitet werden.

3.6.5 Sonographie

Meike Brockmann-Bauser

3.6.5.1 Definition

Ein heiserer Stimmklang weist häufig auch eine eingeschränkte Resonanz, Tragfähigkeit oder Brillanz auf. Diese hörbaren Merkmale sind teilweise durch spezifische messbare Veränderungen im Obertonspektrum einer Stimme gekennzeichnet. Mittels Sonografie (Spektrografie) kann die individuelle Zusammensetzung des akustischen Stimmsignals aus einzelnen Frequenzen, dem Grundton (Grundfrequenz F_0) und den Obertönen, im zeitlichen Verlauf und der Intensität mittels Fourier-Analyse dargestellt werden (Baken und Orlikoff 2000).

Schmal- und Breitbandsonagramme stellen unterschiedliche Schwerpunkte aus dem Frequenzspektrum dar:

- Das **Schmalbandspektrum** ist mit einer niedrigen Zeit- und hohen

Frequenzauflösung zur Darstellung von u.a. Frequenzverläufen ausgelegt.

- Das **Breitbandspektrum** hat eine hohe Zeit- und niedrige Frequenzauflösung und ist somit besser zur Darstellung von kurzzeitigen stark geräuschhaften Anteilen (z.B. Glottisschläge) geeignet.

Die Verteilung der Obertöne wird einerseits von der Größe und physischen Beschaffenheit des Vokaltraktes, aber auch durch die Ausformung (z.B. durch Artikulationsbewegungen oder Weitstellung beim Singen) beeinflusst. Das Sonagramm wird anhand verschiedener visueller Merkmale, wie unter anderem Verlauf und Regularität der Obertöne, z.B. bei Stimmeinsätzen sowie Übergängen zwischen verschiedenen Lauten, Wörtern und Texten ausgewertet (Baken und Orlikoff 2000; Brockmann-Bauser und Bohlender 2014; Ladefoged und Johnson, 2010).

3.6.5.2 *Stimmaufnahme*

Für die Erstellung von standardisierten Sonagrammen (Spektrogrammen) wird die Analyse einer Vokalphonation von mindestens 3 Sekunden Dauer, der Stimme beim Aufzählen der Wochentage und beim Lesen eines Textes empfohlen (Dejonckere 2001; Titze 1995).

3.6.5.3 *Empfehlung und Auswertung*

Das Sonagramm (Spektrogramm) wird visuell durch den Untersucher anhand mehrerer Merkmale (siehe Aufstellung) bewertet. Diese werden schriftlich unter Nennung des Frequenzbereiches (z.B. unspezifische Verteilung von 1500 bis 5000 Hz) zusammengefasst. Für die Auswertung wurden bisher keine einheitlichen klinischen Standards veröffentlicht, so dass die Interpretation maßgeblich vom Wissen und der Erfahrung des Untersuchers abhängt (Baken und Orlikoff 2000; Brockmann-Bauser und Bohlender 2014; Dejonckere 2001; Ladefoged und Johnson 2010; Titze 1995).

Zur Auswertung werden folgende Kriterien empfohlen:

- Regularität (= definiertes wellenförmiges Aussehen der Obertonbänder)
- Rauschen (= unspezifische Verteilung)
- harte Stimmeinsätze, Stimmabbrüche (= stark geräuschhafte Anteile)
- Dämpfung spezifischer Frequenzbereiche (z.B. Dämpfung oder fehlende Obertöne ab 1000 Hz)
- in Einzelfällen Bestimmung von Formantbereichen (z.B. Vokalformant/Sängerformant)

Empfehlung 19	
Spektrogramme stellen die individuelle akustische Zusammensetzung der Stimme aus einzelnen Frequenzen (Grundfrequenz und Obertonspektrum) dar. Sie können zur Dokumentation von Verläufen, für intraindividuelle Vergleiche und als Biofeedback-Tool zur Darstellung des Stimmklangs im Rahmen der Therapie eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

3.7 Aerodynamische Untersuchungen/ Lungenfunktionstest

Louisa Traser, Bernhard Richter

Empfehlung 20	
Die Atmung ist ein wichtiger Regulationsparameter für die Stimmproduktion. Störungen der Phonationsatembewegung können daher mit Stimmstörungen assoziiert sein und umgekehrt. Aerodynamische Messungen (z.B. maximale Phonationszeit, Spirometrie) sollen entsprechend des Protokolls der European Laryngological Society als Teil der Stimmdiagnostik eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Stimmproduktion wird neben der Stimmlippenschwingung und der Vokaltraktkonfiguration maßgeblich durch die Bewegung des Atemapparats determiniert. Sowohl funktionelle Störungen der Phonationsatmung als auch pulmologische Erkrankungen können daher eine Stimmstörung bedingen (Hixon und Hoit 2005). Folglich ist die Erhebung aerodynamischer Parameters eine wichtige Säule der Stimmdiagnostik, wie sie im Protokoll der European Laryngological Society (ELS) definiert ist (DeJonckere et al. 2003).

Während des Singens korreliert der subglottische Druck sowohl mit der Lautstärke als auch mit der Tonhöhe der Stimmproduktion (Hixon und Hoit 2005). Die passiven Rückstellkräfte welche durch die elastischen Eigenschaften von Thorax und Lunge entstehen müssen daher dynamisch kompensiert werden. Dabei ist es zu Beginn der Phonation häufig notwendig den subglottischen Druck durch Aktivierung der Einatemmuskulatur zu reduzieren, während mit sinkendem Lungenvolumen eine Aktivierung der Ausatemmuskulatur notwendig wird um die Phonation fortzuführen. Dieser dynamische Prozess wird häufig mit dem Begriff der Atemstützfunktion zusammengefasst. Direkte Zusammenhänge finden sich auch zwischen der Atembewegung und der anderen für die Phonation wichtigen Bereich wie der Stimmlippenschwingung der Vokaltraktresonanz (Sundberg et al. 1989). Hierbei wirkt z.B. die Zwerchfellaktivierung über den Trachealzug in kaudale Richtung auf den Larynx. Dies zieht wiederum eine Aktivierung der Musculus cricothyroideus nach sich und wirkt auf die Stimmlippenschwingung in abduzierender Weise. Eine kaudale Verlagerung des Larynx wirkt wiederum auf den Vokaltrakt im Sinne einer Verlängerung.

Der einfachste aerodynamische Test ist die Bestimmung der maximalen Phonationszeit (maximum phonation time = MPT). Hierbei ist eine standardisierte Durchführung wichtig um belastbare Ergebnisse zu erhalten (Vokal [a:], angenehme Lautstärke und Tonhöhe, jeweils dreimalige Durchführung und Selektion des besten Ergebnisses). Die Test-Retest Variabilität dieses Parameters zeigte bei 60 gesunden Testpersonen im intraclass correlation coefficients [ICC] mit >0.75 einen hohen Wert innerhalb einer Wiederholungsmessung im Zeitraum von einer Woche (Awan et al. 2013). Die MPT ist einer der vier Parameter der zur Bestimmung des Dysphonia Severity Index (DSI) zur Stimmgütebeurteilung herangezogen werden (Wuyts et al. 2000).

Des Weiteren sollte im Rahmen der mehrdimensionalen Stimmdiagnostik auch eine basale Lungenfunktionsuntersuchung im Sinne einer Spirometrie durchgeführt werden (DeJonckere et al. 2003), um Informationen über die wichtigsten Lungenvolumina, die bei der Erzeugung des subglottischen Drucks wesentlich sind, zu erhalten. Bei der Spirometrie wird das Volumen über die Messung der Flussgeschwindigkeit im Atemapparat bestimmt. Hierbei steht die Bestimmung der Vitalkapazität (Lungenvolumen für maximale Ein- und

Ausatmung) sowie der Einsekundenkapazität (Lungenvolumen, welches maximal in einer Sekunde ausgeatmet werden kann) im Fokus (siehe Abbildung 2).

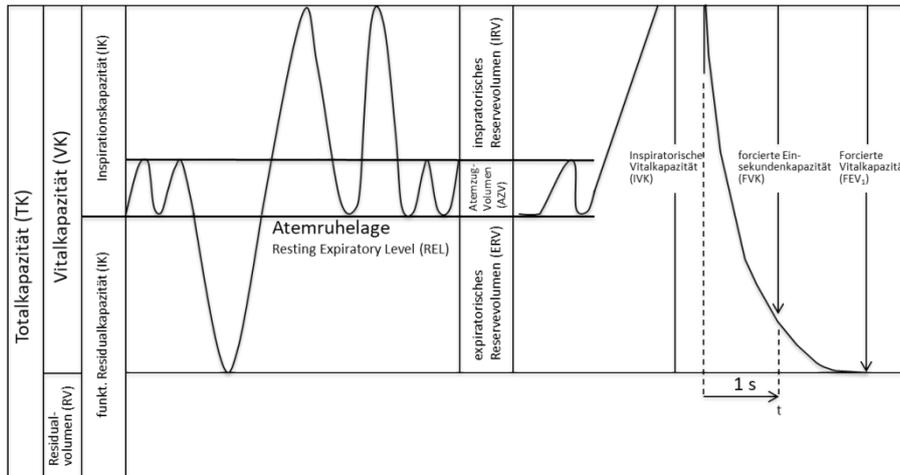


Abbildung 2: Atemvolumina, mit freundlicher Genehmigung aus (Richter 2018).

Weiterhin stehen Messsysteme zur Verfügung, welche den transglottischen Luftfluss sowie den subglottischen Druck messen (Baken und Orlikoff 20007). Der subglottische Druck wird dabei als Differenz zwischen intraoralem und atmosphärischem Druck während der Phonation und Artikulation von Silbenketten (z.B. [papapa]) gemessen. Da die Auswertung recht aufwendig ist, werden diese Messsysteme bisher eher in wissenschaftlichem Kontext verwendet. Invasiv ist auch die Erfassung des intratrachealen Drucks mittels Punktion möglich.

Früher konnte das atemkinematische Verhalten v.a. durch äußere Messmethoden wie z.B. der induktiven Bodyplethysmographie oder der Magnetometrie gemessen werden. Hierbei wird die Ausdehnung von Brustkorb und Bauchraum mittels Expansionssensoren bzw. einem Abstandssensor erfasst. Ebenfalls im wissenschaftlichen Kontext ist es in den letzten Jahren nun auch möglich, die im Körperinneren stattfindenden Phonationsatembewegungen mittels dynamischer Kernspintomographie bildlich darzustellen (Traser et al 2017a, b). Hier zeigte sich bei der ausgehaltenen Phonation professioneller Sängerinnen und Sänger ein sehr differenziertes Bewegungsmuster: Zu Beginn der Phonation erfolgte die Reduktion des subglottischen Druckes durch inspiratorische Aktivierung des Thorax und v.a. der vorderen Zwerchfellanteile, während sich die hinteren Zwerchfellanteile schneller nach kranial bewegten. Diese Bewegungsgeschwindigkeiten kehrten sich im Verlauf der Phonation zum Gegenteil um: Zum Ende erfolgte die Generierung des subglottischen Druckes vornehmlich durch eine Kompression des Thorax mit Elevation vorderer Zwerchfellanteile. Dynamische MRT Untersuchungen konnten zeigen, dass Sängerinnen und Sänger eine plötzliche Reduktion des subglottischen Druckes z.B. bei Tonsprüngen abwärts durch eine Kontraktion des hinteren Zwerchfells während der Phonation erreichen (Traser et al. 2020). Die regionale Ventilation der Lunge lässt sich während der Phonation auch mittels der nicht invasiven und strahlenfreien Methode der Elektroimpedanztomographie messen (Traser et al. 2017b). Sehr lineare Flussmuster waren hierbei typisch für professionelle Sängerinnen und Sänger. Auch geschlechtsabhängige Bewegungsmuster werden diskutiert. V.a. die Differenzierung atemungs kinematischer Muster im Rahmen von verschiedenen Stimmstörungen und ihre Wechselbeziehung zur Phonation ist noch unzureichend verstanden.

3.8 Elektrolottographie (EGG)

Matthias Echternach, Louisa Traser

Statement 28	
Die Elektrolottographie (EGG) stellt eine Methode zur qualitativen und quantitativen Analyse der Bewegungen der Stimmlippen im Kehlkopf dar. Sie beruht auf dem Prinzip, dass es bei der Phonation zu einer Änderung der Leitfähigkeit des Gewebes kommt. Die EGG ist ein geeignetes, nicht-invasives Verfahren, um Stimmlippenschwingungen zu visualisieren und Maße der Grundfrequenz abzuleiten.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Bei der Elektrolottographie wird ein minimaler Strom von ≤ 10 mA zwischen zwei Oberflächenelektroden symmetrisch von außen über den beiden Flügeln des Schildknorpels angelegt. Da es bei der Phonation zu einer Änderung der Leitfähigkeit des Gewebes zwischen den Elektroden kommt, kann die Änderung der Impedanz abgeleitet und gemessen werden. Eine hohe Impedanz ergibt sich bei geringem Kontakt der Stimmlippen, eine niedrige bei maximalem Kontakt. Über die Möglichkeiten laryngoskopischer Verfahren wie der Stroboskopie und der Hochgeschwindigkeitsvideoendoskopie hinaus können anhand der Impedanzkurve Rückschlüsse auf den dreidimensionalen Ablauf der Stimmlippenschwingung gezogen werden. Das EGG-Signal kann außerdem hinsichtlich seiner Frequenz für die Bestimmung der Grundfrequenz oder auch der Frequenzperturbation, z. B. Jitter, herangezogen werden. Nachteilig an dem Verfahren ist zum einen die fehlende Visualisierung der Stimmlippen und zum anderen, dass durch das Signal nicht zu klären ist, ob überhaupt bzw. in welchem Teil der Stimmlippen es zum Schluss kommt. Trotz dieser methodischen Probleme wurde das Verfahren in zahlreichen Studien zur Frage laryngealer Mechanismen eingesetzt. Vermehrt wird für die Analyse der Schwingungen der Offenquotient (Offenphase/Periode) oder das inverse Maß des Kontaktquotienten berechnet. Für die Kalkulation bestehen allerdings verschiedene Definitionen (Howard 1995; Henrich et al. 2005; Herbst und Ternström 2006), die sich vor allem dann unterscheiden, wenn der Stimmlippenschluss flüchtig oder nicht gegeben ist. In Vergleichen der Schwingungsfunktion mittels Hochgeschwindigkeitsvideoendoskopie (HSV) und Elektrolottographie ist zudem davon auszugehen, dass bis zu einem Offenquotienten von ca. 0,7 der HSV basierten Flächenfunktion die Korrelation mit einem EGG basierten Offenquotient hoch, darüber jedoch niedrig ist (Echternach et al. 2017).

3.9 Fragebogendiagnostik

Bernhard Lehnert

Empfehlung 21	
Zur Erfassung der Selbsteinschätzung von stimmgestörten Patient*innen sollten standardisierte psychometrische Fragebögen (z.B. VHI, V-RQOL-Fragebogen) verwendet werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Notwendigkeit, neben der objektiven Störungsschwere gesondert auch subjektive Parameter zu erheben wurde u. a. durch (Hummel et al. 2010) illustriert, die an 86 Patient*innen keine signifikante Korrelation zwischen dem objektiven Stimmstörungsmaß DSI und der Stimmbezogenen Lebensqualität im V-RQOL gefunden haben. Die

psychosoziale Relevanz einer Dysphonie kann also nur sehr bedingt aus der Schwere der Dysphonie abgeleitet werden.

In diesem Abschnitt sollen standardisierte und testmethodisch konstruierte Fragebogeninstrumente beschrieben werden, die im Kontext von Dysphonien eingesetzt werden können. Im Gegensatz zum allgemeinen Begriff des Fragebogens, der mehr oder weniger willkürliche Zusammenstellungen von Fragen beschreiben kann, geht es bei solchen Fragebogeninstrumenten um die quantitative Erfassung von Merkmalen oder Eigenschaften. Liegen zur Verteilung der so erhobenen Maße ausreichend umfangreiche empirische Daten aus repräsentativen Stichproben vor, so kann man individuell erhobene Werte im Vergleich zu so einer Stichprobe einordnen. Man spricht dann von normierten Fragebogeninstrumenten. Die im Folgenden beschriebenen Fragebogeninstrumente ordnen jeder Antwort eines/r Patient*in Zahlen zu und bilden dann Summenwerte von Gruppen von Items, die je eine Größe messen und eine Skala bilden (Likert 1932).

3.9.1 Handicap und Lebensqualität

3.9.1.1 *Voice Handicap Index (VHI)*

Die Erfassung der Schwere einer Dysphonie erlaubt wenig Vorhersage darüber, wie sehr die Dysphonie eine*n einzelne Patient*in kommunikativ einschränken, wie sehr sie ihren Alltag beeinträchtigen und wieviel Leidensdruck daraus entstehen wird. Der Voice Handicap Index (VHI) wurde 1997 als Fragebogeninstrument zur Erfassung zur „Quantifizierung psychosozialer Konsequenzen von Dysphonien“ veröffentlicht (Jacobson et al. 1997) und liegt seit 2003 in einer validierten deutschsprachigen Übersetzung vor (Nawka et al. 2003¹), 2004 wurde eine alternative Übersetzung publiziert (Weigelt et al. 2004). Eine Druckvorlage und eine Testanleitung (einschließlich Graduierung) einer Konsensusfassung können von der Homepage der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V. heruntergeladen werden. Alle drei unterscheiden sich in der Formulierung. Die drei Formulierungen für das erste Item lauten als Beispiel: „Mit meiner Stimme bin ich für andere schwer zu hören.“ – „Die Leute hören mich wegen meiner Stimme schlecht.“ – „Man hört mich wegen meiner Stimme schlecht.“

Zu den Vorteilen des Voice Handicap Index gehört neben seiner intensiven wissenschaftlichen Nutzung auch die Verfügbarkeit in sehr vielen Sprachen. DigitalVHI ist ein Computerprogramm, das Zugriff auf den VHI in 20 verschiedenen Sprachen gibt (Herbst et al. 2015) und das im Internet kostenlos zur Verfügung steht.

Der VHI umfasst 30 Items, deren Häufigkeit der/die Patient*in auf einer 5-stufigen Skala angibt, was in 0 bis 4 Punkte umgewandelt wird und einen Summenscore von 0 bis 120 ergibt. Schwere Beeinträchtigungen entsprechen hohen Werten.

3.9.1.2 *Kurzformen des VHI*

Weil der VHI mit 30 Items als unpraktisch lang empfunden wurde, hat es mehrere Versuche gegeben, Kurzformen durch Auslassung von Items zu erstellen. Eine 12 Items umfassende Kurzform wurde zunächst als „Stimmstörungsindex (SSI)“ publiziert (Nawka et al. 2003^{2,3}), später dann als „VHI-12“ bezeichnet. Unter dem Namen VHI-12 ist eine Druckvorlage, eine Graduierung und eine Handanweisung auf der Homepage der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie verfügbar. In einer unabhängigen österreichischen Stichprobe wurde zwischen VHI und VHI-12 eine Korrelation von $r = 0,98$ gefunden (Gugatschka et al. 2007). Die in der englischsprachigen Literatur verbreitete 10-item Kurzform VHI-10 (Rosen et al. 2004) steht nicht in einer deutschen Übersetzung zur Verfügung bzw. wurde im Deutschen nicht gesondert validiert oder graduiert.

Die Itemauswahl im VHI-10 beruhte zu einem großen Teil auf Expertenmeinungen und im VHI-12 auf einer Faktorenanalyse der deutschen VHI-Übersetzung. Wieder ein anderer Aspekt, nämlich die Einbeziehung verschiedener europäischer Übersetzungen des VHI, war die Rationale für die Erstellung des nur 9 Items umfassenden VHI-9i (Nawka et al. 2009). Der Publikation können die Itemformulierungen auf Englisch, Niederländisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Portugiesisch und Schwedisch entnommen werden. Innerhalb dieser sehr großen Stichprobe korrelierte der VHI-9i stark mit dem VHI ($r = 0,94$).

3.9.1.3 *Stimmbezogene Lebensqualität*

Ein Fragebogeninstrument zur Erfassung der stimmbezogenen Lebensqualität, Voice-Related Quality of Life, ist der V-RQOL-Fragebogen (Hogikyan et al. 1999, Günther et al. 2005).

Eine Diskussion konzeptioneller Unterschiede zwischen „Handicap“ und „Quality of Life“ kann hier für praktische Zwecke unterbleiben (mehr dazu in Günther et al. 2005), da verschiedene Studien betragsmäßig hohe Korrelationen zwischen beiden Scores gefunden haben, die für eine praktische Äquivalenz beider Instrumente spricht ($r = -0,91$ zwischen VHI-10 und V-RQOL bei 804 Patient*innen (Romak et al. 2014) und $r = -0,9$ zwischen VHI und V-RQOL an 48 deutschsprachigen Patient*innen (Günther 2005) und $r = -0,92$ an 65 deutschsprachigen Tumorpatient*innen (Kasper et al. 2011).

Außerdem sind viele Items des V-RQOL solchen des VHI inhaltlich sehr ähnlich (Hogikyan et al. 1999). Zu beachten ist die umgekehrte Polung: Erstrebenswert sind ein möglichst niedriger Voice Handicap Index und ein möglichst hoher Summenscore im Voice-Related Quality of Life-Fragebogen.

Der V-RQOL besteht aus 10 Problembeschreibungen. Patient*innen quantifizieren auf einer Skala von 1 bis 5, wie ausgeprägt das jeweilige Problem für sie ist. In der Auswertung wird die Polung umgekehrt, so dass starke Probleme zu einem geringen Lebensqualitätsmaß werden und die Rohwerte werden so transformiert, dass die Ergebnisse sowohl der beiden Unterskalen als auch des Gesamtwertes zwischen 0 und 100 liegt. Die Items 1, 2, 3, 6, 7, 9 beschreiben eine Unterskala „physisch-funktionaler Bereich“, die übrigen Items 4, 5, 8 und 10 eine Unterskala „sozial-emotionaler Bereich“.

Eine validierte deutsche Übersetzung des V-RQOL mit Graduierung liegt vor (Schwanfelder et al. 2008, Weigelt et al. 2004, Grässel et al. 2008). Ein praktischer Vorteil des V-RQOL im Vergleich zum VHI ist seine Kürze mit nur 10 Items. Dieser Vorteil ist inzwischen durch die Verfügbarkeit der oben beschriebenen Kurzversionen des VHI relativiert.

3.9.1.4 *Auswahl eines Instruments*

Franic et al. 2005 haben die psychometrischen Eigenschaften von 9 verschiedenen (englischsprachigen) Lebensqualitätsfragebögen im Kontext von Dysphonien untersucht. Im Ergebnis empfehlen sie den VHI für die Anwendung an einzelnen, den V-RQOL für die Anwendung an Patientenkollektiven. Mit dem VHI, VHI-12, VHI-9i und V-RQOL stehen vier gut untersuchte, für weite Patientengruppen geeignete, deutschsprachige Instrumente zur Verfügung, die miteinander hoch korrelieren und jeweils zu ähnlichen Ergebnissen kommen. Sie sind deshalb aber nicht automatisch gut ineinander „umzurechnen“.

Jede Einrichtung, die Stimmstörungen untersucht, sollte mindestens eines der erwähnten Instrumente vorrätig halten. Dabei soll jede/r Patient*in jedes Mal mit dem gleichen Fragebogen untersucht werden, um wissenschaftliche Auswertungen zu ermöglichen.

Ein wichtiges Kriterium bei der Auswahl wird die Länge des jeweiligen Fragebogens sein. Caffier et al. 2021 haben ganz aktuell den VHI-9i untersucht und gezeigt, dass er äußerst

reliabel ist. Durch die Korrelation mit anderen etablierten Stimmfunktionsparametern und die Klassifikation mittels statistischer Verfahren konnte er erfolgreich validiert werden. Aufgrund einer Analyse von 3361 Fällen ergab sich die folgende VHI-9i-Klassifikation: Schweregrad 0 (keine Stimmstörung): $0 \leq 7$ Punkte; Schweregrad 1 (geringgradige Stimmstörung): $8 \leq 16$ Punkte; Schweregrad 2 (mittelgradige Stimmstörung): $17 \leq 26$ Punkte; Schweregrad 3 (hochgradige Stimmstörung): $27 \leq 36$ Punkte (Caffier et al. 2021).

3.9.2 Spezielle Patientengruppen

Bei sehr speziellen Patientengruppen muss erwogen werden, spezialisierte Fragebögen zu verwenden. Für kindliche Dysphonien wurden sowohl ein Pediatric Voice Handicap Index, ein Children's Voice Handicap Index-10 for Parents als auch ein Pediatric V-RQOL entwickelt (Zur et al. 2007, Naraghi et al. 2015, Ricci-Maccarini et al. 2013) und auch in eine Vielzahl von Sprachen übersetzt. Eine deutsche Version, die einige Verbreitung gefunden hat, scheint es dagegen nicht zu geben.

Die sehr speziellen Anforderungen transidenter Patient*innen sind wegen der eher kleinen Patientenzahlen schwer psychometrisch zu untersuchen. So wurde der Transsexual Voice Questionnaire for Male-to-Female Transsexuals TVQ(MTF) in Phase 2 an nur 29 Patienten auf Retestrelabilität geprüft und die Autoren sprechen auch nur von einer „preliminary evaluation“ (Dacakis et al. 2013). Dementsprechend fehlen gut evaluierte deutschsprachige Instrumente.

Besondere stimmliche Anforderungen, die durch VHI und V-RQOL unzureichend abgebildet sind, haben Sänger*innen. Für sie gibt es zwei validierte deutsche Übersetzungen etablierter Fragebögen: Der Singing Voice Handicap Index (Lorenz et al. 2013, Cohen et al. 2007), mit 36 Items im gleichen Antwortformat wie der VHI, führt zu einem Summenscore zwischen 0 und 144.

Eine Druckvorlage und eine Testanleitung stehen auf der Homepage der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V. zum Download zur Verfügung. Der aus dem Französischen übersetzte „Voice Handicap Index (VHI) adaptiert an die Gesangsstimme“ (Barsties et al. 2015) mit 30 Items im VHI-Format führt zu Summenscores zwischen 0 und 140. Wenn die Items der Publikation entnommen und daraus ein Fragebogen gesetzt wird, ist auf einen Druckfehler in Item P12 („Phrasen“ statt „Phasen“) zu achten.

3.9.3 Vokaltraktdysaesthesien

Die durch Stimmstörungen verursachten Dysaesthesien im Vokaltrakt, namentlich Brennen, Enge, Trockenheit, Schmerzen, Kitzeln, Wundheit, Reizung und Kloßgefühl können in Ihrer Häufigkeit und in ihrem Schweregrad durch die Vokaltrakt-Beschwerden-Skala, die deutsche Übersetzung der Vocal Tract Discomfort Scale (VTD), erfasst und quantifiziert werden (Lukaschyk 2017). Die deutsche Übersetzung ist in Längsschnittstudien von Lukaschyk (Lukaschyk 2016) und von Lu et al. 2017 erfolgreich eingesetzt worden. Lu et al. haben einzelne Fälle mit scheinbar paradoxer Verschlechterungen in der VTD nach intensiver Stimmtherapie darauf zurückgeführt, dass durch eine Stimmtherapie die Aufmerksamkeit erst auf die Beschwerden gelenkt wird. Aufgrund einer Analyse von 571 Fällen ergab sich die folgende Klassifikation für die Summe der Werte für Häufigkeit und Schweregrad: keine Dysaesthesien: $0 \leq 13$ Punkte; geringgradige Dysaesthesien: $14 \leq 26$ Punkte; mittelgradige Dysaesthesien: $27 \leq 40$ Punkte; hochgradige Dysaesthesien: $41 \leq 96$ Punkte (Lukaschyk et al. 2021)

3.9.4 Stimmliches Selbstkonzept

Persönlichkeitsbezogene Aspekte der Stimme, namentlich die Enge der Beziehung zur eigenen Stimme, die Bewusstheit im Umgang mit der eigenen Stimme und der Zusammenhang zwischen Stimme und Emotion, können mit dem „Fragebogen zur Erfassung des Stimmlichen Selbstkonzepts (FESS)“ in 17 Items erfasst werden (Nusseck et al. 2015). Priss et al. 2018 haben den Bogen bei 631 nicht-stimmärztlichen Patient*innen eingesetzt und keine systematischen Altersunterschiede oder Unterschiede zwischen den Geschlechtern gefunden. Sie geben Referenzwerte für vergleichbare Patientengruppen an. Lehnert et al. 2019 beschreiben Verständnisprobleme bezüglich des Fragebogens die in einer Gruppe ehemaliger Patient*innen mit HNO-Tumoren aufgetreten sind.

3.10. Messung der stimmlichen Belastung und stimmliche Belastungsfähigkeit

Matthias Echternach

Empfehlung 22	
Stimmbelastungstests sollten zur Messung der stimmlichen Belastbarkeit eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Laut der Definition der UEP ist eine Dysphonie durch Einschränkungen der stimmlichen Qualität, der Leistungsfähigkeit und weitere Missempfindungen definiert. Hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, lässt sich diese durch quantitative Parameter wie den Frequenzbereich und die Stimmdynamik beschreiben. Zur Beschreibung, wie ausdauernd die Stimme ist bzw. verwendet wird, wurden Messungen der Stimmbelastung und der stimmlichen Belastungsfähigkeit etabliert. Was in der Kardiologie durch ein Langzeit Elektrokardiogramm und ein Belastungskardiogramm realisiert wird, findet Entsprechungen in der Stimmmedizin durch Messung der Dosimetrie und dem Stimmbelastungstest.

Hinsichtlich der Stimmbelastung ist entscheidend, sich ein Bild davon zu machen, wie stark und lang die Stimme im tageszeitlichen Verlauf eingesetzt wird und wie sich die Parameter Schalldruckpegel und Grundfrequenz im Verlauf oder bei bestimmten Situationen ändern. Zur Evaluation wurden in den vergangenen Jahren Accelerometer für die stimmliche Langzeitmessung eingeführt. Solche Accelerometer messen Vibrationen an der Hautoberfläche unterhalb des Schildknorpels. Es konnte gezeigt werden, dass sich durch diese Vibrationen die Grundfrequenz der Stimmgebung ableiten lässt (Cheyne et al. 2003, Echternach et al. 2014, Mehta et al. 2016, Svec et al. 2005, Titze et al. 2003, Van Stan et al. 2015). Zudem wurde in Analysen gezeigt, dass – nach Kalibrierung – die Amplitude des Signals mit dem Schalldruckpegel korreliert (Svec et al. 2005).

Durch diese Methoden lässt sich zum einen ein tageszeitliches Profil und zum anderen die Stimmdosis berechnen, wobei verschiedene Definitionen der Stimmdosis postuliert wurden (Titze et al. 2003, Titze und Hunter 2015).

Im Gegensatz zu der Messung des stimmlichen Gebrauchs im täglichen Umfeld durch Dosisbestimmungen, misst ein Stimmbelastungstest, wie belastbar eine Stimme überhaupt ist. Weltweit wurden viele verschiedene Belastungstests vorgestellt (Echternach et al. 2013, Kramer et al. 1999, Laukkanen et al. 2004, Niebudek-Bogusz et al. 2008, Schneider und Bigenzahn 2007, Seidner 2012, Vintturi et al. 2003). Diese unterschieden sich hinsichtlich der Länge und Intensität der Belastung sowie der Aufnahmebedingungen. Im deutschsprachigen Raum sind vor allem drei unterschiedliche Testinstrumentarien in der Praxis gebräuchlich.

3.10.1 Kontinuierliche Belastung mit Vokalphonation

In dieser Versuchskondition wird eine Belastung von mindestens 80dB(C) während des gesamten Tests über ein Zeitintervall von 20 Minuten gefordert. Der Mikrofonabstand beträgt 30cm. Die Belastung selbst erfolgt durch Repetition von vorgegebenen Vokalreihen (Kramer et al. 1999, Pabst et al. 1998).

3.10.2 Wechseltest

Da eine kontinuierliche Belastung eventuell nicht die Realität der Stimmbelastung im Alltag reflektiert, wurde von Seidner bzw. Seidner und Nawka ein Wechseltest vorgeschlagen (Seidner 2012). In seiner alten Form umfasste er eine Belastung von 15 Minuten. Der Test wurde mit einer Mindestlautstärke von 70dB(A) über 5 Minuten begonnen, dann über 5 Minuten auf 75dB(A) gesteigert und mit erneut 70dB(A) über 5 Minuten beendet. Der Mikrofonabstand betrug 50cm. Im Gegensatz zu dem Instrumentarium der kontinuierlichen Belastung (Kramer et al, 1999, Pabst et al., 1998) wurde ein strukturierter Text (Tapferes Schneiderlein) gelesen. Später wurde der Wechseltest durch Seidner und Nawka modifiziert (Seidner 2012). Nunmehr wird die Lautstärkeanforderung innerhalb von 10 Minuten in minütlichen Abständen zwischen 75dB(A) und 80dB(A) gewechselt. Der Mikrofonabstand beträgt 30cm. Damit Atem- und textliche Sinnpausen nicht als Pegelunterschreitung gewertet werden, erfolgt eine Stabilisierung um eine Sekunde.

3.10.3 Kompromissvorschlag

Da das Lesen eines Textes als natürlicher als die Vokalisation von Vokalen oder das Lesen von Zahlenreihen angesehen wurde, die Bestimmung der Dosis aber leichter bei kontinuierlicher Lautstärkeanforderung möglich erschien, wurde von Echternach et al. (2013 und 2014) vorgeschlagen, einen normierten Text bei kontinuierlicher Belastung von 80dB(A) gemessen in Abstand von 30cm für den Test zu fordern.

Trotz der Normierung der Belastung selbst, sind Stimmbelastungstests hinsichtlich der Auswertung derzeit kaum normiert. Generell stehen zwei Hauptverfahren zur Verfügung, nämlich die Beurteilung des stimmlichen Verhaltens während des Testes selbst oder der Vergleich von Stimmfunktionen im Vorher/nachher Vergleich. Zum ersteren zählen Über- und Unterschreitung des geforderten Lautstärkepegels, Verhalten der Grundfrequenzänderung, Abbruch des Versuches oder Auftreten von weiteren Symptomen während der Belastung wie Husten und Räuspern etc. (Echternach et al. 2013, Kramer et al. 1999). Für den Vorher/Nachher Vergleich wurden in der Vergangenheit eine Vielzahl von Testinstrumentarien verwendet. Hierzu zählen stroboskopische Befunde (Niebudek-Bogusz et al. 2008, Kelchner et al. 2006), Auswertungen von Stimmsignalen (Echternach et al. 2013, Hanschmann et al. 2011, Kelchner et al. 2006), Phonation Threshold Pressure (Chang und Karnell 2004), perzeptive Einschätzungen wie auch Einschätzungen des Probanden selbst durch normierte Fragebögen wie dem Voice Handicap Index (Hanschmann et al., 2011), visuelle Analogskalen (Echternach et al. 2013) oder auch komplexere Werte wie der Dysphonia Severity Index (DSI) (Echternach et al. 2013, Richter et al. 2016).

3.11 Stimmdiagnostik bei Kindern und Jugendlichen

Michael Fuchs, Susanne Voigt-Zimmermann

Empfehlung 23	
Neben einer altersadäquaten Untersuchung des stimmgebenden Organsystems und der Stimmfunktion sollen bei Kindern und Jugendlichen mit Stimmstörungen individuelle Entwicklungs-, familiäre und soziale Interaktions- und Teilhabeaspekte gleichermaßen erfasst und bewertet werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Diagnostik bei Stimmstörungen von Kindern und Jugendlichen erfolgt wie auch bei Erwachsenen in Anlehnung an das Stimmdiagnostik-Protokoll der European Laryngological Society (ELS) (Friedrich et al. 2005), jedoch in altersentsprechender Art und Weise. Da bei nicht organisch bedingten Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter ein komplexes, multidimensionales Ursachenmodell angenommen werden muss, sollten neben der eingehenden organischen und funktionellen Untersuchung auch kindbezogene Entwicklungsaspekte, Interaktionsverhalten, Grund der Vorstellung beim Arzt/der Ärztin, Persönlichkeitseigenschaften und auch das familiäre sowie soziale Umfeld gleichermaßen anamnestisch erfasst werden (Voigt-Zimmermann et al. 2015 b) (Abb.1).

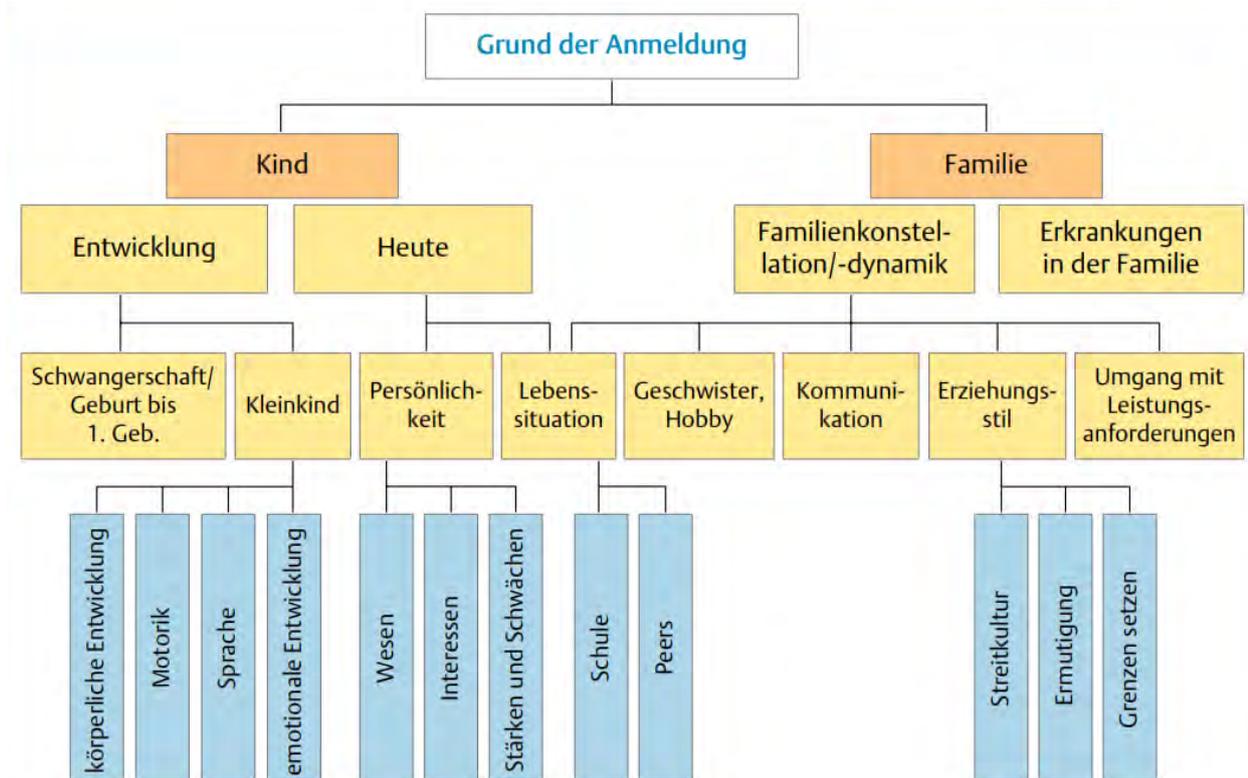


Abb. 3.11.1: Anamnese-Modell für Stimmstörungen bei Kindern (Voigt-Zimmermann et al. 2015 b)

3.11.1 Anamnese bei stimmgestörten Kindern und Jugendlichen

Anamnestische Fragen bei stimmgestörten Kindern und Jugendlichen generieren Informationen, die den Ebenen der „International Classification of Functioning, Disability and Health“ ICF-CY (Children und Youth) (McLeod und McCormack 2007) zugeordnet werden können. Ziel ist die Erfassung von Einschränkung im Lebensalltag der Kinder und

Jugendlichen der möglichen Konsequenzen. Deshalb werden neben Einschränkungen der Körperstrukturen und Körperfunktionen auch mögliche Beeinträchtigungen der Aktivitäten (z.B. an Sprachspielen im Kindergarten teilnehmen können, Singen und Mitsingen können), der Partizipation (Freundschaften aufbauen, seine Wünsche äußern) sowie persönlicher (z.B. starkes Störungsbewusstsein) und umweltbedingter (z.B. räumliche Nähe medizinisch-therapeutischer Versorgung) hemmender als auch fördernder Kontextfaktoren erfasst.

Diese erweiterte Sichtweise auf stimmgestörte Kinder und Jugendliche verdeutlicht, dass eine organische oder funktionelle Einschränkung nicht immer eine belastende Lebenseinschränkung darstellen muss. Sie zeigt aber auch, dass eine geringfügige stimmliche Einschränkung bereits gravierende Auswirkungen im Alltag eines betroffenen Kindes haben kann, im Sinne einer Behinderung seiner persönlichen Entfaltung und des sozialen und familiären Integriert-Seins.

Die Untersuchung von psycho- und familiendynamischen Aspekten kann im Rahmen des ärztlichen oder stimmtherapeutischen Anamnesegespräches erfolgen. Zur Erfassung psychischer Aspekte der Pathogenese von Stimmstörungen bei Kindern liegen ein standardisierter familiensoziologischer Elternfragebogen (Achenbach et al. 1998) und ein Voice Questionnaire for Parents (Kollbrunner und Seifert 2013). Für die Einschätzung der sängerischen Aktivität bei Kindern und Jugendlichen inklusive der gesangspädagogischen Betreuung steht eine evaluierte Klassifikation zur Verfügung (Fuchs et al. 2008).

3.11.2 Untersuchung des stimmgebenden Systems stimmgestörter Kinder und Jugendlicher

Starre und flexible Endoskopien werden von Kindern und Jugendlichen unterschiedlich toleriert und bewertet. In nahezu jedem Kindes- und Jugendalter sind aufgrund neuerer technologischer Entwicklungen bei den flexiblen Endoskopen (\varnothing 2,4-2,8mm) transnasale videolaryngostroboskopische Untersuchungen (VLS) bei beinahe normaler Kopfposition, ungestörter Artikulation und seltenem Würgereiz möglich (Fuchs 2008, Fuchs et al. 2009). Ab etwa dem Alter von zweieinhalb Jahren können zur videolaryngostroboskopischen Untersuchung auch starre (7mm/70°/90°) Optiken eingesetzt werden. Fuchs et al. empfehlen bei kleinen Kindern die Verwendung von Kinder-Spezialoptiken mit verkürztem Abstand zwischen Handstück und Endoskopspitze (Durchmesser: 7mm). Noch dünnere starre Optiken bergen bei Abwehrbewegungen des Kindes eine erhöhte Verletzungsgefahr. Die diagnostische Genauigkeit der starren Stroboskopie bei Kindern mit Stimmstörungen ist vergleichbar mit der bei Erwachsenen (Hartnick und Zeitels 2005; Fuchs et al. 2009; Mackiewicz-Nartowicz et al. 2011; Kelchner et al. 2012; Demirci et al. 2015; Mansour et al. 2017; Ongkasuwan et al. 2019).

Da die organische Untersuchung des Kehlkopfes in Einzelfällen schwierig bis unmöglich sein kann und die natürliche Sprechweise im Verlauf nicht umfassend abbildet, kommt der Stimmfunktions- und Stimmleistungsdiagnostik eine große Bedeutung zu.

3.11.3 Stimmfunktions- und Stimmleistungsdiagnostik bei stimmgestörten Kindern und Jugendlichen

Bei der Stimmfunktionsdiagnostik werden prä- und posttherapeutisch folgende Sprechproben unterschiedlicher Spannungsgrade aufgenommen, bewertet und dokumentiert: Spontansprache, Reihensprechen, Wiedergabe von Bildgeschichten, wenn möglich Lesen eines einfachen Textes und Rufen. Es liegen diesbezüglich einige Referenzwerte zu Kinder- und Jugendstimmen vor (Voigt-Zimmermann et al. 2015 b).

Für die perzeptive Beurteilung der kranken Kinderstimme mittels RBH-Klassifikation spricht die von Kelchner et al. (2010) nachgewiesene starke Interrater- und moderate bis starke Intrarater-Reliabilität (63-93%) sowie die starke Interklassenkorrelation bei den Merkmalen Behauchtheit (71%), Rauigkeit (68%) und allgemeiner Heiserkeit (67%). Bei der perzeptiven Beurteilung ist eine leichte Behauchung noch als Norm anzusehen (R:0, B:1, H:1) (Zimmermann 2000). Die Bestimmung der mittleren Sprechstimmlage, die Messung der Tonhaldedauer auf /a:/, /s/ und /z/ (nicht während der permanenten Dentition der Incisivi 11, 21, 31, 41), des physiologischen Tonhöhenumfangs sowie der Dynamikbreite sind erfahrungsgemäß problemlos möglich.

Entsprechend des Basisprotokolls der ELS wird auch für die akustische Stimmklanganalyse bei Kindern ein gehaltener Vokal /a:/, (z.B. für Jitter, Shimmer) empfohlen (Cohen et al. 2012). In spielerischer Weise können nicht nur Sprechstimmprofile, sondern auch Singstimmfelder bei Kindern frühzeitig registriert werden. Erfahrungen liegen für Kinder ab dem vollendeten 3. Lebensjahr vor (Zimmermann 1998). Referenzwerte für Kinder im Alter von 7 bis 10 Jahren haben Schneider et al. vorgelegt (Schneider et al. 2010). Auf der Grundlage großer Kohortenstudien liegen Normdaten für die Entwicklung der Sprechstimme (Frequenz und Intensität) und ihrer Assoziation zum Body Mass Index und zum Tanner-Stadium vor (Berger et al. 2018; Dienerowitz et al. 2021).

3.11.4 Erfassung der subjektiven Betroffenheit stimmgestörter Kinder und Jugendlicher

Fragebögen zur Beeinträchtigung der Lebensqualität bei Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter liegen in englischer und deutscher Sprache vor, z.B. der Pediatric Voice Handicap Index (Zur et al. 2007), die Pediatric voice related quality of live survey (Boseley et al. 2006) oder der Index zur persönlichen Stimmeinschätzung für Kinder und Eltern (IpSKi) (Heilmann et al. 2018). Der pVHI korreliert gut mit der auditorisch-perzeptuellen Untersuchung der Stimme bei Kindern (Johnson et al. 2011).

Kapitel 4 – Therapie von Stimmstörungen

4.1 Stimmtherapie

Ulla Beushausen

Stimmtherapien sind komplexe Interventionen mit mehreren interagierenden Komponenten. Sie beinhalten verschiedene Komplexitätsdimensionen, z. B. hinsichtlich der Outcomes, der Zielgruppen oder der Durchführenden (Craig et al. 2008). In den deutschsprachigen Ländern wurde seit Ende des 19. Jahrhunderts eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren zur konservativen Behandlung von Dysphonien entwickelt, die von Expert*innen aus Medizin, Gesangspädagogik, Sprechwissenschaft und Logopädie/Sprachheilpädagogik begründet wurden. Zählt man komplementäre Verfahren, wie Entspannungs- und Atemtechniken, sowie bewegungsorientierte Ansätze dazu, kommt man auf weit über 40 Verfahren. Eine sinnvolle Klassifikation stimmfunktionstherapeutischer Methoden kann nach dem Grad der theoretischen Fundierung, dem Grad der Verknüpfung stimm- und sprechkundlicher mit psychotherapeutischen Methoden und Prinzipien und dem Grad der Eigenständigkeit einer Methode erfolgen (Beushausen 2012, 2013, 2017). Im angloamerikanischen Raum wird zwischen direkter und indirekter Stimmtherapie unterschieden. Direkte Therapieverfahren setzen dabei an der Stimm- und Sprechtechnik an, um Atmung, Resonanz, Phonation und Artikulation zu optimieren. Im Gegensatz dazu arbeiten indirekte Therapien an allen Faktoren, die eine Stimmstörung hervorrufen und aufrechterhalten können, z.B. eine ungünstige Raumakustik, Dehydrierung, ein laryngopharyngealer Reflux sowie Stress- und Belastungsfaktoren.

Allgemein anerkannte Therapiebausteine einer Stimmtherapie sind Funktionsübungen zur Tonusregulierung, zur Körperhaltung und/ -aufrichtung, Atmung, Artikulation und Phonation (Beushausen 2017). Tabelle 7 listet methodenübergreifende Prinzipien und Inhalte einer Stimmtherapie.

Tabelle 7: Prinzipien und Inhalte einer Stimmtherapie

Raumakustik, Umweltfaktoren	z.B.: Beratung zu Stimmverstärkern, raumakustischen Maßnahmen am Arbeitsplatz, Ersatzstrategien für die Rufstimme etc.
Körperhaltung und Tonusregulation	Atmung im Zusammenhang mit Phonation und Körperhaltung, Körperwahrnehmungsübungen, Entspannungstechniken
Motivation	Motivation zur Stimmtherapie, Aufbau von Compliance für selbstangeleitetes häusliches Üben und Therapie, Empowerment zur Verantwortungsübernahme durch die Patient*innen,
Psychosoziale Beratung	Allgemeine Beratung, Beratung bei Stress/Ängsten/ Depressionen und deren Auswirkungen auf die Stimmfunktion, Aufklärung über das Störungsbild, Beratung zur stimmlichen Teilhabe im Alltag (Lebensqualität)
Anleitung häuslichen Übens	Prinzipien des motorischen Lernens; Variation der Übungen und Übungsmöglichkeiten im Alltag; Erstellen von Begleitmaterial und Monitoring der häuslichen Übungen
Resonanz	Verschiedene Therapiemethoden: z. B. Methoden zur Resonanzsteigerung, Kauübungen, Nasalierungstechniken usw.
Phonation (Methoden)	Therapiemethoden, z. B. Gähnübungen, Glissando, Crescendo, Übungen zur maximalen Tonhaldedauer, funktionale Stimmübungen (VFEs), Übungen mit halb- geschlossenem Vokaltrakt (SOVTE), Übungen zu vorderem Stimmansatz, Prosodie, Singstimme, atemrhythmisch-angepasste Phonation, Nasalierungstechniken usw.
Transfer	Spontansprachübungen, Sprechen über Distanz, Telefonieren, Sprechen im Störschall, präzise Artikulation in Konversationen, emotionales Sprechen, freie Rede, Debattieren, Sprechen in Videokonferenzen usw.
Direkte Manipulation	z. B. Laryngeale Massage, Atemmassage, Vibration

In einer an dem Paradigma der ICF-orientierten Stimmtherapie werden Kontextfaktoren wie situative Parameter und individuelle Persönlichkeitsaspekte der Patient*innen miteinbezogen (Rohnke 2018). Die Übertragung der in einer Stimmtherapie erlernten Strategien in den Stimmalltag und die Therapietreue (Compliance, Adhärenz, Empowerment) spielen als weitere Komponenten im komplexen Geschehen einer Stimmtherapie eine Rolle (van Leer und Connor 2010). Die Auswahl geeigneter Stimmfunktionsübungen findet unter Berücksichtigung von übergeordneten Prinzipien, wie Patientenvariablen, situativen Aspekten oder lerntheoretischen Aspekten, statt (Fielder und Beushausen, 2022), Baker 2012; Rohnke 2018).

4.1.1 Wirksamkeit direkter und indirekter Verfahren

Sowohl aus dem englischsprachigen als auch deutschsprachigen Raum liegen mehrere Metaanalysen und systematische Reviews vor, die die Effektivität von direkten und indirekten stimmtherapeutischen Methoden und deren Kombination auf unterschiedlichen

Messebenen aus randomisierten kontrollierten Studien belegen (Rohnke 2018; da Cunha Perera et al. 2016; Eastwood et al. 2015; Desjardins et al. 2017; Ruotsalainen et al. 2007, 2008; Speyer 2008; Lang und Delb 2018). 2008 berichtete Speyer, dass direkte Methoden wirksamer seien als indirekte Methoden. Ruotsalainen et al. (2007, 2008) weisen in ihren Reviews einer Mehrkomponententherapie aus direkten und indirekten Therapieverfahren bei funktionellen Dysphonien eine größere Effizienz zu.

4.1.2 Wirksamkeit einzelner Prinzipien einer Stimmtherapie

4.1.2.1 *Vocal Function Exercises (VFEs)*

Unter Vocal Function Exercises (VFEs) wird im englischsprachigen Raum ein direkter Therapieansatz verstanden, der die laryngeale Muskulatur stärken und das Zusammenspiel der drei Subsysteme der Stimme – Respiration, Phonation und Resonanz – (Stemple et al. 1994) verbessern soll. Die Autoren entwickelten dazu ein Standardprotokoll für funktionale Übungseinheiten.

Effektivität von Vocal Function Exercises (VFE)

VFE haben sich in der Standardvariante als effektiv sowohl bei pathologischen als auch bei ungestörten Stimmen erwiesen. Es existieren ca. 30 Studien für verschiedene Populationen und Störungsarten (zusammenfassend in Bane 2016). Damit stellen die VFEs eine gut belegte Übungsform dar, die in der Praxis auch in Kombination mit anderen Übungsprinzipien angewendet werden können. Aus den Effektivitätsnachweisen zu den VFE lassen sich einige Schlussfolgerungen zur Intensität von Stimmtherapie ableiten. Negative Effekte durch Überdosierung waren nicht nachweisbar, während es erste Hinweise auf eine eventuell nachlassende Wirksamkeit bei Unterdosierung gab (Stemple et al. 1994; Sabol et al. 1995; Roy et al. 2001; Gillivan-Murphy et al. 2006; Bell et al. 2007). Ein aktuelles Review zeigt, dass VFE die Stimmfunktion bei funktionellen Dysphonien, Presbyphonien, und Berufssprechern signifikant verbessern können (Angadi et al. 2017) und in einer Metanalyse von Jung und Delb (2018) erwiesen sich VFEs als effektivste Methode, die die Lebensqualität (operationalisiert durch den Voice Handicap Index (VHI)) klinisch relevant zu erhöhen vermochte.

4.1.2.2 *Semi-Occluded Vocal Tract Exercises (SOVTE)*

SOVTE sind Übungen mit teilweise verschlossenen Vokaltrakt durch eine bewusste, partielle Verengung des Ansatzrohres oberhalb der Stimmlippen (Rosenberg 2013). Zu den bekanntesten Übungsformen gehören Trills, die Phonation mit definierten Lauten, sowie der Einsatz von Schlauch (Tube) und Strohhalm (Straw). Allen Übungen gemeinsam ist die Verbesserung des Zusammenspiels von Atmung, Stimmproduktion und Resonanzbildung. Ein gleichmäßiger Anblasedruck bei gleichbleibender Strömungsgeschwindigkeit wird über Übungen mit Okklusionswiderstand gegen Wasser (water resistance) oder gegen Luft (air resistance) erreicht (Andrade et al. 2014; Rosenberg 2013; Titze, 1996; Stemple et al. 1994; Gaskill und Erickson 2008; Miller 2004).

Klinisch sind SOVTE bei organischen Stimmstörungen, velopharyngealer Insuffizienz (Laukkanen 2008; Sihvo und Denizoglu 2008), als postoperative Einstiegsübungen (Miller 2004) und bei funktionellen Störungen unterschiedlicher Symptomatik einsetzbar (Rosenberg 2013; Paes et al. 2013) sowie zur Kräftigung der Stimmlippen und Kehlkopfabsenkung (Balandat; 2014; Cielo et al. 2013; Guzman et al. 2013).

Effektivität von Semi-Occluded Vocal Tract Exercises (SOVTE)

Sofort- und Kurzzeiteffekte konnten beim Einsatz von SOVTE belegt werden (z.B. Cielo et al. 2013; Guzman et al. 2013; Maxfield et al. 2013; Balandat; 2014, Mills et al. 2017).

Wirkungsfaktoren wie die Dauer einer Übungseinheit und die Anzahl der Wiederholungen wurden ebenfalls untersucht (Mills et al. 2017, da Silva et al. 2018). Eine aktuelle Metaanalyse, die acht Studien zur Wirksamkeit von SOVTE inkludierte, kam zu dem Schluss, dass SOVTE ein wirksames Verfahren in der Stimmtherapie darstellen (Pozzali et al. 2021). Erste RCTs geben Hinweise auf ähnliche Effektgrößen von SOVTE und VFE (Emygdio da Silva Antonetti et al. 2021)

4.1.3 Wirksamkeit von Methoden der Stimmtherapie

Im angloamerikanischen Raum gelten die

- Accent Method (Akzentmethode, Smith und Thyme 1976; Kotby et al. 1991; 1993; Fex et al. 1994; Bassiouny; 1998),
- Resonant Voice Therapy (Verdolini-Marston et al. 1995; Chen et al. 2003; Roy et al. 2003; Bell et al. 2007, Yiu et al. 2017),
- Manual Laryngeal Musculoskeletal Reduction Technique (Roy und Leeper 1993; Roy et al. 1997; Van Lierde et al. 2004; Angadi et al. 2017)

als evidenzbasiert.

4.1.4 Wirksamkeit einer Stimmtherapie bei einzelnen Störungsbildern

Im Vergleich von Experimental- und Kontrollgruppe nach stimmtherapeutischer Intervention konnten beschreibt Rohnke (2018) in einem systematischen Review signifikante Verbesserungen bei Dysphonien mit gastro-ösophagealem Reflux (Vashani et al. 2010), bei Stimmbeschwerden in Kombination mit laryngo-pharyngealem Reflux (Park et al. 2012), bei Stimmbeschwerden in Kombination mit laryngo-pharyngealem Reflux und Polypen, Stimmlippenknötchen, Granulomen sowie bei funktionellen Dysphonien (Kleemola et al. 2011), bei Stimmlippenknötchen (Menezes et al. 2011), bei funktionellen Dysphonien (Wenke et al. 2014), bei leichtgradigen Dysphonien (Guzman et al. 2013a), bei nichtorganischen Dysphonien (Demmink-Geertman und Dejonckere, 2010) sowie bei Entzündungen auf Stimmlippenebene (Rohnke, 2018; Verdolini Abbott et al. 2012).

Eine Metaanalyse von Jung und Delb (2018) zeigt, dass die inkludierten Methoden der Stimmtherapie den VHI-Punktwert bei Patienten mit funktionellen Stimmstörungen durchschnittlich signifikant um -7,66 Punkte im Voice Handicap Index senken. VFEs erwiesen sich dabei bei Presbyphonie als effizient im Vergleich zu anderen Methoden. VFEs zeigten auch signifikante Verbesserungen der Stimmparameter bei Sänger*innen (Mendes et al. 2017).

Die derzeitige Datenlage weist darauf hin, dass Stimmtherapien unabhängig von den verwendeten Therapiemethoden effektiv sind. Besonders effizient im Methodenvergleich scheinen Vocal Function Exercises (VFE) und Semi-Occluded Vocal Tract Exercises (SOVTE) zu sein.

Empfehlung 24	
Für Vocal Function Exercises (VFE) und Semi-Occluded Vocal Tract Exercises (SOVTE) liegen die besten Evidenzen vor, so dass deren Anwendung im Einzelfall überprüft werden sollte.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.1.5 Langzeiteffekte einer Stimmtherapie

Langzeiteffekte, die sich mindestens sechs Monaten nach Therapieende messen lassen, wurden verhältnismäßig selten erhoben. Für den Zeitraum von 1997 bis 2016 konnten nur

sechs Studien zur Überprüfung von Langzeiteffekten von Stimmtherapie bei funktioneller Dysphonie identifiziert werden (Lukaschyk et al. 2016). Die verwendeten Interventionen umfassten Einzel- und Gruppenbehandlungen. Die Zeitspanne der Erhebung der Langzeiteffekte variierte zwischen sechs Monaten und 8,1 Jahren. Zur Erhebung wurden unterschiedliche Instrumente herangezogen, die alle einen signifikanten positiven Effekt im Vergleich im Prä-Postvergleich zeigten (ebenda). 2018 konnten Ohlsson et al. in einer randomisierten kontrollierten Studie signifikante Verbesserungen nach Stimmtherapie zwölf Monate nach Therapieende zeigen.

4.1.6 Hochfrequente Formen der Stimmtherapie

Eine hochfrequente Therapie scheint eine große Rolle bei der Optimierung des Therapieergebnisses zu spielen. Tabelle 8 gibt einen Überblick über die Therapiefrequenz, den Therapieaufbau und die Therapiedauer intensiver Therapieansätze.

Tabelle 8: Dauer und Frequenz intensiver Stimmtherapie

Quelle	Gesamtmenge an Therapie	Therapiedauer	Therapiefrequenz	Störungsbild
Fu et al. (2014; 2015)	9 Einheiten	3 Wochen	k. A.	Stimmlippenknötchen
Patel et al. (2011)	5 x 60 Minuten	1–4 Tage	Täglich	Chronische Stimmstörungen
Verdolini-Marston et al. (1995)	8 Einheiten	15 Tage	k. A.	Stimmlippenknötchen
Wenke et al. (2014)	8 x 60 Minuten	2 Wochen	4 x in der Woche	Funktionelle Dysphonie
Spielman et al. (2007)	16 x 60 Minuten	4 Wochen	4 x in der Woche	Morbus Parkinson

Verdolini-Marston et al. (1995) verglichen die Effekte je einer Intensiv-Variante für die Confidential Voice und Resonant Voice Therapy (8 Therapiesitzungen in insgesamt 15 Tagen) mit Standardversionen dieser Techniken und einer unbehandelten Kontrollgruppe bei Personen mit Stimmlippenknötchen. Beide Intensiv-Interventionsgruppen verbesserten sich signifikant in akustischen und aerodynamischen Parametern. Die Compliance der Studienteilnehmer bei der Durchführung von häuslichen Übungen erwies sich dabei als bester Prädiktor für den Therapieerfolg, während Effekte der Variablen „Methode“ oder „Dosierungsform“ nicht eindeutig nachweisbar waren.

Wenke et al. (2014) verglichen die Auswirkung einer intensiven Stimmtherapie (8 Einheiten zu 60 Minuten: 4 x wöchentlich über 2 Wochen) auf funktionale Stimmparameter sowie auf die Lebensqualität bei Patient*innen mit funktioneller Dysphonie mit einer Standardtherapie (8 Einheiten zu 60 Minuten: 1 x wöchentlich über 8 Wochen). Die Therapieform bestand aus einer Anleitung zur Stimmhygiene und aus einem individualisierten Programm evidenzbasierter stimmtherapeutischer Techniken. Leider lag die Anzahl der Versuchspersonen in dieser Studie unter 10 Personen je Interventionsgruppe, und es wurde – wie etwa in der Studie von Verdolini-Marston et al. (1995) – keine standardisierte/bzw. manualisierte Therapie durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten für die Intensiv-Variante eine

größere subjektive Zufriedenheit der Teilnehmer*innen sowie größere Verbesserungen im Voice Handicap Index (Jacobson et al. 1997). Darüber hinaus verstärkten sich die Effekte in dieser Gruppe weiterhin bis zum Follow-up-Termin nach vier Wochen. Bane (2016) deutet dies als Indikator, dass sich motorisches Lernen unter hochfrequenter Therapie auch nach Ende der Übungszeit weiter fortsetzt. Wenke et al. (2014) interpretieren aus ihren Ergebnissen, dass eine hochfrequente Therapie motorisches Lernen anregt und für die Patient*innen eine größere Chance bietet, die gelernten Stimmtechniken zu konsolidieren.

Fu et al. (2014) führten eine Stimmtherapie in 9 Sitzungen über einen Zeitraum von drei Wochen durch und verglichen diese Therapieform mit einer Standardtherapie. 2015 untersuchten sie dann eine Kurzvariante als Online-Therapie via Skype und fanden in beiden Studien eine ähnlich hohe Wirksamkeit der hochfrequenten Therapie, die der Standardtherapie überlegen war. Hochfrequente Stimmtherapien, die sich bisher dem traditionellen Ansatz von ein bis zwei Sitzungen in der Woche als überlegen erwiesen, erforderten drei bis fünf Sitzungen in der Woche bis hin zu fünf Sitzungen täglich.

Empfehlung 25	
Die Frequenz der Stimmtherapien sollte der therapeutischen und prognostischen Notwendigkeit sowie der Compliance der Patient*innen angepasst werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Immer wieder wird die Auswirkung einer möglichen Über- oder Unterdosierung in der Stimmfunktionstherapie diskutiert (Baker, 2012). Bisher weisen alle Studien zur Wirksamkeit von VFE und SOVTE jedoch darauf hin, dass auch eine hochdosierte Stimmtherapie (mehrmals täglich) keine schädigenden Effekte zeigt (vgl. z. B. Bane 2016; Beushausen, 2017), während eine Unterdosierung den Therapieerfolg einer Stimmfunktionstherapie schmälern kann.

4.1.7 Stimmfunktionstherapie in Kombination mit Elektrostimulation

Michael Jungheim

Empfehlung 25	
Die Studienlage zur Elektrostimulation in der Stimmtherapie ist uneinheitlich. Der Einsatz kann im Rahmen der Stimmfunktionstherapie im Einzelfall erwogen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die therapeutische elektrische Stimulation von Nerven, Muskeln oder „Nerv-Muskel-Einheiten“ kann indirekt (durch Stimulation des innervierenden Nervs) oder direkt (durch Stimulation der Muskulatur) erfolgen, außerdem sind Stimulationen zur Modifikation der Gewebesensibilität möglich. Diese Verfahren werden hier zusammenfassend als „neuromuskuläre Elektrostimulation“ (NMES) bezeichnet (Robertson et al. 2006, Miller et al. 2013, Miller et al. 2014). Larynxschrittmacher („laryngeal pacemaker“) werden hier nicht berücksichtigt (Vgl. 4.2.4.4).

Es können generell drei Stimulationsfrequenzbereiche unterschieden werden, die unterschiedliche Wirkungen im Muskelgewebe haben. Niederfrequente Stimulationsströme (bis ca. 1000 Hz) erzeugen pulssynchrone Muskelkontraktionen. Mittelfrequente Ströme (ca. 1000 Hz bis 100.000 Hz) lösen nicht bei jedem Puls eine Muskelkontraktion aus und werden deshalb häufig modifiziert (z.B. amplitudenmoduliert) appliziert. Sie werden in der

Regel besser toleriert und angenehmer empfunden als niederfrequente Ströme. Hochfrequente Ströme (über 100.000 Hz) haben keinen Stimulationseffekt im Sinne der Auslösung von Muskelkontraktionen, sondern werden zur Erwärmung des Gewebes verwendet (Robertson et al. 2006; Miller et al. 2013; Miller et al. 2014).

Die Stimulationsströme werden über Elektroden appliziert, die auf der Haut angebracht (transkutane Stimulation) oder in das Gewebe eingestochen werden (perkutane Stimulation). Es müssen mindestens zwei Elektroden gleichzeitig verwendet werden, um einen Stromfluss im Behandlungsgebiet zu ermöglichen. Für die Stimulationsströme können eine Vielzahl unterschiedlicher Parameter festgelegt werden. Modifikationen können z.B. hinsichtlich der Polaritäten (Gleichstrom, Wechselstrom), der Frequenz, der Amplitude, der Pulsform, der Pulsdauer oder Pulswiederholungen erfolgen (Robertson et al. 2006).

Ziele einer NMES bei funktionseingeschränkter oder paretischer Muskulatur sind u.a. (Robertson et al. 2006; Miller et al. 2013; Grill et al. 2001):

- Vermeidung von Fibrosierungen und Atrophie der Muskulatur
- Vermeidung von Fibrillationen
- Beschleunigung der morphologischen und funktionellen Regeneration des Nervs
- Erhalt der Flexibilität der Muskulatur bis zur Reinnervation

Die Elektrostimulation ist in der Rehabilitationsmedizin ein fester Therapiebestandteil. Zur Behandlung von Stimmstörungen wird die NMES allein oder in Kombination mit einer Stimmtherapie bereits seit mehr als 50 Jahren durchgeführt (Böhme 1965). Die Effektivität einer NMES-Therapie wurde für mehrere Krankheitsbilder untersucht:

4.1.7.1 *Stimmlippenknötchen*

Bei Patientinnen mit Stimmlippenknötchen wurden Verbesserung von Stimmparametern und begleitenden Symptomen (Schmerzen im Hals und Schulterbereich) im Vergleich zur laryngealen manuellen Therapie bzw. zur Stimmtherapie gezeigt (Alves Silverio et al. 2015; Guirro et al. 2008). Eine Verbesserung des Glottisschlusses, der Stimmqualität sowie eine Reduktion der Stimmanstrengung konnte ebenfalls erreicht werden (Santos et al. 2016), während eine verbesserte Regularität bei Stimmlippendiadochokinese nicht nachweisbar war (Siqueira et al. 2017).

4.1.7.2 *Paresen des Nervus laryngeus superior und inferior*

Bei einseitiger Stimmlippenparese konnte mit einer transkutanen NMES, die ohne oder in Kombination mit einer Stimmtherapie durchgeführt wurde, eine Verbesserung der Stimme hinsichtlich der Parameter „Schwingungsirregularität“ und „maximale Phonationsdauer“ erreicht werden (Ptok und Strack 2005, 2008a, 2008b). Mit einer phonationssynchronen NMES wurden ebenfalls Stimmverbesserungen gezeigt (Garcia Perez et al. 2014). Verbesserungen von Stimmqualitätsparametern waren bei Patient*innen mit beidseitiger Stimmlippenparese (Dahl und Witt 2006) sowie bei zwei Patientinnen mit vermuteter Parese des N. laryngeus superior (Guzman et al. 20014) nachweisbar. Eine Verbesserung der Stimmlippenbeweglichkeit wird kontrovers diskutiert (Formánek et al. 2020).

4.1.7.3 *Stimmlippenspannungsverlust und funktionelle Dysphonien*

Bei Patient*innen mit beidseitigem Stimmlippenspannungsverlust und chronischer Dysphonie wurde nach Stimmtherapie in Kombination mit transkutaner NMES eine Verbesserung bezüglich der Stimmlippenspannung, der Stimmparameter und der subjektiven Einschätzung der Stimme erreicht (Lagorio et al. 2010). Bei Patientinnen mit

Presbydysphonie waren nach NMES Verbesserungen der subjektiven Stimmempfindung und der stimmbezogenen Lebensqualität feststellbar, objektive Stimmparameter waren dagegen nicht verbessert (Gugatschka et al. 2020). Missempfindungen im Vokaltrakt und muskuloskeletale Schmerzen konnten mit kombinierter transkutane NMES und Stimmtherapie besser reduziert werden, als mit alleiniger Stimmtherapie (Mansuri et al. 2020). Auch bei Patientinnen mit funktioneller Dysphonie wurden nach transkutane NMES Verbesserungen der Stimmqualität und eine Reduktion muskuloskeletaler Schmerzen gezeigt (Conde et al. 2018).

4.1.7.4 *Spasmodische Dysphonie*

Mit einer perkutanen NMES (bipolare Nadelelektrode) von laryngealen Adduktormuskeln konnte eine verbesserte Sprachproduktion bei Patient*innen mit spasmodischer Dysphonie vom Abduktortyp gezeigt werden (Bidus et al. 2000).

4.1.7.5 *NMES bei gesunden Proband*innen*

Bei gesunden Proband*innen wurden nach transkutane NMES Veränderungen in der Grundfrequenz und im relativen Geräuschpegel der Stimme nachgewiesen (Fowler et al. 2011), außerdem konnte mit transkutane NMES eine Stimmlippenadduktion erreicht werden (Seifpanahi et al. 2017). Eine verbesserte Stimmregeneration nach Stimmbelastungsübungen konnte nach Durchführung einer kurzzeitigen transkutane NMES nur bedingt nachgewiesen werden (Gorham-Rowan und Morris 2016).

4.1.7.6 *Bewertung*

Die Studienanzahl ist noch gering und der Vergleich der Studien aufgrund uneinheitlicher Stimulationsparameter, Stimulationsprotokolle, Elektrodentypen und Position der Elektrodenanlage sowie zu wählender Stimmanalyseparameter erschwert. In den meisten Studien wird allerdings die Wirksamkeit der NMES als alleinige Therapie oder in Kombination mit einer Stimmtherapie gemessen an unterschiedlichen Untersuchungsparametern gezeigt. Bei entsprechender Indikation kann eine NMES daher als sinnvolle, additive Therapie neben einer Stimmfunktionstherapie angesehen werden.

4.2 Operative Therapie – Phonochirurgische Verfahren

Tadeus Nawka, Alexander Mainka, Philipp Caffier, Jörg Bohlender, Matthias Echternach, Christian Betz, Dirk Mürbe

4.2.1 Einleitung

Phonochirurgische Verfahren dienen entweder der Stimmverbesserung mit Wiederherstellung oder dem möglichst großen Erhalt der Stimmfunktion. Sie umfassen die Phonomikrochirurgie mit direktem und indirektem Zugang, die Laryngoplastiken, laryngeale Injektionen und die chirurgische Reinnervation des Larynx. Grundlagen der modernen Operationstechniken bei Stimmschädigungen sind neu gewonnene Erkenntnisse über den ultrastrukturellen Aufbau der Stimmlippen und die zunehmende Erfahrung vieler Operateur*innen vor dem speziellen Hintergrund der erhöhten sozialen und professionellen Anforderungen an die Stimme. Eine Beeinträchtigung der Kommunikation oder spezifischer künstlerischer Fähigkeiten hat an gesellschaftlicher Bedeutung gewonnen. In der Folge hat sich ein breites Repertoire chirurgischer Verfahren zur Wiederherstellung oder dem Erhalt der Stimmfunktion etabliert. Es sollte den hohen Ansprüchen genügen, die zu Recht an funktionell orientierte invasive Maßnahmen gestellt werden. Eine gestörte oder wiederhergestellte Stimme kann nur

mehrdimensional diagnostiziert werden. Die differenzierte Indikationsstellung zur Therapie und die Wahl des geeigneten Verfahrens ergeben sich daraus.

Die auf die Stimme zentrierten operativen Verfahren werden traditionell unter dem Begriff Phonochirurgie zusammengefasst. Sie zielen auf eine Verbesserung der Stimme unter dem funktionellen Aspekt der sprechsprachlichen Kommunikation. Eine spezielle, funktionell orientierte Indikation für chirurgische Eingriffe ist seit der Mitte des 20. Jahrhunderts akzeptiert. Die Einführung des Begriffes Phonochirurgie im Jahre 1963 geht auf Hans von Leden und Godfrey Arnold zurück (Leden 1991).

Nach einer Einteilung des Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society (ELS) wird die Phonochirurgie als eine Chirurgie bezeichnet, deren primäre und wesentliche Intention die Verbesserung oder der Erhalt der Stimmfunktion darstellt und sich so von den Intentionen anderer Verfahren mit Resektionen unterscheidet. Gestuft werden innerhalb der Phonochirurgie 4 Gruppen gesehen: 1. Vocal fold surgery, Mikrochirurgie an den Stimmlippen; 2. Laryngeal framework surgery, funktionelle Chirurgie am Kehlkopfskelett; 3. Neuromuscular surgery, neuromuskuläre Chirurgie und 4. Reconstructive surgery, rekonstruktive Chirurgie. Über diese Definition hinausgehende Maßnahmen und Operationen, die nicht primär zum Zweck der Stimmverbesserung durchgeführt werden, werden nicht der Phonochirurgie im engeren Sinne zugerechnet. Der Begriff der Phonochirurgie wird insofern teilweise unterschiedlich umfassend benutzt. Da durch Operationen bei verschiedensten Entitäten am Stimmorgan ein Wissen um die Stimmfunktion und deren Erhalt wichtig ist, werden in diesem Kapitel auch Maßnahmen ausserhalb der eigentlichen Phonochirurgie erwähnt und in ihrer Bedeutung für die Stimmfunktion beschrieben. (Friedrich et al., 2007, Friedrich 2013).

Tabelle 9: Fünfschichtiger Aufbau der Stimmlippen und seine funktionelle Einteilung in das Body-Cover-Modell (Hirano 1981)

fünfschichtiges Schema		Body-Cover-Modell	
Epithel		Schleimhaut	Cover
	obere Schicht	Schleimhaut	Cover
Lamina propria	mittlere Schicht	Stimmband	Transition
	tiefe Schicht	Stimmband	Transition
M. thyroarytaenoideus		Muskel	Body

4.2.1.1 Grundsätze der Chirurgie von Stimmstörungen

Nach ihrer Ursache können Stimmstörungen, die im Bedarfsfall phonochirurgisch behandelt werden, in zwei Gruppen unterteilt werden: Stimmlippenerkrankungen mit pathologischem Gewebe, das reguläre Schwingungen behindert, und Störungen der Stimmlippenbewegung mit falscher Position und/oder Spannung der Stimmlippen.

Prinzipiell sollte die funktionelle Struktur der Stimmlippen (Tabelle 9) bei einem phonochirurgischen Eingriff erhalten bleiben oder wiederhergestellt werden. Dabei gelten, soweit es die Grunderkrankung erlaubt, folgende Grundsätze:

- Schichtstruktur beachten,
- Gewebe minimal exzidieren,
- Rupturen der superfiziellen Lamina propria minimieren,
- Epithel besonders am freien vibrierenden Stimmlippenrand erhalten.

Empfehlung 26	
Bei phonochirurgischen Eingriffen soll die funktionelle Struktur der spezifischen Stimmlippenarchitektur berücksichtigt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.1.2 Indikationen zur endolaryngealen Phonochirurgie

Eine Funktionsstörung kann durch folgende pathologische Gewebsveränderungen verursacht werden:

- Veränderungen der Lamina propria (z. B. Reinke-Ödem, Knötchen, Polypen),
- Zysten (Epidermoidzysten, Retentionszysten, Pseudozysten), der Stimmlippen
- Narbenbrücken in Längsrichtung des Epithels, Sulcus vocalis, Vergeture, mucosal bridge
- Strukturell bedingte Glottisschlussinsuffizienz (Atrophie, Narbe, Defekt),
- Gefäßveränderungen (Angiektasie, Varizen, Hämatome),
- Arytaenoid-Granulationen (Kontaktgranulom, Intubationsgranulom), Abgrenzung zu einem Malignom oder z.B. Abrikosoff-Tumor
- vordere Synechien (angeboren, erworben, Mikrosynechien).

Die Schwere der Stimmfunktionsstörung wird durch die Funktionsdiagnostik ermittelt.

Phonochirurgische Prinzipien sollten soweit möglich auch bei der Chirurgie epithelialer Läsionen (z. B. Papillomatose, Epitheldysplasien, chronische Laryngitis, Karzinom) berücksichtigt werden, obgleich hier die Therapie der Grunderkrankung selbstverständlich im Vordergrund steht

4.2.1.3 Dokumentation

Die Dokumentation sollte sich auf das Protokoll der European Laryngological Association (Dejonckere et al. 2001) stützen, indem möglichst einfache und aussagekräftige multidimensionale Untersuchungen zur Bewertung der Stimmfunktionsstörung genommen werden. Die darin vorgeschlagenen Untersuchungen beziehen sich auf verschiedene, unabhängige Teilaspekte der Stimme, haben also einen inneren Zusammenhang. Das Ziel der multidimensionalen Stimmdiagnostik ist, Stimmstörungen in normal (0 - 4 %), gering (5 - 24 %), mittelgradig (25 - 49 %) oder hochgradig (50 - 95 %) bis vollständig (96 - 100 %) nach der Internationalen Klassifikation der Funktion, Behinderung und Gesundheit (ICF) (WHO 2013) einordnen zu können (Nawka et al. 2014). Für evidenzbasierte Studien ist eine einheitliche Diagnostik mit reliablen

und validen Daten unumgänglich. Für die Bewertung der Stimmqualität und Stimmleistungsfähigkeit nach phonochirurgischen Eingriffen kann gegenwärtig ein direkter Vergleich absoluter Messwerte verschiedener Autor* innen nur dann angestellt werden, wenn die Messbedingungen an verschiedenen Orten gleich sind.

Empfehlung 27	
Vor phonochirurgischen Maßnahmen soll eine Stimmfunktionsdiagnostik durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.2 Phonomikrochirurgie in Oberflächenanästhesie

Kleine epitheliale und subepitheliale Veränderungen an den Stimmlippen (bis 5 mm Ausdehnung) können am wachen Patienten in Oberflächenanästhesie operiert werden (Wendler und Seidner 1971; Wendler et al. 1973; Nawka et al. 1996; Seidner 2000; Eckel et al. 2003). Die Prämedikation (z. B. 10 mg Morphin und 0,5 mg Atropin s. c. oder 7,5 mg Dormicum und 0,5 mg Atropin (Dysurgal)) und Oberflächenanästhesie mit Tetracain oder Lidocain durch Einsprühen und direkten Kontakt mit Wattetupfer erlauben eine sichere Entfernung von Knötchen, Polypen, Ödemen, kleinen Papillomen sowie Probeexzisionen und Injektionslaryngoplastiken unter stroboskopischer und auditiver Kontrolle. Ebenso können Injektionen in die Stimmlippe wie z.B. Cortisoninjektion bei rheumatoider Arthritis oder Botulinumtoxininjektionen im gleichen Setting durchgeführt werden. Die ambulanten Operationen können entweder mit der starren 70°-Optik (alternativ 90°-Optik)° oder einem flexiblen Endoskop unter Videokontrolle durchgeführt werden. Eine korrekte Indikationsstellung und fachkundige Übung erlauben, die chirurgische Behandlung präzise durchzuführen.. Unter dem Druck, zunehmend ambulant operieren zu müssen, wird diese Technik ihre Bedeutung behalten. Sie sollte im Repertoire jeder Phonochirurg*in sein.

Statement 29	
An wachen Patient*innen lassen sich kleine epitheliale und subepitheliale Veränderungen in Oberflächenanästhesie abtragen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 30	
In Oberflächenanästhesie sind Injektionen (z.B. Botulinumtoxin, Cortison, Augmentationsmaterial) in die Stimmlippen möglich.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 28	
Phonomikrochirurgische Eingriffe können endoskopisch transoral oder transnasal sowie transzervikal erfolgen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3 Phonomikrochirurgie bei direkter Mikrolaryngoskopie

4.2.3.1 Technik

Die Vorteile der direkten Mikrolaryngoskopie sind das binokulare, stereoskopische Sehen, die starke Vergrößerung, das scharfe Bild mit sehr guter Ausleuchtung, die Relaxation der zu Operierenden und die Möglichkeit für die Operateur*innen, beidhändig zu arbeiten. Dieser Zugang ist in der Phonochirurgie am weitesten verbreitet. Zur Wahl des Instrumentariums können allgemeine Empfehlungen nicht gegeben werden; verschiedene Autoren haben eigene Instrumentensätze entwickelt. Verbreitet sind die Instrumente nach Kleinsasser, Bouchayer, Sataloff, Benninger und das spezielle Laser-Mikroinstrumentarium nach Abitbol.

Wichtige chirurgische Techniken sind:

- das Erfassen pathologischer Strukturen mit Doppellöffelzängchen oder flachen herzförmigen Fasszängchen,
- die Inzision mit dem Messer,
- die Präparation im Epithelniveau einschließlich der Basalmembran mit Dissektionsinstrumenten,
- das scharfe Durchtrennen von Epithel mit Scherchen,
- das dosierbare Saugen von Schleim, Pseudomyxom, Blut und Geweberesten,
- lasergestützte Koagulation, Vaporisation, In- und Exzision mit CO₂-, KTP-, TruBlue-Laser, elektrische Hochfrequenztherapie (MHz und GHz)
- das Abtragen von Gewebe mit dem Shaver,
- die Blutstillung durch Aufbringen von mit Adrenalin getränkten Hirnwatten oder gezielt mit monopolaren Elektroden („wenn der Laser nicht verwendet wird oder nicht effektiv ist,“),
- das Legen von Nähten mit dem Nadelhalter, Fasszängchen und Knotenschieber,
- die Injektion von Füllmaterial über die Larynx-Hochdruckspritze (Fett, Faszie), lange, starre Kanülen (Calcium-Hydroxylapatit, Polyacrylamid), oder zurechtgeschnittene Butterfly-Katheter (Kollagen, Hyaluronsäure).

Die Laryngoskope haben unterschiedliche Formen. Mit neueren Entwicklungen wollen die Entwickler besonders die Darstellung der vorderen Kommissur (Vaughan 1993; Zeitels und Vaughan 1994) oder die Exposition von Larynx und Umgebung (Benjamin and Lindholm 2003) erreichen. Wie bei jedem Instrumentarium gilt, dass durch den ständigen Gebrauch und die Gewöhnung an bestimmte Formen von Laryngoskopen die Geschicklichkeit im Umgang zunimmt. Generell sollte das Laryngoskop mit dem größtmöglichen Durchmesser genommen werden. Ein schwierig einzustellender Larynx lässt sich jedoch mit einem kleineren Laryngoskop besser exponieren.

Statement 31	
Die Phonomikrochirurgie bei direkter Mikrolaryngoskopie erlaubt binokulares stereoskopisches Sehen und bimanuelles Operieren bei gleichzeitiger Relaxation der zu Operierenden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 32	
Eine Vielzahl an unterschiedlichen phonomikrochirurgischen Techniken ist in direkter Mikrolaryngoskopie durchführbar.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.2 Anästhesietechniken

An die Anästhesie für phonochirurgische Verfahren werden besondere Anforderungen gestellt. Die Dauer der Eingriffe ist oft kurz. Für die Anästhesist*in ist der Atemweg während der Operation schlecht zugänglich. Die Narkose und insbesondere Analgesie muss ausreichend tief sein, um eine Vagusstimulation mit der Folge einer Bradykardie bis Asystolie durch Einsetzen des Stützrohres zu verhindern. Die Glottis sollte ausreichend weit geöffnet sein, damit zusätzliche Schäden im Bereich der Glottis durch die Intubation vermieden werden. Atemwegs-Devices (Tubus, Jet-Katheter etc.) zur Oxygenierung der Patient*in konkurrieren räumlich direkt mit dem OP-Feld. Zum Teil verengen stenosierende Prozesse oder anatomische Variationen den Atemweg so stark, dass eine konventionelle Intubation erschwert bis unmöglich ist. Bei laserchirurgischen Verfahren muss ein Entflammen des Tubus verhindert werden.

Phonochirurgische Eingriffe erfordern eine Absprache und enge Kommunikation vor und während des Eingriffes zwischen den chirurgisch und anästhesiologisch tätigen Ärzt*innen über das operative Vorgehen, die Dauer der Operation, über die Atemwegssicherung und zu erwartende postoperative Atemwegsprobleme.

Zur Intubation sind deutlich dünnere Tuben als bei Standard-Intubationen notwendig. Ein Abknicken des Tubus sollte ausgeschlossen sein. Geeignete Tuben sind Spiral- oder Woodbridge-Tuben mit einem Innendurchmesser von ca. 5,0 bis 5,5 mm bei einem Erwachsenen. Derart kleine Tuben vergrößern allerdings den Atemwegswiderstand, und die Dislokationsgefahr ist erhöht. Somit sollte auch die Tubusgröße präoperativ abgesprochen werden.

Bei der Jet-Ventilation wird ein Jetstrom eines Sauerstoff-Luft-Gemisches in den Atemweg geschossen, der weitere Umgebungsluft mit sich reißt. Der Jet kann infraglottisch über einen transglottisch eingesetzten Jet-Katheter oder supraglottisch über ein zusätzliches Röhrchen am Laryngoskoprohr appliziert werden. Die Jet-Ventilation ermöglicht prinzipiell eine bessere Exposition des Endolarynx als bei Intubation, zumal die raumfordernde Wirkung des Tubus entfällt. Sie bringt für phonochirurgische Eingriffe allerdings nicht unbedingt nur Vorteile (Hirlinger et al. 1983; Friedrich et al. 2002), da es – insbesondere bei supraglottischer Jet-Ventilation – zu starken Mitbewegungen der endolaryngealen Strukturen kommt. Sie kann zum einen als Alternative bei (weniger durch den Einfluss der Luftströmung beeinflussbaren) Veränderungen am kartilaginären Teil der Stimmlippe gewählt werden. Durch Einsatz eines transglottisch gelegten Jet-Katheters oder in (mit den Anästhesisten abgesprochenen) «Jet-Pausen»-Katheter erreicht man schließlich auch eine optimale Exposition des gesamten Endolarynx mit minimaler passiver Bewegung der Glottis. Unter Jet-Ventilation bei Papillomatose muss das Risiko mikrobieller Kontamination im OP-Bereich beachtet werden.

Wenn wegen einer Stenosierung des Atemwegs der passive Ausstrom der Atemluft vorbei am Jet-Katheter nicht mehr gewährleistet ist, bricht der Jet-Ventilator wegen Überschreitung der Druckgrenzen die Beatmung ab. In solchen Fällen kann eine langsame aktive Inspiration sowie eine aktive Expiration des Atemgases mithilfe des

manuellen Beatmungsdevices Ventrain® erfolgen. Der nötige Frischgasfluss über ein übliches Sauerstoff-Flowmeter für dieses Gerät beträgt 15 l/min. Bei Laseranwendung ist entsprechend ein Sauerstoff-Luft-Blender mit Reduktion der O₂-Fraktion auf 30% oder Raumlufte nötig. Alternativ zum Flowmeter kann der Bypass- oder Auxillary-Flow-Ausgang des Jet-Ventilators verwendet werden.

Die Jet-Ventilation erfolgt bei offenen Atemwegen und ist deshalb bei aspirationsgefährdeten Patient*innen kontraindiziert.

Bei Anwendung eines Lasers sollen laserresistente Tuben oder Jet-Katheter verwendet werden. Die inspiratorische Sauerstoff-Fraktion (F_iO₂) der Beatmungsluft soll bei Laser-Anwendung auf 30% oder Raumlufte abgesenkt werden. Kommt es doch zu einem Tubusbrand, muss der Tubus sofort mit bereitgestelltem Wasser gelöscht und gleichzeitig aus dem Atemweg entfernt werden (cave Aspiration). Vor Laser-Anwendung muss sich die Operateur*in versichern, dass alle Schutzmaßnahmen eingehalten werden (lasersicherer Tubus oder Katheter, F_iO₂ abgesenkt, Laserschutzfilter am Mikroskop, laserspezifische Schutzbrillen für Personal, Augen der Patient*innen abgedeckt, ggf. Fenster abgedeckt, Laserwarnleuchte eingeschaltet).

Die Möglichkeit einer Beatmung über einen sehr dünnen blockbaren Tubus (Außendurchmesser 4,4 mm) bietet ein innovatives Fluss-gesteuertes Beatmungsgerät der Fa. Ventinova (Evone®) mit alternativer Möglichkeit der Jetventilation bei entblocktem Tubus. Der dünne Tubus bietet bei engen Verhältnissen oder großen obturierenden Befunden eine bessere Übersicht über die Glottis und erleichtert die Exposition bei schwierig einzustellendem Larynx (Schmidt et al. 2019).

Eine weitere Möglichkeit besteht in einer intermittierenden Beatmung durch einen dünnen eingesteckten Tubus durch das Mikrolaryngoskopierrohr. Unter Monitoring des SaO₂ kann zwischenbeatmet werden. Nach einer Aufsättigung mit reinem Sauerstoff muss jedoch durch Absaugen im Atemweg wieder eine Raumlufte-Situation im Op-Bereich sichergestellt werden, um Inflammationen beim Lasern zu vermeiden.

Neben der Jet-Ventilation gibt es auch andere Formen der apnoeischen Oxygenierung, von denen vornehmlich THRIVE (Transnasal humidified rapid-insufflation ventilatory exchange) zunehmend in der operativen Laryngologie (inklusive Phonochirurgie) Anwendung findet (Patel et al 2015). Hierbei wird befeuchtete, mit Sauerstoff angereicherte erwärmte Luft transnasal (typischerweise 70 L/min) appliziert, wodurch – bei ausreichend eröffnetem Luftweg – sowohl eine Oxygenierung als auch ein «Ausblasen» von CO₂ aus der Lunge erreicht werden kann. In einer anderen, kostengünstigen Methode zur apnoeischen Oxygenierung wird Sauerstoff aus einem Sauerstoff-Flowmeter über einen transglottisch eingeführten dünnen Katheter in die Lunge geleitet (O'Loughlin et al. 2019).

Eine totale intravenöse Anästhesie mit Propofol und Remifentanil (Ultiva®), Relaxation mit dem kurzwirksamen Muskelrelaxans Mivacuriumchlorid (Mivacron®) und die orotracheale Intubation bieten sich als Standardverfahren an. Prinzipiell kann auch auf eine Muskelrelaxation verzichtet werden (Nakanishi et al. 2018). Hierfür benötigt die Anästhesist*in jedoch umfassende Erfahrung, um Schäden an der Glottis durch die Intubation zu verhindern. Die Narkose und insbesondere die Analgesie z. B. mit dem ultrakurzwirksamen Opiod Remifentanil müssen ausreichend sein, um eine Bradykardie durch Vagusstimulation, Pressen, Husten und reflektorischen Glottisschluss während der Intubation und dem Einsetzen des Stützrohres zu blockieren. Dazu kann ein Neuromonitoring, beispielsweise mit SedLine®, erfolgen. Bei Muskelrelaxation sollte auch eine Relaxometrie erfolgen.

In der Phase der Narkoseausleitung bei Übergang zur Spontanatmung ist mit Atemwegsverlegungen durch Blut, Sekret oder reflektorischen Glottisschluss zu rechnen. Der Gefahr eines Unterdruck-Lungenödems bei heftiger Inspiration gegen die geschlossene Glottis kann man meist durch ein erneutes Vertiefen der Narkose, Maskenbeatmung und einen erneuten Aufwachversuch begegnen.

Statement 33	
Die Anästhesie berücksichtigt bei der Phonomikrochirurgie die spezifischen Anforderungen einer direkten Mikrolaryngoskopie: kurze Dauer der OP, ausreichende Relaxation und Analgesie.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 34	
Es stehen verschiedene Beatmungsverfahren während der direkten Mikrolaryngoskopie zur Auswahl.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 29	
Bei der Anwendung eines Lasers während der direkten Mikrolaryngoskopie sollen Schutzmaßnahmen eingehalten werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.3 Gutartige Veränderungen

Empfehlung 30	
Bei klinischem Verdacht auf gutartige organische Befunde soll die Indikation zu einer phonochirurgischen Intervention auch vom Leidensdruck der Patient*in abhängig gemacht werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.3.1 Läsionen des Reinke-Raumes

Stimm lippenknötchen, Polypen und Reinke-Ödeme sind primär Veränderungen meist der oberflächlichen, manchmal auch mittleren Schicht der Lamina propria mit Dehnung des darüber liegenden Epithels. Die extensive Vibration durch übermäßige Stimmbelastung zerstört die Struktur der Basalmembran und der oberflächlichen Lamina propria. Im Falle von Stimmlippenknötchen führt die chronische Traumatisierung zu Ablagerungen von Kollagen Typ IV und Fibronectin, im Falle von Reinke-Ödemen zu ödematösen Lakunen in der Interzellulärsubstanz, Fibrin und weniger Fibronectin (Dikkers und Nikkels 1995). Das Verhalten der Fibroblasten in pathologischen Fällen unterscheidet sich zweifellos von dem in normalen Stimmlippen. Details zur normalen und pathologischen zellulären Funktion in den Stimmlippen sind jedoch bisher nicht aufgeklärt (Gray 2000).

Statement 35	
Im Bereich der oberflächlichen bis hin zur mittleren Lamina propria der Stimmlippen finden sich unterschiedliche benigne Läsionen: Stimmlippenrandödeme (z. B. «Knötchen»), -polypen und Reinke-Ödeme.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Stimmlippenrandödeme („Stimmlippenknötchen“)

Diese werden komplett entfernt. Die oberflächliche Schicht der Lamina propria bleibt erhalten, der Epitheldefekt ist minimal. Ihre geringe Ausdehnung mit einer Basis von 1 bis 3 mm lässt die Exzision ohne weitere das Epithel erhaltende Maßnahmen zu (Caffier et al. 2017).

Empfehlung 31	
Kleine Randödeme sollen unter weitgehender Schonung des Epithels der Stimmlippe abgetragen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Stimmlippenpolypen

Stimmlippenpolypen sind Epithelvorwölbungen mit scharfer Grenze zum umgebenden Stimmlippenepithel. Sie sind entweder gestielt und haben damit eine schmale Basis oder sitzen breitbasig am freien Stimmlippenrand. Polypen werden kranial lateral inzidiert, die überschüssige Masse des subepithelialen Raumes und des Epithels wird scharf abgetrennt und die Wunde mit Epithel bedeckt. Für gestielte Polypen ist ebenfalls die einfache Exzision zu wählen (Salmen et al. 2017). Breitbasige Polypen werden so abgetragen, dass ein Teil des Epithels zur Wunddeckung in situ bleibt. Diese Methode wird auch als Microflap-Technik oder sogar Mini-Microflap-Technik bezeichnet. Nur überschüssiges Epithel wird entfernt (Sataloff et al. 1995; Hochman und Zeitels 2000).

Empfehlung 32	
Entfernungen von Stimmlippenpolypen sollen unter weitgehender Schonung des Epithels der Stimmlippe erfolgen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Reinke-Ödeme

Reinke-Ödeme werden nach dem gleichen Prinzip subepithelial abgetragen. Das bedeckende Epithel wird nach Inzision auf der kranialen Stimmlippenfläche von der Lamina propria abpräpariert und bleibt weitgehend erhalten. Das Ödem wird abgesaugt und ausmassiert. Nur die überschüssigen Teile des Epithels werden entfernt. Man beachte, dass das Epithel bereits beim Fassen mit dem Zängchen reißt. Die Operateur*in wird deshalb das Epithel nur an der kranialen Fläche der Stimmlippe fassen und Inzisionen lateral am Sinus Morgagni vornehmen, wo der Reinke-Raum an der Linea arcuata endet. Für die Stimmfunktion ist es äußerst wichtig, dass der freie Stimmlippenrand von Epithel bedeckt bleibt (Salmen et al. 2018). Hierbei können ggf. auch Adaptationsnähte mit einem resorbierbaren Faden (z.B. Vicryl 6.0 oder 7.0) eingebracht werden. In der Regel sind Maßnahmen zur Fixation des Lappens durch Fibrin oder eine intralaryngeale Naht allerdings nicht notwendig.

Die Präparation des Epithels muss mit großer Sorgfalt geschehen. Die Wundheilung hinterlässt dann keine Narben, wenn die Lamina propria nicht geschädigt wird. Das Epithel schließt sich dann und verheilt ohne Verlust von Geschmeidigkeit und Biegsamkeit, und die Randkantenverschiebung bildet sich während der Regeneration wieder aus. Im Zweifelsfall ist es ratsam, geringe Anteile des Ödems zu belassen, da nicht selten ein pathogenetischer Aspekt der Bildung eines Reinke-Ödems die Schlussinsuffizienz des membranösen Teils der Glottis ist. Das Ödem kompensiert durch sein Volumen diese Schlussinsuffizienz und die betroffenen Patientinnen haben trotz der tiefen und rauen Stimme keine Stimmanstrengung. Postoperativ verliert sich dann bei Verkleinerung des Ödems meist die Rauigkeit, die tiefe Stimme bleibt. Das ist für Frauen wichtig, die ihr tiefes Timbre behalten mochten. Eine unbeabsichtigte Entfernung des Epithels über dem Reinke-Raum ist intraoperativ leicht möglich, weil es sehr dünn, brüchig und mit der ödematös stark aufgequollenen oberen Schicht der Lamina propria verbunden ist. Das Epithel lässt sich mühelos mit dem Zängchen fassen und abziehen. Das kann besonders dann leicht passieren, wenn das Ödem bereits organisiert ist und sich kompakt abheben lässt. In diesem Fall entsteht nach der Wundheilung zwar eine glatte Stimmlippe, das Epithel ist aber mit dem Stimmband narbig verwachsen und nicht schwingungsfähig, was zu einer irreversiblen hochgradigen Dysphonie führt. Solche narbigen Restzustände sind chirurgisch kaum korrigierbar (Benninger et al. 1996; Sasaki et al. 1990).

Empfehlung 33	
Bei der Operation von Reinke-Ödemen soll zum Erhalt der Stimmfunktion der freie Stimmlippenrand von Epithel bedeckt bleiben. Ein Stimmlippenstripping bei der Operation von Reinke-Ödemen soll nicht durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Stimmlippenzysten

Für Zysten der Stimmlippen gilt der gleiche Grundsatz, dass das Epithel erhalten bleiben muss. Bei den Retentionszysten, die aus obstruierten Schleimdrüsen entstehen, findet sich nur dünnes Drüsenepithel, das meist während der Präparation reißt, während Epidermoidzysten ein dickeres Epithel besitzen. Sie können mikrochirurgisch präpariert und enukleiert werden. Wenn das Zystenepithel mit dem Ligamentum vocale verwachsen ist, sollte es besonders vorsichtig abpräpariert werden, um eine Vernarbung zu vermeiden.

Empfehlung 34	
Die mikrochirurgische Exzision von Stimmlippenzysten soll epithelschonend vorgenommen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Sulcus vocalis

Der Sulcus vocalis ist ätiologisch mit der Epidermoidzyste verwandt (Bouchayer et al. 1985; Ford et al. 1996; Sunter et al. 2019). Die Einziehung des dünnen Epithels am freien Stimmlippenrand wird zur Zyste, wenn sich die Öffnung schließt. Die Zyste kann sich spontan entleeren. Meist bleibt aber der Detritus abgekapselt und vermehrt sich, bis die Zyste die Stimmfunktion beeinträchtigt. Der Sulcus vocalis ist gewissermaßen eine offene Zyste. Er wird durch ein narbiges Epithel begrenzt.

In leichten Fällen kann die Exzision eines flachen Sulcus, der keinen Kontakt zum Ligamentum vocale hat, zur Wiederherstellung einer normalen Stimmlippenkontur führen. Die Chirurgie des Sulcus vocalis ist jedoch in der Regel deutlich weniger erfolgreich, weil wegen der fehlenden Lamina propria nach Exzision des minderwertigen Epithels oder der Narbe keine Randkantenverschiebung möglich ist. Indirekte Maßnahmen zur Annäherung der freien Stimmlippenränder durch Injektionen sind günstiger als mikrochirurgische Manipulationen am Narbengewebe (Caffier et al. 2017; Mainka 2020).

Statement 36	
Das narbig veränderte Gewebe bei Sulcus vocalis lässt sich mikrochirurgisch häufig nicht erfolgreich operieren.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 35	
Die Glottisschlussinsuffizienz bei einem Sulcus vocalis kann durch eine indirekte phonomikrochirurgische Behandlung (z. B. Injektionsglottoplastik) verbessert werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.3.2 Papillomatose

Die Larynxpapillomatose ist eine epitheliale tumoröse Erkrankung, die durch humane Papillomviren hervorgerufen wird. Papillome können besonders im Kindesalter die Atemwege bedrohlich verlegen durch fortschreitendes, manchmal rasantes Wachstum in die Trachea und die Lungen (Derkay und Bluher 2018), was zudem eine Trachea-Bronchoskopie erfordert. Das Hauptsymptom bei Erwachsenen ist die Heiserkeit. Eine radikale Entfernung ist nicht möglich, da sich die Virus DNA nach Infektion in den Basalzellen repliziert und so in der infizierten Schleimhaut horizontal ausbreitet (Graham 2017). Klinisch können infizierte Basalzellen nicht von virusfreien Zellen unterschieden werden. Die Papillomatose ist bisher nicht heilbar, kann aber in lange Remissionen treten (Nawka et al. 1993). Deshalb muss die Therapie symptomatisch bleiben und sollte auf den Funktionserhalt orientiert werden. Die Entfernung als gängigste Therapiemethode geschieht entweder mit kalten Instrumenten oder mit dem CO₂-Laser bei hoher Leistungskonzentration (Microspot von 200 µm Brennfleckdurchmesser, Superpuls, 2 Watt); dann treten keine Blutungen auf, und die Lamina propria wird geschont. Die Larynxstrukturen (Taschenfalten, Stimmlippen) sollten so behandelt werden, dass die Abtragung bis zum Niveau des umgebenden gesunden Epithels oder, bei flächigem Papillombefall, nicht unter die Basalmembran in die tieferen Schichten der Lamina propria geht, um den Patient*innen zusätzlich zu ihrer Erkrankung keinen weiteren Schaden zuzufügen und die Stimmfunktion möglichst bis zur Remission zu erhalten. Alternativ zum Laser kann auch der Shaver eingesetzt werden (Pasquale et al. 2003). Es muss allerdings beachtet werden, dass auch mit dem Shaver Narben und damit Funktionseinschränkungen verursacht werden können. Daher sollten hier entsprechend schonende Shaver-Blades (z.B. Skimmer-Blades) zum Einsatz gelangen. Die Entfernung exophytischer kleiner Papillome kann auch in Oberflächenanästhesie erfolgen.

Als Alternative zur Entfernung können die Läsionen auch über selektive Koagulation der kleinen versorgenden Gefäßknäuel behandelt werden. Der KTP-Laser gehört mit seiner Wellenlänge von 532 nm ebenso wie der sogenannte TruBlue-Laser mit 445 nm zu den angiolytischen Lasern, mit denen ein solches Verfahren möglich ist.. Beide

werden über eine Faser auch zur Behandlung von Papillomen sowohl bei einer Mikrolaryngoskopie über ein Handstück als auch durch ein flexibles Endoskop in Oberflächenanästhesie eingesetzt (Xie et al. 2013). Eine Überlegenheit zu anderen Methoden ist nicht nachgewiesen. Adjuvante Therapien, wie die photodynamische Therapie, Indol-3-Karbinol, Lithiumsuccinat, Cimetidin, Imiquimod, therapeutische Vakzine (Makiyama et al. 2017; Hirai et al. 2018; Novakovic et al. 2018) und Bevacizumab entweder lokal (Zeitels et al. 2011) oder systemisch bei lebensbedrohlichem Befall der unteren Atemwege (Zeitels et al. 2011; Zur und Fox 2017), werden teilweise alternativ oder ergänzend zur chirurgischen Therapie eingesetzt. Für die Anwendung von Cidofovir (Vistide®) (Gazia et al. 2020) soll die Nephrotoxizität und die im Tierversuch nachgewiesene Kanzerogenität in Betracht gezogen werden.

Empfehlung 36	
Bei Larynxpapillomatose ist die phonochirurgische Therapie in der Regel symptomatisch und soll sich am Funktionserhalt orientieren.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 37	
Die phonochirurgische Exzision von Larynxpapillomen soll gesunde epitheliale Strukturen schonen und sollte nicht unter die Basalmembran in die tiefen Schichten der Lamina propria gehen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 38	
Die Phonochirurgie der Larynxpapillomatose umfasst ein breites Spektrum an Techniken, wie z. B. mit kalten Mikroinstrumenten oder photoangiolytischen Laserverfahren. Sie kann durch Medikamentenapplikation ergänzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.4 Phonochirurgische Aspekte bei chronischen Laryngitiden mit Epitheldysplasien und frühen Krebsstadien

Das Larynxkarzinom ist als potenziell lebensbedrohliche Erkrankung anzusehen. Hierzu wird auf die S3-Leitlinie Larynxkarzinom der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. vom November 2019 verwiesen (Leitlinienprogramm Onkologie 2019). Das Ziel der HNO-chirurgischen Behandlung besteht in der radikalen Tumorentfernung unter Einbeziehung multimodaler Therapieansätze bei fortgeschrittenen Stadien. Fälle mit hochgradiger Dysplasie oder Larynxkarzinom sollen, unabhängig vom Stadium, in jedem Fall vor Behandlung in einem interdisziplinären Tumorboard diskutiert werden. Die vollständige Tumorentfernung hat dabei Priorität vor dem funktionellen Ergebnis, und der Funktionserhalt ist von der Tumorgroße abhängig.

Jedoch sollten bei der Abtragung von Präkanzerosen, in-situ-Karzinomen und frühen Tumorstadien (T1a) durch Auswahl der mikrochirurgischen Maßnahmen und durch Einsatz des CO₂-Lasers auch funktionelle Aspekte gebührend beachtet werden (Hochman und Zeitels 2000; Canis et al. 2014; Canis et al. 2015; Weiss et al. 2017;

Mendelsohn und Remacle 2018). Bei der Exzision von Dysplasien (Garrel et al. 2020) stellt die subepitheliale Injektion eine sinnvolle Technik zum Schutz der mittleren und tiefen Schicht der Lamina propria dar, mit der die Phonationsfunktion weitgehend erhalten werden kann. Dieses Verfahren eignet sich auch zur klinischen Differenzierung von Dysplasien und mikroinvasiven Tumoren, da sich bei Letzteren das Epithel bei Injektion nicht wie erwartet homogen abhebt.

Für frühe Krebsstadien stehen darüber hinaus die Operationstechniken der subepithelialen (Typ I Resektion nach ELS-Klassifikation) und subligamentären Resektion (Typ II Resektion nach ELS-Klassifikation) zur Verfügung. Damit können, selbstverständlich unter Beachtung onkologischer Kriterien, die nicht vom Tumor befallenen Strukturen (Ligamentum vocale bzw. M. vocalis) für die Phonation erhalten werden (Remacle et al. 2000; Remacle et al. 2007).

Empfehlung 39	
Funktionelle Aspekte sollen bei der Chirurgie von Dysplasien, in-situ-Karzinomen und frühen Tumorstadien (T1a) durch entsprechende Auswahl der mikrochirurgischen Maßnahmen und beim Einsatz des CO ₂ -Lasers berücksichtigt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.3.5 Laserchirurgie zur Stimmverbesserung

Die Laser-Mikrochirurgie ist ein großer Fortschritt in der Behandlung des Larynx. Dennoch wurden seit ihrer Einführung Einwände erhoben. Hauptargumente gegen den Lasereinsatz waren die thermische Schädigung, die Karbonisation, die verzögerte Wundheilung und die im Vergleich zu «Cold Steel» Verfahren stärkere Vernarbung (LeJeune 1977). Diese Beobachtungen beruhten auf Geräten mit schlechter Fokussierbarkeit des Laserstrahls und einem Brennfleck von über 1 mm Durchmesser (LeJeune 1977). Inzwischen wurden die Lasergeräte entscheidend verbessert (Benninger 2000), vor allem durch die starke Fokussierung des Laserstrahls (Microspot-Laser) mit einem Brennfleck von 0,25 mm oder weniger. Aufgrund seiner geringen Eindringtiefe durch die hohe Absorption der Energie des Infrarotlichts von 10,6 µm Wellenlänge in Wasser ist der CO₂-Laser besonders als hämostatisches Schneidinstrument geeignet. Mit heutigen Geräten kann die thermische Schädigungszone unter 50 µm bleiben. Das kann durch sehr kurze Expositionszeiten (bis zu 0,01 Sekunden) erreicht werden. Für einen tieferen Schnitt wird die Leistung verstärkt. Die schnelle Aufeinanderfolge von Laserpulsen mit hohen Leistungsspitzen wird als Ultrapuls oder Superpuls bezeichnet. Durch den so genannten Q-switched mode werden mit dem CO₂-Laser Spitzen bis zu 10⁶ Watt pro Picosekunde erzielt. Damit werden Karbonisation und thermische Nekrose ebenfalls vermindert (Fitzpatrick et al. 1991). Ein aktuelles System der Laserstrahlführung ist das AcuBlade®-System, mit dem eine schnelle Bewegung des hoch fokussierten Laserstrahls über eine definierte Strecke vollführt wird, sodass durch den minimalen Zeitkontakt die thermische Schädigung auch minimal bleibt (Remacle et al. 2005). Dieser Laserschnitt kann in seiner Tiefenschädigung mit einem konventionellen Schnitt verglichen werden.

Infolge der technischen Verbesserungen hat der Laser in der Phonochirurgie zunehmende Akzeptanz gefunden. Prospektive randomisierte Studien zum Vergleich von Laserchirurgie mit konventionellem Instrumentarium brachten keine signifikant anderen Ergebnisse für die Stimmqualität und die

Heilungsgeschwindigkeit (Keilmann et al. 1997; Hörmann et al. 1999; Benninger 2000).

Für Läsionen im Epithel und der Lamina propria können Leistungen zwischen 2 und 3 Watt ausreichend sein, wenn auf kurze Expositionen geachtet wird. Resektionen der Muskulatur benötigen eine Leistung bis zu 7 Watt. Blutungen spielen in der Phonochirurgie eine untergeordnete Rolle - die hämostatischen Eigenschaften des Schnittes mit den angegebenen Parametern sind für solche Operationen ausreichend. Die Technik des Operierens mit Begrenzung des Laserschnittes auf das Epithel ist eine Fähigkeit, die geübt werden muss, damit die thermische Schädigungszone nicht tiefer reicht (Nawka und Haake 1990). Ein Operateur, der phonochirurgisch mit dem Laser arbeitet, muss sich dieser Gefahren bewusst sein, um eine nach Ausmaß oder Lokalisation ungünstige Vernarbung bei der Reepithelisierung zu vermeiden.

Statement 37	
Technische Verbesserungen der Laser-Mikrochirurgie erlauben den gewebeschonenden Einsatz von Lasern in der Phonochirurgie.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 40	
In der Phonochirurgie sollten nur erfahrene Phonochirurg*innen Laser anwenden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.4 Operative Stimmangleichung

Die Stimme ist ein wesentliches Persönlichkeitsmerkmal der lautsprachlichen Kommunikation. Wenn sie nicht mit der geschlechtlichen Identität übereinstimmt, erschwert sie die gesellschaftliche Integration der betroffenen Personen. Bei MTF transidenten Personen sind, anders als bei FTM transidente Personen, durch die hormonelle Therapie keine Effekte auf die Stimme zu erwarten. Zur Stimmangleichung werden daher andere Therapiemodalitäten benötigt. Primär sollte bei einem Anpassungswunsch der betroffenen Personen eine übungsbasierte Stimmtransition (stimmliche Feminisierung) erfolgen (u.a. de Bruin et al. 2000), z.B. durch die Erhöhung der Sprechstimmlage und Veränderung der Prosodie und Verstärkung der Kopf- bzw. Reduzierung der Brustresonanz. Da die damit erzielbaren Effekte der Feminisierung für einen großen Anteil der Patientinnen zu gering sind (Gelfer und Tice 2013), kommt für sie eine operative Stimmangleichung in Betracht. Dafür existieren zuverlässig wirksame operative Verfahren. Für die meisten konnten Zweifel an der langfristigen Wirksamkeit in den letzten Jahren mittels Studien widerlegt werden.

Empfehlung 41	
Mann-zu-Frau transidente Personen, die nach einer Stimmfunktionsbeübung noch unter einer unzureichenden Stimmanpassung leiden, kann eine operative Stimmangleichung angeboten werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.4.1 Indikation und präoperative Diagnostik

Empfehlung 42	
Vor einer operativen Maßnahme zur Stimmangleichung soll eine multidimensionale Stimmdiagnostik durchgeführt und dokumentiert werden. Wie bei allen operativen Verfahren der Transition, soll sich die operative Stimmangleichung an der Indikationsstellung orientieren und in einen Gesamtbehandlungsplan eingebettet werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.4.2 Operative Verfahren

Verfahren der operativen Stimmangleichung bei Mann-zu-Frau transidenten Personen (MTF) wirken über eine Anhebung der Frequenz des auf Stimmlippenebene produzierten primären Stimmshalles und/oder über Änderungen der resonatorischen Eigenschaften des Ansatzraumes. Tiefere Töne im Kehlkopf bei unwillkürlichen Äußerungen wie Lachen, Räuspern oder stimmhaftem Husten können nicht mehr gebildet werden.

Operative Verfahren der Stimmangleichung bei MTF transidenten Personen sind die Web-Glottoplastik nach Wendler, die Laser-Reduktionsglottoplastik, die Cricothyroidapproximation (Neumann et al. 2003) sowie die Feminisierungs-Laryngoplastik. Allen Verfahren gemeinsam ist eine Erhöhung der Grundfrequenz der mittleren Sprechstimmlage (Van Damme et al. 2017). Eine kombinierte oder sequentielle Vorgehensweise ist möglich (Kim 2020) und gute Ergebnisse werden nach Kombination von Web-Glottoplastik und Laser-Reduktionsglottoplastik berichtet (Geneid et al. 2015).

Empfehlung 43	
Die Therapieentscheidung zur Stimmangleichung soll individualisiert erfolgen und auf anatomischen und stimmphysiologischen Parametern sowie der gewünschten Stimmveränderung der Patientin basieren.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.4.2.1 Web-Glottoplastik nach Wendler

Der Begriff „Web-Glottoplastik“ wird hier verwendet, um die Methode von anderen Arten der plastischen Operationen der Glottis abzugrenzen. Er bezieht sich auf das von Wendler eingeführte Verfahren der Bildung einer vorderen Synechie, um die schwingende Länge der Stimmlippen zu verkürzen und damit die Stimmgrundfrequenz zu erhöhen (Wendler, 1990). Das Epithel der medialen Stimmlippenkante wird beidseits entfernt und die Stimmlippen in diesem Bereich zusammengenäht. Im Heilungsverlauf bildet sich eine vordere Synechie. Das Verfahren ist anhaltend wirksam (Brown et al. 2021; Mastronikolis et al. 2013; Remacle et al. 2011). Gute Ergebnisse erzielte auch Kim nach modifizierter Web-Glottoplastik mit Deepithelisierung der gesamten anterioren Subglottis und einer nach subglottisch ausgreifenden anterioren Naht (Kim 2017).

4.2.4.2.2 Laser-Reduktionsglottoplastik

Prinzip des Verfahrens ist die Volumenausdünnung und Versteifung der schwingenden Stimmlippen, die zu einer höheren Tonhöhe der Stimme führt (Tanabe et al. 1985). Erreicht wird dies über Laser-Inzisionen der seitlichen Stimmlippen im Epithelbereich (Orloff et al. 2006), oder, darüber hinaus, die Vaporisation von Anteilen des *Musculus thyroarytenoideus*

medialis et lateralis sowie die Re-Adaption des Stimmlippenepithels mittels Nähten (Kocak et al. 2010). Eine auch über Jahre stabile Stimmerhöhung wird berichtet (Yilmaz et al. 2021).

4.2.4.2.3 Cricothyroidapproximation

Über einen äußeren Hautschnitt wird der Ringknorpel maximal an den Schildknorpel angenähert und fixiert. Das cricothyroidale Scharniergelenk bleibt in dieser Stellung (Yang et al. 2002), in der die Stimmlippen statisch elongiert und gespannt sind. Die Langzeitstabilität der damit verbundenen Stimmerhöhung wird in den letzten Jahren in Frage gestellt (Kim 2020).

4.2.4.2.4 Feminisierungslaryngoplastik

Über einen äusseren Hautschnitt wird der vordere Teil des Schildknorpels reseziert. Der Kehlkopf wird kleiner und der Winkel zwischen den Schildknorpelflügeln größer, was für weibliche Kehlköpfe typisch ist. Die Stimmlippen werden nach vorn gezogen, gespannt und verkürzt (Kunachak et al. 2000). Über die Annäherung des Schildknorpels an das Zungenbein, die thyrohyoidale Approximation, wird das supraglottische Larynxkompartiment verkleinert (Thomas und Macmillan 2013). Eine ausreichende und langfristig stabile Stimmangleichung ist möglich (Nuyen et al. 2021). Die Prozedur ist umfangreicher als alle anderen operativen Therapieoptionen und wahrscheinlich mit einer höheren eingriffsspezifischen Morbidität assoziiert (Kim 2020).

4.2.5 Störungen der Stimmlippenbewegung mit falscher Position und/oder Spannung der Stimmlippen

Indikationsgruppen sind der Stimmlippenstillstand durch Parese/Paralyse oder Erkrankungen des Krikoarytenoidgelenks, neurologisch verursachte Stimmstörungen wie Tremor und spasmodische Dysphonie, sowie laryngeale Dysfunktionen, die sich klinisch hyper- oder hypofunktionell oder in einer Taschenfaltenstimme zeigen.

Oben genannte Störungen sind häufig chirurgisch behandelbar, mit dem Ziel einer funktionellen Rehabilitation. Die Kriterien zur Messung des funktionellen Ergebnisses sind nicht standardisiert (Desuteret al. 2018); die maximale Phonationsdauer ist der führende Parameter der Bewertung gefolgt vom auditiv-perzeptiv bestimmten Heiserkeitsgrad und der mittleren Flussrate bei Phonation (Dastolfo et al. 2016).

4.2.5.1 *Laryngoplastiken, Larynxskelettchirurgie, Thyroplastiken nach Isshiki*

Vorschläge zur Nomenklatur wurden vom Phonochirurgie-Komitee der ELS entwickelt (Friedrich et al. 2001). Demnach ist die übergeordnete Bezeichnung Laryngeal framework surgery (Larynxskelettchirurgie oder Chirurgie des Kehlkopfrahmens). Die Bezeichnung Laryngoplastik wird synonym verwendet. Diese offenen chirurgischen Techniken mit externem Zugang am äußeren Hals werden in die Medialisierungslaryngoplastik, die Expansionslaryngoplastik, die Relaxationslaryngoplastik und die Tensionslaryngoplastik untergliedert.

4.2.5.1.1 Indikationen

Die Indikation zur Operation bei einseitiger Lähmung ergibt sich aus der Zielstellung, die Stimme durch Schluss der Glottis zu verbessern. Fehlt bei zu großem Abstand der Kontakt der Stimmlippen, kommt es zu keiner Schlussphase. Der Stimmeindruck ist rau und behaucht.

Eine ungewollte Falsettstimme entsteht bei Spannung der Stimmlippe durch noch bestehende Innervation von Teilen des M. vocalis und des M. cricothyroideus. Der unvollständige Stimmlippenschluss ist in solchen Fällen die Ursache, dass die

Stimmlippe während der versuchten Phonation nur tangential angeblasen wird und die Kopplung zwischen Atemstrom und Stimmlippenschwingung sehr gering ist. Durch die Wiederherstellung des Kontakts kann die Tonhöhe der Sprechstimme normalisiert werden.

Turbulenzgeräusche, die als Behauchtheit der Stimme oder Verhauchtheit bis zur Aphonie wahrgenommen werden, treten bei Rekurrensparesen seltener auf, als es der laryngoskopische und stroboskopische Befund infolge der Schlussinsuffizienz bei Phonation vermuten lassen. Eine Besserung des Glottisschlusses vermindert auch die Behauchtheit der Stimme.

4.2.5.1.2 Symptome

Das vorherrschende Symptom der einseitigen Lähmung ist die Heiserkeit. Weiter gefasst spricht man von Dysphonie, die neben dem Stimmklang auch die Stimmleistungen wie Tonumfang, Steigerungsfähigkeit, Belastbarkeit, Sprechanstrengung und den subjektiven Stimmeindruck berücksichtigt. Eine weitere wichtige Funktionsstörung sind die auch bei einseitiger Lähmung vorkommenden Schluckstörungen (Schiedermayer et al. 2019; Zhou et al. 2019). Weniger relevant ist die Atemnot, die bei einseitiger Lähmung nur ausnahmsweise zu einer therapiebedürftigen Dyspnoe führen kann (Matievics et al. 2017).

Empfehlung 44	
Indikationen zur operativen Behandlung von Glottisschlussinsuffizienzen resultieren aus Störungen der Stimm-, Schluck- und Atemfunktion. Die Therapie kann als Medialisierungslaryngoplastik oder Injektionsglottoplastik durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.1.3 Zeitpunkt

Nach Verletzung des Nervs wachsen regenerierende Neurone ungefähr 2,45 cm pro Monat (0,85 mm/d) entweder als kollaterale Axone oder durch Regeneration des verletzten Axons. Die Verletzungsstelle des Nervs kann aus der Anamnese geschätzt werden. Entsprechend dem Abstand zur Larynxmuskulatur sind folgende Gruppen mit maximalen Erholungszeiten (Median) identifiziert worden (Lee et al. 2019): Die Erholungszeit für Verletzungen distal der Schilddrüse, also larynxnah, betrug 120(49,5) Tage, im Bereich der Schilddrüse 157(70) Tage, am Ösophagus und im Mediastinum 244(113,5) Tage, im Herz- und Lungenbereich 328(61) Tage und, larynxfern, proximal des Thorax 333(75,5) Tage.

Es ist also in den meisten Fällen nach 3 bis 8 Monaten mit einem Ergebnis zu rechnen, so dass danach die permanente chirurgische Therapie durchgeführt werden kann.

Bei sicherer Unterbrechung der Nervenversorgung kann der Eingriff früher erfolgen.

Durch Stimmtherapie stabilisiert sich der laryngeale Zustand, und Rest- oder Reinnervation können das Ergebnis verbessern. Eine Medialisierung erleichtert die Stimmübungen. Wenn die Patient*in einer Operation gegenüber zurückhaltend ist, sollten Stimmübungen durchgeführt werden, um noch vorhandene Restbewegungen zu aktivieren und die Phonationsbehinderung zu kompensieren. Eine Operation kann durchaus zurückgestellt werden, sie ist auch Jahre nach Einsetzen der Lähmung noch wirksam (Billante et al. 2002).

Empfehlung 45	
Der Zeitpunkt einer transzervikalen Laryngoplastik nach Stimmlippenlähmung sollte nicht vor 3 Monaten nach Einsetzen der Lähmung gewählt werden und soll sich nach klinischem Verlauf und Ursache richten.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Statement 38	
Injektionsglottoplastiken sind sofort nach Einsetzen der Lähmung als temporäre Überbrückung oder als Palliativmaßnahme möglich.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.1.4 Medialisierungsthyroplastik

Die am weitesten verbreitete Methode unter den Approximationslaryngoplastiken ist die Medialisierungsthyroplastik (engl. thyroplasty, dt. auch Thyreoplastik (Kleinsasser et al. 1982)). Sie leitet sich aus der Idee ab, dass die gelähmte Stimmlippe in toto von lateral nach medial verlagert, medialisiert wird (Abb. 8, 9) (Hess und Fleischer 2016). Sie entspricht der Thyroplastik Typ I von Isshiki (Isshiki et al. 1974).

Die Medialisierungsthyroplastik wurde ursprünglich mit Knorpelimpression (Isshiki et al. 1974; Wendler et al. 1994) durchgeführt in Anlehnung an den ersten Vorschlag von Payr aus dem Jahre 1915 (Payr 1915). Als Variante wurden Knorpelkeile (Isshiki et al. 1975; Guay et al. 1995) oder autologer Knorpel aus dem oberen Teil des Schildknorpels verwendet (Hirano 1996) (Abb. 10). Später propagierte Isshiki das Anpassen eines Silikonstücks, das aus einem Block geschnitten wird (Isshiki et al. 1989). Weitere Materialien zur Medialisierung sind Keramikkeile aus Hydroxylapatit (Cummings et al. 1993), Gore-Tex-Streifen (Stasney et al. 2001; Selber et al. 2003; Zeitels et al. 2003), Plastikkeile des Montgomery-Thyroplasty-Implant System (Montgomery und Montgomery 1997) und das Titan-Implant-System von Friedrich (Friedrich 1998).

Statement 39	
Für die Medialisierung stehen verschiedene körpereigene und körperfremde Implantatmaterialien zur Verfügung.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 46	
Das Implantatmaterial soll aufgrund individueller Befunde und der Erfahrung des Operierenden ausgewählt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.1.5 Arytenoidadduktion

Die Arytenoidadduktion (Isshiki et al. 1978; Slavit und Maragos 1992; Friedrich 1998; Kraus et al. 1999) führt ebenfalls zu einer Medialisierung der Stimmlippe durch Rotation des Aryknorpels (Abb. 12). Sie ist bei einem breiten Interarytaenoidspalt (>3 mm) effektiv und wird in Kombination mit der Medialisierungsthyroplastik durchgeführt.

Der Processus muscularis des Aryknorpels ist über ein posteriores Fenster durch den Schildknorpel (Maragos 1999) oder durch Exartikulation des Cricothyroidgelenks (Isshiki 1989) zugänglich.

Statement 40	
Die Arytenoidadduktion ermöglicht einen besseren Schluss im kartilaginären Abschnitt der Glottis.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 47	
Bei einem Interarytenoidspalt über 3 mm kann die Arytenoidadduktion zusätzlich zur Thyroplastik durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.1.6 Weitere Formen der Laryngoplastik

Die anderen Formen der Laryngoplastik sollen hier nur wegen der Vollständigkeit erwähnt werden, da klinische Indikationen selten sind. Dennoch gehören sie in das Repertoire jeder Phonochirurg*in (Friedrich et al. 2001).

Die *Expansionslaryngoplastik* (= Thyroplastik Typ II nach Isshiki) kann bei übermäßiger Adduktion, wie der spasmodischen Dysphonie vom Adduktor-Typ, angewandt werden.

Die *Relaxationslaryngoplastik* (= Thyroplastik Typ III nach Isshiki) entspannt die Stimmlippen in der antero-posterioren Richtung und senkt die Stimme bei Mutationsstörungen oder bei Versteifung durch Narben.

Die *Tensionslaryngoplastik* (= Thyroplastik Typ IV nach Isshiki),, auch Krikothyroidapproximation, ist bei gedehnten, schlaffen Stimmlippen, Stimmerhöhung bei Geschlechtsdysphorie (MTF transidenten Personen) oder Lähmung des M. cricothyroideus indiziert.

Empfehlung 48	
Zur Änderung des Spannungszustandes und des Kontaktes der Stimmlippen können die Expansions-, Relaxations- und Tensionslaryngoplastik durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.1.7 Komplikationen

Ödeme oder Wundheilungsstörungen treten selten auf. Infektionen können durch eine perioperative Antibiotikagabe vermieden werden. Die routinemäßige Applikation ist jedoch nicht erforderlich. Eine Tracheotomie (Abraham et al. 2001) ist nur selten (1 %), insbesondere bei Paresen infolge von Tumoren der Halsregion oder entsprechenden Operationsfolgen nötig. Wird Silikon in Form eines Silikonblocks implantiert, kann vereinzelt eine Allergie auftreten und zur Revision zwingen (Hunsaker und Martin 1995).

Ein grundsätzlicher Verzicht auf Silikon ist aus diesem Grund zwar nicht nötig, da aber auch andere Materialien zur Verfügung stehen, ist der Einsatz von Silikon diskutabel. Folgen, die in 1-2% eine operative Korrektur erfordern, sind Implantataustritt in das Lumen (Laccourreye und Hans 2003) und Dislokation des Knorpelstückes. Eine gewisse Einschränkung der respiratorischen Funktion (Janas et al. 1999) kann nach einseitiger Stimmlippenlähmung wie auch nach Thyroplastik auftreten. Das wird klinisch nicht bemerkt, solange keine größeren körperlichen Anstrengungen unternommen werden. In einer anderen Studie (Schneider et al. 2003) konnte dagegen keine Atembehinderung nach Thyroplastik nachgewiesen werden.

4.2.5.1.8 Prognose des Operationserfolgs

Paresen nach Strumektomie stellen den größten Anteil der chirurgisch zu behandelnden Paresen. Durch eine Mikrodissektion und intraoperatives Neuromonitoring konnte die Häufigkeit der Stimmlippenlähmungen auf < 1 % gesenkt werden (Neumann 2000). Falls sich dieser Trend allgemein durchsetzt, wird er dazu führen, dass die funktionelle Rehabilitation iatrogenen Paresen seltener nötig ist. Aktuelle Zahlen zeigen aber, dass eine permanente Lähmung nach Strumektomie immer noch bei 2,3% der risikobehafteten Nerven auftritt (Heikkinen et al. 2019).

Welcher Art des Vorgehens bei der Stimmlippenmedialisierung, Medialisierung durch Thyroplastik oder Injektion (siehe 4.2.5.2), der Vorzug zu geben ist, kann bezüglich des stimmlichen Ergebnisses gegenwärtig nicht definitiv bestimmt werden. Vorteil der Medialisierung gegenüber Injektionstechniken ist die Intaktheit der Stimmlippe. Mithilfe von Injektionen dagegen können noch verbliebene Schlussinsuffizienzen der Glottis ausgeglichen werden.

Die Erfolgsraten aller Arten der phonochirurgischen Medialisierung hängen vorwiegend davon ab, wie gut die phonatorisch beweglichen Strukturen, die Lamina propria und das Epithel, erhalten bleiben und wie dicht der Glottisschluss ist.

Die Frage nach dem Anteil der Reinnervation am Operationserfolg ist nicht geklärt. Auch eine partielle Wiederkehr der Nervenfunktion bewirkt eine Stimmverbesserung, entweder durch eine bessere respiratorische Beweglichkeit oder durch Innervation der inneren Larynxmuskulatur, die dann nicht atrophiert und entsprechend dem Body-Cover-Modell eine feste Grundlage für die Verschieblichkeit des Epithels auf der Lamina propria bildet.

4.2.5.2 *Injektionsglottoplastiken*

Injektionsglottoplastiken ermöglichen die Medialisierung der Stimmlippen in indirekter oder indirekter Mikrolaryngoskopie. Sie können in Oberflächenanästhesie oder Narkose durchgeführt werden. In Oberflächenanästhesie sitzt die Patient*in vor der Operateur*in (vgl. 4.2.20). Der Larynx wird über ein starres oder flexibles Endoskop dargestellt. Die Oberflächenanästhesie wird durch 2 %iges Xylocain, vermischt mit Tacholiquin zur besseren Benetzung der Schleimhaut und mit Adrenalin zur Vasokonstriktion, erreicht. In Narkose wird der Kehlkopf durch das Laryngoskoprohr exponiert. Die Narkose ist dann vorzuziehen, wenn keine ausreichende Kooperation der Patient*in erwartet werden kann oder die Art der Applikation es erfordert (z. B. bei Fett oder Faszie als Injektionsmaterial).

Zur Injektion werden spezielle Kanülen verwendet, deren Bauart durch das Injektionsmaterial bestimmt wird. Für Hyaluronsäure sind Butterfly-Kanülen mit 25 Gauge, für Kollagen 27 Gauge geeignet. Fett kann mit einer Brünings-Spritze mit einer Kanülenöffnungsweite von 1,2 mm oder mit Einweg-Butterfly-Kanülen von 19-20 Gauge

injiziert werden. Zur besseren Beobachtung des Effekts der Injektion ist die Jet-Ventilation mit einem dünnen Trachealkatheter am besten geeignet. Sollte ein Tubus genommen werden müssen, ist die kleinstmögliche Größe zu wählen.

Mit der Kanüle wird das zu injizierende Material direkt in die Stimmlippe gebracht. Der günstigste Ort ist die Pars lateralis des M. vocalis. Wird das Injektionsmaterial zwischen Schildknorpel und M. vocalis injiziert, kann es nach kranial in die aryepiglottische Falte, nach dorsal in den Recessus piriformis und nach kaudal durch die Membrana cricothyroidea ausweichen, und die beabsichtigte Medialisierung tritt nicht ein. Die Injektion unter das Epithel der Stimmlippe in den Reinke-Raum ist nur dann sinnvoll, wenn die Schichten vernarbt sind oder fehlen. Je visköser das Material ist, desto näher kann es am freien Rand der Stimmlippe deponiert werden. Zur Narbenmobilisation wird Hyaluronsäure beispielsweise bewusst oberflächlich injiziert, auch wenn sie die Lamina propria funktionell nicht ersetzt (Kimura et al. 2010).

4.2.5.2.1 Material

Fett (Benninger et al. 2016; Nishio et al. 2017; Pagano et al. 2017; van den Broek et al. 2019): Von den verschiedenen Materialien zur Injektion, die sich in ihrer Viskosität unterscheiden, ist das autologe Fett infolge seiner viskoelastischen Eigenschaften am besten geeignet (Jiang et al. 1994; Chan und Titze, 1998; Wiikmann et al. 2012).

Hyaluronsäure (Zeitels et al. 2019): Hyaluronsäure ist eine unlösliche Substanz mit guten viskoelastischen Eigenschaften. Sie ist bis zu 12 Monaten nach Injektion noch nachweisbar und wird von Bindegewebe (Kollagen, Fibroblasten) durchwachsen.

Fascia lata (Rihkanen 1998; Cheng et al. 2009): Bis zu einer pastösen Konsistenz klein geschnittene Fascia-lata-Stücke können in die Stimmlippe injiziert werden. Das autologe Material wird in Bindegewebe umgewandelt und ohne Entzündungszeichen und Fremdkörperreaktionen toleriert. Die Wirkung ist vergleichbar mit anderen Injektionsmaterialien.

Kalziumhydroxylapatit: Temporärer synthetischer Filler mit relativ langer Effektdauer von ca. 9-12 Monaten (Rosen et al. 2009).

Polydimethylsiloxan: Permanentes Material (Sittel et al. 2006; Bergamini et al. 2010), dessen Anwendung aufgrund der hohen Viskosität einen hohen Druck erfordert. Die Studienlage ist trotz jahrelanger Verfügbarkeit unverändert sehr dünn.

4.2.5.2.2 Nachteile der Injektionstechnik

Bei Injektionen können das Epithel, der M. vocalis oder die Lamina propria verletzt werden, es kann zu Verhärtungen, Entzündungen und Atemwegsstenosen kommen (Hamdan und Khalifee 2019). Die daraus folgenden schlechteren auditiv-perzeptiven, aerodynamischen und endoskopischen Befunde müssen nicht zwingend eintreten. Es ist jedoch einleuchtend, dass eine mechanische Kompression der Lamina propria die Schwingungsfähigkeit des Epithels verschlechtert. Dieses Risiko sollte vorher bedacht werden. Langfristig stabile Ergebnisse sind nicht immer möglich.

Statement 41	
Die Injektionsglottoplastik ist ein Verfahren, das mit verschiedenen Materialien sowohl in Oberflächen-/Lokalanästhesie als auch in Narkose durchgeführt wird.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 49	
Die Injektionsglottoplastik kann bei Lähmungen, Narben, Atrophien und Defekten eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.3 Operative laryngeale Reinnervation

Zu den Reinnervationstechniken (Müller und Förster 2013) zählen bei einseitigen Lähmungen das Nerv-Muskel-Transplantat, das in den M. vocalis eingesetzt wird (Tucker 1999), und die nonselektive Reinnervation durch Anastomose der Ansa cervicalis mit dem N. recurrens. Bei beidseitigen Lähmungen wird die selektive Reinnervation des M. cricoarytaenoideus posterior angestrebt.

4.2.5.3.1 Nerv-Muskel-Transplantat

Gestielte Nerv-Muskel-Transplantate werden selten eingesetzt. Bei Lähmungen nach Strumektomie können sie bis zu 6 Monate danach kombiniert mit einer Augmentation der paretischen Stimmlippe die Reinnervation fördern.

Empfehlung 50	
Ein Nerv-Muskel-Transplantat kann unmittelbar nach Beginn der Lähmung eingesetzt werden, um die Muskelatrophie zu verhindern.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.3.2 Non-selektive Reinnervation

Ob die nonselektive Reinnervation einer gelähmten Stimmlippe der weitgehend geübten Praxis der Medialisierung durch Laryngoplastik gleichwertig oder überlegen ist, kann derzeit nicht abschließend beurteilt werden (Blackshaw et al. 2017). Operativ wird die Ansa cervicalis mit dem N. recurrens verbunden. Der gemeinsame Stamm für den M. sternohyoideus und sternothyroideus aus der oberen, anterioren Wurzel der Ansa cervicalis ist die erste Wahl als Donator für die Anastomose mit dem N. recurrens (Prades et al. 2015). Es liegen größere Studien und Fallberichte zur Erfahrung mit dieser Methode vor (Zheng et al. 1996; Wang et al. 2011; Faoury et al. 2019; Ongkasuwan et al. 2019). Die gelähmte und reinnervierte Stimmlippe wird zwar respiratorisch nicht beweglich, ihre postoperativ größere Spannung und Masse der Muskulatur bessern jedoch die Phonation. Wenn die Lähmung nicht länger als zwei Jahre besteht (Li et al. 2014), sind die Erfolgsaussichten besser.

Die Operationsmethode mit Darstellung und Anastomosierung der Ansa cervicalis mit dem N. laryngeus recurrens ist kompliziert. Sie wird aber zunehmend öfter durchgeführt, auch gestützt durch den Nachweis, dass die End-zu-End-Anastomosierung der Nerven dem Nerv-Muskel Präparat überlegen ist (Zheng et al. 1998). Das Verfahren ist bei Kindern ab dem dritten Lebensjahr mit Schluckstörung bei einseitiger Stimmlippenlähmung durchführbar (Zur 2012; Zur und Carroll 2015, 2018)

Empfehlung 51	
Die non-selektive Reinnervation kann zur Kräftigung einer einseitig gelähmten Stimmlippe durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.3.3 Selektive Reinnervation

Das Prinzip der selektiven Reinnervation bei beidseitiger Lähmung besteht in einer Wiederherstellung einer atemsynchronen Stimmlippenöffnungsbewegung sowie einer Stimmlippen-schließbewegung bei Phonation. Dazu werden zumeist die Fasern der Ansa cervicalis mit dem Nervus recurrens zur Versorgung des Musculus thyroarytenoideus für die Phonation und Fasern des Nervus phrenicus über Interponat mit dem Musculus cricoarytenoideus posterior für die Respiration verbunden, wofür eine große chirurgische Expertise nötig ist (Müller und Förster 2013; Marie und Heathcote 2018; Marie, 2020). Das Verfahren ist aufwändig und muss mit einer Tracheotomie zur Überbrückung der Heilungsphase kombiniert werden. Erste Studienergebnisse zeigen für drei Viertel der Operierten eine zumindest einseitige Funktionswiederherstellung mit einer spürbar verbesserten Lebensqualität (Heathcote et al. 2018; Marie und Heathcote, 2018).

Die selektive Reinnervation bei beidseitiger Lähmung wird nur an wenigen Orten der Welt durchgeführt (Marina et al. 2011; Li et al. 2019). Nach den Erkenntnissen der Regeneration der laryngealen Nerven (Zelear und Billante 2004; Zelear et al. 2014) setzt sich diese Methode aber zunehmend durch.

Statement 42	
Die selektive Reinnervation kann bei beidseitiger Stimmlippenlähmung zur Abduktionsbewegung der Stimmlippen führen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.4 Neurostimulation

Der Larynx-Schrittmacher wurde entwickelt, um bei beidseitiger Stimmlippenlähmung eine Abduktion der Stimmlippen zu erreichen, ohne dass die Stimmfunktion beeinträchtigt wird (Müller 2011). In einer prospektiven Studie ab 2012 wurde der Schrittmacher Patient*innen implantiert (Müller et al. 2016; Müller 2018; Müller 2020). Die Ergebnisse zeigen, dass der Schrittmacher die gleichen respiratorischen Ergebnisse bringt wie die permanente Glottiserweiterung (Nawka et al. 2015), die hier beschrieben ist (Siehe 0). Die Stimmfunktion dagegen bleibt bei Schrittmacherimplantation erhalten (Müller et al. 2017). Die Überführung der Methode in das operative Inventar wird erst nach der angestrebten FDA-Zulassung des Schrittmachers möglich sein.

Statement 43	
Der Larynxschrittmacher ist ein elektronisches Implantat zur Stimulation des M. cricoarytenoideus posterior. Es befindet sich im Stadium der Entwicklung.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.5.5 Beidseitige Stimmlippenlähmung, Glottiserweiterung und Stimmfunktion

Die beidseitige Stimmlippenlähmung stellt die Betroffenen vor das Problem der Atemnot. Eine Glottiserweiterung zur Verbesserung der Atmung bringt zwangsläufig eine Verschlechterung der Stimme mit sich. Aus der Vielzahl von Methoden (Übersicht bei (Eckel und Sittel 2001)) hat sich die partielle Arytenoidektomie und posteriore Chordektomie mit dem CO₂-Laser als vorteilhaft erwiesen (Wendler et al. 1994; Nawka und Hosemann 2005; Nawka et al. 2015). Nur der in das Lumen ragende Teil des

Aryknorpels wird reseziert. Damit wird die Aspiration von Flüssigkeit vermieden und das Schlucken nicht zusätzlich beeinträchtigt. Der vordere Teil des membranösen Abschnitts der Stimmlippe bleibt erhalten, so dass für die Phonation noch schwingendes Gewebe zur Verfügung steht (Abb. 17). Trotz aller Sorgfalt kann die postoperative Stimmfunktion nach Glottiserweiterung nicht vorhergesagt werden (Nawka et al. 2015). Fest steht nur, dass die Stimme postoperativ schlechter wird und ihre Qualität von den Kompensationsmöglichkeiten jedes*r Einzelnen abhängt. Hierzu zählen die noch verbliebene Innervation des M. vocalis durch den Ramus anterior des N. recurrens bzw. die Ansa Galeni und die Fähigkeit, eine Taschenfaltenstimme zu entwickeln. Die Operationstechnik kann dazu beitragen, diese Restfunktionen zu erhalten. Die Operation sollte auf der Seite durchgeführt werden, die eine geringere motorische Aktivität aufweist. Eine komplette Chordektomie ist für den Stimmerhalt ungünstig und führt fast zwangsläufig zur Aphonie.

Statement 44	
Die permanente Glottiserweiterung ist bei beidseitigem, selten bei einseitigem Stimmlippenstillstand indiziert.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 51	
Die Glottiserweiterung sollte vorwiegend im kartilaginären und im dorsalen membranösen Teil der Glottis durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 52	
Die Seite mit der geringeren motorischen Restaktivität sollte operiert werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.2.6 Stimmtherapie bei phonochirurgischen Maßnahmen

Für manche Organveränderungen des Larynx bietet sich eine Sandwich-Therapie an, um den funktionellen Fehlgebrauch der Stimme bereits vor der Operation bewusst zu machen und Rezidiven durch anhaltende Fehlbelastung vorzubeugen. Die Sandwich-Therapie hat drei Phasen.

Phase 1 – Stimmtherapie vor der Operation. Sie soll die Patient*in mit den Therapiemethoden vertraut machen. Dabei soll die Patient*in ihre Selbstwahrnehmung verbessern und erste Übungen verinnerlichen für einen optimalen Neustart nach der Operation.

Phase 2 – die phonochirurgische Maßnahme und anschließende individuell zu bemessende Stimmruhe oder Stimmschonung bis zum Ausheilen der Operationswunde.

Phase 3 – die Stimmtherapie nach der Operation. Sie hat das Ziel, die Stimme zu normalisieren oder individuell zu optimieren.

Während Phase 1 Schutz vor unmittelbarer postoperativer Fehlbelastung geben soll, wird in Phase 3 eine langfristige Rezidivprophylaxe angestrebt. Im Grundsatz sollte sie methodisch die in Phase 1 begonnene Therapie fortsetzen und die durch die Operation

geschaffenen Voraussetzungen für eine bessere Stimmleistung ausnutzen (Sahin et al. 2018; White 2019).

4.3 Medikamentöse Behandlung und Prophylaxe

Rainer Schönweiler, Anne Schützenberger

Dieses Kapitel basiert auf einer Übersichtsarbeit des Erstautors (Schönweiler und Schönweiler 2007) zur medikamentösen Behandlung von Stimmstörungen einschließlich pathologischer Phonationen wie Husten und Räuspern (Raffii et al. 2014). Eingeschlossen sind Medikamente mit einem pharmakologischen und/oder biochemischen Wirkprinzip. Die Implantationen von Kollagenen, Hyaluronsäure und anderen Materialien bei Glottisinsuffizienzen (vgl. 4.2.1) sind ausgeklammert, da eine physische bzw. chirurgische und nicht eine pharmakologische und/oder biochemische Wirkung zugrunde liegt. Ausgeklammert sind auch Medikamente mit zwar postulierter, aber nicht ausreichend durch Studien belegte pharmakologischer Wirkung wie z.B. Extrakte der Flechte ("Isländisch Moos") und Extrakte der Wegrauke.

4.3.1 Antibiotika

Die Gabe von Antibiotika bei Infekten der oberen Luftwege, z.B. auch bei endoskopisch diagnostizierter akuter Laryngitis, kann unterschiedliche Ziele verfolgen, z.B. die Reduktion der Erreger und der Gefahr einer Ausbreitung der Entzündung, eine Verminderung von Husten, Auswurf, Fieber und Schmerzen. Es wurde ein Cochrane-Review gefunden, der auch die Effekte von Antibiotika zur Reduktion von Stimmbeschwerden bei akuter Laryngitis analysierte (Revez und Cardona 2015). Eine einzige Arbeit aus dem Jahr 1985 untersuchte die Stimmqualität in zwei Gruppen mit akuter Laryngitis, die entweder mit Penicillin V, Erythromycin oder mit Placebo behandelt wurden. Die im Abstrich aus dem Nasenrachen nachgewiesenen Keime waren *M. catarrhalis*, *H. influenzae* und *S. pneumoniae*. In den Stimmkontrollen 2 Wochen und 6 Monate nach Beendigung der Behandlung konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Eine Behandlung mit einem Antibiotikum zum Ziel der Stimmverbesserung und zur Prophylaxe länger anhaltender Stimmstörungen nach Abklingen der akuten Symptome konnte daher nicht empfohlen werden.

4.3.2 Botulinum-Toxine

siehe S1-Leitlinie Neurogene Sprech- und Stimmstörungen (Dysarthrie und Dysarthrophonie), Registernummer 030 – 103, z.Z. in Überarbeitung)

Botulinum-Toxine ("Wurst-Gifte") sind bakterielle Gifte des Bakteriums *Clostridium botulinum*, die zu einer reversiblen Blockade der motorischen Endplatte führen (Ceballos-Baumann 1998, Laskawi 1998, Naumann 1998). Insofern sind sie keine "Nervengifte", sondern muskulär wirksame Gifte. Sie gehören zu den stärksten bekannten Giften. Unter den verschiedenen vom Bakterium produzierten Giften stehen die Toxine Typ A und Typ B als Medikamente zur Verfügung. Sie werden bei übermäßigem Muskeltonus infolge sog. Dystonien angewendet und intramuskulär injiziert (Laskawi 1998; Lechien et al. 2017; Naumann 1998). Für das Toxin Typ A gibt es zurzeit 4 verschiedene Präparate, deren Dosierungen nicht äquivalent sind. Das Toxin Typ A gilt zurzeit als Mittel der ersten Wahl. Das eine Toxin Typ B eignet sich ebenfalls als Mittel der ersten Wahl, wird aber bevorzugt als "Reservemedikament" bei Antikörperentwicklung gegen das Toxin A eingesetzt, die sich bei einigen Patienten nach mehrjähriger Behandlungsdauer entwickeln (Schönweiler und Zwirner 2005).

Laryngeale Dystonien sind die Spasmodische Dysphonie vom Adduktor-Typ mit den Subtypen glottische und/oder supraglottische Hyperaktivität (ca. 90 % der Spasmodischen Dystonien, Hauptsymptom: gepresste Stimme und Stimmabbrüche), die Spasmodische Dysphonie vom Abduktor-Typ (ca. 10 %, Hauptsymptom: behauchte Stimme bis Flüsterstimme), der Stimmlippentremor (Hauptsymptom: Tonhöhen- und Lautstärketremor beim Sprechen) sowie Spasmen des oberen Ösophagussphinkters (Hauptsymptom: Dysphagie mit Passagehindernis).

Für die häufige Spasmodische Dysphonie vom Adduktor-Typ hat sich wegen der weit über 90%-igen Erfolgsrate die Injektion von Botulinum-Toxinen in den M. thyreoarytenoideus oder M. vocalis als Therapie der ersten Wahl etabliert (Ceballos-Baumann 1998, Laskawi 1998, Laskawi 2007, Naumann 1998, Ptok et al. 2004, Whurr et al. 1998). Eine Stimmübungsbehandlung und/oder eine Psychotherapie gilt als verzichtbar, obwohl in einem Cochrane-Review nur eine einzige Studie die strengen Kriterien erfüllte und diese die Wirksamkeit der Botulinum-Toxin-Therapie nicht beweisen konnte (Watts et al. 2006). Die Injektion kann entweder transoral mit visueller bzw. laryngoskopischer Kontrolle in Oberflächenanästhesie erfolgen oder transkutan (bzw. die Membrana cricothyroidea) über eine elektromyographische Kontrolle (Schwemmler und Ptok 2007). Für die Behandlung der Spasmodischen Dysphonie wird der etwas aufwendigere transorale Zugang als vorteilhaft angesehen (Schwemmler und Ptok 2007), da "Zielgenauigkeit" als höher und daher die notwendige Dosis als geringer eingeschätzt werden. Die Injektion kann unilateral oder bilateral erfolgen. Die notwendige Dosis hängt vom verwendeten Präparat ab. Zur Behandlung von Dysphagien infolge Spasmen des oberen Ösophagussphinkters (M. constrictor pharyngis) werden recht hohe Dosen benötigt (Laskawi 1998). Unerwünschte Wirkungen sind vorübergehend eine behauchte Stimme und Verschlucken, insbesondere beim Trinken (d.h. bei Aufnahme flüssiger Konsistenzen). Die Injektionen müssen, da eine Heilung meist nicht in Aussicht steht, lebenslang 3-4-monatlich wiederholt werden. Die Behandlung gehört auf jeden Fall in die Hände erfahrener Ärzt*innen, weswegen hier auf die Dosierung nicht noch detaillierter eingegangen wird. Die Behandlung mit Botulinum-Toxinen ist zur Behandlung Spasmodischer Dysphonien vom Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) zugelassen, für die Behandlung von Dysphagien (Schluckstörungen) allerdings noch nicht, also weiterhin "off-label" (Ptok et al. 2004).

4.3.3 Glukokortikoide

Für die Behandlung und Prophylaxe von Heiserkeiten mit Glukokortikoiden sind viele Indikationen für die topische (intrakutane oder intramuskuläre Injektion) und systemische (orale Verabreichung oder intravenöse Injektion) Behandlung beschrieben worden (Rafii et al. 2014). Typische Vertreter dieser Medikamente sind Hydrokortison, Prednison (4fache Wirkstärke von Hydrokortison), Methylprednisolon (5fache Wirkstärke von Hydrokortison) und Dexamethason (30fache Wirkstärke von Hydrokortison).

Einzelne Publikationen über lokale Injektionen von Glukokortikoiden (z.B. Triamcinolon 4 mg in 0,1 ml, Methylprednisolon 40 mg/ml) in benigne Stimmlippenveränderungen wie Stimmlippenknötchen, Stimmlippenpolypen, Stimmlippennarben und sogar Reinke-Ödeme wurde vereinzelt publiziert. Die berichteten Erfolgsraten betragen etwa 35% bis 50% (Rafii et al. 2014).

Bei rheumatischen Erkrankungen kann es zu subepithelialen Knoten im Bereich der Stimmlippen kommen, die funktionsbedingten Stimmlippenknötchen ähnlich sehen. Für diese Knoten ("Rheumaknoten") wurde die transorale intraläsionale Injektion von 2 mg Triamcinolon beschrieben, die ggf. nach etwa 3 Wochen wiederholt wurde. Bei allen 6 behandelten und publizierten Patient*innen konnte eine Rückbildung der Knötchen erreicht werden (Löhner und Hacki 2003).

Heiserkeiten durch Paresen oder Paralysen im Rahmen von operativen Eingriffen zur Behandlung der Schilddrüse (z.B. verschiedene Formen der Strumektomie) haben sich seit der Etablierung des Neuromonitorings des N. laryngeus inferior („recurrens“) minimiert. Die Schonung der Nn. laryngici superiores ist allerdings dadurch nicht möglich. Nun klagen immer noch Patient*innen nach Schilddrüseneingriffen über Heiserkeiten. Zur Prophylaxe solcher Beschwerden wurden vielfach unmittelbar präoperative Verabreichungen von Dexamethason empfohlen und wissenschaftlich untersucht. In einem Cochrane-Review von Cheng et al. (2015) wurden vier Arbeiten mit ähnlicher Methodik hinsichtlich der festgestellten Effekte analysiert. Alle vier Arbeiten enthielten aber weder laryngoskopische, stroboskopische, akustische oder elektroglottographische Befunde, die prä- und postoperative Unterschiede in den Gruppen mit und ohne die Prophylaxeversuche hätten quantifizieren können. Es wurde lediglich subjektive Angaben der Patient*innen ausgewertet, die mit Fragebögen erhoben wurden, z.B. mit dem Voice Handicap Index, dem Voice Impairment Score und 2 selbst entwickelten visuellen Analogskalen. Eine statistisch signifikante Verminderung von Stimmbeschwerden durch die Verabreichung von Dexamethason konnte nicht festgestellt und daher auch nicht als Prophylaxe empfohlen werden.

4.3.4 Hyaluronidase

In einer ersten Arbeit zu dem Thema wird für die Behandlung von Stimmlippeneinblutungen lokale Injektionen von Hyaluronidase empfohlen, ein Hyaluronsäure spaltendes Enzym. Damit wurde eine signifikante Verbesserung des Schwingungsablaufs der Stimmlippen und in den Antworten der Patienten im VHI-10 erzielt (Woo 2018). Diese Behandlung könnte sich auch als vielversprechender Ansatz für entzündliche Polypen und bei Überkorrektur einer Glottisinsuffizienz mit hochvernetzter Hyaluronsäure herausstellen.

4.3.5 Neurotransmitter

Neurotransmitter-Präparate, die man für neurologische (System-) Erkrankungen wie z.B. M. Parkinson, entwickelt hat, wurden auch für die Behandlung bei Aphasien geprüft (Bakheit 2004; Klein und Albert 2004). Bei motorischen und transkortikalen unflüssigen Aphasien wurde eine Störung dopaminerger Bahnen zwischen Basalganglien und präfrontalem Kortex postuliert, zumal die dysarthrische Symptomatik der eines schweren unbehandelten M. Parkinson ähnlich sein kann. Daraus wurde die Möglichkeit einer Behandlung mit Bromocriptin in einer Dosierung von 40-60 mg/Tag (Bakheit 2004; Klein und Albert 2004) oder L-Dopa (Bakheit 2004; Hacki et al. 1990) abgeleitet. Bei Bromocriptin konnten die in den ersten Studien erfolgversprechenden Ergebnisse nicht durch weitere bestätigt werden oder die vage Chance auf eine Verbesserung der Sprechflüssigkeit stand in keinem vertretbaren Verhältnis zu den unerwünschten Wirkungen der Behandlung. Donepezil ist ein Cholinesterasehemmer und erhöht die Konzentration von Acetylcholin im Gehirn. Die Substanz wurde für die Behandlung der Alzheimer-Demenz entwickelt. In einer randomisierten, placebokontrollierten Studie konnten bei akuter Aphasie in Verbindung mit Sprachtherapie signifikante Verbesserungen lexikalischer und artikulatorischer Sprachleistungen nachgewiesen werden (Bakheit 2004; Berthier et al. 2006). Die Wirkung anderer Neurotransmitter scheint hinsichtlich einer Verbesserung von Sprachleistungen eher unspezifisch zu wirken (Klein und Albert 2004). Zu diesen Substanzen gehören Noradrenalin, die Agonisten des Noradrenalins (z.B. Amphetamine wie Methylphenidat, das zur Behandlung des Aufmerksamkeitsdefizitsyndroms eingesetzt wird), Gamma-Aminobuttersäure (GABA) und Serotonin.

4.3.6 Piracetam

Piracetam wurde zur Verbesserung der Hirnleistung für Patient*innen mit Demenzen, Comotio und Hirninfarkten entwickelt und soll auch die Rückbildung der Symptome bei Aphasien verbessern (Böhme 2003; Klein und Albert 2004). In einigen Studien konnte die Ausdehnung minderperfundierter Hirnareale signifikant reduziert werden. Diese Behandlung ist nicht allein, sondern nur in Verbindung mit einer Sprachtherapie wirksam, wobei Patient*innen unter Piracetam gegenüber denen ohne dieses Medikament aber verbesserte sprachliche Leistungen zeigten.

4.3.7 Propanolol

Bei essentiellen Tremor ist die Propanolol-Einnahme mit einer Dosis von 60-90 mg/Tag ist fast so wirksam wie die intralaryngeale Injektion von Botulinum-Toxin (Justicz et al. 2016).

4.3.8 Protonenpumpeninhibitoren (PPI)

siehe S2k-Leitlinie gastroösophageale Refluxkrankheit, AWMF-Register-Nummer 021/013

PPI sind heute die Präparate der ersten Wahl zur Behandlung der gastroösophagealen Refluxkrankheit (GERD, gastro-esophageal reflux disease). Typische Dosen für die Substanz Omeprazol sind 20-80 mg pro Tag. Die Behandlung kann dauerhaft oder nach Bedarf erfolgen (Böhme 2003; Jecker et al. 2005). Die manchmal bei Verdacht auf GERD und zur Umgehung einer Differentialdiagnostik praktizierte "Testdosis" von nur 20 mg Omeprazol für 2 Wochen ist nicht zu empfehlen (Jecker et al. 2005).

Typische organische Ursachen einer GERD sind eine gestörte Funktion des unteren Schließmuskels der Speiseröhre, der Zwerchfellbruch (Hiatushernie) oder Magenentleerungsstörungen. Funktionelle Ursachen sind fehlerhafte Ernährung und ungünstige Gewohnheiten der Nahrungsaufnahme, Hauptmahlzeiten weniger als 3 Stunden vor dem Zubettgehen, Nikotin und der übermäßige Genuss von Alkohol.

Das Refluat kann bis in den Kehlkopf aufsteigen, besonders nachts und bei ausgeprägtem Schnarchen. Man spricht dann von extraösophagealem Reflux (EER, Jecker et al. 2005). Typische Symptome eines EER sind Sodbrennen, Globusgefühl, Schluckschmerzen, Reizhusten, asthmatische Beschwerden, Atemnotanfälle wie bei einem Laryngospasmus oder bei einer Vocal Cord Dysfunction (VCD), Heiserkeiten und Stimmleistungseinschränkungen wie bei funktioneller bzw. usogener (gebrauchsbedingter) Dysphonie. Typische laryngoskopische Zeichen sind die Schwellung und Aufwerfung der hinteren Stimmlippenkommissur (sog. Laryngitis posterior), eine Verlegung des Sinus piriformis (cave: Tumorausschluss notwendig) sowie, bei besonders schlimmen Fällen, eine Ausdehnung der Laryngitis auf die Stimmlippen sowie Kontaktgranulome und Stimmlippenknötchen (Böhme 2003; Jecker et al. 2005). Der Zusammenhang zwischen Reflux und Stimm- sowie Schluckbeschwerden lässt sich am besten durch eine 24-h-pH-Metrie mit Platzierung des oberen Messpunktes im Hypopharynx nachweisen (Böhme 2003; Jecker et al. 2005).

GERD ist eine Prädisposition für ein Ösophaguskarzinom und muss allein schon aus diesem Grund medikamentös behandelt werden. Ein aktueller Review ergab keine signifikanten Hinweise darauf, dass sich die Behandlung einer GERD auch auf die Stimmqualität oder auf akustische Heiserkeitsparameter auswirkt und aus diesem weiteren Grund gegeben werden sollte. Allerdings wurden zukünftige Studien zu dem Thema für notwendig erachtet (Lechien et al. 2017).

Zur Behandlung von Stimmstörungen sollten bevorzugt Medikamente eingesetzt werden, deren Wirksamkeit in klinischen Studien nachgewiesen wurde deren Nebenwirkungen bekannt sind.

Empfehlung 53	
Die Behandlung mit einem Antibiotikum allein zum Ziel der Stimmverbesserung und zur Prophylaxe länger anhaltender Stimmstörungen nach Abklingen der akuten Symptome soll nicht durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 54	
Bei spasmodischer Dysphonie und/oder glottischer Hyperfunktion im Rahmen von Dystonien sollten primär intralaryngeale Injektionen von Botulinum-Toxinen angewendet werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 55	
Bei ansonsten therapieresistenten Stimmlippenschwellungen wie z.B. Stimmlippenrandverdickungen («Knötchen»), Stimmlippenpolypen, Stimmlippennarben, Reinke-Ödemen und subepithelialen Knoten ("Rheumaknoten", «bamboo nodes») kann ein individueller Heilversuch mit transoraler intraläsionaler Injektion von Triamcinolon erwogen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 56	
Eine Prophylaxe von Stimmstörungen nach Strumektomie durch präoperative Verabreichung von Dexamethason soll nicht durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 57	
Neurotransmitter sollten nicht mit dem alleinigen Ziel der Verbesserung einer Stimmstörung eingesetzt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.4 Therapie von Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen

Michael Fuchs, Susanne Voigt-Zimmermann

Empfehlung 58	
Die Indikation einer Stimmtherapie bei Kindern und Jugendlichen sollte von der klinischen Notwendigkeit und Ätiologie, vom Grad der persönlichen Betroffenheit bzw. dem Leidensdruck der Kinder und Jugendlichen abhängen sowie unter Berücksichtigung der zu erwartenden Entwicklungsnachteile durch die Stimmstörung erfolgen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Die Entscheidungsfindung für oder gegen eine Stimmtherapie findet gemeinsam mit den Kindern bzw. Jugendlichen und ihren Eltern sowie im interdisziplinären Austausch unter Berücksichtigung der Compliance der Kinder und Jugendlichen bzw. Eltern statt. (Voigt-Zimmermann et al. 2015 a, b).

4.4.1 Stimmfunktionstherapie von nicht organisch bedingten Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen

Bei nicht primär organisch bedingten Stimmstörung im Kindes- und Jugendalter kann eine kombinierte Stimmübungstherapie (Stimmfunktionsübungen inkl. gemeinsamer Aufarbeitung der auslösenden Faktoren) oder eine Elternberatung allein ausreichend sein. Die Wahl der Therapiemethode basiert auf einer ausführlichen Anamnese und kindgerechten Stimmdiagnostik (Voigt-Zimmermann et al. 2015 b).

Ursachenspezifische Therapien für o.g. funktionell bzw. psychogen bedingte Stimmstörungen bei Kindern liegen z.T. evaluiert auch im deutschsprachigen Raum vor: „Sygesti“ (Nienkerke-Springer et al. 2005), ein mehrdimensionaler Therapieansatz (Beushausen und Haug 2003), die „Psycho- und familiendynamische Diagnostik und Beratung“ (Kollbrunner 2006) und die „Berner kurzdynamische Intervention“ (Kollbrunner und Seifert 2013). Diese Behandlungsansätze kombinieren in unterschiedlichem Maße (Voigt-Zimmermann et al. 2015 b):

- Stimmfunktionsübungen einzeln oder in der Gruppe (zu Haltung, Tonus, Atmung, Phonation, Intonation usw.),
- die Förderung kommunikativer Fähigkeiten inkl. Hilfestellungen im Persönlichkeitsausdruck,
- die Stärkung des Selbstbewusstseins inkl. Bewältigungsstrategien für emotional belastende Situationen
- sowie Elternberatungen und ggf. Familiengespräche.

Bei Wirksamkeitsstudien von Stimmfunktionstherapien im Prä-Post-Design bei Kindern mit Phonationsverdickungen zeigten sich deutliche Behandlungseffekte (Hartnick et al. 2018), so auch postmutationell im Follow-up bei 100% aller männlichen und ca. der Hälfte der weiblichen Studienteilnehmer*innen (Mackiewicz-Nartowicz et al. 2014). Die andere Hälfte der jungen Frauen berichtete auch weiterhin von stimmbezogenen Problemen. Insbesondere diese jungen Frauen benötigen ggf. eine frühzeitige stimmliche Beratung sowie eine spezifische Stimmausbildung während der Ausbildung bzw. des Studiums zu einem stimmintensiven Beruf (siehe Kap. 5. „Prävention von Stimmstörungen“).

Für alle genannten Therapieansätze gilt, dass sie die Entwicklungsbedingungen für Kinder und Jugendliche unterstützen und somit auch deren stimmliche Entfaltung. Eine wichtige

Voraussetzung ist das Verständnis der Eltern, dass nicht organisch bedingte Stimmstörungen im Kindesalter ein Symptom psychodynamischer Dynamiken im Kind selbst und/oder in seinem Umfeld sind, die aufgearbeitet werden sollten (Voigt-Zimmermann et al. 2015 a).

Bei anderen auslösenden bzw. begleitenden Faktoren, wie etwa Allergien, Entzündungen oder extraösophagealem Reflux muss ggf. medikamentös oder diätisch mitbehandelt werden. Exogene Noxen sollten ausgeschaltet werden.

4.4.2 Therapie von Mutationsstimmstörungen

Die Therapie psychogen bedingter Mutationsstimmstörungen erfolgt im Team mit Ärzt*innen, Psycholog*innen und Stimmtherapeut*innen. Der „Bresgenhandgriff“ mit Druck auf den Schildknorpel nach kaudal kann zwar zumeist ein sofortiges Umschlagen der Stimme in die tiefe Lage bewirken. In Kombination mit tieftönigen Stimmübungen kann man sich so der geschlechtsspezifischen bzw. physiologischen Sprechstimmlage (Indifferenzlage) allmählich annähern und sie konditionieren. Wenn jedoch die tiefe Sprechstimmlage abgelehnt wird, führt auch die ausschließliche Stimmfunktionstherapie nicht zum Ziel. In diesen Fällen bedarf es der zusätzlichen kinderpsychiatrischen bzw. -psychologischen Therapie.

Organisch, vorwiegend hormonell bzw. endokrin bedingte Mutationsstimmstörungen müssen pädiatrisch bzw. endokrinologisch behandelt werden.

4.4.3 Phonochirurgische Maßnahmen bei Stimmstörungen im Kindes- und Jugendalter

Bei angeborenen Stimmstörungen stehen postnatal vor allem lebenserhaltende Maßnahmen im Vordergrund, da diese zumeist mit anderen, oft vital gefährdenden Pathologien einhergehen. Die meisten erworbenen organischen Stimmstörungen können bei dringender Notwendigkeit phonochirurgisch behandelt werden. Benigne Veränderungen an den Stimmlippen (Zysten, Polypen, Ödeme) haben in 90% ein posttherapeutisch zufriedenstellendes Outcome (Landa et al. 2017), welches jedoch stark abhängig von Art und Ausdehnung der Läsionen und der Erfahrung der Operateur*innen ist.

Eine alleinige operative Abtragung sekundär organischer Veränderungen im Kindesalter (insbesondere Stimmlippenknötchen) ist nur im Ausnahmefall indiziert. Einerseits wird durch die Abtragung die Stimmqualität nur kurzfristig verbessert, da die Ursache unbehandelt bleibt und Rezidive häufig sind. Zum anderen besteht das Risiko von Wundheilungsstörungen und Vernarbungen mit dauerhaften Einschränkungen der Stimmleistungsfähigkeit. Das gilt insbesondere aufgrund der postoperativ weiterhin bestehenden mechanischen Belastung der Stimmlippen (weil Ursache und Pathomechanismus unverändert sind) und der erhöhten Vulnerabilität des im Wachstum befindlichen Stimmlippenepithels im Vergleich zum Erwachsenenalter (Fuchs 2008).

Behandlung der Wahl bei juveniler Larynxpapillomatose ist die chirurgische Exzision mit verschiedenen Lasern, wie CO₂-, KTP- oder Blaulasern (Seedat 2020). Die konsequente HPV-Impfung von Jungen und Mädchen mit einem polyvalenten Impfstoff kann das Auftreten von RRP reduzieren (Papaioannou et al. 2018), obgleich der derzeit in Deutschland empfohlene Impfzeitpunkt für frühkindliche Formen der RRP selbstredend zu spät liegt.

4.5 Maßnahmen zur Geschlechtsangleichung der Stimme bei Geschlechtsdysphorie

Dirk Deuster, Susanne Voigt-Zimmermann

Als medizinische Behandlungsoptionen der Geschlechtsdysphorie stehen zur Verfügung: Hormontherapie, Haarbehandlung sowie chirurgische Interventionen zur Veränderung der primären und sekundären Geschlechtsorgane und des äußeren Erscheinungsbildes. Sie können zur Unterstützung der geschlechtstypischen Erscheinung durch phonochirurgische Eingriffe und übende Stimmtherapieverfahren ergänzt werden. Übungen zur Veränderung des Sprechverhaltens, der Wortwahl, des Sprechausdrucks, des kommunikativen Auftretens als Ganzes runden die hochindividualisierte Kommunikationstherapie i.w.S. ab. Sie basieren auf der Selbstwahrnehmung der Sprechweise mittels auditiver, propriozeptiver, kinästhetischer und visueller Kanäle.

Empfehlung 59	
Geschlechtsdysphorien können mittels Hormontherapien und chirurgischer Interventionen zur Veränderung der primären und sekundären Geschlechtsmerkmale behandelt werden. Stimm- und Kommunikationstherapie tragen zur Erreichung der geschlechtstypischen Erscheinung bei.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 60	
Bei Mann-zu-Frau-transidenten Personen (MTF) mit dem Wunsch der Stimmfeminisierung sollen die übende Stimmfunktionsanpassung und/oder phonochirurgische Maßnahmen durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 61	
Durch die gegengeschlechtliche Hormontherapie mit Testosteron bei Frau-zu-Mann-transidenten Personen (FTM) kommt es zur Stimmvertiefung.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

4.5.1 Mann-zu-Frau-transidente Personen (MTF)

Durch eine gegengeschlechtliche Hormontherapie bzw. antiandrogene Therapie tritt keine Stimmfeminisierung ein. Grundsätzlich stehen übende (s.a. Stimmfunktionstherapie, Kap. 4.1.) und operative Verfahren zur Stimmfeminisierung zur Verfügung. Operative Verfahren (s.a. Kapitel Phonochirurgie bei direkter Mikrolaryngoskopie 4.2.3) dienen hauptsächlich dem Ziel, die Sprechstimmlage zu erhöhen und je nach Verfahren den laryngealen Primärschall und/oder einen Teil des Ansatzrohres (Vestibulum laryngis) zu verändern. Übende Verfahren streben neben einer Erhöhung der Sprechstimmlage eine Veränderung der Ansatzrohereinstellung, der Prosodie, des sprachlichen Ausdrucks- und der sprecherischen Verhaltensweise (Mimik, Gestik) an.

Systematische Übersichtsarbeiten oder Studien mit großer Probandenzahl oder mit ähnlichen bzw. vergleichbaren therapeutischen Methoden zur Untersuchung der Effektivität einer Stimmfunktionstherapie zur Stimmfeminisierung liegen nicht vor (s.a. Oates 2006).

Auch zu den operativen Verfahren fehlen randomisierte klinische Studien und prospektive Kohortenstudien. In einem Review mit Metaanalyse verglichen Song und Jiang (2017) operative Verfahren und konnten zeigen, dass die größte Stimmfrequenzerhöhung durch die endoskopische Stimmlippenverkürzung zu erreichen war, gefolgt von der cricothyroidalen Approximation und der laserchirurgischen Massereduktion. Schwarz et al. (2017) konnten in ihrem Review inkl. Metaanalyse keiner spezifischen operativen Technik den Vorzug geben. Der untersuchte Zielparameter war in beiden Arbeiten nicht die Stimmzufriedenheit oder Selbst- und Fremdwahrnehmung, sondern die messbare Stimmfrequenzerhöhung. Nolan et al. (2019) konnten in einem systematischen Review zeigen, dass sowohl operative wie übende Techniken einen positiven Effekt auf die Selbstwahrnehmung der Stimme haben.

Hinsichtlich der übenden Verfahren werden einzelne spezifische Verfahren beschrieben bzw. beworben, wobei bisher noch keines seine signifikante Überlegenheit gegenüber anderen Therapieverfahren nachweisen konnte. Es kann davon ausgegangen werden, dass ähnlich zur allgemeinen Stimmfunktionstherapie (s. 4.1.) und trotz der Unterschiede im Therapieziel die Compliance der Studienteilnehmer*innen bei der Durchführung von häuslichen Übungen ebenfalls ein wichtiger Prädiktor für den Therapieerfolg ist, ebenso die stimmliche Ausgangslage.

Trotz Unterschieden in den Vorgehensweisen besteht eine weitgehende Übereinstimmung, dass eine Baseline-Untersuchung notwendig ist, die auch die Erwartungen der Patientin insbesondere vor dem Hintergrund der realistisch erreichbaren Therapieziele klärt (Oates 2006; Sandmann et al. 2014). Die Erhöhung der mittleren Sprechstimmlage sollte ein Therapieinhalt sein, da sie sich in Studien als wichtige Maßnahme zur Wahrnehmung einer Stimme als weiblich erwiesen hat. Sie führt jedoch nicht sicher und ausreichend zu einer weiblichen Stimmwahrnehmung (z.B. Leung et al. 2018; Holmberg et al. 2010; Oates 2006). Dacakis et al. konnten zeigen, dass sich ein starker signifikanter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen des Transsexual Voice Questionnaire for Male-to-Female Transsexuals (TVQMtF) und der Selbstwahrnehmung der Femininität der Stimme zeigte, jedoch kein signifikanter Zusammenhang mit akustischen Parametern einschließlich der Stimmgrundfrequenz (n=34) (Dacakis 2017).

Als weitere Therapieinhalte werden direkte Übungen zur Vokaltraktveränderung, zur Modifizierung von Sprechrhythmus und -melodie und zur Selbstwahrnehmung der Stimme mittels auditiver, propriozeptiver, kinästhetischer und visueller Kanäle empfohlen (Oates 2006).

Die prätherapeutische ärztliche Diagnostik sollte sich zwar am Basisprotokoll für die Stimm diagnostik des Committee on Phoniatrics der European Laryngological Society orientieren (Dejonckere et al. 2001) orientieren bzw. zumindest die in der Checkliste (s. Kapitel 7) aufgeführten Modi mit zusätzlicher Sprech- und Singstimmfeldmessung umfassen. Hierbei sollten unabhängig von der Stimmfeminisierung bestehende Stimmstörungen diagnostiziert und vor einer Stimmmodifikation behandelt werden. Die in Checkliste 7 aufgeführten Aspekte und Methoden müssen den speziellen Bedürfnissen der Patientinnen angepasst werden. So existiert als geeigneter spezifischer Fragebogen „Transsexual Voice Questionnaire for Male-to-Female Transsexuals“ (Dacakis et al. 2013), der in einer deutschen Fassung validiert wurde (Salm et al. 2018).

Das anzustrebende Therapieziel ist die geschlechtskonforme Selbst- und Fremdwahrnehmung der Stimme und Sprechweise. Hierbei sollten neben den stimmlichen Voraussetzungen auch die individuelle äußere Erscheinung, das Alter und die private und berufliche Stimmbelastung berücksichtigt (Neuschaefer-Rube 2020) und das Erreichen dieser Therapieziele und das Ausbleiben ungünstiger Effekte der Therapie auf die

Stimmfunktion im Rahmen von ärztlichen bzw. stimmtherapeutischen Verlaufskontrollen überprüft werden.

Daten, die objektive Kriterien für eine Indikationsstellung zu einer stimmfeminisierenden Operation liefern könnten, liegen nicht vor. In der klinischen Praxis hat sich bewährt, mit einer Stimmfunktionsbehandlung zu beginnen, auch um die Selbstwahrnehmung der Stimme zu verbessern. Sollte hierdurch keine geschlechtskonforme Selbstwahrnehmung der Stimme erreicht werden, sollten mit der Patientin die operativen Möglichkeiten einschließlich der Risiken und der realistisch absehbar zu erreichenden Ergebnisse diskutiert werden. Postoperativ ist wiederum eine Stimmfunktionsbehandlung empfehlenswert („Sandwich-Therapie“, Neuschaefer-Rube 2020). Die Anzahl von Stimmfunktionsbehandlungen, bis zu der eine Stimmfeminisierung erwartet bzw. wegen Erfolglosigkeit abgebrochen werden kann, lässt sich nicht sicher benennen.

4.5.2 Frau-zu-Mann-transidente Personen (FTM)

Durch die gegengeschlechtliche Hormontherapie mit Testosteron tritt bei Frau-zu-Mann-transidenten Personen (FTM) eine Stimmvertiefung ein (Van Borsel et al. 2000; Damrose 2009; Cosyns et al. 2014; Nygren et al. 2016; Deuster et al. 2016). Nur wenige FTM stellen sich aufgrund von Stimmstörungen klinisch vor, was auf eine Stimmzufriedenheit allein durch die testosteronbedingte Stimmabsenkung hinweisen könnte. Im Gegensatz dazu stehen Publikationen, die auch bei FTM geschlechtsspezifische oder -unspezifische Stimmprobleme beschreiben (Cosyns et al. 2014; Azul et al. 2015; Azul et al. 2017; Nygren et al. 2016). Daher sollte nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass FTM keine Stimmprobleme entwickeln. Es handelt sich hierbei um eine heterogene Gruppe und bei jedem Patienten sollte individuell evaluiert werden, ob geschlechtsspezifische oder geschlechtsunspezifische Stimmprobleme vorliegen.

Der Beginn einer testosteronbedingten Stimmabsenkung ist im Normalfall bereits nach wenigen Wochen messbar, nach etwa einem Jahr ist ein steady-state erreicht (Van Borsel et al. 2000; Damrose 2009; Nygren et al. 2016; Deuster et al. 2016) und umfasst orientierend eine Sexte (Nygren et al. 2016; Deuster et al. 2016). Bei unzureichenden oder als unzureichend empfundenen Stimmabsenkungen sollte zwischen „organischen“ im Sinne eines unzureichenden Testosteroneffektes und „funktionellen“ Ursachen, vergleichbar mit einer Mutationsstimmstörung bei biologischen Männern, unterschieden werden (Deuster 2020). Erstere wäre in Zusammenarbeit mit dem betreuenden Endokrinologen zu klären, bei Letzterer oder bei Störungen, die andere Aspekte der Stimme wie die Stimmbelastbarkeit oder stimmliche Instabilitäten betreffen, kann eine Stimmfunktionstherapie eingeleitet werden. Es sollte allerdings berücksichtigt werden, dass die Stimmabsenkung individuell in unterschiedlichem Ausmaß und unterschiedlicher Geschwindigkeit verläuft (Nygren et al. 2016; Deuster 2016), so dass am Beginn der Testosteronbehandlung auch eine abwartende Vorgehensweise mit ausführlicher Patienteninformation gerechtfertigt sein kann.

4.6 Manuelle Therapie

Roland Hülse, Bernhard Lehnert, Manfred Hülse

Empfehlung 62	
Funktionsstörungen des statomotorischen Systems können auf die extralaryngeale Halsmuskulatur und damit auf die Stimmfunktionen wirken. Manuelle Maßnahmen können im Einzelfall Teil eines stimmtherapeutischen Gesamtkonzepts sein.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Funktionelle Dysphonien gehen häufig mit einem «zu viel» oder «zu wenig» an muskulärem Tonus einher. Es wird eine Dyskoordination (Malregulation) der Bewegungsmuster bzw. Spannungsmechanismen des Stimmproduktionsapparats angenommen. Kontrollierte klinische Studien haben gezeigt, dass manuelle Behandlungen der den Larynx umgebenden Halsweichteile unmittelbare positive Auswirkungen auf die Stimmqualität bei Dysphonie (Cardoso 2017) und auch auf die Stimmqualität Gesunder haben können (D'haeseleer 2013) Relevant sind neben der Kehlkopfmuskulatur die gesamte prä- und paralaryngeale Muskulatur, Gesichts-, Hals- und Nacken-Muskulatur. Eine solche Verspannung der Muskulatur kann in gleichem Maße durch eine funktionelle Halswirbelsäulenstörung und/oder eine craniomandibuläre Dysfunktion (CMD) verursacht werden. Das bedeutet, dass das Zervikalsyndrom wie auch die CMD eine hyperfunktionelle Dysphonie deutlich verstärken, in einigen Fällen auch Hauptursache der Dysphonie sein können. Segmentale, myofunktionelle Störungen im Bereich der Halswirbelsäule können dabei ganz unterschiedliche Einflüsse auf die Phonation haben (Hülse 1991 a, b; Hülse et al. 2005; Conde et al. 2017; Mathieson et al. 2009; Marszałek et al. 2010; Marszałek et al. 2012; Stelzenmueller et al. 2015). So wurde beschrieben, dass Störungen im Bereich des craniocervikalen Übergangs, der Wirbelsäulensegmente C2/3, TH1-12 und der Rippen 1-12 vor allem den subglottischen Druck und die Kontinuität des Anblasens haben sollen. Es wurden eine reduzierten Stimmstärke und Tonhaldedauer bei gleichzeitig verstärkten Tonschwankungen beschrieben. Myofunktionelle Störungen im Bereich des Occiputs und C3 sollen hingegen mehr den Resonanzraum sowie die Stimmlippenspannung und damit deren Schwingungsamplitude und Randkantenverschieblichkeit beeinträchtigen mit der Folge von hartem Stimmansatz wirkt hart und einer heiseren, resonanzarmen und wenig tragenden Stimme. Das Timbre, insbesondere beim Singen hoher Töne sei verändert. Zudem sollen myofunktionelle Störungen im Bereich der HWS häufig verantwortlich für oft beschriebene Begleitsymptome wie Räusperzwang, Aerophagie, Kloßgefühl, laryngealen und paralaryngeale Schmerzen und Missempfindungen im Kehlkopfbereich sein.

Funktionelle HWS-Störungen sind sehr häufig, wenn auch meist kompensiert, so dass noch eine subjektive Beschwerdefreiheit bestehen kann. Die Häufigkeit einer CMD wird mit bis zu 60% der erwachsenen Bevölkerung angegeben.

In der Diagnostik und Therapie der funktionellen Dysphonie sollte daher bedacht werden, ob klinisch relevante Auswirkungen spinal innervierter Halsmuskeln, eine HWS-Funktionsstörung oder eine CMD eine Dysphonie auslösen, erhalten oder verstärken. Anamnestische Hinweise dafür können sein: Kopf-, Nacken-, Schulter-, Kreuzschmerzen, Schwindelbeschwerden, fluktuierendes Gehör, bekannte Störungen im Bewegungs- und Halteapparat auch weitab der HWS. Im Verdachtsfall empfiehlt sich eine Untersuchung der HWS- und Kopfbeweglichkeit sowie eine etagenweise Untersuchung der HWS und der oberflächlichen und tiefen Nackenmuskulatur. Die manuelle Befunderhebung kann durch Ärzt*innen mit geeigneter Qualifikation (z. B. mit Zusatzbezeichnung „Manuelle

Medizin“/„Chirotherapie“) selbst erfolgen oder gegebenenfalls an entsprechend qualifizierte Physiotherapeut*innen oder Stimmtherapeut*innen delegiert werden.

Liegen eine Verspannung der Halsweichteile oder klinische Zeichen einer funktionellen HWS-Störung und einer CMD vor, so sind diese geeignet eine funktionelle Dysphonie zumindest deutlich zu verstärken und den Heilungsverlauf zu prolongieren. HWS und Kiefergelenke können dann auch aus stimmärztlicher Indikation manualtherapeutisch, orthopädisch oder zahnärztlich behandelt werden. Diese Behandlungen können zeitgleich mit einer Stimmübungsbehandlung eingeleitet werden (Hülse 2005; Conde 2017; Mathieson 2009; Marszałek 2012; Marszałek 2010). Zumindest soll aber bei unbefriedigenden Ergebnissen einer ausschließlich konservativen Stimmübungsbehandlung an eine synchrone und verstärkende zervikogene Stimmstörung gedacht werden (Hülse 1991 a,b; Hülse et al. 2005; Conde et al. 2017; Mathieson et al. 2009; Marszałek et al. 2010; Marszałek et al. 2012).

4.7 Intensivtherapie/Stimmheilkur

Annerose Keilmann

Übungsbehandlungen bei Stimmstörungen werden in der Regel ambulant durchgeführt. Bei schweren Stimmstörungen oder besonderen Bedingungsgefügen reicht dies jedoch in Einzelfällen nicht aus (Gundermann 1984). Besonders bei Patient*innen, die beruflich auf eine leistungsfähige Stimme angewiesen sind, ist dann eine stationäre Stimmrehabilitation indiziert. Die Herausnahme aus dem Umfeld erlaubt Abstand vom Alltag und vom sozialen Umfeld, aber auch Abstand von der Stimmbelastung.

Empfehlung 63	
Liegt bei einem*r Patienten*in eine ambulant nur unzureichend behandelbare Stimmstörung vor, sollte die Indikation zur stationären Rehabilitation geprüft werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

In einer phoniatischen Rehabilitation arbeiten unter ärztlicher Leitung Logopäd*innen/Stimmtherapeut*innen, Psycholog*innen/ Psychotherapeut*innen, Kranken- und Gesundheitspfleger*innen, Sporttherapeut*innen, Physiotherapeut*innen, Masseur*innen, Ergotherapeut*innen, Diätassistent*innen, Kunsttherapeut*innen zusammen und bieten als Ergänzung zur Stimmtherapie Entspannungsverfahren, psychologische Einzelberatungen, Verhaltenstherapie, Sporttherapie in der Gruppe z.B. für Rücken und Bauch, auch im Wasser, Einzelphysiotherapie, z.B. Halsmuskulatur und Schultergürtel, aber auch physikalische Maßnahmen, Massagen, Wärmeanwendungen und Inhalationen an. Sozial- und Diätberatung und einige optionale Angebote werden individuell vereinbart. Neben der hochfrequenten Therapie ist der interdisziplinäre Austausch entscheidend. Eine stationäre Reha dauert üblicherweise 3 oder 4 Wochen.

Auch die Leitlinie der American Academy of Otolaryngology – Head and Neck Surgery foundation zu Dysphonie votiert für ein interdisziplinäres Vorgehen bei Stimmstörungen (Schwartz et al. 2009) in bestimmten Situationen. Behlau et al. (2015) sehen die Indikation zu Intensivtherapien bei ausbleibendem Erfolg einer konventionellen, ein- bis zweimal wöchentlichen Stimmtherapie, merken jedoch an, dass es keine Studien zum Vergleich einer konventionellen mit einer intensiveren Stimmtherapie gebe.

Typischerweise erhalten die Patient*innen im Rahmen einer stationären Stimmrehabilitation Stimmübungsbehandlung als Einzel- und Gruppentherapie. Jede*r Patient*in hat eine*n Bezugsstimmtherapeut*in, der meist der oder zuständige Gruppentherapeut*in ist, der/die

Therapeut*in beobachtet in der Gruppe, in wieweit das Gelernte schon umgesetzt ist und kann ggf. nacharbeiten. Nach Gundermann (1977a) erfüllt die Gruppe nicht nur einen kathartischen Zweck, sie übt ebenso eine Verstärkerwirkung auf die (positiven) Gefühle aus und führt eher zu einer Verhaltens- und Erlebnisänderung. In der Gruppe gleichermaßen Betroffener ist das Individuum eher fähig und bereit, „die Mühen des Umdenkens und Umlernens auf sich zu nehmen“ (Gundermann 1977b).

Jede RehaMaßnahme umfasst eine standardisierte Eingangs- und Abschlussdiagnostik. Anhand der Eingangsbefunde und der anhand der ICF klassifizierten Einschränkungen der Aktivitäten und Teilhabe werden zusammen mit dem*r Patienten*in die Therapieziele festgelegt und das Therapieprogramm geplant (Lübbe et al. 2017). Die Wirksamkeit von Stimmübungsbehandlung in der Gruppe konnte von Widhalm (2004) gezeigt werden. Es ergaben sich signifikante Verbesserungen des stroboskopischen Befunds, des Atmungsmusters, mehrerer Stimmleistungsparameter sowie von Begleitbeschwerden. Kramer et al. (2007) fanden, dass die Mehrzahl der Patient*innen, die vor der Rehabilitation wegen einer funktionellen Stimmstörung arbeitsunfähig war, nach der Reha wieder ins Berufsleben zurückkehren. Signifikante Verbesserungen der Selbsteinschätzung der Stimme im Voice Handicap Index und der in der Vokaltraktbeschwerdenskala erfassten Begleitsymptomatik fanden Lu et al. (2017).

4.8 Stimmrehabilitation nach Laryngektomie

Peter Dicks

Der bleibende Verlust der laryngealen Stimmfunktion nach Laryngektomie ist ein dramatisches traumatisierendes Lebensereignis, das neben den einschneidenden physiologischen Veränderungen für die Betroffenen die kommunikativen Möglichkeiten, die Interaktion mit dem nahen und weiten Umfeld (Familie, Beruf und Freizeit) und die psychischen Verarbeitungsstrategien in intensivster Weise verändert. Dem interdisziplinären Team aus Stimmtherapeut*in, Arzt/Ärztin für Phoniatrie und Pädaudiologie sowie HNO-Arzt/Ärztin kommt in allen Phasen der allgemeinen und spezifischen Stimmrehabilitation eine Lotsenfunktion zu, die im Schwerpunkt das Ziel einer erfolgreichen Wiederherstellung oder Kompensation der vokalen Kommunikationsfähigkeit verfolgt, aber komplementär die Hilfsmittelversorgung (z.B. Pflege des Shunt-Ventils, Trachealkanülenmanagement), den Kontakt zur Selbsthilfegruppe, die Tumornachsorge, die psychoonkologische Betreuung koordiniert und beratend begleitet (angelehnt und erweitert nach Leitlinienprogramm Onkologie, S3-Larynxkarzinom 2019; Lorenz 2017; Ulrich et al. 2010).

Im Kontext der Entscheidungsfindung zur anstehenden Laryngektomie ist zusätzlich zur Aufklärung durch die operierenden HNO-Ärzt*innen eine **präoperative Beratung zu einer Stimmrehabilitation** durch die/den Stimmtherapeut*in mit den Patient*innen, wahlweise auch mit den Angehörigen und/oder dem/der Klinikbetreuer*in als Standard fest einzuplanen. Inhaltlich werden die physiologischen Veränderungen, die Möglichkeiten der Stimmrehabilitation mittels Shunt-Ventilstimmgebung Ösophagusersatzstimmgebung (Ruktusstimme) und elektronischer Sprechhilfe aber auch Atem-, Riech- und Schlucktraining und das Pseudoflüstern thematisiert. Die Entscheidungsfindung zur Operation soll durch adäquate Informationsgewinnung aber auch psychosoziale Begleitung gestärkt werden. Erfordernisse zur niedrigschwelligen psychologischen Versorgung, Ressourcen des sozialen Umfeldes der Patient*innen und personenbezogene Gefährdungssituationen (z.B. Stigmatisierung, Depression und Rückzug, Alkoholproblematik) können in der Beratung im Sinne der ICF erkannt und für die stimmtherapeutische Therapieplanung berücksichtigt werden. Bereits zu diesem Zeitpunkt soll vom Arzt, dem Pflegemanagement bzw. dem Sozialdienst über die Möglichkeiten einer

Kontaktaufnahme zu einem Klinikbetreuer, der aus der Selbsthilfe (Kehlkopferierten e.V.) gewonnen wird, informiert werden oder stringenter direkt ein Kontakt zur Selbsthilfe vermittelt werden. Der Kontakt mit einem bereits stimmlich gut rehabilitierten Sprecher als Modell erfolgreichen Sprechens verbessert nachweisbar die Motivation des Betroffenen bezüglich des intensiven Lernprozesses der Stimmrehabilitation. Verschiedene Studien berichten über Defizite in der präoperativen Beratung, die im Sinne einer hochwertigen Versorgung nicht akzeptabel sind (Zeine und Larson 1999; McColl et al. 2006; Mizera 2019).

Die **Befunderhebung** des kehlkopflösen Patienten muss eine ausführliche Anamnese unter Einbeziehen der Angehörigen, Begutachtung der Hilfsmittelversorgung und pulmonal-trachealen Situation, gegebenenfalls den Einsatz des Blom-Singer-Insufflationstestes (Klärung der Schwingungsfähigkeit des PE-Segmentes), sowie den Einsatz des VHI (Voice-Handicap-Index; Kazi et al. 2006; Evans et al. 2009; Robertson et al. 2011) als Grad des persönlich empfundenen Handicaps beinhalten. In der Verlaufsdokumentation und Begutachtung sind der SSPI nach Kürvers (1997) und Verständlichkeitstests wie z.B. PLTT (Maddalena et al. 1991) anzuwenden. Die Beurteilung des allgemeinen Kommunikationsverhaltens und der Verständigungsstrategien vor OP sollte auch die Beobachtung des Pseudoflüsterns und des Schrifteinsatzes einschließen.

Nach Abschluss der kurativen Behandlung, also nach der Operation und ggf. Radio(-chemo-)therapie ist die intensive und interdisziplinäre Behandlung im Rahmen einer Anschlussrehabilitation (AHB) möglichst in einer auf laryngektomierte Patienten spezialisierten Rehaklinik als absolut förderlich für die Kommunikationsfähigkeit, das seelische Wohlbefinden und die Reintegration in Beruf oder Alltag anzusehen (Schwarz et al. 2005; Canis 2019). Die ambulante Stimmrehabilitation sollte sehr zeitnah nach Entlassung aus der operierenden Klinik oder nach AHB einsetzen. Oft erschweren aber die adjuvante Primärbehandlung wie Bestrahlung und/oder Chemotherapie zunächst den direkten Beginn der Stimmrehabilitation (Ulrich et al. 2010).

In den Arbeitsbereich der Logopädie/Stimmtherapie im interdisziplinären Netzwerk sind als komplementäre Maßnahmen bei entsprechender Fachqualifikation zu integrieren: Ausgleich fehlender olfaktorischer Fähigkeiten durch ein Riechtraining mit Anwendung der „polite yawning-Technik“ (Mizera 2019), Beratung und Training zu Schluckproblemen, Fazilitation von Atmungs- und Tonusstörungen, Beratung zur Anwendung des Trachealkanülenzubehörs und notwendiger Hilfsmittel (speziell Bereich Hygiene des Shunt-Ventils) sowie die psychosoziale Beratung und Vermittlung an psychologische Beratungsangebote (Psychoonkologie, Körper- und Traumatherapeuten), den Sozialdienst zur Reintegration in den Arbeitsprozess und sozialmedizinischen Fragestellungen und Kontaktherstellung zur Selbsthilfe der Kehlkopferierten e.V..

4.8.1 Stimmrehabilitation

Dem stimmlich massiv gehandicapten Patienten sind - um allen Kommunikationssituationen gerecht zu werden und auch in Notfallsituationen flexibel zu sein- therapeutisch inklusive des Pseudoflüsterns **alle drei Möglichkeiten der Stimmrehabilitation** (Shunt-Ventil, Ruktusstimmgebung und elektronische Sprechhilfe) bis zur Anwendungsebene im Alltagseinsatz zu vermitteln (Leitlinien Onkologie Larynxkarzinom 2019). In individualisierter Einzelfallentscheidung kann z.B. die ästhetische Ablehnung der auffälligen elektronischen Sprechhilfe oder operative wie physiologische Gegebenheiten gegen eine der möglichen Ersatzstimmen sprechen. Bei zu geringer Lautstärke einer der Stimmersatzarten ist die Versorgung mit einem Stimmverstärker (Mikrofon- und Lautsprecher-einheit als am Körper zu tragendes Gerät) als Maßnahme unterstützter Kommunikation unbedingt zu erwägen.

Beim übergreifenden Vergleich der Stimmrehabilitationsarten hat sich gezeigt, dass das Sprechen mit dem Shunt-Ventil zur besten Verständlichkeit führt. Für die Entscheidung der

adäquaten Stimmrehabilitationsmethode ist eine interdisziplinäre Entscheidung von operierender/m und nachversorgender/m HNO-Ärztin/Arzt und dem/r Stimmtherapeuten/in anzustreben, die aber auch das Alter des/r Patienten/in, die zu erwartenden anatomischen Verhältnisse, den Allgemeinzustand, die kommunikative Gesamtsituation aber auch die Präferenzen des/r Patienten/in berücksichtigen sollte (Kürvers 1997).

Die drei etablierten Methoden der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie sind 1. die tracheo-ösophageale Stimmgebung mittels Shunt-Ventil (synonym Stimmprothese) oder körpereigenem operativ angelegtem Shunt (syn. Neolarynx), 2. die klassische ösophageale Ersatzstimmgebung (Ruktusstimme, Ö-Stimme) und 3. die Stimmgebung mit der elektronischen Sprechhilfe (syn. Elektrolarynx, „Servox-Gerät“). Weitere rekonstruktive Verfahren oder Kehlkopftransplantationen haben nur solitäre Anwendung gefunden und werden hier nicht weiter berücksichtigt.

Von diesen ist die weit verbreitetste und als Goldstandard zu präferierende Art der Stimmrehabilitation die ad 1. genannte Phonation über eine primär bei Laryngektomie oder sekundär angelegte tracheoösophageale Fistel, die mit einem Shunt-Ventil (Einwegventil aus Silikon; auch als Stimmprothese bezeichnet) versorgt wird (Evans et al. 2009; Lorenz 2017). In Deutschland sind etwa 85% der laryngektomierten Patienten mit einem Shunt-Ventil versorgt (Lorenz 2014). In 85- 90% der Fälle gelingt eine gute stimmliche Rehabilitation (Delank und Scheuermann 2008; Stemple et al. 2010) übergreifend über alle 3 genannten Stimmrehabilitationsmöglichkeiten. Diesen Angaben entspricht im Umkehrschluss, dass Seidner, Eysholdt (2015), wie auch Wendler in 2005 nach Fastenau (1994) etwa 6% der laryngektomierten Patienten als stimmlich nicht zu rehabilitieren ansehen. Vergleichbar geben Singer et al. (2013) 5-15% als stimmlich nicht zu rehabilitieren an (vgl. Angabe: 20% in Leitlinie zum Larynxkarzinom 2019). Chirurgisch angelegte körpereigene Fisteln bzw. Neoglottisanlagen zeigen stimmrehabilitativ vergleichbar gute Ergebnisse, haben aber keine allgemeine Verbreitung erfahren (Hagen 2005; Lorenz 2014, 2017). Komplikationen und Implikationen der Versorgung mit Stimmprothesen sollten zur Darstellung kommen und müssen auch präoperativ den Patient*innen dargelegt werden. Auch die tiefe (Ersatz-)Stimmlage, die sich bei allen Patienten/eben auch bei den Frauen, ergibt muss kommuniziert werden.

Von Zorowka wurde empfohlen, in jedem Fall nach dem 3. postoperativen Tag eine initiale Stimmrehabilitation und ab dem 10. und 12. postoperativen Tag eine Anbahnung der Ersatzstimme, unabhängig von chirurgischen Maßnahmen zur Stimmrehabilitation durchzuführen (Hagen et al. 2004). Die Erarbeitung des Pseudoflüsterns (Nutzung der Mundluft zum Artikulieren mittels Frikativen und Plosiven), die Fazilitierung der oralmotorischen Motilität (syn. Mundmotorik), der unterstützende Einsatz von Mimik, Gestik und Blickkontakt sowie der zunächst entlastende Einsatz von schriftlichen Äußerungen sollte in der Stimmrehabilitation mit dem Patienten detailliert geübt werden. Das Pseudoflüstern ist zwar nur bei ruhiger Umgebung in geringer Gesprächsdistanz einsetzbar, bildet aber unabdingbare Grundlage der Verständlichkeit für Shunt-Stimmgebung, Ösophagustimme und elektronische Stimmgebung.

Der Aufbau der jeweiligen Stimmrehabilitation im Gesamtkonzept ist den jeweiligen Übersichten der stimmtherapeutischen Fachlehrbücher zu entnehmen (Motzko et al. 2004; Dicks 2007; Glunz et al. 2019).

Tabelle 10: Rahmenplan zur Stimmrehabilitation nach Laryngektomie (Behandlungsübersicht mit Schwerpunktbereichen, angelehnt an Dicks, Manter. In Siegmüller, Bartels 2006; Burgstaller-Gabriel H 1986)

Assoziierte Therapiebereiche

- Beratung und Gespräch
- Management von Pflege-Hilfsmitteln
- Körperhaltung und Tonus
- Atmung
- Artikulation und Mundmotorik (insbesondere Pseudoflüstern)
- Mimik und Gestik/Intention
- Akupädie (Hörerziehung)

Stimmrehabilitation

Ösophagusersatzstimme	Shunt-Ventil körper-eigene chirurgisch Neoglottis	bzw. angelegte (tracheo- ösophageale Stimmgebung)	Elektronische	Sprechhilfe
- Stimulierung und methodenunabhängige Anbahnung	- Stimulation Phonation	erster	- Erläuterung Demonstration	und der Funktionsweise des Gerätes
- methodenspezifische Stabilisierung (Inhalation, Injektion, Verschlusslautinjektion)	- Tracheostoma- Verschluss - Regulierung Anblasedrucks	des	- individuelle Grundeinstellung Tonhöhe!)	technische (beachte
- Koordination von Atmung und Sprechablauf	- Koordination von Atem und Stimme	von	- Grundhandhabung Gerätes Grundtontaste)	(Ansatzstelle,
- Erweiterung der Äußerungslänge	- Verbesserung der Äußerungslänge und prosodischer Parameter	und	- Koordination von Tongebung und Sprechen	
- Verbesserung der Prosodie			- Koordination von Atmung und Sprechen - Stabilisierung Grundtontaster - Erweiterung prosodischer Merkmale (Betonungstaste)	mit

Transfer

- Training alltagsrelevanter Situationen
- In-vivo-Arbeit

4.8.2 Spezifische Erläuterungen zu den Schwerpunkten des Rahmenplans (Vgl. Tabelle 10) der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie

Ein effizientes **Pseudoflüstern** sollte sehr schnell angebahnt und erlernt werden: Es bildet die Basis aller Stimmersatztechniken, ist prinzipiell leicht zu erlernen, bedarf aber einer guten Eigenwahrnehmung, so dass ggf. eine adäquate Hörgeräteversorgung zu erfolgen hat. Im Einzelfall können z.B. Strukturdefizite durch Operationen im Gaumen- oder Zungenbereich bzw. Lähmungen dieser Effektororgane einen ausreichenden velopharyngealen Abschluss und damit das Pseudoflüstern behindern bis unmöglich machen, so dass für alle Stimmersatztechniken die Verständlichkeit stark eingeschränkt bis aufgehoben sein kann. Auch in diesem Bereich sind Möglichkeiten der unterstützten Kommunikation bei chronisch schwer gehandicapten Patienten vom Einsatz eines Stimmverstärkers bis hin zu schriftbasierten Sprachausgabegeräte (z.B. Lightwriter) eventuell in die therapeutischen Interventionen zu integrieren (Nonn et al. 2011).

Die **Shunt-Ventil-Stimmgebung** ist mit angegebenen 30% Komplikationen (Aspiration, Undichtigkeit, Verunreinigung, Neumann et al. 2000) auf eine qualitativ hochwertige Betreuung durch die nachsorgende HNO-Klinik, den Produktbetreuer*innen der Hilfsmittelfirmen und die Stimmtherapeut*innen angewiesen, damit die Patient*innen u.a. selbstständig und adäquat das Ventil reinigen kann. In einer Studie von Singer et al. (2013) zeigte sich, dass nur 58% der 225 Patient*innen, die primär mit einem Shunt-Ventil versorgt wurden, dieses auch 1 Jahr nach der primären Anlage noch nutzten. Ist eine optimale Versorgung möglich, können Betroffene schon wenige Tage nach der Laryngektomie grundständig phonieren und es ergibt sich ein zügiger Rehabilitationsverlauf (Sinclair et al. 2011). Der Lernprozess ist bei guter operativer Anpassung, Wundheilung und Pflege des Ventils überschaubar und gut zu betreuen. Bei Patient*innen, die schon gut mit dem Shunt-Ventil an sich kommunizieren können, ist eine fingerfreie Versorgung mittels Freihand- bzw. automatischem Tracheostomaventil und integriertem HME-Filter anzustreben (Janke 2003; Motzko et al. 2004; Mizera 2019; Lorenz 2014). Eine sekundäre Versorgung mit dem Shunt-Ventil ist gut möglich, aber interdisziplinär gut abzuklären (u.a. Blom-Singer-Insufflationstest). Es erscheint aus klinischer Beobachtung des Autors, dass gerade bei langjähriger Versorgung mit Shunt-Ventil die Nachhaltigkeit des guten Zustandes der Fistel größter Sorgfalt in der Hygiene und bei Auswahl und Wechsel der Verweilprothese durch den/die Facharzt/ärztin bedarf. Der Alterungsprozess der Patient*innen und die Gesamtdauer der Versorgung mit dem Shunt-Ventil haben aus Erfahrung des Autors einen Einfluss auf das verstärkte Auftreten von Komplikationen besonders im Bereich der Shunt-Anlage und der tracheostomalen Atmung, so dass aus diesem Grund die Möglichkeit mit der reinen Ösophagusstimme und der elektronischen Sprechhilfe zu kommunizieren besonderes wichtig erscheint und von den Stimmtherapeut*innen vorausschauend berücksichtigt werden sollte.

Die klassische **Ösophagusersatzstimmgebung** hat einen deutlich längeren Lernprozess von in der Regel einem Kalenderjahr mit 100 Therapieeinheiten bis zum Alltagstransfer zu verzeichnen (Kürvers 1997; Koscielny 2005). Janke (2003) berichtet, dass ein flüssigeres Sprechen erst nach drei bis vier Monaten zu erwarten ist. Sie hat in Lautstärke, Tonhaldedauer und Modulationsfähigkeit ein größeres Handicap als das Shunt-Ventil und bedarf eines längeren Akzeptanzprozesses. Die Erfolgsquote einer gut verständlich im Alltag zufriedenstellend einsetzenden Ösophagusstimme wird mit 30-60% in der Literatur angegeben (Janke 2003; Dicks 2007). Gerade bei Frauen ist die deutlich rauere und tiefere Stimmgebung auffälliger als bei den betroffenen Männern (Seidner und Eysholdt 2015). Motivation, Eigenständigkeit und soziale Integration zeigen laut Kürvers (1997) positive Korrelation zum Erwerb der Ruktusstimme, während Alter und Allgemeinzustand negativ korrelieren. Die behandelnden Stimmtherapeut*innen sollten selbst modellhaft die

Ösophagusstimme beherrschen und sich auf den Fachbereich Laryngektomie spezialisiert haben (Mizera 2019). Die nicht auf Hilfsmittel angewiesene Ösophagusstimmgebung ist bei erfolgreichem Lernprozess und Anwendung im Alltag durch den Patienten weiterhin als effiziente Stimmrehabilitationsart mit guten Kommunikationsmöglichkeiten zu betrachten.

Die **elektronische Sprechhilfe** (syn. E-Larynx) gehört gerade in der ersten Rehabilitationszeit (wenn Shunt-Ventil oder Ösophagusstimme noch nicht einsetzbar sind) und bei Notsituationen zu einer hochwertigen Stimmrehabilitation dazu. Laut einer Studie von Singer et al. nutzen 22% der laryngektomierten Patienten eine elektronische Sprechhilfe (2007). Es ist sinnvoll im Sinne einer umfassenden Versorgung den E-Larynx bereits direkt mit dem Erstausstattungsset zur Entlassung aus der Klinik zu verordnen (Motzko et al. 2004). Einen demotivierenden Einfluss durch die elektronische Sprechhilfe auf den Verlauf der Stimmrehabilitation im Sinne einer verringerten Motivation kann aus langjähriger klinischer Erfahrung nicht bestätigt werden. Oft ist wegen Bestrahlungsfolgen das Gerät nicht gut einsetzbar oder wegen der Auffälligkeit des „roboterhaften“ Klanges die Akzeptanz reduziert. Die richtige Einstellung der Tonhöhe der elektronischen Sprechhilfe (möglich mittels Softwareeinstellung) abhängig von Geschlecht und persönlichen Vorlieben muss direkt nach Auslieferung des Gerätes an den Patienten erfolgen. Ein Mundrohradapter auf dem E-Larynxgerät kann durch intraorale Applikation eine evtl. durch Gewebeverhärtungen im Ansatzstellenbereich des Mundbodens erschwerte Vibration und Schallgebung ausgleichen (Lorenz 2014).

Empfehlung 64	
Vor der Laryngektomie sollen Patient*innen von Ärzt*innen, Stimmtherapeut*innen und Patientenbetreuer*innen der Selbsthilfegruppen zu verschiedenen Arten der Stimmrehabilitation beraten werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 65	
Alle Stimmrehabilitationsarten (Shunt-Ventilstimme, Ösophagusstimme, elektronische Sprechhilfe) sollen den Betroffenen zur Rehabilitation postoperativ vorgestellt und angeboten werden. Sie sollten von fachlich erfahrenen Stimmtherapeut*innen oder Ärzt*innen vermittelt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Empfehlung 66	
Schluck-, Riech- und Atemtherapie/-training sollten komplementär und bei entsprechender Qualifikation der Stimmtherapeut*innen mit einbezogen werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Stimmrehabilitation nach Laryngektomie ist „mehr als Arbeit an Stimme allein“, sondern bezieht den ganzen Menschen auf dem Weg der Stimmlosigkeit zur bestmöglichen Kommunikationsfähigkeit mit ein (angelehnt Snidecor 1981).

Kapitel 5 – Prävention von Stimmstörungen

Susanne Voigt-Zimmermann

Da sich das vorliegende Kapitel auf die Vermeidung von Stimmerkrankungen in sprech- bzw. stimmintensiven Berufen abzielt, liegt der Fokus auf sogenannten Berufssprecher*innen (occupational voice user) bzw. professionellen Stimmnutzer*innen (professional voice user).

Statement 45	
Berufssprecher*innen sollen sich zur Ausübung ihres Berufes auf die eigene Stimme als Arbeitsinstrument verlassen können.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Sozial und ökonomisch nimmt die Bedeutung der sprechsprachlichen Kommunikation ständig zu, denn es steigt die Zahl der Menschen, die im Beruf auf ihre Stimme angewiesen sind und deren berufliche Tätigkeit eine hohe Anforderung an die Stimmqualität stellt. Vilkmann geht von einem Drittel der Erwerbsbevölkerung aus, für die eine gut funktionierende Stimme ein unverzichtbares Instrument ist (Vilkmann 2004).

Es kann allgemein differenziert werden zwischen Menschen mit berufsbedingt hoher Stimmbelastung (occupational voice user), wie Lehrer*innen, und professionellen Stimmnutzer*innen (professional voice user), wie Sänger*innen. Diese Differenzierung ist oftmals jedoch nicht eindeutig möglich, z.B. bei Operetten- oder Musicaldarsteller*innen, Chorleiter*innen, Musiklehrer*innen.

Menschen in stimmintensiven Berufen müssen sich zur Ausübung ihres Berufes auf ihre Stimme als Arbeitsinstrument verlassen können (Fritzell 2009). Eine uneingeschränkte Stimm- und Sprechfunktion stellt eine Schlüsselqualifikation für die erfolgreiche Berufsausübung dar. Deshalb ist es für Menschen in stimmintensiven Berufen essentiell, eine gesunde, stimmtechnisch gut vorbereitete, widerstandsfähige, belastbare Stimme zu besitzen, um den besonderen stimmlichen Belastungen im Beruf gewappnet zu sein.

5.1 Zum Zusammenhang von Stimmstörungen und stimmintensiven Berufen/Tätigkeiten

Empfehlung 67	
Die Arbeitsbedingungen (Raumakustik und -klima, Gruppengrößen, ausreichende Erholungspausen usw.) in sprechintensiven Berufen sollen Berufssprecher*innen bei der Ausübung ihres Berufes unterstützen, um die berufsbedingten stimmlichen Belastungen so gering wie möglich zu halten. Ungünstige Arbeitsbedingungen können Ursache bei der Ausprägung von sog. Berufsdysphonien sein.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Sprech- bzw. singintensive Tätigkeiten werden stimmintensiv genannt, weil bei ihnen im Vergleich zu nicht stimmintensiven Berufen und Tätigkeiten wesentlich stimmintensiver gearbeitet werden muss. Menschen in stimmintensiven Berufen müssen ihre Stimme lauter (z.B. Lehrkräfte, Bühnenschauspieler*innen, Erzieher*innen, Trainer*innen, Sänger*innen) und/oder länger (Call-Center-Agent*innen, Lehrkräfte, Erzieher*innen) und/oder in besonderen Tonhöhen bzw. mit größeren Tonhöhenumfängen (Sänger*innen verschiedener Genres und verschiedenen Alters, Solist*innen, Chorsänger*innen)

einsetzen. Diese anhaltende starke Stimmbelastung (vocal loading) am Arbeitsplatz wird als die Hauptbedrohung für die Stimmgesundheit der Berufssprecher*innen und professionellen Stimmnutzer*innen angesehen (Cantor-Cutiva 2018).

Berufsspezifische Umstände wirken sich zusätzlich negativ bzw. belastend auf die Stimme aus, wie z.B. (Bühnen-)Staub, (Kindergarten-, Hort-, Schul-)Lärm, akustische und klimatische Raumeigenschaften (Großraumbüro, Theaterraum, Schwimmhalle, Sportplatz, Open-Air-Bühne), Zuhörerschaft (z.B. Publikum, Schüler*innen, Sportler*innen), typische Sprechaktivitäten (z.B. flüstern, rufen, schreien, beruhigen, motivieren, instruieren, appellieren), virale Ansteckungsgefahr (z.B. in Krippe, Kindergarten, Schule) usw..

Weitere Kofaktoren (z.B. Infektanfälligkeit der oberen Luftwege, medikamentöse Nebenwirkungen, chronischer Stress und/oder belastende Ereignisse, ungünstige individuelle Copingstrategien) können stimmstörungsaufrechterhaltend wirken.

Für das Verständnis hinsichtlich der Genese und Prävention (Syn.: Prophylaxe, Vorbeugung) von Berufsdysphonien müssen die Anforderungen an die verschiedenen sprech- und stimmintensiven Tätigkeiten hinsichtlich Stimmqualität und -quantität berücksichtigt werden. Eine systematische Einteilung der Berufe in Abhängigkeit von der stimmlichen Anforderung sieht wie folgt aus: Level I = Hochleistungsstimmberufe (elite vocal performer), wie Sänger*innen und Schauspieler*innen, Level II = Berufssprecher*innen, wie Lehrkräfte, Kindergärtnerinnen und Menschen in der Politik, Level III = Nicht-Berufssprecher*innen, die jedoch ihre Stimme zur Berufsausübung benötigen und Level IV = Berufe ohne Stimmbedarf (Schneider-Stickler und Bigenzahn 2013).

Insbesondere Lehrer*innen sind sehr hohen stimmlichen Anforderungen ausgesetzt. Dazu zählen das andauernd laute Sprechen zur Verständnissicherung, sehr viele Unterrichts- und zusätzliche Betreuungszeiten, große und oftmals heterogene Schüler*innengruppen, besonders stimmbelastende Fächer wie Sport oder Musik, hoher Lärmpegel in den verschiedenen schulischen Räumen (Klassenzimmer, Schulhof, Sportplatz etc.) , unterschiedliche Sprechdistanzen, schlechte akustische Bedingungen in den Unterrichtsräumen, zusätzliche berufsbedingte Stressfaktoren (Sapienza et al. 1999; Phadke et al. 2018). Lehrkräfte, die regelmäßig in lautem Umgebungslärm arbeiten, sprechen deshalb schon vor dem Arbeitsbeginn lauter als Menschen, die in leiserer Umgebung tätig sind (Rantala et al. 2015). Munier et al. (2016) konnten bei Grundschullehrer*innen belegen (n=304), dass die Arbeitsanforderung und die Stimmüberlastung direkt miteinander in Zusammenhang stehen und die Klassengröße mit der empfundenen Stimmbelastung verbunden ist.

5.2 Prävalenz von stimmbelastungsbedingten Dysphonien (Synonym: Berufsdysphonie)

Menschen mit stimmintensiven Berufen und Tätigkeiten leiden 4-mal häufiger unter Stimmerkrankungen als Menschen in nicht stimmintensiven Berufen (Cantor-Cutiva 2018). Die Gesamtprävalenz von nicht infektiösen Stimmstörungen wird zwischen 16,9% und 29,9% geschätzt, wobei Frauen signifikant häufiger von Stimmproblemen berichten als Männer. Die höchste Prävalenz von Stimmproblemen besteht in Lehr- und Dienstleistungsberufen (Roy et al. 2005; Lyberg-Åhlander et al. 2019).

Ein systematisches Review (Cantor-Cutiva et al. 2013) von 23 Querschnittsuntersuchungen erbrachte, dass Lehrkräfte signifikant bis hoch signifikant häufiger von Stimmstörungen betroffen sind als Menschen anderer Berufsgruppen (Roy et al. 2004; Angelillo et al. 2009; Van Houtte et al. 2011; Behlau et al. 2012; Martins et al. 2014).

Frauen sind signifikant häufiger von Stimmstörungen im Lehrberuf betroffen als Männer (Roy et al. 2004; Sliwinska-Kowalska et al. 2006; Angelillo et al. 2009; Nerrière et al. 2009; Van Houtte et al. 2011; Behlau et al. 2012). Frauen besitzen zudem eine höhere Prävalenz für chronische Stimmstörungen (> 4 Wochen) im Vergleich zu nur kurzzeitigen, akuten Stimmstörungen (20,9% vs. 13,3%, $p = 0,003$).

Mittels multipler Regressionsanalyse wurde konstatiert, dass folgende Voraussetzungen das Risiko erhöhen, eine Stimmstörung zu bekommen: Lehrberuf, Frau, Alter zwischen 40-49 Jahren, ≥ 16 Jahren Lehrberuf und familiär berichtete Stimmstörungen (Roy et al. 2004). Das Überwiegen von Frauen mit Stimmproblemen wird der geschlechtsspezifischen Stimmphysiologie zugeschrieben (Dejonckere 2001; Hunter et al. 2011).

Von einigen Autor*innen wird die Bedeutung des Unterrichtsfaches bei der Entstehung von Stimmstörungen hervorgehoben. Sliwinska-Kowalska et al. (2006) bestätigen, dass Musik- und Sportlehrerinnen ein höheres Risiko haben an einer Stimmstörung zu erkranken. Die Prädisposition von Stimmstörungen bei Sportlehrer*innen bestätigen auch Ubbilos et al. (2015).

Die Unterrichtsform hat ebenfalls einen Einfluss auf die Stimme von Lehrkräften. Jene, die Frontalunterricht entweder allein oder in einer Kombination mit anderen Unterrichtsformen favorisieren, haben einen höheren VHI-Score als jene, die überwiegend in Gruppenarbeit oder mit Stillarbeit unterrichten. Je häufiger Frontalunterricht benutzt wird, umso höher ist der VHI-Score (Blume und Voigt-Zimmermann 2010).

Auch **Kindergärtner*innen** ($n=119$) berichten zu 71,5% über eine häufige Belastung der Stimme (monatlich oder häufiger); 56,3% berichten von Heiserkeiten ohne Infektionen; 10,9% zeigen sogar laryngoskopisch gesicherte, deutliche organische Befunde. Lärm bei der Arbeit wurde als am schädlichsten für die Stimme angesehen (Kankare et al. 2012). Kindergärtner*innen bzw. Vorschullehrer*innen sind häufiger von berufsbedingten Stimmstörungen belastet als beispielsweise Kinderkrankenschwestern. Sala et al. (2001) fanden eine 1-Jahres-Prävalenz von einem Stimmsymptom bei 54% der Kindergärtner*innen (97,7% wbl.) im Vergleich zu nur 34% bei den Krankenpfleger*innen (97,2% wbl.). Es lagen zudem organisch auffällige Stimmlippenbefunde bei 21% der Kindergärtner*innen vs. 7% bei den Krankenpfleger*innen vor.

Auch **Call-Center-Angestellte** (CCA) müssen ihre Stimme stark belasten, jedoch anders als Lehrer*innen oder Sänger*innen. Ihre sprech- bzw. stimmintensive Tätigkeit ist geprägt durch sehr langes und meist gleichbleibend lautes Sprechen, durch inhaltlich häufig vorbestimmte Sprechphrasen mit kaum wechselnden Sprechakten, mit fehlender face-to-face-Kommunikation, in unphysiologischer Sitzposition (PC-Tätigkeit), in hohem Umgebungslärm, bei trockener Luft und zu kurzen Pausen zwischen den Telefongesprächen und unter enorm hohem Erfolgszwang. Zudem macht es einen Unterschied, ob im Inbound- oder Outboundbereich gearbeitet wird; da kann sich die stimmphysische Belastung noch erhöhen. Eine Querschnittsanalyse an 124 CCA und 109 im Verwaltungsbereich Beschäftigten (Kontrollgruppe) ergab eine Prävalenz von Stimmstörungssymptomen von 33% bei den CCA und 21% bei der Kontrollgruppe. Fast 70% der CCA berichteten, dass diese Symptome ihre berufliche Tätigkeit beeinträchtigen. Die Rate der Fehlzeiten wegen stimmlicher Indisponiertheit betrug 29% (Rechenberg et al. 2011).

Sänger*innen müssen unter Beachtung besonderer, zumeist allerhöchster bzw. erwarteter ästhetischer Ansprüche die Stimme unterschiedlich lange, aber auch überwiegend (sehr) laut einsetzen. Zudem müssen sie teilweise in unphysiologischen Körperpositionen singen oder über lange Zeit still stehend. Bühnenstaub (Richter et al. 2000), ungünstige Raumluftverhältnisse auf der Bühne (Richter et al. 2002), das Singen nicht förderliche

Regieanweisungen und enge Terminpläne verstärken die Stimmbelastung noch weiter. Eine Meta-Analyse zur Prävalenz von Stimmstörungen bei Sänger*innen (Pestana et al. 2017) zeigt eine hohe Heterogenität, jedoch auch eine hohe Prävalenz von Dysphonien während ihrer Karriere. Gesangsschüler*innen (21,76%) haben noch deutlich weniger Stimmprobleme als ihre Gesangslehrer*innen (55,15%), als klassische (40,53%) und nichtklassische Sänger*innen (46,96%).

Ein Hauptrisikofaktor für Stimmprobleme im Lehrberuf stellen bereits im Studium vorliegende Stimmprobleme dar (Thomas et al. 2006). 20% Lehramtsstudierende (n=226) klagen über zwei oder mehr Stimmsymptome im letzten Jahr ihres Studiums und 19% haben eine organische Stimmstörung (Simberg et al. 2000). Die Anzahl bereits stimmauffälliger Lehramts-Studierender ist auch in Deutschland enorm hoch. Von 5.357 untersuchten Studierenden in ganz Deutschland sind 37% stimmlich auffällig, 17% davon in einem Grad, dass eine phoniatische Untersuchung angezeigt ist. 15% müssen sich einer Stimmtherapie unterziehen (Lemke 2006). Deshalb sollten Stimmtauglichkeitsuntersuchungen bzw. professionelle Stimmscreenings vor Beginn des Studiums obligatorisch sein.

Schneider et al. (2004) wiesen bei konstitutionell kleinen bzw. untrainierten jungen Frauenstimmen nach, dass sie bereits nach 30 Minuten Unterricht anhaltend signifikant höhere Sprechstimmlagen benutzen und zudem kontinuierlich am Rande der individuellen Leistungsfähigkeit arbeiten, im Rufstimmmodus. Das war bei normalen Stimmen nicht so; sie hatten weitere stimmliche Reserven, auf die sie im Fall der Fälle (noch lauter und/oder längeres Sprechen) zugreifen können.

5.3 Auswirkung von Stimmstörungen bei Berufssprecher*innen

Stimmprobleme bei Berufssprecher*innen wirken sich negativ auf die Arbeitsleistung und Lebensqualität aus (Smith et al. 1997; Yiu 2002; Roy et al. 2004).

Verglichen mit Nichtlehrer*innen berichten Lehrer*innen höchst signifikant häufiger darüber, dass ihre Stimme ihre Fähigkeit einschränkt, bestimmte Aufgaben im Beruf zu erledigen (29,9% von 1.651 Lehrer*innen vs. 5,4% von 1.614 Nichtlehrer*innen) (Behlau et al. 2012). Nerrière et al. (2009) betonen zudem ein höheres Level an psychischem Stress bei den Lehrer*innen.

Ca. 20% der betroffenen Lehrkräfte müssen sich wegen der Stimmstörung mindestens einen Tag krankschreiben lassen (Smith et al. 1997; Roy et al. 2004; Van Houtte et al. 2011).

Lehrer*innen sorgen sich dabei überdurchschnittlich oft, ob sie ihren Beruf das gesamte Berufsleben ausüben können. Berufssprecher*innen leiden somit unter sozioökonomischen und psychosozialen Folgen von Berufsdysphonien.

Berufsbedingte Dysphonien stellen durch die zusätzlichen Gesundheitsausgaben auch eine ökonomische Belastung für die gesamte Solidargemeinschaft dar (Verdolini et al. 2001).

Gestörte Stimmen beeinträchtigen zudem den Kommunikationsprozess und bewirken Hörer*innenseitige Verhaltensänderungen. So beeinflussen stimmgestörte Lehrer*innen und Erzieher*innen die geistige und stimmliche Entwicklung von Kindern und Jugendlichen negativ (Voigt-Zimmermann 2017).

5.4 Ziele der Maßnahmen zur Prävention von Stimmstörungen

Empfehlung 68	
Die Prävention von Stimmstörungen in sprech- bzw. stimmintensiven Berufen (Berufsdysphonien) sollte alle Maßnahmen umfassen, die den Ausbruch, weitere Folgeerkrankungen oder Rezidive einer Stimmstörung verhindern und deren frühzeitiges Erkennen ermöglichen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Ein wichtiges Ziel von stimmstörungspräventiven Maßnahmen ist die Verhinderung von stimmberufsbedingten (Syn.: phonogen) und sekundär organischen Dysphonien, die als Reaktion der morphologischen Struktur auf mechanische Belastungen insbesondere bei stimmintensiven Berufe zu verstehen sind.

Maßnahmen zur Prävention (Syn.: Prophylaxe, Vorbeugung) von Stimmstörungen zielen auf die Vermeidung von Fehlhaltungen und Fehlspannungen (Syn.: muscle tension dysphonia) und Fehlfunktionen bei der Phonation ab. Diese können im Phonationstrakt (Larynx, Hypopharynx) selbst, aber auch in den beteiligten bzw. umgebenden Organstrukturen und Funktionskreisen auftreten bzw. dort ihren Ursprung haben. Die Folge sind Stimmklangveränderungen (z.B. Heiserkeit, Resonanzveränderung), eine abnehmende stimmliche Leistungs- und Belastungsfähigkeit und/oder subjektive Missempfindungen.

Insbesondere die sogenannten Phonoponososen sollen durch stimmstörungspräventive Maßnahmen vermieden werden.

Sekundär funktionelle Dysphonien sind als funktionelle Kompensation bzw. Reaktionen auf veränderte Organstrukturen zu verstehen. Durch stimmpräventive Maßnahmen kann die Adaptation günstig beeinflusst werden. Sie hängt jedoch auch von den Copingstrategien der Betroffenen ab.

Durch die Aufklärung über die Ätiopathogenese und Vermittlung von Vermeidungsstrategien von Stimmstörungen sollen im Falle von stimmlichen Herausforderungen und beginnenden Stimmproblemen die Resilienz gestärkt und Eigenkompetenz bzw. der Befähigung zur Selbsthilfe entwickelt werden.

5.5 Maßnahmen zur Prävention von Stimmstörungen

Empfehlung 69	
Zur Prävention von Berufsdysphonien sollten folgende Maßnahmen durchgeführt werden: a) Stimmtauglichkeitsuntersuchungen bzw. professionelle Stimmscreenings vor oder zu Beginn des Studiums bzw. der Ausbildung, und/oder b) eine ausbildungs- bzw. studiumsbegleitende berufs- und geschlechtsspezifische Sprecherziehung bzw. Stimmbildung und/oder c) berufsbegleitende Stimmfortbildungen. Sie sollen der Bewusstmachung, Optimierung und Konditionierung der Stimme, dem Erlernen stimmchonender Unterrichtsformen und dem frühzeitigen Erkennen von Stimmstörungen dienen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Wegen der Komplexität der auslösenden und aufrechterhaltenden Faktoren sind auch die dafür notwendigen Präventionsmaßnahmen sehr vielfältig. Sie lassen sich jedoch grob einteilen in Maßnahmen zur Bewusstmachung, Optimierung und Konditionierung der Stimme, zur Optimierung der Arbeitsbedingungen, der Lebensführung und des allgemeinen Gesundheitszustandes. Da sich die Stimmphysiologie im Verlaufe des Lebens geschlechts- und altersspezifisch verändert, sind Maßnahmen zur Stimmstörungsprävention potentiell lebenslang bzw. berufsbegleitend von Bedeutung und geschlechtsspezifisch auszurichten.

Zur Prävention von Stimmstörungen, insbesondere berufsbedingten, zählen folgende Maßnahmen:

1. vor Ausbildungs-/Studien- bzw. Berufsbeginn: Feststellung der Stimmgesundheit bzw. stimmlichen Belastbarkeit (Syn.: Phoniatisches Gutachten, Tauglichkeitsuntersuchungen für Stimmberufe) (Lemke et al. 2004)
2. während der Ausbildung/des Studiums: Stimmbildung, etwa im Rahmen der Sprecherziehung, die jedoch wenn überhaupt, bislang lediglich fakultativ angeboten werden (Voigt-Zimmermann 2010)
3. berufsbegleitend: stimmbezogene Fortbildungen durch zertifizierte Sprechwissenschaftler*innen [57] und sensibler Umgang mit/ Beobachtung der eigenen Stimme, etwa durch regelmäßige Vorstellung beim FA/der FÄ für Phoniatrie und Pädaudiologie

Da sich Stimmstörungen alters- und geschlechtsspezifisch entwickeln können, sollten stimmprophylaktische Maßnahmen entsprechend ausgerichtet werden. Die Altersstimme ist im Rahmen von Fachkräftemangel und demografischem Wandel mittlerweile zum Thema berufsbegleitender stimmstörungspräventiver Maßnahmen geworden.

Die derzeitigen Präventionsmaßnahmen sind in Deutschland nicht einheitlich geregelt (Voigt-Zimmermann 2010), da die Bildung i.w.S. nach Artikel 30 des Grundgesetzes föderalistisch geregelt und somit Sache der jeweiligen Bundesländer ist.

5.5.1 Wirksamkeit von Stimmtauglichkeitsuntersuchungen

Empfehlung 70	
Stimmtauglichkeitsuntersuchungen werden vor bzw. Stimmscreenings zu Beginn des Studiums oder der Ausbildung empfohlen, weil sie frühzeitig prognostische Aussagen zur Stimmgesundheit im stimmintensiven Beruf erlauben und einen Stimmbehandlungs- oder trainingsbedarf identifizieren können.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Eine Stimmtauglichkeitsuntersuchung sollte vor dem Studium durchgeführt werden um festzustellen, ob die Lehramtsanwärter*innen für die späteren stimmlichen Anforderungen hinsichtlich ihrer anatomischen, funktionellen und konstitutionellen Voraussetzungen geeignet sind (Schneider-Stickler 2017).

Die Stimme wird für einen stimmintensiven Beruf als tauglich angesehen, wenn folgende Aspekte der Stimmgesundheit festgestellt wurden (Schneider-Stickler und Bigenzahn 2013):

- unauffälliger Stimmklang (R:0, B:0, H:0; postmutationell bei jungen Frauen R:0, B:1, H:1),
- normale Sing- und Sprechstimmfunktion,
- über 90 dB Lautstärkesteigerungswerte beim lautem Singen und Rufen,
- mindestens 35 dB Stimmdynamik zwischen leisem Sprechen und lautem Rufen,
- mindestens 2 Oktaven (24 HT) Tonhöhenumfang,
- [s/z]-Ratio <1,4,
- gute stimmliche Belastbarkeit,
- regelrechter videoaryngostroboskopischer Befund.

Als ‚untauglich‘ eingestuft werden jene zu Untersuchende, „bei denen Abweichungen von der Norm“ bestehen, „die ein Versagen während der Berufsausbildung oder Berufsausübung erwarten“ lassen und „die nicht durch konservative oder operative Maßnahmen dauerhaft zu beheben“ sind (Seidner et al. 2012).

Organische Dysphonien, die phonochirurgisch und/oder durch eine Stimmfunktionstherapie nicht zufriedenstellend behandelt werden können, stellen bei Begutachtungen zur stimmlichen Tauglichkeit für stimmintensive Berufe (Lehrer*innen, Erzieher*innen, Schauspieler*innen, Sänger*innen usw.) ein mögliches Ausschlusskriterium dar oder könnten die Ursache für eine spätere Berufsunfähigkeit sein.

Empirisch belegt ist, dass bei Studierenden, die sich vor dem Lehramtsstudium einer Tauglichkeitsuntersuchung unterziehen, im Studium nur selten Stimmtherapiebedarf (2,5%) besteht (Schroth 2006). Bei Lehramtsstudierenden ohne Stimmtauglichkeitsuntersuchung sind in Deutschland dagegen 14,8% während ihres Lehramtsstudiums stimmtherapiebedürftig.

Ein iprofessionelles Stimmscreening zu Beginn des Studiums bzw. der Ausbildung ermöglicht eine individuelle Stimmberatung und angemessene Stimmbildungsmaßnahmen.

5.5.2 Evidenz von Stimmbildung in Studium / Ausbildung

Empfehlung 71	
Da Lehrkräfte ohne eine Stimmbildung ein erhöhtes Risiko besitzen, an einer Stimmstörung zu erkranken und Stimmbildungsmaßnahmen wirksam sind, wird eine Stimmbildung bzw. Sprecherziehung im Studium bzw. der Ausbildung stimmintensiver Berufe empfohlen.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Es liegen einige aussagekräftige Reviews zur Wirksamkeit von stimmpräventiven Maßnahmen bei stimmintensiven Berufen vor (Duffy und Hazlett 2004; Ruotsalainen et al. 2007; Phylanda und Miller 2019). Es gibt zunehmend mehr Belege für die Wirksamkeit und den Wert von Präventivmaßnahmen bei Berufssprecher*innen.

Viele Studien mit Lehramtsstudierenden zeigen, dass Stimmtraining und Unterweisungen zur Stimmhygiene das Wissen, das Bewusstsein und die Qualität der Stimme der Teilnehmenden erheblich verbessern können. Zudem werden stimmstörungspräventive

Maßnahmen als effektiv eingeschätzt (Pasa et al. 2007; Nanjundeswaran et al. 2012; Faham et al. 2016; Richter et al. 2016, 2017; Ohlsson et al. 2016; López 2017; Relekar und Mukundan 2017).

Pasa et al. (2007) untersuchten 37 Lehramtsstudierende randomisiert in drei Gruppen. Die erste Gruppe wurde bzgl. Stimmhygiene unterwiesen. Die zweite Gruppe erhielt einmalig ein zweistündiges Stimmfunktionstraining mit Audio-CD zum häuslichen Üben und die Kontrollgruppe keinerlei Interventionen. Vor und nach 10 Wochen wurden ein Fragebogen beantwortet, die maximale Tonhaldedauer auf /a:/ sowie der Tonhöhenumfang auf /i:/ gemessen. Gruppen 1 und 2 profitieren von den Maßnahmen, die Gruppe, die Stimmhygiene erhielt, noch mehr. Die Kontrollgruppe verschlechterte sich dagegen bei den Stimmssymptomen und den -parametern.

Nanjundeswaran et al. (2012) führten eine prospektive, randomisierte Studie bei 31 amerikanischen und chinesischen Lehramtsstudierenden mit je niedrigen oder hohen VHI-Werten durch. Dazu wurden Lehramtsstudierende nach dem Zufallsprinzip entweder einer Stimmhygiene-Gruppe, einer Stimmtrainingsgruppe oder einer Kontrollgruppe zugeordnet. Eine deskriptive Datenanalyse zeigte, dass das VH-Programm an beiden Standorten für gesunde Teilnehmer (niedriger VHI-Werte) ausreichte, um eine Verschlechterung der VHI-Werte zu verhindern.

Stier (2013) hat eine vergleichende Studie bei Lehramtsstudierenden, Referendar*innen und Lehrer*innen mit einer Interventionsgruppe (n=75, Akzentmethode nach Svend Smith in zwei Seminaren zu je fünf Unterrichtseinheiten, stimmhygienische Beratung und häusliches Übungen) und einer Kontrollgruppe (n=46, ohne Stimmtraining) durchgeführt. Er fand signifikante Verbesserungen ($p < 0,05$) der Interventionsgruppe bei verschiedenen Parametern des Langzeit-Average Spektrum, etwa bei der Lautstärke eines gesprochenen Satzes und eines gehaltenen /a:/, bei Jitter (%) und der Grundfrequenz. Weitere akustische Merkmale, wie Frequenz-, Intensitäts- und Geräuschparameter, elektroglottographische Daten sowie subjektive Messinstrumente, z.B. VHI, erbrachten Nachweise der Effektivität der Prävention von Stimmstörung mittels Akzentmethode.

Faham et al. (2016) untersuchten den Effekt eines 4-wöchigen Stimmbildungstrainings auf VHI-Werte (Voice-Handicap-Index) von Grundschullehrer*innen an persischen Schulen. Die Lehrkräfte in der Stimmtrainingsgruppe (n=61) verbesserten sich signifikant im gesamten VHI-Score (von 14,2 auf 6,8), während die Kontrollgruppe ohne Intervention (n=66) eine signifikante Verschlechterung aufwies (von 10,1 auf 13,7). Diese Effekte waren für den Gesamt-VHI-Score und für alle Subskalen signifikant ($P < 0,05$). Die entsprechenden Effektstärken für die Trainingsgruppe reichten von -0,53 bis -0,84 (-0,83 im gesamten VHI).

Richter et al. (2016) untersuchten die Wirksamkeit und Nusseck et al. (2017) psychologische Effekte eines präventiven Trainingsprogramms mit 204 deutschen Lehramtsstudierenden (Trainingsgruppe: n=123; Kontrollgruppe: n=81). Dazu wurden zu Beginn und am Ende der Lehramtsausbildung (Dauer 1,5 Jahre) der Dysphonia Severity Index, der VHI und ein Vocal Loading Test (Index der Stimmtragfähigkeit) registriert. Alle füllten zudem Fragebögen (Selbstwirksamkeitserwartung [SWE], gesundheitsbezogene Lebensqualität [SF-12], Selbstaufmerksamkeit [SAM], stimmliches Selbstkonzept [FESS], arbeitsbezogenes Verhaltens- und Erlebensmuster [AVEM]) aus. Das Trainingsprogramm verbesserte die Stimmqualität der trainierten Gruppe im Vergleich zu der der Kontrollgruppe, deren Stimmqualität abnahm. Die trainierte Gruppe war auch in der Lage, ihre Stimmqualität über das VLT besser aufrechtzuerhalten als die Kontrollgruppe. Beide Gruppen meldeten jedoch einen ähnlichen Anstieg der subjektiven Stimmbelastung. Die psychische Lebensqualität nahm bei allen Teilnehmenden zum Ende des Referendariats hin ab, aber sie reduzierte sich in der stimmtrainierten Gruppe signifikant weniger. Hinsichtlich des stimmlichen

Selbstkonzepts zeigten sich bei der Interventionsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe signifikante Steigerungen, sowie hinsichtlich einzelner Dimensionen des arbeitsbezogenen Verhaltens und Erlebens, wie berufliche Verausgabungsbereitschaft und Distanzierungsfähigkeit.

Ohlsson et al. (2016) untersuchten in einer randomisierten Studie die langfristigen Auswirkungen von Stimmbildung für Lehramtsstudierende mit leichten Stimmproblemen. Darüber hinaus wurde die Stimmgesundheit prospektiv in einer Gruppe von Studierenden ohne Stimmprobleme untersucht. Dazu füllten Erstsemester drei Fragebögen aus: einen über Hintergrundfaktoren, einen über Stimmsymptome und den Voice Handicap Index. Studierende mit Stimmproblemen wurden gemäß den Fragebogenergebnissen randomisiert einer Stimmtrainingsgruppe oder einer Kontrollgruppe zugeordnet. Beim Follow-up im sechsten Semester beantworteten alle Studierenden erneut mit vier Fragen zu Faktoren, die die Stimmgesundheit während ihrer Lehramtsausbildung beeinflusst haben könnten. Die Trainingsgruppe und die Kontrollgruppe beantworteten den Voice Handicap Index ebenfalls ein zweites Mal. Bei der Nachuntersuchung blieben 400 Studierende in der Studie: 27 in der Trainingsgruppe, 54 in der Kontrollgruppe und 319 ohne Stimmprobleme zu Beginn der Studie. Die Stimmprobleme hatten in der Trainingsgruppe mehr abgenommen als in der Kontrollgruppe, der Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant. Untergruppenanalysen zeigten jedoch eine signifikant größere Verbesserung bei den Studierenden mit vollständiger Teilnahme am Stimmtrainingsprogramm im Vergleich zu jenen mit unvollständiger Teilnahme. Von den 319 Studierenden ohne Stimmprobleme zu Beginn hatten noch 14% Stimmprobleme.

López et al. (2017) untersuchten die Effekte eines Stimmtrainings für Lehrkräfte auf akustische, perzeptive (GRBAS), aerodynamische und subjektive Parameter (VHI-10). Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Stimmleistung nach 25 Stunden Stimmtraining deutlich verbessert. Insbesondere werden signifikante Veränderungen auf der akustischen Ebene, bei der Grundfrequenz (F0), bei Jitter und Pitch Perturbation Quotient sowie beim Voice Handicap Index (VHI-10) beobachtet, sowohl in der physikalischen Subskala (VHI-P) als auch in der Gesamtpunktzahl (VHI-T).

Beushausen et al. (2018) evaluierten ein verhaltens- als auch verhältnispräventives Konzept für Stimmseminare zur Vorbeugung von Stimmstörungen bei Berufssprecher*innen. Zu verhaltenspräventiven Inhalten zählen sie: Stimmtechnik in konkreten Sprechsituationen, Stimmhygiene: Warm-up-Übungen, Cool-down-Übungen etc., Früherkennung von Stimmstörungen, Reduktion der Sprechanteile usw. Zu verhältnispräventiven Maßnahmen in Stimmseminaren rechnen sie: akustische Raumsanierung, Lärmreduktion im Raum, gutes Raumklima schaffen (Luftfeuchte), stimmverstärkende Technikausstattung etc. Drei Monate nach dem Training zeigten sich höchst signifikante Verbesserungen in der Selbsteinschätzung der Belastbarkeit der Stimme ($p = 0,001$) sowie eine 91%ige Zufriedenheit mit den Inhalten sowie eine 89%ige Zufriedenheit mit der Struktur der Seminare.

Meuret (2017) konnte nachweisen, dass Lehrkräfte, die vor Beginn des Berufslebens keine Sprecherziehung bzw. Stimmbildung erhalten, ein 1,6fach erhöhtes Risiko haben, an einer Stimmstörung im Beruf zu erkranken (Odd Ratio 1,6).

5.5.3 Evidenz von berufsbegleitender Stimmbildung

Empfehlung 72	
Berufsbegleitende Stimmtrainings und Stimmhygieneschulungen zur Verbesserung der stimmbezogene Lebensqualität und beruflichen Leistungsfähigkeit von Lehrkräften sollen durchgeführt werden.	Starker Konsens
Expertenkonsens	

Illomäki et al. (2008) verglichen die Wirkungen von Stimmtraining (VT) und Stimmhygienelehre (VHL) an 60 berufstätigen Lehrerinnen, die zudem alle zunächst an einer Vorlesung teilnahmen. 30 Lehrerinnen absolvierten dann zusätzlich eine kurze stimmliche Ausbildung. An einem in Umgebungslärm gelesenen Text wurden verschiedene akustische Parameter (u. a. Grundfrequenz (F0), äquivalenten Lautpegel (Leq), Jitter, Schimmer), die perzeptive Stimmqualität sowie das stimmliche Wohlbefinden registriert. In der Stimmhygiene-Gruppe stieg F0 an und nahmen Phonationsschwierigkeiten zu. In der VT-Gruppe nahm die Heiserkeit ab. Zudem wurden eine leichtere Phonation und eine verbesserte wahrnehmbare und selbst berichtete Stimmqualität gefunden.

Pizolato et al. (2013) untersuchten in einer longitudinalen Interventionsstudie die Effektivität eines Stimmtrainingsprogramms für bereits berufstätige Lehrkräfte (n=70). 30 erhielten eine pädagogische Intervention mit Stimmübungen und Stimmhygienemaßnahmen (Versuchsgruppe) und 40 erhielten eine Anleitung zu Stimmgewohnheiten (Kontrollgruppenkontrolle). Vor und drei Monate nach dem Stimmtraining wurde der Voice related quality of Life-Fragebogen (VrQoL) erhoben. Die Lehrkräfte zeigten signifikant höhere Domänen- und Gesamt-VrQoL-Werte sowohl in den Kontroll- als auch in den Versuchsgruppen. Dennoch gab es keinen statistischen Unterschied in den Werten zwischen den Gruppen. Schlussfolgerung: Pädagogische Maßnahmen zur Stimmgesundheit haben sich positiv auf die Lebensqualität der Teilnehmenden ausgewirkt, und es wird vorgeschlagen, dauerhafte stimmbildnerische Maßnahmen auf institutioneller Ebene zu etablieren.

Relekar et al. (2017) untersuchten die Auswirkungen eines Stimmbildungsprogramms für 60 prämenopausale Sekundarschullehrerinnen auf ausgewählte akustische Stimmparameter. Eine experimentelle Gruppe (n=30) wurde 15 Tage lang einem Stimmtrainingsprogramm (neben Stimmfunktionsübungen auch Yoga) unterzogen, während die Kontrollgruppe (n=30) kein Training erhielt. Nach dem Training konnten signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen bei Grundfrequenz, Jitter (%), Pitch-Perturbations-Quotienten, Shimmer (dB), Amplitudenperturbationsquotient, und der Harmonic-to-Noise-Ratio nachgewiesen werden. Das Stimmbildungsprogramm zeigte somit positive Effekte auf die Stimmqualität von Sekundarschullehrerinnen.

In Mitteldeutschland werden durch den Mitteldeutschen Verband für Sprechwissenschaft und Sprecherziehung (MDVS e.V.) zertifizierte Lehrerfortbildungen „Stimm- und Sprechbildung“ durchgeführt. Sie wurden mit dem Ziel entwickelt und evaluiert, Lehrkräften qualitativ hochwertige berufsbezogene Fortbildungen für den Bereich Stimmstörungsprävention anzubieten (Lemke 2017).

Checkliste Stimmdiagnostik für die Praxis: Minimalstandards

Meike Brockmann-Bauser

Schwerpunkt	Untersuchte Aspekte einer Stimmstörung	Methoden Minimalstandard	Methoden erweiterter Standard
Anamnese	Vorgeschichte, Ursachen und aufrechterhaltende Faktoren einer Stimmstörung	Siehe Kapitel 3.1	Siehe Kapitel 3.1
Selbsteinschätzung der subjektiven Beschwerden eines/r Patient*in	subjektives Ausmaß der Stimmstörung im Alltag: Beschwerden, Kommunikation, Lebensqualität und Teilhabe	Voice Handicap Index (VHI)	Vocal Tract Dyscomfort Scale
Visuelle Untersuchung stimmerzeugendes Organ	Struktur, Innervation und Funktion Kehlkopf (stimmerzeugendes Organ)	Videostroboskopische Untersuchung Auswertung siehe Kapitel 4 und Patel et al (2018), Table 1	
Perzeptive Untersuchung Stimmklang	Beurteilung Stimmqualität und Resonanz (Output)	RBH Skala Nasale Resonanz: Hyper- und Hyporhinophonie	GRBAS Skala
Instrumentelle akustische Untersuchungen	Objektive Messung Tonhöhe, Lautstärke, Spektrum Stimmsignal, Resonanz, Ton- und Klangstruktur (Output)	Stimmaufnahme mit Messung Mittelwert und Umfang Grundfrequenz und Lautstärke Sprechstimme (Stimmumfangsprofil Sprechen)	Stimmumfangsprofil Sprech- und Rufstimme sowie Singstimme Sonagramm, Jitter, Harmonics-to-Noise Ratio, CPPS
Aerodynamische Untersuchungen	Atemfunktion (Energiequelle)	Tonhaltdauer, Vitalkapazität	S/Z ratio Average glottal airflow rate (L /s or ml/s) Average interpolated air pressure (cmH2O or kPa)

Tabelle 11: Zusammenfassung für die Untersuchung von Stimmstörungen empfohlener Diagnostikmethoden mit Untersuchungsbereichen nach dem Modell der Europäischen Laryngologischen Vereinigung (ELS) aus 2001 (Dejonckere et al. 2001) und der American

Speech-Language-Hearing Association (ASHA) aus 2018 (Patel et al. 2018). Tabelle modifiziert nach (Brockmann-Bauser und Bohlender 2014).

Literatur

Abraham MT, Gonen M and Kraus DH. Complications of type I thyroplasty and arytenoid adduction. *Laryngoscope* 2001; 111(8): 1322-1329.

Abresch J, Stimmstörung als Krisenvertonung. Über biographische Einflüsse auf die Gewordenheit unserer Stimme und über die Entstehung funktioneller Stimmstörungen. *Integrat Ther.* 1988; 1:40–62.

Achenbach TM, Kinnen C, Arbeitsgruppe Deutsche Child Behavior Checklist, Julia Plück J, Döpfner M. Elternfragebogen über das Verhalten von Kindern und Jugendlichen, Göttingen: Hogrefe; 1998.

Ahrens P, Extraösophageale Refluxerkrankungen bei Kindern. *Diagnostik und Therapie. HNO* 2012 Mar; 60(3):206-13.

Ajmani ML, Jain SP, Saxena SK. A metrical study of laryngeal cartilages and their ossification. *Anat Anz.* 1980; 148(1):42-8.

Akif Kiliç M, Okur E, Yildirim I, Güzelsoy S. The prevalence of vocal fold nodules in school age children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2004 Apr; 68(4):409-12.

Allen J. Cause of vocal fold scar. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 18: 475–80

Alves Silverio KC, Brasolotto AG, Thaís Donalsonso Siqueira L, Carneiro CG, Fukushiro AP, Roberto de Jesus Guirro R. Effect of application of transcutaneous electrical nerve stimulation and laryngeal manual therapy in dysphonic women: clinical trial. *J Voice* 2015; 29(2):200–8

American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, Arlington, VA, 5. Auflage. 2013.

Anders LC, Hollien H, Hurme P, Sonninen A, Wendler J. Perception of hoarseness by several classes of listeners. *Folia Phoniater (Basel).* 1988; 40(2):91–100.

Anders LC. Auditory-perceptual assessment of voice. In: Seidner W, Nawka T (eds). *Aids to voice diagnostics*. Berlin: XION, 2014: 29-57.

Andrade PA, Wistbacka G, Larsson H, Södersten M, Hammarberg B, Simberg S, Švec J, Granqvist S. The flow and pressure relationships in different tubes commonly used for semi-occluded vocal tract exercises. *Journal of Voice* 30 (1)2015; 36-41, <http://dx.doi.org/10.1016/j.voice.2015.02.004>

Angadi V, Croake D, Stempl J. Effects of Vocal Function Exercises: A Systematic Review. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.08.031>

Angelillo M, Di Maio G, Costa G, Angelillo N, Barillari U. Prevalence of occupational voice disorders in teachers. *J Prev Med Hyg* 2009; 50(1): 26–32

Arbeiter M, Petermann S, Hoppe U, Bohr C, Döllinger M, Ziethe A. Analysis of the auditory feedback and phonation in normal voices. *Ann Oto Rhinol Laryngol* 2018; 127(2):89-98

Arens C, Kraft M. Endoscopic ultrasound of the larynx. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 2016; 24:128-134.

Awan SN, Lawson LL. The effect of anchor modality on the reliability of vocal severity ratings. *J Voice.* 2009; 23(3):341-352.

Awan SN, Miesemer SA, Nicolai TA. An Examination of Intrasubject Variability on the Dysphonia Severity Index. *J Voice.* 2012; 26(6):814.e21-814.e25.

Awan SN, Novaleski CK, Yingling JR. Test-Retest Reliability for Aerodynamic Measures of Voice. *J Voice.* 2013; 27(6):674–84.

AWMF, Deutsche Krebsgesellschaft und Deutsche Krebshilfe. Leitlinienprogramm Onkologie: Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Larynxkarzinoms. 15.04.2020; AWMF-Registernummer: 017/076OL.

Azul D, Nygren U, Södersten M, Neuschaefer-Rube C. Transmasculine People's Voice Function: A Review of the Currently Available Evidence. *J Voice*. 2017 Mar; 31(2):261.e9-261.e23. doi: 10.1016/j.jvoice.2016.05.005. Epub 2016 Jun 16.

Azul D. Transmasculine people's vocal situations: a critical review of gender-related discourses and empirical data. *Int J Lang Commun Disord*. 2015 Jan-Feb;50(1):31-47. doi: 10.1111/1460-6984.12121. Epub 2014 Sep 2.

Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego: Singular Publishing Group, Thomson Learning; 2000. 324 p.

Baken RJ, Orlikoff RF. *Clinical Measurement of Speech and Voice 2000*; Cengage Learning.

Baker E. Optimal intervention intensity. *International Journal of Speech Language Pathology* 2012; 14, 401-409.

Bakheit AM. Drug treatment of poststroke aphasia. *Expert Review of Neurotherapeutics* 2004; 4: 211-217

Balandat B. Der Einfluss von Effekten des Lippenflatterns auf multidimensionale diagnostische Parameter der Stimmfunktion. Unveröffentlichte Masterthesis Donau-Universität Krems 2014

Bane M. *Vocal Function Exercises for Normal Voice: The Effects of Varying Dosage*. Dissertation University of Kentucky 2016; <http://dx.doi.org/10.13023/ETD.2016.048>

Barsties B, De Bodt M. Assessment of voice quality: Current state-of-the-art. *Auris Nasus Larynx*. 2015; 42(3):183-188.

Barsties B, Kropp J, Dicks P, Grzondziel V, Morsomme D. Reliabilität und Validität des „Voice Handicap Index (VHI) adaptiert an die Gesangsstimme“. *Laryngo-Rhino-Otol*. Juli 2015; 94(07):441–6.

Barsties B, Maryn Y. Der Acoustic Voice Quality Index in Deutsch. *HNO*. 1. August 2012; 60(8):715–20.

Barsties B, Maryn Y. External Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 With Extended Representativity. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1. Juli 2016; 125(7):571–83.

Barsties von Latoszek B, Lehnert B, Janotte B. Validation of the Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 and Acoustic Breathiness Index in German. *J Voice* 2020 Jan; 34(1):157.e17-157.e25

Barsties von Latoszek B, Lehnert B. Interne Validität des Acoustic Voice Quality Index Version 03.01 und des Acoustic Breathiness Index. *Laryngo-Rhino-Otol*. September 2018; 97(09):630–5.

Barth V. Die Lupenstroboskopie. *HNO* 1977; 25: 35.

Bassiouny S. Efficacy of the accent method of voice therapy. *Folia Phoniatica et Logopedica* 1998; 50 (3), 146-164.

Beck JM. *Vocal profile analysis scheme: A user's manual*. Edinburgh: Queen Margaret University College-QMUC, Speech Science Research Centre, 2007.

Behlau M, Madazio G, Oliveira G. Functional dysphonia: strategies to improve patients outcomes. *Patient related outcome measures* 2015; 6:243-253

Behlau M, Murry T. International and intercultural aspects of voice and voice disorders. In: Battle DE (ed). *Communication disorders in multicultural and international populations* (4th ed.). Saint Louis: Elsevier, 2012:174-207.

Behlau M, Zambon F, Guerrieri AC, Roy N. Epidemiology of voice disorders in teachers and nonteachers in Brazil: prevalence and adverse effects. *J Voice* 2012; 26(5): 665.e9-18

Behrman A. Common practices of voice therapists in the evaluation of patients. *J Voice* 2005;19(3):454-469.

Bell S, Kidd B, Leemkuil C, Smith A, McCrae C. Vocal function exercises (VFE) versus resonant voice therapy (RVT) in the treatment of hyperfunctional voice disorders. Poster presented at the American Speech-Speech-Language-Hearing Association Annual Convention, Boston, MA 2007.

Benjamin B, Lindholm CE. Systematic direct laryngoscopy: the Lindholm laryngoscopes. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2003; 112(9 Pt 1): 787-797.

Benninger MS, Alessi D, Archer S, Bastian R, Ford C, Koufman J, Sataloff RT, Spiegel JR, Woo P. Vocal fold scarring: current concepts and management. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996 Nov; 115(5):474-82.

Benninger, MS. Microdissection or microspot CO2 laser for limited vocal fold benign lesions: a prospective randomized trial. *Laryngoscope* 2000; 110(2 Pt 2 Suppl 92): 1-17.

Benninger MS, Hanick AL, Nowacki AS. Augmentation Autologous Adipose Injections in the Larynx. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2016; 125(1): 25-30.

Bergamini, G, Alicandri-Ciuffelli M, Molteni G, Villari D, Luppi MP, Genovese E, Presutti L. Therapy of unilateral vocal fold paralysis with polydimethylsiloxane injection laryngoplasty: our experience. *J Voice* 2010; 24(1): 119-125.

Berger T, Peschel T, Vogel M, Pietzner D, Poulain T, Jurkutat A, Meuret S, Engel C, Kiess W, Fuchs M. Speaking Voice in Children and Adolescents: Normative Data and Associations with BMI, Tanner Stage, and Singing Activity. *J Voice.* 2019 Jul; 33(4):580.e21-580.e30

Berthier ML, Green C, Higuera C, Fernandez I, Hinojosa J, Martin MC. A randomized, placebo-controlled study of donepezil in poststroke aphasia. *Neurology* 2006; 67: 1687-1689

Beushausen U, Haug C. *Kindliche Stimmstörungen*. Berlin. Springer 2003.

Beushausen U, Meier B. Methodik und Effektivität von Stimmseminaren für Lehrkräfte. *Forum Logopädie* 2018; 32(6): 12–6

Beushausen, U. Methodenübergreifende Prinzipien der Stimmtherapie. *Forum Logopädie* 5 2012; 30-35

Beushausen U. Stimmtherapeutische Methoden – zwischen Tradition und Evidenzbasierung, *Forum Logopädie* 2013; 5, 34-39

Beushausen U. Intensität in der Stimmtherapie. In: Grötzbach H. (Hrsg): *Therapiefrequenz und Intensität in der Sprachtherapie*. Idstein: Schulz-Kirchner 2017; 107-133

Bidus KA, Thomas GR, Ludlow CL. Effects of adductor muscle stimulation on speech in abductor spasmodic dysphonia. *Laryngoscope Invest Otolaryngol* 2000; 110(11):1943–9

Billante CR, Clary J, Sullivan C, Netteville JL. Voice outcome following thyroplasty in patients with longstanding vocal fold immobility. *Auris Nasus Larynx* 2002; 29(4): 341-345.

Birkholz P, Kürbis S, Stone S, Häsner P, Blandin R, Fleischer M. Printable 3D vocal tract shapes from MRI data and their acoustic and aerodynamic properties. *Scientific Data* 2020; 7: 255

Blackshaw HP, Carding M, Jepson M, Mat Baki G, Ambler A, Schilder S, Morris A, Degun R, Yu S, Husbands H, Knowles C, Walton Y, Karagama K, Heathcote, Birchall M. Does laryngeal reinnervation or type I thyroplasty give better voice results for patients with unilateral vocal fold paralysis (VOCALIST): study protocol for a feasibility randomised controlled trial. *BMJ Open* 2017; 7(9): e016871.

Blitzer A, Brin MF, Stewart CF. Botulinum toxin management of spasmodic dysphonia (laryngeal dystonia): a 12-year experience in more than 900 patients. *Laryngoscope* 1998; 108: 1435–41

Blume R, Voigt-Zimmermann S. Stimmprobleme bei Lehrern in Abhängigkeit von Unterrichtsform. Vortrag und Poster auf der Tagung „Interpersonelle Kommunikation - Analyse und Optimierung“ vom 08.-10.10.2010 in Halle (Saale)

Bohlender J. Diagnostic and therapeutic pitfalls in benign vocal fold diseases. *Laryngorhinootologie* 2013; 92: 239–57.

Böhme G. Stimmstörungen im Alter, Hans Huber, Bern, 2011

Böhme G. Die Wirksamkeit der Elektrotherapie bei Kehlkopferkrankungen im stroboskopischen Bild. *Z Laryngol Rhinol Otol* 1965; 44(7):481–8

Böhme G. Intersexuality and voice. *Folia Phoniatri (Basel)*. 1968; 20(6):417-27.

Böhme G. Sprach-, Sprech-, Stimm- und Schluckstörungen. Band 1: Klinik. 4. Auflage. München und Jena: Urban und Fischer 2003, 213-214, 237, 345

Bonilha HS, Focht KL, Martin-Harris B. Rater methodology for stroboscopy: a systematic review. *J Voice*, 2015; 29(1):101-108;

Boseley ME, Cunningham MJ, Volk MS, Hartnick CJ. Validation of the Pediatric Voice-Related Quality-of-Life survey. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006 Jul;132(7):717-20.

Bouchayer M, Cornut G. Microsurgery for benign lesions of the vocal folds. *Ear Nose Throat J* 1988; 67: 446–449, 452–454, 456 – 464

Bouchayer M, Cornut G, Witzig E, Loire R, Roch JB, Bastian RW. Epidermoid cysts, sulci, and mucosal bridges of the true vocal cord: a report of 157 cases. *Laryngoscope* 1985; 95(9 Pt 1): 1087-1094.

Branski R, Saltman B, Sulica L, Szeto H, Dufl o S, Felsen D, Kraus DH. Cigarette smoke and reactive oxygen species metabolism: implications for the pathophysiology of Reinke's edema. *Laryngoscope* 2009; 119: 2014 – 2018

Bresch E, Narayanan S. Real-time magnetic resonance imaging investigation of resonance tuning in soprano singing. *J Acoust Soc Am* 2010; 128:EL335-EL341.

Brockmann-Bauser M, Bohlender JE. *Praktische Stimmdiagnostik. Theoretischer und praktischer Leitfad.* Stuttgart, Thieme 2014.

Brockmann-Bauser M, Bohlender JE. *Forum Logopädie: Praktische Stimmdiagnostik. Theoretischer und praktischer Leitfad.* GeorgThieme Verlag 2014.

Brockmann-Bauser M, Bohlender JE, Mehta DD. Acoustic Perturbation Measures Improve with Increasing Vocal Intensity in Individuals With and Without Voice Disorders. *J Voice* 2018; 32(2), 162-168. doi:10.1016/j.jvoice.2017.04.008

Brockmann-Bauser M, Van Stan JH, Carvalho Sampaio M, Bohlender JE, Hillman RE, Mehta DD. Effects of Vocal Intensity and Fundamental Frequency on Cepstral Peak Prominence in Patients

with Voice Disorders and Vocally Healthy Controls. *J Voice* 2021; 35(3), 411-417. doi:10.1016/j.jvoice.2019.11.015

Brown SK, Chang J, Hu S, Sivakumar G, Sataluri M, Goldberg L, Courey MS. Addition of Wendler Glottoplasty to Voice Therapy Improves Trans Female Voice Outcomes. *Laryngoscope* 2021; 131(7), 1588-1593. <https://doi.org/10.1002/lary.29050>

Burg I, Meier B, Rogg V, Nolte K, Oppermann T, Beushausen U. Selection of Voice Therapy Methods. Results of an online survey. *Journal of Voice* 2015; E-Version: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.12.011>

Burgstaller-Gabriel H. Die körpereigene stimmliche Rehabilitation von Kehlkopfflosen. In: Kattenbeck G, Springer L (Hrsg.) *Laryngektomie- Krebsangst, Therapie, Selbsthilfe*. München. Bd. 3 tuduv; 1986.

Caffier F, Nawka T, Neumann K, Seipelt M, Caffier PP. Validation and Classification of the 9-Item Voice Handicap Index (VHI-9i). *J Clin Med*. 2021 Jul 28;10(15):3325.

Caffier PP, Nawka T, Ibrahim-Nasr A, Thomas B, Müller H, Ko SR, Song W, Gross M, Weikert S. Development of three-dimensional laryngostroboscopy for office-based laryngeal diagnostics and phonosurgical therapy. *Laryngoscope*. 2018;128(12):2823-2831.

Caffier PP, Möller A. Das Stimmumfangsmaß SUM als neuer Parameter in der objektiven Stimmdiagnostik. *Sprache Stimme Gehör* 2016; 40(4), 183-187.

Caffier PP, Ibrahim Nasr A, Weikert S, Rummich J, Gross M, Nawka T. The use of injectable calcium hydroxylapatite in the surgically pretreated larynx with glottal insufficiency. *Laryngoscope* 2017; 127(5): 1125-1130.

Caffier PP, Möller A, Forbes E, Müller C, Freymann ML, Nawka T. The Vocal Extent Measure: Development of a Novel Parameter in Voice Diagnostics and Initial Clinical Experience. *Biomed Res Int*, 2018; 3836714. doi:10.1155/2018/3836714

Caffier PP, Salmen T, Ermakova T, Forbes E, Ko SR, Song W, Gross M, Nawka T. Phonomicrosurgery in Vocal Fold Nodules: Quantification of Outcomes in Professional and Non-Professional Voice Users. *Med Probl Perform* 2017; Art 32(4): 187-194.

Canis M, Martin A, Ihler F, Wolff HA, Kron M, Matthias C, Steiner W. Transoral laser microsurgery in treatment of pT2 and pT3 glottic laryngeal squamous cell carcinoma - results of 391 patients. *Head Neck* 2014; 36(6): 859-866.

Canis, M., F. Ihler, A. Martin, C. Matthias and W. Steiner (2015). "Transoral laser microsurgery for T1a glottic cancer: review of 404 cases." *Head Neck* 37(6): 889-895.

Cantor-Cutiva LC, Vogel I, Burdorf A: Voice disorders in teachers and their associations with work-related factors: a systematic review. *J Commun Disord* 2013; 46(2): 143–55

Cantor-Cutiva LC: Association between occupational voice use and occurrence of voice disorders: Voice disorders and work. *Areté* 2018; 18(2): 1–10

Carding P, Carlson E, Epstein R, Mathieson L, Shewell C. Formal perceptual evaluation of voice quality in the United Kingdom. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2000;25(3):133-138.

Carding PN, Roulstone S, Northstone K; ALSPAC Study Team. The prevalence of childhood dysphonia: a cross-sectional study. *J Voice*. 2006 Dec;20(4):623-30.

Carding, P. N., Steen, I. N., Webb, A., MacKenzie, K., Deary, I. J., & Wilson, J. A. (2004). The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. *Clin Otolaryngol Allied Sci*, 29(5), 538-544. doi:10.1111/j.1365-2273.2004.00846.x

- Carding, P. N., Wilson, J. A., Mackenzie, K., & Deary, I. J. (2009). Measuring voice outcomes: state of the science review. *The Journal of Laryngology and Otology*, 123(8), 823-829.
- Cardoso, R., Meneses, R. F., & Lumini-Oliveira, J. (2017). The Effectiveness of Physiotherapy and Complementary Therapies on Voice Disorders: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in medicine*, 4, 45. <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00045>
- Carroll T L , Gartner-Schmidt J , Statham M M , Rosen C A . Vocal process granuloma and glottal insufficiency: an overlooked etiology? *Laryngoscope* 2010; 120 : 114 – 120] .
- Ceballos-Baumann AO: *Dystonien*. Stuttgart: Thieme 1998: 133-134
- Chan KM, Yiu EM. A comparison of two perceptual voice evaluation training programs for naive listeners. *J Voice*. 2006;20(2): 229-241.
- Chan, R. W. and I. R. Titze (1998). "Viscosities of implantable biomaterials in vocal fold augmentation surgery." *Laryngoscope* 108(5): 725-731.
- Chang A, Karnell MP: Perceived phonatory effort and phonation threshold pressure across a prolonged voice loading task: a study of vocal fatigue. *J Voice* 2004; 18:454-466.
- Charcot JM. *Leçons sur les maladies du système nerveux*, Bd. 3, Freud, Sigmund (1886): Übersetzung mit Vorwort des Übersetzers und zusätzlichen Fußnoten unter dem Titel: Neue Vorlesungen über die Krankheiten des Nervensystems insbesondere über Hysterie. Leipzig und Wien 1886.
- Chen, S.H.; Huang, J.; Chang, W. (2003): The efficacy of resonance method to hyperfunctional dysphonia from physiological, acoustic and aerodynamic aspects: The preliminary study. *Asia Pacific Journal of Speech, Language, and Hearing* 8, 200-203
- Cheng SP, Liu TP, Yang PS, Lee KS, Liu CL: Effect of perioperative dexamethasone on subjective voice quality after thyroidectomy: a meta-analysis and systematic review. *Langenbecks Arch Surg*. 2015 Dec;400(8):929-36. doi: 10.1007/s00423-015-1354-3. Epub 2015 Nov 6.
- Cheng, Y., Z. Q. Li, J. Z. Huang, F. Xue, M. J. Jiang, K. M. Wu and Q. P. Wang (2009). "Combination of autologous fascia lata and fat injection into the vocal fold via the cricothyroid gap for unilateral vocal fold paralysis." *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 135(8): 759-763.
- Cheyne HA, Hanson HM, Genereux RP, Stevens KN, Hillman RE: Development and testing of a portable vocal accumulator. *J Speech Lang Hear Res* 2003; 46:1457-1467.
- Cielo, C.A., Lima, J.P., Christmann, M.K. & Brum, R. (2013). Semioccluded vocal tract exercises: literature review. *Revista CEFAC* 15 (6), 1679-1689
- Cohen S M, Turley R. Copevalence and impact of dysphonia and hearing loss in the elderly. *The Laryngoscope* 2009; 119(9): 1870-1873.
- Cohen SM, Jacobson BH, Garrett CG, Noordzij JP, Stewart MG, Attia A, u. a. Creation and validation of the Singing Voice Handicap Index. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. Juni 2007;116(6):402–6.
- Cohen SM, Kim J, Roy N, Asche C, Courey M: Prevalence and causes of dysphonia in a large treatment—seeking population. *Laryngoscope* 2012; 122: 343–8
- Cohen W, Wardrop A, Wynne DM, Kubba H, McCartney E. Development of a minimum protocol for assessment in the paediatric voice clinic. Part 2: subjective measurement of symptoms of voice disorder. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2012b;37(1):39-44.

Cohen W, Wynne DM, Kubba H, McCartney E. Development of a minimum protocol for assessment in the paediatric voice clinic. Part 1: evaluating vocal function. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2012a;37(1):33-38.

Coleman E, Bockting W, Botzer M, et al. Standards of Care for the Health of Transsexual, Transgender, and Gender-Nonconforming People, Version 7, *International Journal of Transgenderism*, 2012;13(4):165-232. DOI: 10.1080/15532739.2011.700873

Conde M de CM, Siqueira LTD, Vendramini JE, Brasolotto AG, Guirro RR de J, Silvério KCA. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Laryngeal Manual Therapy (LMT): Immediate Effects in Women With Dysphonia. *J Voice* 2018; 32(3):385.e17–385.e25

Connor NP, Cohen SB, Theis SM, Thibeault SL, Heatley DG, Bless DM. Attitudes of children with dysphonia. *J Voice*. 2008 Mar;22(2):197-209.

Cosyns M, Van Borsel J, Wierckx K, Dedeker D, Van de Peer F, Daelman T, Laenen S, T'Sjoen G. Voice in female-to-male transsexual persons after long-term androgen therapy. *Laryngoscope*. 2014 Jun;124(6):1409-14. doi: 10.1002/lary.24480. Epub 2013 Dec 9.

Craig, P., Dieppe, P., Macintyre, S., Michie S., Nazareth, I. & Petticrew, M. (2008). Developing and evaluating complex interventions: the new Medical Research Council guidance. *British Medical Journal*, 337, 979-983. doi: 10.1136/ bmj.a1655

Cummings, C. W., L. L. Purcell and P. W. Flint (1993). "Hydroxylapatite laryngeal implants for medialization. Preliminary report." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 102(11): 843-851.

da Cunha Perera, G., Oliveira Lemos, I., Dalbosco Gadenz, C., Cassol, M. (2016): Effects of Voice Therapy on Muscle Tension Dysphonia: A Systematic Literature Review. *J o V* DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.06.015>,

da Silva, A., Ghirardi, A., Reiser, M., Paul, S. (2018): An Exact Analytical Model for the Relationship Between Flow Resistance and Geometric Properties of Tubes Used in Semi-occluded Vocal Tract Exercises. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.03.016>

Dacakis G, Davies S, Oates JM, Douglas JM, Johnston JR. Development and preliminary evaluation of the transsexual voice questionnaire for male-to-female transsexuals. *J Voice*. 2013 May;27(3):312-20. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.11.005. Epub 2013 Feb 13.

Dacakis G, Oates J, Douglas J. Associations between the Transsexual Voice Questionnaire (TVQMtF) and self-report of voice femininity and acoustic voice measures. *Int J Lang Commun Disord*. 2017 Nov;52(6):831-838. doi: 10.1111/1460-6984.12319. Epub 2017 Apr 19.

Dahl R, Witt G. Analyse von Stimmparametern nach konservativer Behandlung von Larynxparesen mit konventioneller Stimmübung oder neuromuskulärer elektrophonatorischer Stimulation. *Folia Phoniatr Logop* 2006;58(6):415–26

Damrose EJ. Quantifying the impact of androgen therapy on the female larynx. *Auris Nasus Larynx*. 2009 Feb;36(1):110-2. doi: 10.1016/j.anl.2008.03.002. Epub 2008 May 23.

Dastolfo, C., J. Gartner-Schmidt, L. Yu, O. Carnes and A. I. Gillespie (2016). "Aerodynamic Outcomes of Four Common Voice Disorders: Moving Toward Disorder-Specific Assessment." *J Voice* 30(3): 301-307.

Dauids T, Muller S, Wise JC, Johns MM 3rd, Klein A: Laryngeal papillomatosis associated dysplasia in the adult population: An update on prevalence and HPV subtyping. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2014; 123: 402–8

de Almeida SC, Mendes AP, Kempster GB. The Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V) Psychometric Characteristics: II European Portuguese Version (II EP CAPE-V). *J Voice*. 2019;33(4):582.e5-582.e13.

De Bodt MS, Ketelslagers K, Peeters T, Wuyts FL, Mertens F, Pattyn J, Heylen L, Peeters A, Boudewyns A, Van de Heyning P. Evolution of vocal fold nodules from childhood to adolescence. *J Voice*. 2007 Mar;21(2):151-6.

de Bruin, M. D., Coerts, M. J., & Greven, A. J. (2000). Speech therapy in the management of male-to-female transsexuals. *Folia Phoniatr Logop*, 52(5), 220-227. <https://doi.org/10.1159/000021537>

Dean CM, Sataloff RT, Hawkshaw MJ, Pribikin E Laryngeal sarcoidosis. *J Voice*. 2002 Jun;16(2):283-8.

Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchman L, Friedrich G, Van De Heyning P, Remacle M, Woisard V; Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). 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*. 2001;258(2):77-82.

DeJonckere PH, Crevier-Buchman L, Marie JP, Moerman M, Remacle M, Woisard V. Implementation of the European Laryngological Society (ELS) basic protocol for assessing voice treatment effect. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 2003;124(5):279–83.

Dejonckere PH, Kob M. Pathogenesis of vocal fold nodules: new insights from a modelling approach. *Folia Phoniatr Logop*. 2009;61(3):171-9.

Dejonckere PH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier L, Millet B. Reliability and clinical relevance of perceptual evaluation of pathological voices. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 1998;119(4):247-248.

Dejonckere PH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier-Buchman L, Millet B. Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)*. 1996;117(3):219-224.

Dejonckere PH: Gender differences in the prevalence of occupational voice disorders. In: Dejonckere PH (Hg.) *Occupational Voice: Care and Cure*. Kugler Publications: 11–20, 2001

Dejonckere, P. H., P. Bradley, P. Clemente, G. Cornut, L. Crevier-Buchman, G. Friedrich, P. Van De Heyning, M. Remacle, V. Woisard and S. Committee on Phoniatics of the European Laryngological (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.

Delank KW, Scheuermann K: Praktische Aspekte der prothetischen Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *Laryngo-Rhino-Otol* 2008; 87: 160-166.

Deliyski DD, Hillman HE, Mehta DD: Laryngeal High-Speed Videoendoscopy: Rationale and Recommendation for Accurate and Consistent Terminology. *J Speech Lang Hear Res* 2015; 58(5):1488-1492

Demirci S, Tuzuner A, Callioglu EE, Akkoca O, Aktar G, Arslan N. Rigid or flexible laryngoscope: The preference of children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2015 Aug;79(8):1330-2.

Demmink-Geertman, L., & Dejonckere, P. H. (2010). Differential effects of voice therapies on neurovegetative symptoms and complaints. *Journal of Voice*, 5, 585-591. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.12.013

Derkay CS, Wiatrak B: Recurrent respiratory papillomatosis: a review. *Laryngoscope* 2008; 118: 1236–47

Derkay, C. S. and A. E. Blucher (2018). "Recurrent respiratory papillomatosis: update 2018." *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 26(6): 421-425.

Desjardins M, Halstead L, Cooke M, Bonilha HS (2017): A Systematic Review of Voice Therapy: What "Effectiveness" Really Implies. *Journal of Voice* 2017 31(3): 392.e13-392.e32

Deuster D, Matulat P, Knief A, Zitzmann M, Rosslau K, Szukaj M, am Zehnhoff-Dinnesen A, Schmidt CM. Voice deepening under testosterone treatment in female-to-male gender dysphoric individuals. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2016 Apr;273(4):959-65. doi: 10.1007/s00405-015-3846-8. Epub 2015 Dec 9.

D'haeseleer E, Claeys S, Van Lierde K. The effectiveness of manual circumlaryngeal therapy in future elite vocal performers: a pilot study. *Laryngoscope*. 2013 Aug;123(8):1937-41. doi: 10.1002/lary.24050. Epub 2013 Apr 5. PMID: 23564361.

D'haeseleer E, Depypere H, Claeys S, Wuyts FL, De Ley S, Van Lierde KM. The impact of menopause on vocal quality. *Menopause*. 2011 Mar;18(3):267-72.

Dicks P, Manter U: Laryngektomie. In: Siegmüller J, Bartels, H (Hrsg.) *Leitfaden Sprache-Sprechen-Stimme-Schlucken*. München, Jena: Verlag Elsevier, Urban&Fischer; 2006: 391-406.

Dicks P: Laryngektomie. *Logopädische Therapie bei Kehlkopflosigkeit*. Idstein: Schulz-Kirchner, 2007.

Diehl R, Lindblom B, Hoemeke K, Fahey R. On explaining certain male-female differences in the phonetic realization of vowel categories. *J Phon*. 1996;24(2):187-208. doi.org/10.1006/jpho.1996.0011.

Dienerowitz T, Peschel T, Vogel M, Poulain T, Engel C, Kiess W, Fuchs M, Berger T. Establishing Normative Data on Singing Voice Parameters of Children and Adolescents with Average Singing Activity Using the Voice Range Profile. *Folia Phoniatr Logop*. 2021;73(6):565-576

Dickers FG., Nikkels PG. Benign lesions of the vocal folds: histopathology and phonotrauma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995;104(9 Pt 1): 698-703.

Dilisio RP, Mazzeffi MA, Bodian CA, Fischer GW: Vocal cord paralysis after aortic surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2013; 27: 522–7

Dippold S, Becker C., Richter B, Echternach M. Narrow Band Imaging: A Tool for Endoscopic Examination of Patients with Laryngeal Papillomatosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2015; 124(11): 886-892.

Döllinger M, Berry D, Hüttner B, Bohr C. Assessment of local vocal fold deformation characteristics in an in vitro static tensile test. *J Acoust Soc Am* 2011; 130(2): 977–985

Dos Santos PCM, Vieira MN, Sansão JPH, Gama ACC. Effect of Auditory-Perceptual Training With Natural Voice Anchors on Vocal Quality Evaluation. *J Voice*. 2019;33(2):220-225.

Duffy OM, Hazlett DE (2004) The impact of preventive voice care programs for training teachers: a longitudinal study. *J Voice* 2004; 18(1): 63–70

Dworkin JP, Treadway C: Idiopathic vocal fold paralysis: clinical course and outcomes. *J Neurol Sci* 2009; 284: 56–62

Eadie TL, Baylor CR. The effect of perceptual training on inexperienced listeners' judgments of dysphonic voice. *J Voice*. 2006;20(4):527-544.

Eastwood C, Madiill C, McCabe P The behavioural treatment of muscle tension voice disorders: A systematic review. *International Journal of Speech-Language Pathology* 2015 17(3): 287-303

Echternach M, Burk F, Burdumy M, Traser L, Richter B: Morphometric Differences of Vocal Tract Articulators in Different Loudness Conditions in Singing. *PLoS one* 2016; 11:e0153792.

Echternach M, Burk F, Köberlein M, Burdumy M, Döllinger M, Richter B: The Influence of Vowels on Vocal Fold Dynamics in the Tenor's Passaggio. *J Voice* 2017; 31:424-429.

Echternach M, Döllinger M, Sundberg J, Traser L, Richter B: Vocal fold vibration at high soprano fundamental frequencies. *J Acoust Soc Am* 2013; 133(2):EL82-EL87; 2013.

Echternach M, Markl M, Richter B: Dynamic real-time magnetic resonance imaging for the analysis of voice physiology. *Current opinion in otolaryngology & head and neck surgery* 2012; 20:450-457.

Echternach M, Nusseck M, Dippold S, Spahn C, Richter B: Fundamental frequency, sound pressure level and vocal dose of a vocal loading test in comparison to a real teaching situation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2014; 271:3263-3268.

Echternach M, Richter B, Traser L, Nusseck M: Veränderungen der stimmlichen Leistungsfähigkeit durch verschiedene Stimmbelastungstests. *Laryngo-Rhino-Otologie* 2013; 92:34-40.

Echternach M, Sundberg J, Arndt S, Markl M, Schumacher M, Richter B. Vocal tract in female registers – a dynamic real-time MRI study. *J Voice* 2010; 24: 133–139

Echternach M, Traser L, Richter B. Vocal tract configurations in tenors' passaggio in different vowel conditions – a real-time magnetic resonance imaging study. *J Voice* 2014; 28: 262.e1–262.e8

Eckel HE, Koebke J, Sittel C, Sprinzl GM, Pototschnig C, Stennert E. Morphology of the human larynx during the first five years of life studied on whole organ serial sections. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1999 Mar;108(3):232-8.

Eckel HE, Sittel C. Morphometry of the larynx in horizontal sections. *Am J Otolaryngol*. 1995 Jan-Feb;16(1):40-8. doi: 10.1016/0196-0709(95)90008-x.

Eckel, E. H., H. Glanz, M. Hess, T. Nawka and H. J. Schultz-Coulon (2003). "[Phoniatriy and ENT on: dagnostic and therapeutic problems with organic voice disorders]." *Laryngorhinootologie* 82(11): 756-757.

Eckel, H. E. and C. Sittel (2001). "Beidseitige Rekurrenslähmungen." *HNO* 49(3): 166-179.

Eggermont JJ, Ponton CW. The neurophysiology of auditory perception: from single units to evoked potentials. *Audiol Neurootol*. 2002;7(2):71-99.

Emygdio da Silva Antonetti, A., Da Silva Vitor, J., Guzmán, M., Calvache, C., Ghedini Brasolotto, A., Alves Silverio, K. (2021): Efficacy of a Semi-Occluded Vocal Tract Exercises-Therapeutic Program in Behavioral Dysphonia: A Randomized and Blinded Clinical Trial. *J. of Voice*. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.12.008>

Evans E, Carding P, & Drinnan M: The Voice Handicap Index with post-laryngectomy male voices. *International Journal of Language & Communication Disorders* 2009; 44 (5): 575-586.

Eysholdt U, Lohscheller J. Diagnostik bei unklarer Heiserkeit – Bildgebung von Stimmlippenschwingungen, *Dtsch Arztebl* 2007; 104(51-52): 3556–3561.

Eysholdt U. Heiserkeit: Biomechanik und quantitative Laryngoskopie. HNO. 2014;62(7):541-552.

Faham M, Ahmadi A, Drinnan M, Saadatmand N, Fatahi E, Jalalipour M: The effects of voice education program on VHI scores of elementary school teachers. J Voice 2016; 30(6): 755.e1–755.e11.

Faoury, M., S. Frampton, D. Allen, A. Burgess, K. Heathcote and H. Ismail-Koch (2019). "Non-selective laryngeal reinnervation in a child with unilateral left vocal fold palsy utilizing laryngeal electromyography." J Surg Case Rep 2019(2): rjz039.

Ferrein A. De la formation de la voix de l'homme, In: Histoire de l'Académie royale des sciences de l'an née 1741, Paris 1744, S. 409–432

Fex, B.; Fex, S.; Shiromoto, O.; Hirano, M. (1994): Acoustic analysis of functional dysphonia before and after voice therapy (Accent Method). Journal of Voice 8, 163-167.

Fielder. C., Beushausen, U. (2022): Methodenübergreifende Prinzipien der Stimmtherapie. Forum Logopädie, 2, 6-12

Filho JA, de Melo EC, Tsuji DH, et al. Length of the human vocal folds: proposal of mathematical equations as a function of gender and body height. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2005 May;114(5):390-2. doi: 10.1177/000348940511400510.

Fischer J, Abels T, Ozen AC, Echternach M, Richter B, Bock M: Magnetic resonance imaging of the vocal fold oscillations with sub-millisecond temporal resolution. Magn Reson Med 2020; 83:403-411.

Fischer J, Özen AC, Traser L, Echternach, Matthias Richter B, Bock M. Sub-millisecond 2D MRI of the Vocal Fold Oscillation using Single Point Imaging with Rapid Encoding. Magn Reson Mater Physics, Biol Med 2021. Online ahead of print

Fitch WT, Giedd J. Morphology and development of the human vocal tract: a study using magnetic resonance imaging. J Acoust Soc Am. 1999 Sep;106(3 Pt 1):1511-22. doi: 10.1121/1.427148.

Fitzpatrick, R. E., J. Ruiz-Esparza and M. P. Goldman (1991). "The depth of thermal necrosis using the CO2 laser: a comparison of the superpulsed mode and conventional mode." J Dermatol Surg Oncol 17(4): 340-344.

Flatau T. Die funktionelle Stimmchwäche (Phonasthenie) der Sänger, Sprecher und Kommandorufer. Charlottenburg 1906

Fleischer M, Pinkert S, Mattheus W, Mainka A, Mürbe D. Formant frequencies and bandwidths of the vocal tract transfer function are affected by the mechanical impedance of the vocal tract wall. Biomech Model Mechanobiol 2015; 14: 719-733

Fleischer S, Hess M. Die Bedeutung der Stroboskopie in der laryngologischen Praxis. HNO 2006; 54(8): 628–634.

Ford, C. N., K. Inagi, A. Khidr, D. M. Bless and K. W. Gilchrist (1996). "Sulcus vocalis: a rational analytical approach to diagnosis and management." Ann Otol Rhinol Laryngol 105(3): 189-200.

Formánek M, Walderová R, Baníková Š, Chmelová I, Formánková D, Zeleník K, Komínek P. Effect of voice therapy with or without transcutaneous electrical stimulation on recovery of injured macroscopically intact recurrent laryngeal nerve after thyroid surgery. Eur Arch Otorhinolaryngol 2020 Mar;277(3):933-938

Fowler LP, Gorham-Rowan M, Hapner ER. An exploratory study of voice change associated with healthy speakers after transcutaneous electrical stimulation to laryngeal muscles. J Voice 2011;25(1):54–61

Franic DM, Bramlett RE, Bothe AC. Psychometric evaluation of disease specific quality of life instruments in voice disorders. *J Voice* Juni 2005;19(2):300–15.

Freymann, M. L., Mathmann, P., Rummich, J., Müller, C., Neumann, K., Nawka, T., & Caffier, P. P. (2020). Gender-specific reference ranges of the vocal extent measure in young and healthy adults. *Logoped Phoniatr Vocol*, 45(2), 73-81. doi:10.1080/14015439.2019.1617894

Friedrich G, Dejonckere PH: Das Stimm diagnostik-Protokoll der European Laryngological Society (ELS) - erste Erfahrungen im Rahmen einer Multizenterstudie. *Laryngo-Rhino-Otol* 2005; 84(10): 744–5

Friedrich G, Kainz J, Freidl W. Zur funktionellen Struktur der menschlichen Stimmlippe [Functional structure of the human vocal cord]. *Laryngorhinootologie*. 1993 May;72(5):215-24. German. doi: 10.1055/s-2007-997888.

Friedrich G, Lichtenegger R. Surgical anatomy of the larynx. *J Voice*. 1997 Sep;11(3):345-55. doi: 10.1016/s0892-1997(97)80014-8.

Friedrich G. Stimm diagnostik in der Praxis. *Logopädie*. 1998;4.

Friedrich, G. (1998). "Externe Stimmlippenmedialisation: Operative Erfahrungen und Modifikationen." *Laryngorhinootologie* 77(1): 7-17.

Friedrich, G., F. I. de Jong, H. F. Mahieu, M. S. Benninger and N. Isshiki (2001). "Laryngeal framework surgery: a proposal for classification and nomenclature by the Phonosurgery Committee of the European Laryngological Society." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 258(8): 389-396.

Friedrich, G., G. Mausser and E. Nemeth (2002). "Entwicklung eines Jet-Tracheoskops." *HNO* 50(8): 719-726.

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 ELS, *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264: 1191-1200.

Friedrich G (2013) Phonochirurgie, Definition, Klassifikation, Indikation; *HNO* 61: 92-3.

Fritzell B: Voice disorders and occupations. *Logopedics Phoniatics Vocology* 2009; 21: 7-12

Fröhlich M, Michaelis D, Kruse E. Objektive Beschreibung der Stimmgüte unter Verwendung des Heiserkeits-Diagramms. *HNO*. 1. Juli 1998;46(7):684–9.

Fu, S.; Theodoros, D.; Ward, E. (2014): Intensive versus traditional voice therapy for vocal nodules: perceptual, physiological, acoustic and aerodynamic changes. *Journal of Voice*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.06.005>.

Fu, S.; Theodoros, D.; Ward, E. (2015): Delivery of intensive voice therapy for vocal fold nodules via telepractice: a pilot feasibility and efficacy study. *Journal of Voice* 29 (6), 696-706.

Fuchs M, Behrendt W, Keller E, Kratzsch J. Methoden zur Vorhersage des Eintrittszeitpunktes der Mutation bei Knabenstimmen: Untersuchungen bei Sängern des Thomanerchores Leipzig. *Folia Phoniatr Logop*. 1999;51(6):261-71

Fuchs M, Fröhlich M, Hentschel B, Stuermer IW, Kruse E, Knauff D. Predicting mutational change in the speaking voice of boys. *J Voice*. 2007 Mar;21(2):169-78

Fuchs M, Heide S, Hentschel B, Gelbrich G, Makuch A, Thiel S, Täschner R, Dietz A. Stimmleistungsparameter bei Kindern und Jugendlichen: Einfluss der körperlichen Entwicklung und der sängerischen Aktivität. *HNO*. 2006 Dec;54(12):971-80

Fuchs M, Meuret S, Geister D, Pfohl W, Thiel S, Dietz A, Gelbrich G. Empirical criteria for establishing a classification of singing activity in children and adolescents. *J Voice*. 2008 Nov;22(6):649-57

Fuchs M, Meuret S, Stuhmann NC, Schade G. Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen [Dysphonia in children and adolescents]. *HNO*. 2009 Jun;57(6):603-14.

Fuchs M, Meuret S, Thiel S, Täschner R, Dietz A, Gelbrich G. Influence of singing activity, age, and sex on voice performance parameters, on subjects' perception and use of their voice in childhood and adolescence. *J Voice*. 2009 Mar;23(2):182-9

Fuchs M. Alters- und entwicklungsentsprechende Diagnostik und Therapie von Stimmstörungen bei Kindern und Jugendlichen (Teil 2) [Diagnostics and therapy of dysphonia suitable for the ages and developmental stages of children and adolescents (part 2)]. *Laryngorhinootologie*. 2008 Feb;87(2):86-91.

Fuchs M. Landmarken der physiologischen Entwicklung der Stimme bei Kindern und Jugendlichen (Teil 1). *Laryngorhinootologie*. 2008 Jan;87(1):10-6

Galle ME, McMurray B. The development of voicing categories: a quantitative review of over 40 years of infant speech perception research. *Psychon Bull Rev*. 2014;21(4):884-906.

Garcia Perez A, Hernández López X, Valadez Jiménez VM, Minor Martínez A, Ysunza PA. Synchronous electrical stimulation of laryngeal muscles: an alternative for enhancing recovery of unilateral recurrent laryngeal nerve paralysis. *J Voice* 2014;28(4):524.e1–7

Garrel, R., E. Uro Coste, V. Costes-Martineau, V. Woisard, I. Atallah and M. Remacle (2020). "Vocal-fold leukoplakia and dysplasia. Mini-review by the French Society of Phoniatics and Laryngology (SFPL)." *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*.

Gaskill, C.S. & Erickson, M.L. (2008). The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *Journal of Voice* 22 (6), 634-643

Gazia, F., B. Galletti, F. Freni, R. Bruno, F. Sireci, C. Galletti, A. Meduri and F. Galletti (2020). "Use of intralesional cidofovir in the recurrent respiratory papillomatosis: a review of the literature." *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 24(2): 956-962.

Gelfer, M. P., & Tice, R. M. (2013). Perceptual and acoustic outcomes of voice therapy for male-to-female transgender individuals immediately after therapy and 15 months later. *J Voice*, 27(3), 335-347. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.07.009>

Geneid, A., Rihkanen, H., & Kinnari, T. J. (2015). Long-term outcome of endoscopic shortening and stiffening of the vocal folds to raise the pitch. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 272(12), 3751-3756. <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3721-7>

Ghio A, Dufour S, Wengler A, Pouchoulin G, Revis J, Giovanni A. Perceptual evaluation of dysphonic voices: can a training protocol lead to the development of perceptual categories? *J Voice*. 2015;29(3):304-311.

Gillivan-Murphy, P.; Drinnan, M.; O'Dwyer, T.; Ridha, H.; Carding, P. (2006): The effectiveness of a voice treatment approach for teachers with self-reported voice problems. *Journal of Voice* 20, 423-431

Glunz M, Reuß C, Schmitz E & Stappert H: *Laryngektomie*. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019 (3. Aufl.)

Gorham-Rowan M, Morris R. Exploring the effect of laryngeal neuromuscular electrical stimulation on voice. *J Laryngol Otol* 2016;130(11):1022–32

Graham, S. V. (2017). "The human papillomavirus replication cycle, and its links to cancer progression: a comprehensive review." *Clin Sci (Lond)* 131(17): 2201-2221.

Grassel E, Hoppe U, Rosanowski F. Graduierung des Voice-Handicap-Index. *HNO*. Dezember 2008;56(12):1221–8.

Gray, S. D. (2000). "Cellular physiology of the vocal folds." *Otolaryngol Clin North Am* 33(4): 679-698.

Grill WM, Craggs MD, Foreman RD, Ludlow CL, Buller JL. Emerging clinical applications of electrical stimulation: opportunities for restoration of function. *J Rehabil Res Dev* 2001;38(6):641–53

Guay, M. E., F. R. Miller, T. W. Bauer and H. M. Tucker (1995). "Vocal fold medialization using autologous cartilage in a canine model: a preliminary study." *Laryngoscope* 105(10): 1049-1052.

Gugatschka M, Feiner M, Mayr W, Groselj-Strele A, Eberhard K, Gerstenberger C. Functional Electrical Stimulation for Presbyphonia: A Prospective Randomized Trial. *Laryngoscope* 2020 Nov;130(11):E662-E666

Gugatschka M, Rechenmacher J, Chibidziura J, Friedrich G. [Comparability and conversion of Stimmstörungsindex (SSI) and Voice Handicap Index (VHI)]. *Laryngorhinootologie*. November 2007;86(11):785–8.

Guirro RR de J, Bigaton DR, Silvério KCA, Berni KCDS, Distéfano G, Santos FLD, Forti F. Transcutaneous electrical nerve stimulation in dysphonic women. *Pro Fono* 2008;20(3):189–95

Gundermann H (1977) Die Behandlung der gestörten Sprechstimme: kommunikative Stimmtherapie; Kritik, Theorie, Praxis, Stuttgart, Fischer

Gundermann H (1977b) Gruppentherapie bei Stimmgestörten. *Sprache – Stimme – Gehör* 1: 135-138

Gundermann H (1984) Über die Bedeutung, Notwendigkeit, Indikation und praktische Durchführung komplexer Stimmbehandlungen im Rahmen eines stationären Heilverfahrens (Stimmheilkur) *HNO*. 32:302-306.

Günther S, Rasch T, Klotz M, Hoppe U, Eysholdt U, Rosanowski F. Bestimmung der subjektiven Beeinträchtigung durch Dysphonien. *HNO*. Oktober 2005;53(10):895–900, 902–4.

Guzman M, Rubin A, Cox P, Landini F, Jackson-Menaldi C. Neuromuscular electrical stimulation of the cricothyroid muscle in patients with suspected superior laryngeal nerve weakness. *J Voice* 2014;28(2):216–25

Guzman, M. Laukkanen, A.M., Krupa, P., Horáček, J., Švec, J. & Geneid, A. (2013). Vocal Tract and glottal function during and after vocal exercising with resonance tube and straw. *Journal of Voice* 27 (4), 523.e19-523.e34

Guzman, M., Higuera, D., Fincheira, C., Muñoz, D., Guajardo, C., & Dowdall, J. (2013). Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 1, 35-45. doi: 10.3109/14015439.2012.731079

H.Kramer HJ, Pérez Alvarez JC, Volland C, Seidler TO, Machulla R, Hacki T. Berufsdysphonie und Komorbidität. 24. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie e. V.28. - 30.09.2007, Innsbruck, Österreich, <http://www.e-gms.de/static/de/meetings/dgpp2007/07dgpp18.shtml>

Hacki T, Kenkies M, Hofmann R, Haferkamp G. Pharmakotherapie von Stimm- und Artikulationsstörungen bei Aphasie. *Folia Phoniatrica* 1990; 42: 283-288

Hagen R, Lichtenberger G, Maddalena H.De, Manni JJ, Zorowka PG, Eckel HE: Rehabilitationskonzepte nach Laryngektomie Laryngo-Rhino-Otol 2004; 83: 780-782.

Hagen R: Chirurgische Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. HNO Springer 2005; 52: 602-611.

Hakkesteeft MM, Wieringa MH, Brocaar MP, Mulder PGH, Feenstra L. The Interobserver and Test-Retest Variability of the Dysphonia Severity Index. Folia Phon Logop 2008;60(2):86–90.

Hamdan AL, Nassar J, Ashkar J, Sibai A. Prevalence of arytenoid asymmetry in relation to vocal symptoms. J Laryngol Otol. 2011 Mar;125(3):282-7.

Hamdan, A. L. and E. Khalifee (2019). "Adverse Reaction to Restylane: A Review of 63 Cases of Injection Laryngoplasty." Ear Nose Throat J 98(4): 212-216.

Hammarberg B, Gauffin J. Perceptual and acoustic characteristics of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. In: Fujimura O, Hirano M (eds). Vocal Fold Physiology: Voice quality control. San Diego: Singular, 1995, 283-303.

Hanschmann H, Berger R. Quantifizierung des videostroboskopischen Stimmlippenbefundes. Laryngorhinootologie 2009; 88(1): 6–8.

Hanschmann H, Gaipf C, Berger R: Preliminary results of a computer-assisted vocal load test with 10-min test duration. Eur Arch Otorhinolaryngol 2011; 268:309-313.

Hartnick C, Ballif C, De Guzman V, Sataloff R, Campisi P, Kerschner J, Shembel A, Reda D, Shi H, Sheryka Zacny E, Bunting G. Indirect vs Direct Voice Therapy for Children With Vocal Nodules: A Randomized Clinical Trial. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2018 Feb 1;144(2):156-63.

Hartnick CJ, Zeitels SM. Pediatric video laryngo-stroboscopy. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2005 Feb;69(2):215-9.

Heathcote, K., H. Ismail-Koch, J. P. Marie and B. N. Mardion (2018). "An update on laryngeal reinnervation." ent and audiology news 27(2).

Heikkinen, M., K. Makinen, E. Penttila, M. Qvarnstrom, T. Kemppainen, H. Lopponen and J. M. Karkkainen (2019). "Incidence, Risk Factors, and Natural Outcome of Vocal Fold Paresis in 920 Thyroid Operations with Routine Pre- and Postoperative Laryngoscopic Evaluation." World J Surg 43(9): 2228-2234.

Heilmann J, Schaffer C, Kurtenbach S, Voigt-Zimmermann S: Index zur persönlichen Stimmeinschätzung für Kinder (IpSKI): Entwicklung eines kindgerechten Fragebogens zur stimmbezogenen Lebensqualität. Sprachtherapie aktuell: Forschung - Wissen - Transfer 2019; 1: e2019-01;

Heman-Ackah YD, Joglekar SS, Caroline M, Becker C, Kim EJ, Gupta R, Mandel SM, Sataloff RT: The prevalence of undiagnosed thyroid disease in patients with symptomatic vocal fold paresis. J Voice 2011; 25: 496–500

Henningsen P, Zipfel S, Sattel H, Creed F.: Management of functional somatic syndromes and bodily distress. Psychother Psychosom 2018; 87: 12–31.

Henrich N, D'Alessandro C, Doval B, Castellengo M: Glottal open quotient in singing: measurements and correlation with laryngeal mechanisms, vocal intensity, and fundamental frequency. J Acoust Soc Am 2005; 117:1417-1430.

Herbst C, Ternström S: A comparison of different methods to measure the EGG contact quotient. Logoped Phoniatr Vocol 2006; 31:126-138.

Herbst CT, Oh J, Vydrová J, Švec JG. DigitalVHI--a freeware open-source software application to capture the Voice Handicap Index and other questionnaire data in various languages. *Logoped Phoniatr Vocol*. Juli 2015;40(2):72–6.

Hess, M. M. and S. Fleischer (2016). "Laryngeal framework surgery: current strategies." *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 24(6): 505-509.

Hilgers F JM, Ackerstaff A: Comprehensive Rehabilitation after total laryngectomy. *Folia phoniatr Logop* 2000; 52: 65-73.

Hirai, R., K. Makiyama, H. Matsuzaki and T. Oshima (2018). "Gardasil Vaccination for Recurrent Laryngeal Papillomatosis in Adult Men Second Report: Negative Conversion of HPV in Laryngeal Secretions." *J Voice* 32(4): 488-491.

Hirano M, Kurita S, Kiyokawa K, Sato K. Posterior glottis. Morphological study in excised human larynges. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1986 Nov-Dec;95(6 Pt 1):576-81

Hirano M, Kurita S, Nakashima T. Growth development and aging of the vocal folds. In: Bless D and Abbs JH (Hrsg). *Vocal Fold Physiology: Contemporary Research and Clinical Issues*. San Diego: College Hill Press, 1983: 22-43

Hirano M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatica (Basel)* 1974; 26:89–94.

Hirano M. Psycho-acoustic evaluation of voice. In: Arnold GE, Winckel F, Wyke BD (eds). *Disorders of human communication. 5. Clinical examination of the voice*. New York: Springer, 1981:81-84.

Hirano M. Vocal mechanisms in singing: Laryngological and phoniatic aspects. *J Voice* 1988; 2: 51–69

Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. Wien, New York, Springer- Verlag.

Hirano, M. (1996). *Surgical and medical management of voice disorders. Understanding voice problems*. R. Colton and J. Casper. Baltimore, Williams and Wilkins: 241-269.

Hirlinger, W. K., O. Sigg, H. H. Mehrkens and A. Deller (1983). "Erfahrungen mit der High-Frequency-Jet-Ventilation bei Eingriffen am Kehlkopf und an der Trachea." *Anasth Intensivther Notfallmed* 18(5): 243-249.

Hirschberg J, Dejonckere PH, Hirano M, Mori K, Schultz-Coulon HJ, Vrticka K. Voice disorders in children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1995 Jun;32 Suppl:S109-25.: 109-25.

Hixon TJ, Hoit J. *Evaluation and Management of Speech Breathing Disorders Principles and Methods*. Redington. 2005.

Hochman, II and S. M. Zeitels (2000). "Phonemicrosurgical management of vocal fold polyps: the subepithelial microflap resection technique." *J Voice* 14(1): 112-118.

Hogikyan ND, Sethuraman G. Validation of an instrument to measure voice-related quality of life (V-RQOL). *J Voice* Dezember 1999;13(4):557–69.

Holmberg EB, Oates J, Dacakis G, Grant C. Phonetograms, aerodynamic measurements, self-evaluations, and auditory perceptual ratings of male-to-female transsexual voice. *J Voice*. 2010 Sep;24(5):511-22. doi: 10.1016/j.jvoice.2009.02.002. Epub 2009 Sep 18.

Hom C, Vaezi MF: Extraesophageal manifestations of gastroesophageal reflux disease. *Gastroenterol Clin North Am* 2013; 42: 71–91

Hörmann, K., A. Baker-Schreyer, A. Keilmann and G. Biermann (1999). "Functional results after CO2 laser surgery compared with conventional phonosurgery." *J Laryngol Otol* 113(2): 140-144.

Howard DM: Variation of electrolaryngographically derived closed quotient for trained and untrained adult female singers. *J Voice* 1995; 9:163-172.

Hülse M, Hölzl M (2004) The efficiency of spinal manipulation in otorhinolaryngology. A retrospective long-term study. *Hno* 52:227-234

Hülse M, Neuhuber WL, Wolff HD (2005) Die obere Halswirbelsäule- Pathophysiologie und Klinik. Springer, Heidelberg

Hülse M. [Functional dysphonia following cervical spine injuries]. *Laryngorhinootologie* 1991, 70:599-603

Hülse M. Cervical dysphonia. *Folia Phoniatr (Basel)* 1991 43:181-196

Hummel C, Scharf M, Schuetzenberger A, Graessel E, Rosanowski F. Objective voice parameters and self-perceived handicap in dysphonia. *Folia Phoniatr Logop Off Organ Int Assoc Logop Phoniatr IALP*. 2010;62(6):303–7.

Hunsaker, D. H. and P. J. Martin (1995). "Allergic reaction to solid silicone implant in medial thyroplasty." *Otolaryngol Head Neck Surg* 113(6): 782-784.

Hunter EJ, Titze IR: Variations in intensity, fundamental frequency, and voicing for teachers in occupational versus nonoccupational settings. *J Speech Lang Hear Res* 2010; 53(4): 862–75

Hutchins S, Peretz I. Perception and action in singing. *Prog Brain Res*. 2011;191:103-118.

Ikuma T, Kunduk M, Fink D, McWhorter AJ: A Spatiotemporal Approach to the Objective Analysis of Initiation and Termination of Vocal-fold Oscillation With High-speed Videoendoscopy. *J Voice* 2016; 30(6):756.e21-756.e30

Ikuma T, Kunduk M, McWhorter AJ: Objective quantification of pre- and postphonosurgery vocal fold vibratory characteristics using high-speed videoendoscopy and a harmonic waveform model. *J Speech Lang Hear Res* 2014; 57(3):743-757

Ilomäki I, Laukkanen AM, Leppänen K, Vilkmann E: Effects of voice training and voice hygiene education on acoustic and perceptual speech parameters and self-reported vocal well-being in female teachers. *Logoped Phoniatr Vocol* 2008; 33(2): 83–92

Inwald EC, Döllinger M, Schuster M, Eysholdt U, Bohr C: Multi-parametric analysis of vocal fold vibrations in healthy and disordered voices in high-speed imaging. *J Voice* 2011; 25(5):576-590

Isshiki, N. (1989). *Phonosurgery: theory and practice*. Tokyo, Springer-Verlag.

Isshiki, N., H. Morita, H. Okamura and M. Hiramoto (1974). "Thyroplasty as a new phonosurgical technique." *Acta Otolaryngol* 78(5-6): 451-457.

Isshiki, N., H. Okamura and T. Ishikawa (1975). "Thyroplasty type I (lateral compression) for dysphonia due to vocal cord paralysis or atrophy." *Acta Otolaryngol* 80(5-6): 465-473.

Isshiki, N., M. Tanabe and M. Sawada (1978). "Arytenoid adduction for unilateral vocal cord paralysis." *Arch Otolaryngol* 104(10): 555-558.

Isshiki, N., T. Taira, H. Kojima and K. Shoji (1989). "Recent modifications in thyroplasty type I." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 98(10): 777-779.

Jackson-Menaldi CA, Dzul AI, Holland RW: Allergies and vocal fold edema: a preliminary report. *J Voice* 1999; 13:113-122

Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger MS, u. a. The Voice Handicap Index (VHI): Development and Validation. *Am J Speech Lang Pathol.* 1. August 1997;6(3):66–70.

Janas, J. D., P. Waugh, E. R. Swenson and A. Hillel (1999). "Effect of thyroplasty on laryngeal airflow." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108(3): 286-292.

Janke M: Erste klinische Erfahrungen mit dem neuen Tracheostomaventil Window® (Adeva) (Dissertation). Universitätsklinikum Würzburg, 2003.

Jeannon JP, Orabi AA, Bruch GA, Abdalsalam HA, Simo R: Diagnosis of recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy: a systematic review. *Int J Clin Pract* 2009; 63: 624–9

Jecker P, Orloff LA, Mann WJ. Extraesophageal reflux and upper aerodigestive tract diseases. *ORL* 2005; 67: 185-191

Jiang, J. J., I. R. Titze, D. B. Wexler and S. D. Gray (1994). "Fundamental frequency and amplitude perturbation in reconstructed canine vocal folds." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 103(2): 145-148.

Johnson K, Brehm SB, Weinrich B, Meinzen-Derr J, de Alarcon A. Comparison of the Pediatric Voice Handicap Index with perceptual voice analysis in pediatric patients with vocal fold lesions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011 Dec;137(12):1258-62.

Jotz GP, Stefani MA, Pereira da Costa Filho O, et al. A morphometric study of the larynx. *J Voice.* 2014 Nov;28(6):668-72. doi: 10.1016/j.jvoice.2014.03.008. Epub 2014 May 10.

Joussen K. Wirkung von Medikamenten auf die Sängerstimme. *Sprache Stimme Gehör* 1999; 23: 98-104

Jung, S., Delb, W. (2018): Systematisches Review und Metaanalyse zur konservativen Behandlung von funktionellen Stimmstörungen. doi: 10.3205/18dgpp1

Justicz N, Hapner ER, Josephs JS, Boone BC, Jinnah HA, Johns MM 3rd. Comparative effectiveness of propranolol and botulinum for the treatment of essential voice tremor. *Laryngoscope.* 2016;126: 113-117

Kakodkar KA, Schroeder JW Jr, Holinger LD (2012) Laryngeal development and anatomy. *Adv Otorhinolaryngol* 73:1–11

Kallvik E, Savolainen J, Simberg S. Vocal Symptoms and Voice Quality in Children With Allergy and Asthma. *J Voice.* 2017 Jul;31(4):515.e9-515.e14.

Kang BC, Roh JL, Lee JH, Cho KJ, Gong G, Choi SH, Nam SY, Kim SY: Usefulness of computed tomography in the etiologic evaluation of adult unilateral vocal fold paralysis. *World J Surg* 2013; 37: 1236–40

Kankare E, Geneid A, Laukkanen AM, Vilkmann E: Subjective Evaluation of Voice and Working Conditions and Phoniatic Examination in Kindergarten Teachers. *Folia Phoniatr Logop* 2012; 64(1): 12–9

Kasper C, Schuster M, Psychogios G, Zenk J, Ströbele A, Rosanowski F, u. a. Voice handicap index and voice-related quality of life in small laryngeal carcinoma. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol Off J Eur Fed Oto-Rhino-Laryngol Soc EUFOS Affil Ger Soc Oto-Rhino-Laryngol - Head Neck Surg.* März 2011;268(3):401–4.

Kazi R, De Cordova J, Singh A, Venkitaraman R, Nutting CM, Clarke P, Rhys-Evans P & Harrington KJ: Voice-Related Quality of Life in Laryngectomees: Assessment Using the VHI and V-RQOL Symptom Scales. *Journal of Voice* 2006; 21(6): 728-734.

- Keilmann A, Bader CA. Development of aerodynamic aspects in children's voice. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1995, 31: 183-90
- Keilmann, A., G. Biermann and K. Hörmann (1997). "CO₂-Laser versus konventionelle Mikrolaryngoskopie bei gutartigen Veränderungen der Stimmlippe." *Laryngorhinootologie* 76(8): 484-489.
- Kelchner LN, Brehm SB, de Alarcon A, Weinrich B. Update on pediatric voice and airway disorders: assessment and care. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Jun;20(3):160-4.
- Kelchner LN, Brehm SB, Weinrich B, Middendorf J, deAlarcon A, Levin L, Elluru R. Perceptual evaluation of severe pediatric voice disorders: rater reliability using the consensus auditory perceptual evaluation of voice. *J Voice*. 2010 Jul;24(4):441-9. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.09.004. Epub 2009 Jan 9. PMID: 19135856.
- Kelchner LN, Toner MM, Lee L: Effects of prolonged loud reading on normal adolescent male voices. *Lang Speech Hear Serv Sch* 2006; 37:96-103.
- Kempster GB, Gerratt BR, Verdolini Abbott K, Barkmeier-Kraemer J, Hillman RE. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice: development of a standardized clinical protocol. *Am J Speech Lang Pathol*. 2009;18(2):124-132.
- Kiese-Himmel C. Klinisch-psychologische Bausteine in der Diagnostik funktioneller Dysphonien – eine Übersicht. *Laryngo-Rhino- Otol* 2015; 94: 156–162.
- Kim, H. T. (2017). A New Conceptual Approach for Voice Feminization: 12 Years of Experience. *Laryngoscope*, 127(5), 1102-1108. <https://doi.org/10.1002/lary.26127>
- Kim, H. T. (2020). Vocal Feminization for Transgender Women: Current Strategies and Patient Perspectives. *Int J Gen Med*, 13, 43-52. <https://doi.org/10.2147/IJGM.S205102>
- Kimura, M., T. Mau and R. W. Chan (2010). "Viscoelastic properties of phonosurgical biomaterials at phonatory frequencies." *Laryngoscope* 120(4): 764-768.
- Kinnman J. Dysphonia in acromegaly. *HNO*. 1976 Sep;24(9):311-3.
- Kleemola, L., Helminen, M., Rorarius, E., Sihvo, M., & Isotalo, E. (2011). Twelve-month clinical follow-up study of voice patients' recovery using the Voice Activity and Participation Profile (VAPP). *Journal of Voice*, 5, e245-254. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.05.003
- Klein RB, Albert ML. Can drug therapies improve language functions of individuals with aphasia? A review of the evidence. *Seminars in Speech and Language* 2004; 25: 193-204
- Kleinsasser, O.; Tumoren des Larynx und des Hypopharynx, Thieme-Verlag Stuttgart, 1987: 174.
- Kleinsasser, O., H. G. Schroeder and H. Glanz (1982). "Medianverlagerung gelähmter Stimm lippen mittels Knorpelspanimplantation und Türlügelthyreoplastik." *HNO* 30(8): 275-279.
- Kocak, I., Akpınar, M. E., Cakir, Z. A., Dogan, M., Bengisu, S., & Celikoyar, M. M. (2010). Laser reduction glottoplasty for managing androphonia after failed cricothyroid approximation surgery. *J Voice*, 24(6), 758-764. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.06.004>
- Kraus, D. H., R. F. Orlikoff, S. S. Rizk and D. B. Rosenberg (1999). "Arytenoid adduction as an adjunct to type I thyroplasty for unilateral vocal cord paralysis." *Head Neck* 21(1): 52-59.
- Kollbrunner J, Menet AD, Seifert E. Psychogenic aphonia: No fixation even after a lengthy period of aphonia. *SWISS MED WKLY* 2010; 140(1–2): 12–17.
- Kollbrunner J, Seifert E. Functional hoarseness in children: short-term play therapy with family dynamic counseling as therapy of choice. *J Voice*. 2013 Sep;27(5):579-88.

- Kollbrunner J. Funktionelle Dysphonien bei Kindern. Ein psycho- und familiendynamischer Ansatz. Idstein: Schulz-Kirchner; 2006.
- Koscielny S: Wiederherstellende Verfahren nach Kehlkopfexstirpation. *Laryngo-Rhino-Otol* 2005; 84 (Supplement I): 221-227.
- Kotby, M.; El Sady, S.; Abou-Rass, Y.; Hegazi, M. (1991): Efficacy of the Accent Method of voice therapy. *Journal of Voice* 5, 316-320.
- Kotby, M.; Shirmoto, O.; Hirano, M. (1993): The Accent Method of voice therapy: Effect of accentuations on F0, SPL, and airflow. *Journal of Voice* 7, 319-325.
- Kramer H, Perez Alvarez JC, Hacki T: Stimmleistungscharakterisierende Kurventypen im Stimmbelastungstest. In: Gross M, ed. Aktuelle phoniatisch- pädaudiologische Aspekte, 1999:75-79.
- Kreiman J, Gerratt BR, Kempster GB, Erman A, Berke GS. Perceptual evaluation of voice quality: review, tutorial, and a framework for future research. *J Speech Hear Res.* 1993;36(1):21-40.
- Kruse E, Michaelis D, Zwirner P, Bender E. [Functional voice quality assessment in curative microsurgery of laryngeal malignancies. Postoperative voice rehabilitation based on the "laryngeal double valve function"]. *HNO.* 1997 Sep;45(9):712-8.
- Kunachak, S., Prakunhungsit, S., & Sujjalak, K. (2000). Thyroid cartilage and vocal fold reduction: a new phonosurgical method for male-to-female transsexuals. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 109(11), 1082-1086. <https://doi.org/10.1177/000348940010901116>
- Kürvers A: Sprachtherapie bei Laryngektomie. Europäischer Verlag der Wissenschaften. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1997.
- Laccourreye, O. and S. Hans (2003). "Endolaryngeal extrusion of expanded polytetrafluoroethylene implant after medialization thyroplasty." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 112(11): 962-964.
- Ladefoged, P., & Johnson, K. (2010). *A course in phonetics*: Wadsworth Publishing Company.
- Lagorio LA, Carnaby-Mann GD, Crary MA. Treatment of vocal fold bowing using neuromuscular electrical stimulation. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010;136(4):398–403
- Landa M, Palicio I, Álvarez L, Martínez Z. A review of our experience in phonosurgery in children. *Acta Otorrinolaringol Esp (Engl Ed)*. 2017 Sep-Oct;68(5):269-73.
- Laskawi R. Botulinumtoxin-Therapie im Kopf-Hals-Bereich. Aktuelle Aspekte, Entwicklungen und Probleme. *HNO* 2007; 55: 437-442
- Laskawi R. Die therapeutische Anwendung von Botulinum-Toxin im Hals-Nasen-Ohren-Bereich Teil II: Bewegungsstörungen der kraniozervikalen Muskulatur (außer mimischer Muskulatur) sowie Störungen des autonomen Nervensystems. *HNO* 1998; 46: 366-373
- Laukkanen AM, Jarvinen K, Artkoski Met al: Changes in voice and subjective sensations during a 45-min vocal loading test in female subjects with vocal training. *Folia Phoniatr Logop* 2004; 56:335-346.
- Laukkanen, A.M., Titze, I.R., Hoffman, H.H. & Finne-gan, E. (2008). Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 60 (6), 298-311
- Lavan N, Burton AM, Scott SK, McGettigan C. Flexible voices: Identity perception from variable vocal signals. *Psychon Bull Rev.* 2019;26(1):90-102.

- Laver J. The Analysis of Voice Quality: from the Classical Period to the Twentieth Century. In: Asher RE, Henderson EJA (eds). Towards a History of Phonetics. Edinburgh: Edinburgh University Press, 1981:79-99.
- Laver J. The Phonetic Description of Voice Quality. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- Lechien JR, Finck C, Costa de Araujo P, Huet K, Delvaux V, Piccaluga M, Harmegnies B, Saussez S. Voice outcomes of laryngopharyngeal reflux treatment: a systematic review of 1483 patients. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2017;274: 1-23
- Ledda GP, Grover N, Pundir V, Masala E, Puxeddu R. Functional outcomes after CO2 laser treatment of early glottic carcinoma. Laryngoscope. 2006 Jun;116(6):1007-11.
- Leden, H. v. (1991). The History of Phonosurgery. Phonosurgery. B. D. Ford CN. Philadelphia, PA, Raven Press.
- Lee Y, Kim G, Kwon S. The Usefulness of Auditory Perceptual Assessment and Acoustic Analysis for Classifying the Voice Severity. J Voice 2019 May 17. pii: S0892-1997(19)30087-6. doi: 10.1016/j.jvoice.2019.04.013. [Epub ahead of print]
- Lee YC, Kwon OE, Park JM, Eun YG. Do laryngoscopic findings reflect the characteristics of reflux in patients with laryngopharyngeal reflux? Clin Otolaryngol. 2017 Jun 12. doi: 10.1111/coa.12914.
- Lee, D. H., S. Y. Lee, M. Lee, J. Seok, S. J. Park, Y. J. Jin, D. Y. Lee and T. K. Kwon (2019). "Natural Course of Unilateral Vocal Fold Paralysis and Optimal Timing of Permanent Treatment." JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.
- Lehnert B, Janotte B. Evaluation des Fragebogens zur Erfassung des stimmlichen Selbstkonzepts durch HNO-Tumorpatienten. Laryngol-Rhino-Otol. 2019; 98(05): 339-344.
- Lehnert B, Vogel S, Hosemann W. Bestimmung und Verbesserung der Retest-Reliabilität des Dysphonia Severity Index (DSI). GMS, 32. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP) Verfügbar unter: <http://www.egms.de/static/en/meetings/dgpp2015/15dgpp34.shtml>
- Leitlinien Programm Onkologie. S3-Leitlinie Larynxkarzinom, Langversion 1.0, 2019.
- Leitlinienprogramm Onkologie (Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF): Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Larynxkarzinoms, Langversion 1.1,2019, AWMF-Registernummer: 017/076OL, <http://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/larynxkarzinom>
- Lejeune J, Lafourcade J, Berger R, Vialatte J, Boeswillwald M, Seringe P, Turpin R: Trois cas de délétion partielle du bras court d'un chromosome 5. CR Acad Sci (D). 1963, 257: 3098-3102.
- LeJeune, F. E., Jr. (1977). "Intralaryngeal surgery 1977." Laryngoscope 87(11): 1815-1820.
- Lemke S, Thiel S, Zimmermann S: Zur Notwendigkeit der Überprüfung stimmlich-sprecherischer Eignung für den Lehrerberuf. In: Gutenberg, N. (Hg.): Sprechwissenschaft und Schule. Sprecherziehung – Lehrerbildung – Unterricht. München/Basel: Reinhardt: 164–71, 2004
- Lemke S: Die Funktionskreise Respiration, Phonation, Artikulation – Auffälligkeiten bei Lehramtsstudierenden. Sprache Stimme Gehör 2006; 30(1): 24–8
- Lemke S: Stimmauffälligkeiten vor und nach Aufnahme der Berufstätigkeit als Lehrer/in. In: Fuchs M (Hg.) Die Stimme im pädagogischen Alltag: 23–36, 2007
- Leung Y, Oates J, Chan SP. Voice, Articulation, and Prosody Contribute to Listener Perceptions of Speaker Gender: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Speech Lang Hear Res. 2018 Feb 15;61(2):266-297. doi: 10.1044/2017_JSLHR-S-17-0067.

- Li, M., H. Zheng, S. Chen, D. Chen and M. Zhu (2019). "Selective reinnervation using phrenic nerve and hypoglossal nerve for bilateral vocal fold paralysis." *Laryngoscope* 129(11): 2669-2673.
- Li, M., S. Chen, W. Wang, D. Chen, M. Zhu, F. Liu, C. Zhang, Y. Li and H. Zheng (2014). "Effect of duration of denervation on outcomes of ansa-recurrent laryngeal nerve reinnervation." *Laryngoscope* 124(8): 1900-1905.
- Liberman AM, Mattingly IG. A specialization for speech perception. *Science*. 1989;243(4890):489-494.
- Likert R. A technique for the measurement of attitudes. *Arch Psychol*. 1932, 22(140):5–55.
- Löhner H, Hackl T. Dysphonie bei rheumatischen Erkrankungen. In: Gross M, Kruse E: aktuelle phoniatriisch-pädeaudiologische Aspekte 2002/2003. Heidelberg: Median 2003: 153-156
- López JM, Catena A, Montes A, Castillo ME: Effectiveness of a Short Voice Training Program for Teachers: A Preliminary Study. *J Voice* 2017; 31(6): 697–706
- Lorenz A, Kleber B, Büttner M, Fuchs M, Mürbe D, Richter B, u. a. Validierung des Singing Voice Handicap Index in der deutschen Fassung. *HNO*. August 2013;61(8):699–706.
- Lorenz KJ: Rehabilitation after total laryngectomy- a tribute to the pioneers of voice restoration in the last two centuries. *Frontiers in medicine* 2017; 4:81.
- Lorenz KJ: Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *Voice Rehabilitation after Laryngectomy. Laryngo-Rhino-Otologie* 2014; 93: 44-66.
- Loughran S, Alves C, MacGregor FB: Current aetiology of unilateral vocal fold paralysis in a teaching hospital in the West of Scotland. *J Laryngol Otol* 2002; 116: 907–10
- Lu F, Lukaschik J, Keilmann A. Beschwerden im Bereich des Vokaltrakts bei Patient*innen mit schweren Stimmstörungen und deren Beeinflussbarkeit durch eine stationäre Stimmrehabilitation. In *German Medical Science GMS Publishing House*; 2017. S. DocV46.
- Lübbe AS, Stange JH, Anwendung der ICF in einer onkol. Tumordiagnostik und Ther 38: 44-446
- Lucena MM, da Silva Fdos S, da Costa AD, Guimarães GR, Ruas AC, Braga FP, Braga MP, Reis JG, da Costa DC, Palmeiro MR, Rolla VC, Valette-Rosalino CM. Evaluation of voice disorders in patients with active laryngeal tuberculosis. *PLoS One*. 2015 May 26;10(5):e0126876
- Ludlow CL: Treatment for spasmodic dysphonia: limitations of current approaches. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 17: 160–5
- Lukaschik J, Abel J, Brockmann-Bauser M, Keilmann A, Braun A, Rohlf AK. Cross-Validation and Normative Values for the German Vocal Tract Discomfort Scale. *J Speech Lang Hear Res*. 2021 Jun 4;64(6):1855-1868.
- Lukaschik J, Brockmann-Bauser M, Beushausen U. Transcultural Adaptation and Validation of the German Version of the Vocal Tract Discomfort Scale. *J Voice*. März 2017;31(2):261.e1-261.e8.
- Lukaschik J, Thieme H, Beushausen U. Langzeiteffekte in der Stimmtherapie. *Sprache Stimme Gehör*. 4. Oktober 2016;40(03):144–5.
- Lyberg-Åhlander V, Rydell R, Fredlund P, Magnusson C, Wilén S: Prevalence of Voice Disorders in the General Population, Based on the Stockholm Public Health Cohort. *J Voice* 2019; 33(6): 900-5
- Ma EP, Yiu EM. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *J Voice*. 2006;20(3):380-390.

Mackiewicz-Nartowicz H, Sinkiewicz A, Bielecka A, Owczarzak H, Mackiewicz-Milewska M, Winiarski P. Long term results of childhood dysphonia treatment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014 May;78(5):753-5.

Mackiewicz-Nartowicz H, Sinkiewicz A, Bielecka A. Laryngovideostroboscopy in children--diagnostic possibilities and constraints. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011 Aug;75(8):1015-7. doi: 10.1016/j.ijporl.2011.05.006. Epub 2011 May 31. PMID: 21632124.

Maddalena H de, Pfrang H, Schohe R, Zenner H-P: Sprachverständlichkeit und soziale Anpassung bei verschiedenen Stimmrehabilitationsmethoden nach Laryngektomie. In. *Laryngo-Rhino-Otol.* 1991; 70: 562-567.

Mainka, A. (2020). "Injektionsglottoplastik." *Laryngorhinootologie* 99(1): 22-30.

Makiyama, K., R. Hirai and H. Matsuzaki (2017). "Gardasil Vaccination for Recurrent Laryngeal Papillomatosis in Adult Men: First Report: Changes in HPV Antibody Titer." *J Voice* 31(1): 104-106.

Mans E J ,Kuhn A G, Lamprecht-Dinnesen A. Persönlichkeitsmerkmale von Patienten mit Kontaktgranulom. *Laryngorhinootologie* 1993; 72: 225 – 230

Mansour J, Amir O, Sagiv D, Alon EE, Wolf M, Primov-Fever A. The Accuracy of Preoperative Rigid Stroboscopy in the Evaluation of Voice Disorders in Children. *J Voice.* 2017 Jul;31(4):516.e1-516.e4.

Mansuri B, Torabinejhad F, Jamshidi A-A, Dabirmoghaddam P, Vasaghi-Gharamaleki B, Ghelichi L. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Combined With Voice Therapy in Women With Muscle Tension Dysphonia. *J Voice* 2020;34(3):490.e11-490.e21

Maragos, N. E. (1999). "The posterior thyroplasty window: anatomical considerations." *Laryngoscope* 109(8): 1228-1231.

Marie, J. P. (2020). Reinnervation in bilateral vocal fold palsies. *Phoniatics I, Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development.* A. a. Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirka-Woznica, K. Neumann and T. Nawka. Berlin, Springer. 1: 498-502.

Marie, J. P. and K. Heathcote (2018). Surgical Reinnervation. *Neurolaryngology.* C. Sittel and O. Guntinas-Lichius, Springer International Publishing: 185-200.

Marina, M. B., J. P. Marie and M. A. Birchall (2011). "Laryngeal reinnervation for bilateral vocal fold paralysis." *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 19(6): 434-438.

Markova D, Richer L, Pangelinan M, Schwartz DH, Leonard G, Perron M, Pike GB, Veillette S, Chakravarty MM, Pausova Z, Paus T. Age- and sex-related variations in vocal-tract morphology and voice acoustics during adolescence. *Horm Behav.* 2016 May;81:84-96

Marszałek S, Niebudek-Bogusz E, Woźnicka E, Kowalska MS. The application of physiotherapeutic and osteopathic diagnostics in occupational voice disorders. *Med Pr.* 2010;61(2):205-11.

Marszałek S, Niebudek-Bogusz E, Woźnicka E, Malińska J, Golusiński W, Śliwińska-Kowalska M. Assessment of the influence of osteopathic myofascial techniques on normalization of the vocal tract functions in patients with occupational dysphonia. *Int J Occup Med Environ Health.* 2012 Jun;25(3):225-35.

Martins RH, Benito Pessin AB, Nassib DJ, Branco A, Rodrigues SA, Matheus SM. Aging voice and the laryngeal muscle atrophy. *Laryngoscope.* 2015 Nov;125(11):2518-21

Martins RH, Defaveri J, Domingues MA, de Albuquerque e Silva R: Vocal polyps: clinical, morphological, and immunohistochemical aspects. *J Voice* 2011; 25: 98–106

- Martins RH, Hidalgo Ribeiro CB, Fernandes de Mello BM, Branco A, Tavares EL. Dysphonia in children. *J Voice*. 2012 Sep;26(5):674.e17-20.
- Martins RH, Pereira ER, Hidalgo CB, Tavares EL: Voice disorders in teachers. A review. *J Voic* 2014; 28(6): 716–24
- Martins RHG, Gonçalves TM, Pessin ABB, Branco A. Aging voice: presbyphonia. *Aging Clin Exp Res*. 1. Februar 2014;26(1):1–5.
- Maryn Y, Corthals P, Van Cauwenberge P, Roy N, De Bodt M. Toward Improved Ecological Validity in the Acoustic Measurement of Overall Voice Quality: Combining Continuous Speech and Sustained Vowels. *J Voice*. 1. September 2010;24(5):540–55.
- Mastronikolis, N. S., Remacle, M., Biagini, M., Kiagiadaki, D., & Lawson, G. (2013). Wendler glottoplasty: an effective pitch raising surgery in male-to-female transsexuals. *J Voice*, 27(4), 516-522. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.04.004>
- Mathieson L, Hirani SP, Epstein R, Baken RJ, Wood G, Rubin JS., Laryngeal manual therapy: a preliminary study to examine its treatment effects in the management of muscle tension dysphonia. *J Voice*. 2009 May;23(3):353-66.
- Matievics, V., A. Bach, B. Sztano, Z. Bere, Z. Tobias, P. F. Castellanos, A. H. Mueller and L. Rovo (2017). "Functional outcomes of endoscopic arytenoid abduction lateropexy for unilateral vocal cord paralysis with dyspnea." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 274(10): 3703-3710.
- Maue WM, Dickson DR. Cartilages and ligaments of the adult human larynx. *Arch Otolaryngol*. 1971 Nov;94(5):432-9. doi: 10.1001/archotol.1971.00770070678008.
- Maxfield, L., Titze, I.R., Hunter, E. & Kapsner-Smith, M. (2014). Intraoral pressures produced by thirteen semi-occluded vocal tract gestures. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 40 (2), 86-92
- Mayet A, Mündnich K. Beitrag zur Anatomie und zur Funktion des M. Cricothyreoideus und der Cricothyreoidgelenke. *Acta Anatomica* 1958; 33:273–288.
- McColl D, Hooper A & von Berg S: Preoperative Counseling in Laryngectomy. *Contemporary Issues in Communication Science and Disorders*; 2006; 33: 147-151.
- McLeod S, McCormack S: Application of the ICF and ICF-Children and Youth in Children with Speech Impairment. *Seminars in Speech and Language* 2007; 28(4): 254–63
- Mehta DD, Hillman RE. Voice assessment: updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic imaging methods. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;16(3):211-215.
- Mehta DD, Van Stan JH, Hillman RE: Relationships between vocal function measures derived from an acoustic microphone and a subglottal neck-surface accelerometer. *IEEE/ACM transactions on audio, speech, and language processing* 2016; 24:659-668.
- Mendelsohn, A. H. and M. J. Remacle (2018). "Vocal Fold Cancer Transoral Laser Microsurgery Following European Laryngological Society Laser Cordectomy Classification." *Front Oncol* 8: 231.
- Mendes, A. (2018): The Effects of Phonation Into Glass, Plastic, and LaxVox Tubes in Singers: A Systematic Review. *J. of Voice*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.12.005>
- Menezes, M. H., Ubrig-Zancanella, M. T., Cunha, M. G., Cordeiro, G. F., Nemr, K., & Tsuji, D. H. (2011). The relationship between tongue trill performance duration and vocal changes in dysphonic women. *Journal of Voice*, 4, e167- 175. doi: 10.1016/j.jvoice.2010.03.009
- Meuret S: Welche Faktoren beeinflussen die Gesundheit von Pädagogenstimmen. In: Fuchs M (Hg.) *Die Stimme im pädagogischem Alltag*. Berlin: Logos: 49–54, 2017

Michael M. Johns I, Arviso LC, Ramadan F. Challenges and Opportunities in the Management of the Aging Voice. *Otolaryngol-Head Neck Surg.* 1. Juli 2011;145(1):1–6.

Michaelis D. Das Göttinger Heiserkeits-Diagramm. Entwicklung und Prüfung eines akustischen Verfahrens zur objektiven Stimmgütebeurteilung pathologischer Stimmen [Internet]. 7. November 2000 [zitiert 8. Januar 2018]; Verfügbar unter: <https://ediss.uni-goettingen.de/handle/11858/00-1735-0000-0022-5D57-6>

Miller S, Jungheim M, Kühn D, Ptok M. Electrical Stimulation in Treatment of Pharyngolaryngeal Dysfunctions. *Folia Phoniatri Logop* 2013;65(3):154–68

Miller S, Kühn D, Jungheim M, Schwemmler C, Ptok M. Neuromuskuläre Elektrostimulationsverfahren in der HNO-Heilkunde. *HNO* 2014;62(2): 131–41

Miller, S. (2004). Voice therapy for vocal fold paralysis. *Otolaryngologic Clinics of North America* 37 (1), 105-119

Mills, D., Rivedal, S., DeMorett, C., Maples, G., Jiang, J. (2017): Effects of Straw Phonation Through Tubes of Varied Lengths on Sustained Vowels in Normal-Voiced Participants. *Journal of Voice*. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.05.015>

Mitrović S. Characteristics of the voice in patients with glottic carcinoma evaluated with the RBH (Roughness, Breathiness, Hoarseness) and GIRBAS (Grade, Instability, Roughness, Breathiness, Asthenia, Strain) scales. *Med Pregl.* 2003;56(7-8):337-340.

Mizera A.: Die logopädische Versorgung von laryngektomierten Patienten in Deutschland: Eine Status- und Zufriedenheitserhebung bei Mitgliedern des Bundesverbandes der Kehlkopferoperierten e.V. Ergebnisse einer unveröffentlichten Masterarbeit Studiengang Lehr- und Forschungslogopädie RWTH Aachen. Artikelabruf www.kehlkopferoperiert-bv.de, Sprachrohr 2019; Nr. 172, Mai.

Mobashir MK1, Basha WM, Mohamed AE, Hassaan M, Anany AM. Laryngoceles: Concepts of diagnosis and management. *Ear Nose Throat J.* 2017 Mar;96(3):133-138.

Montgomery, W. W. and S. K. Montgomery (1997). "Montgomery thyroplasty implant system." *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 170: 1-16.

Morrison MD, Rammage LA, Belisle GM, Pullan CB, Nichol H. Muscular tension dysphonia. *J Otolaryngol.* 1983;12(5):302-306.

Motzko M, Mlynczak U & Prinzen C: Stimm- und Schlucktherapie nach Larynx- und Hypopharynxkarzinomen; München: Elsevier, Urban & Fischer 2004.

Mozzanica F, Ginocchio D, Borghi E, Bachmann C, Schindler A. Reliability and validity of the Italian version of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Folia Phoniatri Logop.* 2013;65(5):257-265.

Muck O. Heilungen von schwerer funktioneller Aphonie. *Feldärztliche Beilage zur Münchner medizinischen Wochenschrift.* MMW 1916; 63: 441.

Müller J. *Handbuch der Physiologie des Menschen für Vorlesungen*, Koblenz 1840

Müller, A. (2018). Laryngeal Pacing. *NeuroLaryngology*. C. Sittel and O. Guntinas-Lichius, Springer International Publishing: 173-184.

Müller, A. (2020). Pacing in Bilateral Vocal Fold Palsies. *Phoniatics I, Fundamentals – Voice Disorders – Disorders of Language and Hearing Development*. A. a. Zehnhoff-Dinnesen, B. Wiskirka-Woznica, K. Neumann and T. Nawka. Berlin, Springer 1: 496-497.

- Müller, A. H. (2011). "Laryngeal pacing for bilateral vocal fold immobility." *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 19(6): 439-443.
- Müller, A. H. and G. Förster (2013). "Reinnervation und Neurostimulation des Kehlkopfs." *HNO* 61(2): 102-107.
- Müller, A. H., R. Hagen, C. Pototschnig, G. Förster, W. Grossmann, K. Baumbusch, M. Gugatschka and T. Nawka (2017). "Laryngeal pacing for bilateral vocal fold paralysis: Voice and respiratory aspects." *Laryngoscope* 127(8): 1838-1844.
- Müller, A. H., R. Hagen, G. Förster, W. Grossmann, K. Baumbusch and C. Pototschnig (2016). "Laryngeal pacing via an implantable stimulator for the rehabilitation of subjects suffering from bilateral vocal fold paralysis: A prospective first-in-human study." *Laryngoscope* 126(8): 1810-1816.
- Müller, C., Caffier, F., Nawka, T., Müller, M., & Caffier, P. P. (2020). Pathology-Related Influences on the VEM: Three Years' Experience since Implementation of a New Parameter in Phoniatic Voice Diagnostics. *Biomed Res Int*, 2020, 5309508. doi:10.1155/2020/5309508
- Munier C, Farrell R: Working conditions and workplace barriers to vocal health in primary school teachers. *J Voice* 2016; 30(1): p127.e31–127.e41
- Muñoz J, Mendoza E, Fresneda MD, Carballo G, López P. Acoustic and perceptual indicators of normal and pathological voice. *Folia Phoniatr Logop*. 2003;55(2):102-114.
- Muñoz J, Mendoza E, Fresneda MD, Carballo G, Ramirez I. Perceptual analysis in different voice samples: agreement and reliability. *Percept Mot Skills*. 2002;94(3 Pt 2):1187-1195.
- Mürbe D, Pabst F, Hofmann G, Sundberg J. Effects of a professional solo singer education on auditory and kinesthetic feedback - a longitudinal study of singers' pitch control. *J Voice* 2004; 18: 236-241
- Mürbe D, Pabst F, Hofmann G, Sundberg J. Significance of auditory and kinesthetic feedback to singers' pitch control. *J Voice* 2002; 16: 44-51
- Murry T: Spasmodic dysphonia: let's look at that again. *J Voice* 2014; 28: 694–9
- Nagy A, Elshafei R, Mahmoud S: Correlating Undiagnosed Hearing Impairment with Hyperfunctional Dysphonia. *Journal of Voice* 2020; 34(4): 616-621
- Nakanishi, T., M. Yoshimura, S. Sakamoto and T. Toriumi (2018). "Postoperative laryngeal morbidity and intubating conditions using the McGRATH MAC videolaryngoscope with or without neuromuscular blockade: a randomised, double-blind, non-inferiority trial." *Anaesthesia* 73(8): 990-996.
- Nanjundeswaran C, Li NY, Chan KM, Wong RK, Yiu EM, Verdolini-Abbott K: Preliminary data on prevention and treatment of voice problems in student teachers. *J Voice* 2012; 6(6): 816.e1-12
- Naraghi M, Adil S, Bastaninejad S, Dabiran S. Evaluation of pediatric voice handicap index and pediatric voice related quality of life before and after adenotonsillectomy in pediatric population. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. März 2015;79(3):388–91.
- Naumann K. Botulinum-Toxin. Wirkprinzip und klinische Anwendung. Bremen: Uni-Med 1998: 37
- Nawka T, Anders LC, Wendler J. Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. *Sprache-Stimme-Gehör* 1994; 18:130-133.
- Nawka T, Evans R. RBH – Training und Diagnostik: Auditiv-perzeptive Bewertung der Heiserkeit von Sprechstimmen. Forchheim: WEVOSYS, 2006.

Nawka T, Franke I, Galkin E. Objektive Messverfahren in der Stimmdiagnostik. *Forum Logopädie* 2006; 4 (20): 14–21

Nawka T, Konerding U. The Interrater Reliability of Stroboscopy Evaluations. *J Voice* 2012; 26(6):812e1–812e10

Nawka T, Rosanowski F, Gross M. Begutachtung der Stimmfunktionsstörung. *Laryngorhinootologie*. 2014;93(9):591-598.

Nawka T, Verdonck-de Leeuw IM, De Bodt M, Guimaraes I, Holmberg EB, Rosen CA, u. a. Item reduction of the voice handicap index based on the original version and on European translations. *Folia Phoniatri Logop Off Organ Int Assoc Logop Phoniatri IALP*. 2009;61(1):37–48.

Nawka T, Wirth G. *Stimmstörungen*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag. 2008.

Nawka T, Wirth G: *Stimmstörungen: Lehrbuch für Ärzte, Logopäden, Sprachheilpädagogen und Sprechtherapeuten*, Dt. Ärzteverlag 2007

Nawka T1, Wiesmann U, Gonnermann U. Validierung des Voice Handicap Index (VHI) in der deutschen Fassung. *HNO*. November 2003;51(11):921–30.

Nawka T2, Wiesmann U, Gonnermann U. Stimmstörungsindex. In Gross (Hrsg). *Aktuelle phoniatrich-pädaudiologische Aspekte*; 2003, Bd. 11. S. S. 375-379.

Nawka T3, Gonnermann U, Wiesmann U, Gross M. Stimmstörungsindex. In *German Medical Science*; 2003. S. DocV25.

Nawka, T. and K. Haake (1990). "Laserchirurgische Erfahrungen in der HNO-Heilkunde." *Z Ärztl Fortbild (Jena)* 84(6): 280-284.

Nawka, T. and W. Hosemann (2005). "Surgical procedures for voice restoration." *GMS Curr Top Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 4: Doc14.

Nawka, T., C. Sittel, C. Arens, R. Lang-Roth, C. Wittekindt, R. Hagen, A. H. Mueller, A. I. Nasr, O. Guntinas-Lichius, G. Friedrich and M. Gugatschka (2015). "Voice and respiratory outcomes after permanent transoral surgery of bilateral vocal fold paralysis." *Laryngoscope* 125(12): 2749-2755.

Nawka, T., C. Sittel, M. Gugatschka, C. Arens, R. Lang-Roth, C. Wittekindt, R. Hagen, A. H. Müller, G. F. Volk and O. Guntinas-Lichius (2015). "Permanent transoral surgery of bilateral vocal fold paralysis: a prospective multi-center trial." *Laryngoscope* 125(6): 1401-1408.

Nawka, T., S. Franz, P. Voigt and M. Cebulla (1996). Beurteilung von Ergebnissen nach indirekter phonochirurgischer Mikrolaryngoskopie. *Aktuelle phoniatrich-pädaudiologische Aspekte*. M. Gross. Berlin, Renate Gross Verlag: 82 - 84.

Nawka, T., T. Hildebrandt, J. Jantschak and F. Wolfgang (1993). "Verlauf der laryngealen Papillomatose - Bericht über 104 Fälle." *Lasermedizin* 9: 26 - 34.

Nerrière E, Vercambre MN, Gilbert F, Kovess-Masféty V: Voice disorders and mental health in teachers: a cross-sectional nationwide study. *BMC Public Health* 2009; 2(9): 370

Neumann A, Schultz-Coulon H-J: Management von Komplikationen nach prothetischer Stimmrehabilitation. *HNO* 2000; 48: 508-516.

Neumann, H. J. (2000). "Intraoperatives neurophysiologisches Monitoring (IONM) des Nervus recurrens und Mikrodissektion. Operationstechnische Verfahren zur Risikominderung von Recurrensparesen." *Laryngorhinootologie* 79(5): 290-296.

Neumann, K., Welzel, C., & Berghaus, A. (2003). Operative Stimmerhöhung bei Mann-zu-Frau-Transsexuellen. Eine Übersicht der Ergebnisse mit eigener Technik. *HNO*, 51(1), 30-37. <https://doi.org/10.1007/s00106-002-0654-4> ()

Neuschaefer-Rube C. A survey on gender vocology focused on the demand of male-to-female transsexuals. In: am Zehnhoff-Dinnesen A, Wiskirska-Woznica B, Neumann K, Nawka T. (eds.) *European Manual of Medicine: Phoniatrics 1*, Berlin: Springer-Verlag; 2020. p. 302-8.

Niebergall A, Zhang S, Kunay E et al: Real-time MRI of speaking at a resolution of 33 ms: Undersampled radial FLASH with nonlinear inverse reconstruction. *Magn Reson Med* 2012.

Niebudek-Bogusz E, Kotylo P, Politanski P, Sliwinska-Kowalska M: Acoustic analysis with vocal loading test in occupational voice disorders: outcomes before and after voice therapy. *Int J Occup Med Environ Health* 2008; 21:301-308.

Nienkerke-Springer A, McAllister A, Sundberg J. Effects of family therapy on children's voices. *J Voice*. 2005 Mar;19(1):103-13.

Nienkerke-Springer A. *Die Kinderstimme. Ein systemischer Förderansatz*. Neuwied: Luchterhand; 2000.

Nishio, N., Y. Fujimoto, M. Hiramatsu, T. Maruo, K. Suga, H. Tsuzuki, N. Mukoyama, M. Shimono, K. Toriyama, K. Takanari, Y. Kamei and M. Sone (2017). "Computed tomographic assessment of autologous fat injection augmentation for vocal fold paralysis." *Laryngoscope Investig Otolaryngol* 2(6): 459-465.

Nolan IT, Morrison SD, Arowojolu O, Crowe CS, Massie JP, Adler RK, Chalet SR, Francis DO. The Role of Voice Therapy and Phonosurgery in Transgender Vocal Feminization. *J Craniofac Surg*. 2019 Jul;30(5):1368-1375. doi: 10.1097/SCS.00000000000005132.

Nonn K (Hrsg.): *Unterstützte Kommunikation in der Logopädie*. Stuttgart: Thieme, 2011.

Novakovic, D., A. T. L. Cheng, Y. Zurynski, R. Booy, P. J. Walker, R. Berkowitz, H. Harrison, R. Black, C. Perry, S. Vijayasekaran, D. Wabnitz, H. Burns, S. N. Tabrizi, S. M. Garland, E. Elliott and J. M. L. Brotherton (2018). "A Prospective Study of the Incidence of Juvenile-Onset Recurrent Respiratory Papillomatosis After Implementation of a National HPV Vaccination Program." *J Infect Dis* 217(2): 208-212.

Núñez-Batalla F, Morato-Galán M, García-López I, Ávila-Menéndez A. Validation of the Spanish adaptation of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Acta Otorinolaringol Esp*. 2015;66(5):249-257.

Nusseck M, Richter B, Echternach M, Spahn C. Entwicklung eines Fragebogens zur Erfassung des stimmlichen Selbstkonzepts. *HNO* 2015;63(2):125–31.

Nusseck M, Richter B, Echternach M, Spahn C: Psychologische Effekte eines präventiven Stimmtrainings im Lehramtsreferendariat. *HNO* 2017; 65(7): 599–609

Nuyen, B. A., Qian, Z. J., Campbell, R. D., Erickson-DiRenzo, E., Thomas, J., & Sung, C. K. (2021). Feminization Laryngoplasty: 17-Year Review on Long-Term Outcomes, Safety, and Technique. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 1945998211036870. <https://doi.org/10.1177/01945998211036870>

Nygren U, Nordenskjöld A, Arver S, Södersten M. Effects on Voice Fundamental Frequency and Satisfaction with Voice in Trans Men during Testosterone Treatment-A Longitudinal Study. *J Voice*. 2016 Nov;30(6):766.e23-766.e34. doi: 10.1016/j.jvoice.2015.10.016. Epub 2015 Dec 8.

Nygren U, Södersten M, Falhammar H, Thorén M, Hagenfeldt K, Nordenskjöld A. Voice characteristics in women with congenital adrenal hyperplasia due to 21-hydroxylase deficiency. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2009 Jan;70(1):18-25.

Oates J (2006) Evidence-based practice in voice therapy for transgender/transsexual clients. In: Adler RK, Hitsch S, Mordaunt M (eds.) *Voice and communication therapy for the transgender/transsexual client*. Plural Publishing Inc., San Diego, CA; 2006. p. 23-43.

Oates J, Russel A. Learning voice analysis using an interactive multi-media package: development and preliminary evaluation. *J Voice*. 1998;12(4):500-512.

Oates J, Russell A. *A sound judgement*. Melbourne: La Trobe University, Multimedia Production Unit, 2003.

Oates J. Auditory-perceptual evaluation of disordered voice quality: pros, cons and future directions. *Folia Phoniatri Logop*. 2009;61(1):49-56.

Oates JM, Bain B, Davis P, Chapman J, Kenny D. Development of an auditory-perceptual rating instrument for the operatic singing voice. *J Voice*. 2006;20(1):71-81.

Oates JM. Treatment of dysphonia in older people: the role of the speech therapist. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. Dezember 2014;22(6):477–86.

Ohlsson AC, Andersson EM, Södersten M, Simberg S, Claesson S, Barregård L: Voice Disorders in Teacher Students-A Prospective Study and a Randomized Controlled Trial. *J Voice* 2016; 30(6): 755.e13-755.e24

Ohlsson, A., Dotevall, H., Gustavsson, I., Hofling, K., Wahle, U., Österlind, C. (2018): Voice Therapy Outcome—A Randomized Clinical Trial Comparing Individual Voice Therapy, Therapy in Group, and Controls Without Therapy. *J. of voice*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.08.023>

O'Loughlin, C. J., D. J. Phyland, N. A. Vallance, C. Giddings, E. Malkoutzis, E. Gunasekera, A. Webb and R. Barnes (2019). "Low-flow apnoeic oxygenation for laryngeal surgery: a prospective observational study." *Anaesthesia*.

Olthoff A, Woywod C, Kruse E. Stroboscopy versus high-speed glottography: A comparative study. *Laryngoscope* 2007; 117: 1123–1126.

Omland T, Akre H, Vårdal M, Brøndbo K. Epidemiological aspects of recurrent respiratory papillomatosis: a population-based study. *Laryngoscope*. 2012 Jul;122(7):1595-9.

Ongkasuwan J, Devore D, Hollas S, Yan J. Transoral rigid 70-degree laryngoscopy in a pediatric voice clinic. *Laryngoscope*. 2019 Jul;129(7):1657-9.

Ongkasuwan, J., M. C. L. Espinosa, S. Hollas, D. Devore, T. Procter, E. Bassett and A. Schwabe (2019). "Predictors of voice outcome in pediatric non-selective laryngeal reinnervation." *Laryngoscope*.

Orloff, L. A., Mann, A. P., Damrose, J. F., & Goldman, S. N. (2006). Laser-assisted voice adjustment (LAVA) in transsexuals. *Laryngoscope*, 116(4), 655-660. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000205198.65797.59>

O'Sullivan T, Fagan SC. Drug-induced communication and swallowing disorders. In Johnson AF, Jacobson BH: *medical speech-language-pathology: A practitioner's guide*. New York: Thieme 1998: 176-191

Özcebe E, Aydinli FE, Tiğrak TK, İncebay Ö, Yılmaz T. Reliability and Validity of the Turkish Version of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *J Voice*. 2019;33(3):382.e1-382.e10.

Pabon, P., Ternström, S., & Lamarche, A. (2011). Fourier descriptor analysis and unification of voice range profile contours: method and applications. *J Speech Lang Hear Res*, 54(3), 755-776. doi:10.1044/1092-4388(2010/08-0222)

Pabst F, Seiler R, Hacki T: Zur Beurteilung der Sprechstimmleistungen nach Stimmbelastung mittels Stimmfeldmessung. In: Gross M, ed. Aktuelle phoniatisch- pädaudiologische Aspekte, 1998:73-75.

Paes, S., Zambon, F., Yamasaki, R., Simberg, S. & Behlau, M. (2013). Immediate effects of the Finnish resonance tube method on behavioral dysphonia. *Journal of Voice* 27 (6), 717-722

Pagano, R., D. Morsomme, S. Camby, L. Lejeune and C. Finck (2017). "Long-term Results of 18 Fat Injections in Unilateral Vocal Fold Paralysis." *J Voice* 31(4): 505 e501-505 e509.

Papaioannou VA, Lux A, Voigt-Zimmermann S, Arens C. Treatment outcomes of recurrent respiratory papillomatosis: Retrospective analysis of juvenile and adult cases. *HNO*. 2018 Jan;66(Suppl 1):7-15.

Park, J. O., Shim, M. R., Hwang, Y. S., Cho, K. J., Joo, Y. H., Cho, J. H., Nam, I. C., Kim, M. S., & Sun, D. I. (2012). Combination of voice therapy and antireflux therapy rapidly recovers voice-related symptoms in laryngo-pharyngeal reflux patients. *Journal of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 1, 92-97. doi: 10.1177/0194599811422014

Pasa G, Oates J, Dacakis G: The relative effectiveness of vocal hygiene training and vocal function exercises in preventing voice disorders in primary school teachers. *Logoped Phoniatr Vocol* 2007; 32(3): 128–40

Pasquale K, Wiatrak B, Woolley A, Lewis L. Microdebrider versus CO2 laser removal of recurrent respiratory papillomas: a prospective analysis. *Laryngoscope* 2003; 113: 139 – 143

Pasquale, K., B. Wiatrak, A. Woolley and L. Lewis (2003). "Microdebrider versus CO2 laser removal of recurrent respiratory papillomas: a prospective analysis." *Laryngoscope* 113(1): 139-143.

Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, Courey M, Deliyski DD, Eadie T, Paul D, Švec J, Hillman R: Recommended Protocols for Instrumental Assessment of Voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to Develop a Protocol for Instrumental Assessment of Vocal Function. *Am J Speech Lang Pathol* 2018; 27(3):887-905

Patel RR, Donohue KD, Lau D, Unnikrishnan H. In Vivo Measurement of Pediatric Vocal Fold Motion Using Structured Light Laser Projection. *J Voice* 2013; 27(4):463-472

Patel, A.; Bless, D.; Thibeault, S. (2011): Boot camp: A novel intensive approach to voice therapy. *Journal of Voice* 25 (5), 562-569

Patel A, Nouraei SA. Transnasal Humidified Rapid-Insufflation Ventilatory Exchange (THRIVE): a physiological method of increasing apnoea time in patients with difficult airways. *Anaesthesia*. 2015 Mar;70(3):323-9.

Payr, E. (1915). "Plastik am Schildknorpel zur Behebung der Folgen einseitiger Stimmbandlähmung." *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 43: 1265-1270.

Pestana PM, Vaz-Freitas S, Manso MC: Prevalence of Voice Disorders in Singers: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Voice* 2017; 31(6): 722–27

Phadke KV, Abo-Hasseba A, Švec JG, Geneid A: Influence of noise resulting from the location and conditions of classrooms and schools in Upper Egypt on teachers' voices. *J Voice* 2018; 33(5): 802.e1-802.e9

Phylanda D, Miles A: Occupational voice is a work in progress: active risk management, habilitation and rehabilitation. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2019; 27: 439–47

Pieper LH, Körner M, Wiedemann M, Ludwig A, Werner F, Meuret S, Fuchs M. Analyzing Longitudinal Data on Singing Voice Parameters of Boys and Girls Aged 8 to 12.5 and Possible Effects of a Music Pedagogical Intervention. *J Voice*. 2020 Aug 22:S0892-1997(20)30262-9.

Pizolato RA, Beltrati Cornacchioni Rehder MI, dos Santos Dias CT, de Castro Meneghim M, Bovi Ambrosano GM, Mialhe FL, Pereira AC: Evaluation of the effectiveness of a voice training program for teachers. *J Voice* 2013; 27(5): 603–10

Pontes P, De Biase N, Kyrillos L, Pontes A. Importance of glottic configuration in the development of posterior laryngeal granuloma. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2001; 110: 765 – 769

Poulain T, Fuchs M, Vogel M, Jurkutat A, Hiemisch A, Kiess W, Berger T. Associations of Speaking-Voice Parameters With Personality and Behavior in School-Aged Children. *J Voice*. 2020 May;34(3):485.e23-485.e31

Powell ME, Deliyiski DD, Hillman RE, Zeitels SM, Burns JA, Mehta DD: Comparison of Videostroboscopy to Stroboscopy Derived From High-Speed Videoendoscopy for Evaluating Patients With Vocal Fold Mass Lesions. *Am J Speech Lang Pathol* 2016; 25(4):576-589

Pozzali, I, Pizzorni, N., Ruggeri, A., Schindler, A., Dal Farra, F.: (2021): Effectiveness of Semi-Occluded Vocal Tract Exercises (SOVTEs) in Patients with Dysphonia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. of Voice*. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.06.009>

Prades, J. M., M. Gavid, M. D. Dubois, J. M. Dumollard, A. T. Timoshenko and M. Peoc'h (2015). "Surgical anatomy of the ansa cervicalis nerve: which branch to use for laryngeal reinnervation in humans?" *Surg Radiol Anat* 37(2): 139-145.

Priss I, Barsties V, Latoszek B, Jäger-Priss U, Lehnert B. Fragebogen zur Erfassung des stimmlichen Selbstkonzepts in einer Nervenarztpraxis: Anwendbarkeit zur Identifikation von Patienten mit hohem Beratungsbedarf. *Nervenarzt*. 2019 Jun;90(6):601-608.

Ptok M, Schönweiler R, Nawka T, Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. Stellungnahme der ad hoc- Kommission der Deutschen Gesellschaft für Pädaudiologie zum off-label-use von Botulinum-Toxin Präparaten in der Behandlung der Spasmodischen Dysphonie. *HNO* 2004; 52: 45-49

Ptok M, Schwemmler C, Iven C, Jessen M, Nawka T. Zur auditiven Bewertung der Stimmqualität. *HNO*. 2006;54(10):793-802.

Ptok M, Strack D. Electrical stimulation-supported voice exercises are superior to voice exercise therapy alone in patients with unilateral recurrent laryngeal nerve paresis: Results from a prospective, randomized clinical trial. *Muscle Nerve* 2008a;38(2):1005–11

Ptok M, Strack D. Klassische Stimmtherapie versus Elektrostimulationstherapie bei einseitiger Rekurrensparese. *HNO* 2005;53(12):1092–7

Ptok M, Strack D. Therapeutische Beeinflussung von Schwingungsirregularitäten durch Elektrostimulationstherapie. *HNO* 2008b;57(11):1157–62

Quanjer PH, Stanojevic S, Cole TJ, Baur X, Hall GL, Culver BH, Enright PL, Hankinson JL, Ip MS, Zheng J, Stocks J; ERS Global Lung Function Initiative. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. *Eur Respir J*. 2012 Dec;40(6):1324-43

- Rafii B, Sridharan S, Taliercio S, Govil N, Paul B, Garabedian MJ, Amin MR, Branski RC: Glucocorticoids in laryngology: a review. *Laryngoscope*. 2014;124: 1668-1673.
- Rafii B, Taliercio S, Achlatis S, Ruiz R, Amin MR, Branski RC: Incidence of underlying laryngeal pathology in patients initially diagnosed with laryngopharyngeal reflux. *Laryngoscope* 2014; 124: 1420–4
- Rantala LM, Hakala S, Holmqvist S, Sala E: Associations between voice ergonomic risk factors and acoustic features of the voice. *Logoped Phoniatr Vocol* 2015; 40(3): 99-105
- Rechenberg L, Goulart BN, Roithmann R: Impact of call center work in subjective voice symptoms and complaints--an analytic study. *J Soc Bras Fonoaudiol* 2011; 23(4): 301–07
- Reetz, S., Bohlender, J. E., & Brockmann-Bauser, M. (2018). Do Standard Instrumental Acoustic, Perceptual, and Subjective Voice Outcomes Indicate Therapy Success in Patients With Functional Dysphonia? *J Voice*. doi:10.1016/j.jvoice.2017.11.014
- Reiter R, Hoffmann TK, Pickhard A, Brosch S. Heiserkeit – Ursachen und Therapie, *Dtsch Arztebl* 2015; 112 (19): 329-37.
- Reiter R, Pickhard A, Smith E, et al.: Vocal cord paralysis—analysis of a cohort of 400 patients. *Laryngorhinootologie* 2015; 94: 91–6
- Relekar SA, Mukundan G: Effect of a voice training program on acoustic voice parameters in secondary school teachers. *International Journal of Health Sciences and Research* 2017; 7(5): 258–63
- Remacle, M., C. Van Haverbeke, H. Eckel, P. Bradley, D. Chevalier, V. Djukic, M. de Vicentiis, G. Friedrich, J. Olofsson, G. Peretti, M. Quer and J. Werner (2007). "Proposal for revision of the European Laryngological Society classification of endoscopic cordectomies." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 264(5): 499-504.
- Remacle, M., F. Hassan, D. Cohen, G. Lawson and M. Delos (2005). "New computer-guided scanner for improving CO2 laser-assisted microincision." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 262(2): 113-119.
- Remacle, M., H. E. Eckel, A. Antonelli, D. Brasnu, D. Chevalier, G. Friedrich, J. Olofsson, H. H. Rudert, W. Thumfart, M. de Vincentiis and T. P. Wustrow (2000). "Endoscopic cordectomy. A proposal for a classification by the Working Committee, European Laryngological Society." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 257(4): 227-231.
- Remacle, M., Matar, N., Morsomme, D., Veduyck, I., & Lawson, G. (2011). Glottoplasty for male-to-female transsexualism: voice results. *J Voice*, 25(1), 120-123. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2009.07.004>
- Renschmidt H. Mental health and psychological illness in adolescence. *Dtsch Arztebl Int.* 2013 Jun;110(25):423-4.
- Revez L, Cardona AF: Antibiotics for acute laryngitis in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 May 23;(5):CD004783. doi: 10.1002/14651858.CD004783.pub5.
- Ribeiro A: Funktionelle Stimmstörungen im Kindesalter. Eine psychologische Vergleichsstudie. Idstein: Schulz-Kirchner; 2006.
- Ricci-Maccarini A, De Maio V, Murry T, Schindler A. Development and validation of the children's voice handicap index-10 (CVHI-10). *J Voice* März 2013;27(2):258.e23-258.e28.
- Richter B, Echternach M, Traser L, Burdumy M, Spahn C. Die Stimme – Einblicke in die physiologischen Vorgänge beim Singen und Sprechen. Esslingen: Helbling Verlag 2017

- Richter B, Echternach M. Stimmdiagnostik und -therapie bei Angehörigen stimmintensiver Berufe. HNO 2010; 58: 389–398.
- Richter B, Löhle E, Knapp B, Weikert M, Schlömicher-Thier J, Verdolini K: Harmful substances on the opera stage: Possible negative effects on singers' respiratory tracts. *Journal of Voice* 2002; 16(1): 72-80.
- Richter B, Löhle E, Maier W, Kliemann B, Verdolini K: Working conditions on stage: Climatic considerations. *Logopedics Phoniatrics Vocology* 2000; 25(2): 80-86.
- Richter B, Mürbe D, Schmid B, Sandel M. Stimmphysiologie in der Ausbildung von Sängern und Schauspielern, In: Richter B. *Die Stimme*. Leipzig: Henschel, 2018 p. 144–160.
- Richter B, Nusseck M, Spahn C, Echternach M: Effectiveness of a Voice Training Program for Student Teachers on Vocal Health. *J Voice* 2016; 30(4):452-459.
- Richter B. Atemstützfunktion. In: Mecke AC, Pfeleiderer M, Richter B, Seedorf T (Hrsg.). *Lexikon der Gesangsstimme*. Laaber: Laaber Verlag, 2016, S. 50-52
- Richter B. *Die Stimme*. 3. Aufl. Leipzig: Henschel; 2018. 1–240 p.
- Richter B. Methoden zur Darstellung, Analyse und Beurteilung von Stimmen. In: Richter B. *Die Stimme*. Leipzig: Henschel, 2018, S. 62–90.
- Rihkanen, H. (1998). "Vocal fold augmentation by injection of autologous fascia." *Laryngoscope* 108(1 Pt 1): 51-54.
- Robertson SM, Yeo JC, Dunnet C, Young D & Mackenzie K: Voice, swallowing, and quality of life after total laryngectomy: results of the west of Scotland laryngectomy audit. *Head & Neck* 2011; 34(1): 59-65.
- Robertson V, Ward A, Low J, Reed A. *Electrotherapy explained*, 4th ed. Edinburgh, Butterworth Heinemann Elsevier; 2006
- Roenneberg C, Sattel H, Schaefert R, Henningsen P, Hausteiner-Wiehle C. Funktionelle Körperbeschwerden. *MEDIZIN: Klinische Leitlinie. Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 553-560.
- Roers F, Mürbe D, Sundberg J. Predicted singers' vocal fold lengths and voice classification-a study of x-ray morphological measures. *J Voice* 2009; 23: 408-413
- Roh JL, Kim DH, Kim SY, Park CI. Quality of life and voice in patients after laser cordectomy for Tis and T1 glottic carcinomas. *Head Neck*. 2007 Nov;29(11):1010-6.
- Rohnke, G. (2012): Der Outcome in der Dysphonietherapie mit Erwachsenen. *Logos*, 26 (3), S. 164-175
- Romak JJ, Orbelo DM, Maragos NE, Ekbom DC. Correlation of the Voice Handicap Index-10 (VHI-10) and Voice-Related Quality of Life (V-RQOL) in patients with dysphonia. *J Voice* März 2014;28(2):237–40.
- Ropero Rendón MDM, Ermakova T, Freymann ML, Ruschin A, Nawka T, Caffier PP. Efficacy of Phonosurgery, Logopedic Voice Treatment and Vocal Pedagogy in Common Voice Problems of Singers. *Adv Ther*. 2018;35(7):1069-1086.
- Rosen CA, Lee AS, Osborne J, Zullo T, Murry T. Development and validation of the voice handicap index-10. *The Laryngoscope*. September 2004;114(9):1549–56.
- Rosen, C. A., J. Gartner-Schmidt, R. Casiano, T. D. Anderson, F. Johnson, M. Remacle, R. T. Sataloff, J. Abitbol, G. Shaw, S. Archer and R. I. Zraick (2009). "Vocal fold augmentation with calcium hydroxylapatite: twelve-month report." *Laryngoscope* 119(5): 1033-1041.

- Rosenberg, M.D. (2013). Nuts & bolts of semi-occluded vocal tract exercises in voice therapy: the why, when and how. *eHearsay* 3 (2), 56-58
- Roy N, Barkmeier-Kraemer J, Eadie T, Sivasankar MP, Mehta D, Paul D, Hillman R. Evidence-based clinical voice assessment: a systematic review. *Am J Speech Lang Pathol*. 2013;22(2):212-226.
- Roy N, Merrill RM, Gray SD, Smith EM: Voice disorders in the general population: prevalence, risk factors, and occupational impact. *Laryngoscope* 2005; 115(11): 1988–95
- Roy N, Merrill RM, Thibeault S, Parsa RA, Gray SD, Smith EM: Prevalence of voice disorders in teachers and general population. *J Voice* 2004; 47(2): 281–93
- Roy, N.; Bless, D.; Heisey, D.; Ford, C. (1997): Manual of circumlaryngeal therapy for functional dysphonia: An evaluation of short- and long term treatment outcomes. *Journal of Voice* 11, 321-331.
- Roy, N.; Gray, S.; Simon, M.; Dove, H.; Corbin-Lewis, K.; Stemple, J. (2001): An evaluation of the effects of two treatment approaches for teachers with voice disorders: A prospective randomized clinical trial. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research* 44, 286-296.
- Roy, N.; Leeper, H. (1993): Effects of the manual laryngeal musculoskeletal tension reduction technique as a treatment for functional voice disorders: Perceptual and acoustic measures. *Journal of Voice* 7, 242-249.
- Rubin AD, Sataloff RT. Vocal fold paresis and paralysis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2007 Oct;40(5):1109-31, viii-ix. Review.
- Ruotsalainen J, Sellman J, Lehto L, Verbeek J (2008): Systematic review of the treatment of functional dysphonia and prevention of voice disorders. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery* 2008 138(5): 557-565
- Ruotsalainen JH, Sellman J, Lehto L, Isotalo LK, Verbeek JH: Interventions for preventing voice disorders in adults. *The Cochrane Library* 4, 2007
- Ruotsalainen JH, Sellman J, Lehto L, Jauhiainen M, Verbeek J. (2007) Interventions for treating functional dysphonia in adults. *The Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007 Issue 3
- Ryalls JH, Lieberman P. Fundamental frequency and vowel perception. *J Acoust Soc Am*. 1982 Nov;72(5):1631-4. doi: 10.1121/1.388499.
- Sabol, L.; Lee, L.; Stemple, J. (1995): The value of vocal function exercises in the practice regime of singers. *Journal of Voice* 9, 27-36
- Sahin, M., S. Gode, M. Dogan, T. Kirazli and F. Ogut (2018). "Effect of voice therapy on vocal fold polyp treatment." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 275(6): 1533-1540.
- Sala E, Laine A, Simberg S, Pentti J, Suonpää J: The prevalence of voice disorders among day care center teachers compared with nurses: a questionnaire and clinical study. *J Voice* 2001; 15(3): 413–23
- Salm S, Hower K, Neumann S, Ansmann L. Validation of the German Version of the Transsexual Voice Questionnaire for Male-to-Female Transsexuals. *J Voice*. 2020 Jan;34(1):68-77. doi: 10.1016/j.jvoice.2018.06.010. Epub 2018 Aug 29.
- Salmen, T., Ermakova, T., Möller, A., Seipelt, M., Weikert, S., Rummich, J., . . . Caffier, P. P. (2017). The Value of Vocal Extent Measure (VEM) Assessing Phonomicrosurgical Outcomes in Vocal Fold Polyps. *J Voice*, 31(1), 114.e117-114.e115. doi:10.1016/j.jvoice.2016.03.016
- Salmen, T., Ermakova, T., Schindler, A., Ko, S. R., Göktas, Ö., Gross, M., . . . Caffier, P. P. (2018). Efficacy of microsurgery in Reinke's oedema evaluated by traditional voice assessment integrated

- with the Vocal Extent Measure (VEM). *Acta Otorhinolaryngol Ital*, 38(3), 194-203. doi:10.14639/0392-100x-1544
- Sama A, Carding PN, Price S, Kelly P, Wilson JA. The clinical features of functional dysphonia. *Laryngoscope*. 2001 Mar;111(3):458-63
- Sampaio, M. C., Bohlender, J. E., & Brockmann-Bauser, M. (2021). Fundamental Frequency and Intensity Effects on Cepstral Measures in Vowels from Connected Speech of Speakers with Voice Disorders. *J Voice*, 35(3), 422-431. doi:10.1016/j.jvoice.2019.11.014
- Sampaio, M. C., Vaz Masson, M. L., de Paula Soares, M. F., Bohlender, J. E., & Brockmann-Bauser, M. (2020). Effects of Fundamental Frequency, Vocal Intensity, Sample Duration, and Vowel Context in Cepstral and Spectral Measures of Dysphonic Voices. *J Speech Lang Hear Res*, 63(5), 1326-1339. doi:10.1044/2020_jslhr-19-00049
- Sandmann J, Küchler I, Verges D, Seidner W. Erfahrungen mit der virostatistischen Therapie bei Larynxpapillomatose. Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 21. Wissenschaftliche Jahrestagung der DGPP. Freiburg/Breisgau, 10.-12.09.2004. Düsseldorf, Köln: German Medical Science; 2004. Doc04dgppV09. <http://www.egms.de/en/meetings/dgpp2004/04dgpp19.shtml>
- Sandmann K, am Zehnhoff-Dinnesen A, Schmidt CM, Rosslau K, Lang-Roth R, Burgmer M, Knief A, Matulat P, Vauth M, Deuster D. Differences between self-assessment and external rating of voice with regard to sex characteristics, age, and attractiveness. *J Voice*. 2014 Jan;28(1):128.e11-128.e18. doi: 10.1016/j.jvoice.2013.07.007. Epub 2013 Nov 8.
- Santos JK de O, Silvério KCA, Diniz Oliveira NFC, Gama ACC. Evaluation of Electrostimulation Effect in Women With Vocal Nodules. *J Voice* 2016;30(6):769.e1–769.e7
- Sapienza CM, Crandell CC, Curtis B: Effects of sound-field frequency modulation amplification on reducing teachers' sound pressure level in the classroom. *J Voice* 1999; 13(3): 375–81
- Sasaki CT, Leder SB, Petcu L, Friedman CD. Longitudinal voice quality changes following Isshiki thyroplasty type I: the Yale experience. *Laryngoscope*. 1990 Aug;100(8):849-52.
- Sataloff RT, Abaza M, Abaza NA, Markiewicz A, Hawkshaw M. Amyloidosis of the larynx. *Ear Nose Throat J*. 2001 Jun;80(6):369-70
- Sataloff RT. Evaluation of professional singers. *Otolaryngol Clin North Am*. 2000;33(5):923-956.
- Sataloff RT. G. Paul Moore Lecture. Rational thought: the impact of voice science upon voice care. *J Voice*. 1995;9:215–234
- Sataloff, R. T., J. R. Spiegel, R. J. Heuer, M. M. Barody, K. A. Emerich, M. J. Hawkshaw and D. C. Rosen (1995). "Laryngeal mini-microflap: a new technique and reassessment of the microflap saga." *J Voice* 9(2): 198-204.
- Sato K, Hirano M, Nakashima T. Fine structure of the human newborn and infant vocal fold mucosae. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2001;110:417–424
- Sato K, Nakashima T, Nonaka S, Harabuchi Y. Histopathologic investigations of the unphonated human vocal fold mucosa. *Acta Otolaryngol*. 2008;128:694–701
- Sato K, Nakashima T. Vitamin A-storing stellate cells in the human newborn vocal fold. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2005;114:517–524
- Schaeffler F, Eichner M, Beck J. Towards ordinal classification of voice quality features with acoustic parameters. In: Proceedings of The Conference on Electronic Speech Signal Processing, TU Dresden, 6-8 March 2019. ESSV, 2019, 288-295.

Schalén L, Christensen P, Eliasson I, Fex S, Kamme C, Schalén C: Inefficacy of penicillin V in acute laryngitis in adults. Evaluation from results of double-blind study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985; 94: 14–7

Schalén L, Eliasson I, Kamme C, Schalén C: Erythromycin in acute laryngitis in adults. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1993; 102: 209–14

Schiedermaier, B., K. A. Kendall, M. Stevens, Z. Ou, A. P. Presson and J. M. Barkmeier-Kraemer (2019). "Prevalence, incidence, and characteristics of dysphagia in those with unilateral vocal fold paralysis." *Laryngoscope*.

Schiefer J, Hagen R: Rehabilitation laryngektomierter Patienten. *Onkologe* 2000; 6: 36-43.

Schlegel P, Kunduk M, Döllinger M: Influence of Spatial Camera Resolution on Glottal Area Waveform Parameters in HSV Imaging. 11th International Conference on Voice Physiology and Biomechanics (ICVPB), East Lansing, MI, USA, 2018.

Schlegel P, Stingl M, Kunduk M, Kniesburges S, Bohr C, Döllinger M: Dependencies and ill-designed parameters within high-speed videoendoscopy and acoustic signal analysis. *J Voice* 2019; 33(5):811.e1-811.e12

Schmidt, J., F. Gunther, J. Weber, S. Wirth, I. Brandes, T. Barnes, A. Zarbock, S. Schumann and D. Enk (2019). "Flow-controlled ventilation during ear, nose and throat surgery: A prospective observational study." *Eur J Anaesthesiol* 36(5): 327-334.

Schneider B, Bigenzahn W: Stimmbelastungstest zur Überprüfung der stimmlichen Belastungsfähigkeit. In: Schneider B, Bigenzahn W, eds. *Stimmdiagnostik*. Wien: Springer Verlag, 2007:105-109.

Schneider B, Cecon M, Hanke G, Wehner S, Bigenzahn W: Bedeutung der Stimmkonstitution für die Entstehung von Berufsdysphonien. *HNO* 2004; 52: 461-7

Schneider B, Zumtobel M, Prettenhofer W, Aichstill B, Jocher W. Normative voice range profiles in vocally trained and untrained children aged between 7 and 10 years. *J Voice*. 2010 Mar;24(2):153-60

Schneider, B, Bigenzahn, W.: *Stimmdiagnostik: Ein Leitfaden für Die Praxis*. Springer, 2006.

Schneider, B., M. Kneussl, D. M. Denk and W. Bigenzahn (2003). "Aerodynamic measurements in medialization thyroplasty." *Acta Otolaryngol* 123(7): 883-888.

Schneider-Stickler B, Bigenzahn W. Auditiv-perzeptive Stimmklangbeurteilung. In: Schneider-Stickler B, Bigenzahn W (eds). *Stimmdiagnostik. Ein Leitfaden für die Praxis* (2nd ed.). Wien: Springer, 2013:127-134.

Schneider-Stickler B, Bigenzahn W: *Stimmdiagnostik*. Wien: Springer, 2013

Schneider-Stickler B: Grenzen und Möglichkeiten der Stimmleistungsbewertung in der Lehrerausbildung. In: Fuchs M (Hg.) *Die Stimme im pädagogischen Alltag*. Berlin: Logos: 55–64; 2017

Schnitzler A. Über funktionelle Aphonie und deren Behandlung durch Hypnose und Suggestion. Wien: Wilhelm Braumüller, 1889

Schönhärl E. *Die Stroboskopie in der praktischen Laryngologie*. Stuttgart: Thieme 1960

Schönweiler R, Schönweiler B: Medikamentöse Therapie bei Sprach-, Stimm- und Schluckstörungen (Übersicht). *Sprache Stimme Gehör* 2007; 3: 99-103.

Schönweiler R, Zwirner P. Dosierung von Botulinum-Toxin B bei spasmodischer Dysphonie vom Adduktor-Typ. HNO 2005; 53: 166-173

Schreiber S, Garten D, Sudhoff H: Pathophysiological mechanisms of extraesophageal reflux in otolaryngeal disorders. Eur Arch Otorhinolaryngol 2009; 266: 17–24

Schroth DB: Empirische Erhebung zum Stimm- und Sprechstatus Leipziger Lehramtsanwärter/innen. Dipl.-arbeit Halle (Saale). (Mskr.), 2006

Schultz P: Vocal fold cancer. Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis 2011; 128: 301–8

Schützenberger A, Kunduk M, Döllinger M, Alexiou C, Dubrovskiy D, Seger A, Semmler M, Bohr C: Laryngeal high-speed videoendoscopy: sensitivity of objective parameters towards recording frame rate. BioMed Research International 2016; online, Article ID 4575437

Schwanfelder C, Eysholdt U, Rosanowski F, Graessel E. Stimmbezogene Lebensqualität: Struktur, Gültigkeit und Bedingungsfaktoren des deutschen Fragebogens. Folia Phoniatr Logop. 2008;60(5):241–8.

Schwartz SR, Cohen SM, Dailey SH, et al.: Clinical practice guideline: hoarseness (dysphonia). Otolaryngol Head Neck Surg 2009; 141: 1–31

Schwarz K, Fontanari AMV, Schneider MA, Borba Soll BM, da Silva DC, Spritzer PM, Kazumi Yamaguti Dorfman ME, Kuhl G, Costa AB, Cielo CA, Villas Bôas AP, Lobato MIR: Laryngeal surgical treatment in transgender women: A systematic review and meta-analysis. Laryngoscope. 2017 Nov;127(11):2596-2603. doi: 10.1002/lary.26692. Epub 2017 Jul 3.

Schwarz R, Singer S & Meyer A: Psychosoziale Rehabilitation laryngektomierter Karzinompatienten unter besonderer Berücksichtigung der Stimme. Abschlussbericht 2005. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Universität Leipzig.

Schwemmler C, Ptok M. Die Behandlung laryngealer Bewegungsstörungen mit Botulinumtoxinen Teil 2: Erfahrungen und Überlegungen. HNO 2007; 55: 485-488

Sederholm E, McAllister A, Dalkvist J, Sundberg J. Aetiologic factors associated with hoarseness in ten-year-old children. Folia Phoniatr Logop. 1995;47(5):262-78.

Seedat RY. Juvenile-Onset Recurrent Respiratory Papillomatosis Diagnosis and Management - A Developing Country Review. Pediatric Health Med Ther. 2020 Feb 4;11:39-46.

Seedorf T. Stimmgattungen. In: Mecke AC, Pfeleiderer M, Richter B, Seedorf T (Hrsg.). Lexikon der Gesangsstimme. Laaber: Laaber Verlag, 2017, S. 593-594

Seidner W & Eysholdt U: Rehabilitation nach Tumorchirurgie des Kehlkopfes. In: Wendler, Seidner und Eysholdt (Hrsg.). Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie. Stuttgart: Georg Thieme 2015.

Seidner W, Büttner M. Voice diagnostics for actors and singers. In: Seidner W, Nawka T (eds). Aids to voice diagnostics. Berlin: XION, 2014: 179-183.

Seidner W, Dippold S, Fuchs M. "Stimmklanglauschen" und Hörtraining mit Kinder- und Jugendstimmen. In: Fuchs M (ed). Hören Wahrnehmen (Aus-)Üben (Kinder- und Jugendstimme, Band 3). Berlin: Logos, 2009; 133-148.

Seidner W, Nawka T: Handreichungen zur Stimmdiagnostik. Berlin: XION medical, 2012

Seidner W, Wendler J. Der Dysodiebegriff – historische und aktuelle Aspekte. Sprache Stimme Gehör 1989; 13: 55–59

Seidner W, Wendler J. Die Sängerstimme. Phoniatische Grundlagen des Gesangs (5th ed.). Leipzig: Henschel, 2016.

Seidner W. Dysodie. In: Mecke AC, Pfeleiderer M, Richter B, Seedorf T (Hrsg.). Lexikon der Gesangsstimme. Laaber Verlag, Laaber 2017, S. 179-181

Seidner W. Dysodie. In: Richter B. Die Stimme, Henschel Verlag Leipzig 2018, S. 172–180.

Seidner W. Hörerlebnisse durch Stimmklanglauschen. *Vox Humana* 2015;11(3):22-25.

Seidner W. Zur Ästhetik der heiseren Singstimme – grausig oder großartig? Deutsche Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie. 29. Wissenschaftliche Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie (DGPP). Bonn, 21.-23.09.2012. Düsseldorf: German Medical Science GMS Publishing House; 2012. Doc12dgppHV5. <https://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2012/12dgpp97.shtml>

Seidner W. Zur Diagnostik und Therapie psychogener Aphonien – Ergebnisse einer phoniatischen Umfrage. *Sprache · Stimme · Gehör* 2002; 26(1): 3-5.

Seidner W: Messung der stimmlichen Belastbarkeit. In: Seidner W, Nawka T, eds. Handreichungen zur Stimmdiagnostik: Aus der Praxis für die Praxis, 2012:91-105.

Seidner, W. (2000). "Indirekte Mikro-Phonochirurgie." *Laryngorhinootologie* 79(11): 673-674.

Seifert E, Kollbrunner J. An Update in Thinking About Nonorganic Voice Disorders. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 132(10): 1128-1132.

Seifpanahi S, Izadi F, Jamshidi A-A, Shirmohammadi N. Effects of transcutaneous electrical stimulation on vocal folds adduction. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017;274(9):3423–8

Seino Y a, Allen JE b. Treatment of aging vocal folds: surgical approaches. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg.* Dezember 2014;22(6):466–71.

Seipelt M, Möller A, Nawka T, Gonnermann U, Caffier F, Caffier PP. Monitoring the outcome of phonosurgery and vocal exercises with established and new diagnostic tools. *Biomed Res Int* 2020 Jan 23; 2020:4208189. doi:10.1155/2020/4208189

Selber, J., R. Sataloff, J. Spiegel and Y. Heman-Ackah (2003). "Gore-Tex Medialization Thyroplasty: objective and subjective evaluation." *J Voice* 17(1): 88-95.

Semmler M, Döllinger M, Patel RR, Ziethe A, Schützenberger A. Clinical relevance of endoscopic three-dimensional imaging for quantitative assessment of phonation. *Laryngoscope* 2018, 128(10): 2367 - 2374

Semmler M, Kniesburges S, Parchent J, Jakubaß B, Zimmermann M, Bohr C, Schützenberger A, Döllinger M: Endoscopic laser-based 3D imaging for functional voice diagnostics. *Appl. Sci.* 2017; 7, 600; 2017 online

Shewell C. The effect of perceptual training on ability to use the Vocal Profile Analysis Scheme. *Int J Lang Commun Disord.* 1998;33 Suppl:322-326.

Shoffel-Havakuk H, Carmel-Neiderman NN, Halperin D, Shapira Galitz Y, Levin D, Haimovich Y, Cohen O, Abitbol J, Lahav Y. Menstrual Cycle, Vocal Performance, and Laryngeal Vascular Appearance: An Observational Study on 17 Subjects. *J Voice.* 2017 Jun 5. pii: S0892-1997(17)30113-3

Sielska-Badurek E, Domeracka-Kołodziej A, Zawadzka R, Debowska-Jarzebska E: Vocal fold paralysis in the Medical University of Warsaw's Ambulatory of Phoniatriy in years 2000–2011. *Otolaryngol Pol* 2012; 66: 313–7

Sihvo, M. & Denizoglu, I. (2008). LAX VOX Voice Therapy Technique. <http://www.laxvox.com/images/LAX%20VOX%20handouts.pdf>

- Simberg S, Laine A, Sala E, Ronnema AM: Prevalence of voice disorders among future teachers. *J Voice* 2000; 14(2): 231–5
- Simpson AP. Dynamic consequences of differences in male and female vocal tract dimensions. *J Acoust Soc Am*. 2001 May;109(5 Pt 1):2153-64. doi: 10.1121/1.1356020.
- Sinclair CF, Rosenthal EF, McColloch NL, Magnuson JS, Desmond RA, Peters GE & Carroll WR: Primary versus delayed tracheoesophageal puncture for laryngopharyngectomy with free flap reconstruction. *Laryngoscope* 2011; 121(7): 1436-1440.
- Singer S, Fuchs M, Dietz A, Klemm E, Kienast U, Meyer A, Oeken J, Täschner R, Wulke C, Schwarz R: Bedeutung psychosozialer Faktoren bei der Stimmrehabilitation nach Laryngektomie. *Laryngo-Rhino-Otol* 2007; 86: 867-874.
- Singer S, Wollbrück D, Dietz A, Schock J, Pabst F, Vogel HJ, Meuret S: Speech rehabilitation during the first year after total laryngectomy. *Head & Neck* 2013; 35(11): 1583-1590.
- Siqueira LTD, Silvério KCA, Brasolotto AG, Guirro RR de J, Carneiro CG, Behlau M. Effects of laryngeal manual therapy (LMT) and transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) in vocal folds diadochokinesis of dysphonic women: a randomized clinical trial. *Codas* 2017;29(3):e20160191
- Sittel, C., M. Echternach, P. A. Federspil and P. K. Plinkert (2006). "Polydimethylsiloxane particles for permanent injection laryngoplasty." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 115(2): 103-109.
- Slavit, D. H. and N. E. Maragos (1992). "Physiologic assessment of arytenoid adduction." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 101(4): 321-327.
- Sliwinska-Kowalska M, Niebudek-Bogusz E, Fiszer M, Los-Spychalska T, Kotylo P, Sznurowska-Przygocka B, Modrzewska M: The prevalence and risk factors for occupational voice disorders in teachers. *Folia Phoniater Logop* 2006; 58(2): 85–101
- Smith E, Gray SD, Dove H, Kirchner L, Heras H: Frequency and effects of teachers' voice problems. *J Voice* 1997; 11(1): 81–7
- Smith, S. & Thyme, K. (1976). Statistic research on changes in speech due to pedagogic treatment (the accent method). *Folia Phoniater et Logopaedica* 28 (2), 98-103
- Snidecor JC (Hrsg.): Sprachrehabilitation bei Kehlkopflösen. Stuttgart: Hippocrates 1981.
- Soldatskiĭ IuL, Sorokina VT, Onufrieva EK, Fedorova Olu, Pogosova IE, Volod'kina VV. [Hoarseness patterns in children]. *Vestn Otorinolaringol*. 2010;(2):28-31.
- Sonesson B (1959). Die funktionelle Anatomie des Cricoarytaenoidgelenkes. *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte* 121: 292–303.
- Song TE, Jiang N. Transgender Phonosurgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2017 May;156(5):803-808. doi: 10.1177/0194599817697050. Epub 2017 Mar 28.
- Song, W., Caffier, F., Nawka, T., Ermakova, T., Martin, A., Mürbe, D., & Caffier, P. P. (2021). T1a Glottic Cancer: Advances in Vocal Outcome Assessment after Transoral CO(2)-Laser Microsurgery Using the VEM. *J Clin Med*, 10(6). doi:10.3390/jcm10061250
- Speyer R (2008): Effects of Voice Therapy: A Systematic Review. *Journal of Voice* 2008 22(5): 565-580
- Stasney, C. R., M. E. Beaver and M. Rodriguez (2001). "Minifenestration type I thyroplasty using an expanded polytetrafluoroethylene implant." *J Voice* 15(1): 151-157.

- Stein DJ, Noordzij JP: Incidence of chronic laryngitis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2013; 122: 771–4
- Stelzenmueller, Kopp, Lisson: Evidenz von Physiotherapie bei kranio-mandibulärer Dysfunktion, Literaturüberblick, *Manuelle Medizin*, 2015: 53(4), Seite 270–276
- Stemple JC, Glaze L & Klaben B: *Clinical voice pathology: Theory and management* (4th ed.) 2010. San Diego: Plural Publishing, Inc.- Chap. 9 Rehabilitation of the laryngectomized patient: 327-391.
- Stemple, J.; Lee, L.; D'Amico, B.; Pickup, B. (1994): Efficacy of vocal function exercises as a method of improving voice production. *Journal of Voice* 8, 271-289.
- Stier KH: Prävention von Stimmstörungen bei Lehramtsstudentinnen, Referendarinnen und Lehrerinnen nach der Akzentmethode. Diss. Ludwigsburg (Mskr.), 2013
- Storck C, Brockmann M, Zimmermann E, Nekahm-Heis D, Zorowka P G. Laryngeales Kontaktgranulom. *HNO* 2009; 57 : 1075 – 1080
- Sulica L, Myssiorek D. Vocal fold paralysis. *Otolaryngol Clin North Am* 2004; 37 : xi – xiv
- Sundberg J, Leanderson R, von Euler C. Activity relationship between diaphragm and cricothyroid muscles. *J Voice*. 1989;3(3):225–32.
- Sundberg J. *Die Wissenschaft von der Singstimme*. Augsburg: Wißler, 2015
- Sunter, A. V., T. Kirgezen, O. Yigit and M. Cakir (2019). "The association of sulcus vocalis and benign vocal cord lesions: intraoperative findings." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 276(11): 3165-3171.
- Svec JG, Titze IR, Popolo PS: Estimation of sound pressure levels of voiced speech from skin vibration of the neck. *J Acoust Soc Am* 2005; 117:1386-1394.
- Takano S, Nito T, Tamaruya N, Kimura M, Tayama N: Single institutional analysis of trends over 45 years in etiology of vocal fold paralysis. *Auris Nasus Larynx* 2012; 39: 597–600
- Tanabe, M., Haji, T., Honjo, I., & Isshiki, N. (1985). Surgical treatment for androphonia. An experimental study. *Folia Phoniatr (Basel)*, 37(1), 15-21. <https://doi.org/10.1159/000265774>
- Tang CG, Askin G, Christos PJ, Sulica L. Vocal fold varices and risk of hemorrhage. *Laryngoscope*. 2016 May;126(5):1163-8. doi: 10.1002/lary.25727. Epub 2015 Oct 20.
- Ternström, S., Pabon, P., & Sodersten, M. (2016). The Voice Range Profile: Its Function, Applications, Pitfalls and Potential. *Acta Acustica United with Acustica*, 102(2), 268-283. doi:10.3813/Aaa.918943
- Thomas G, Kooijman PGC, Cremers CWR, de Jong FICRS: A comparative study of voice complaints and risk factors for voice complaints in female student teachers and practicing teachers early in their career. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2006; 263(4): 370–80
- Thomas, J. P., & Macmillan, C. (2013). Feminization laryngoplasty: assessment of surgical pitch elevation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 270(10), 2695-2700. <https://doi.org/10.1007/s00405-013-2511-3>
- Tillmann B. *Atlas der Anatomie*. Heidelberg: Springer 2010.
- Titze IR, Hunter EJ: Comparison of Vocal Vibration-Dose Measures for Potential-Damage Risk Criteria. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR* 2015; 58:1425-1439.
- Titze IR, Svec JG, Popolo PS: Vocal dose measures: quantifying accumulated vibration exposure in vocal fold tissues. *J Speech Lang Hear Res* 2003; 46:919-932.
- Titze IR. Acoustic Interpretation of Resonant Voice. *J Voice* 2001; 15: 519-528

- Titze IR. Principles of voice production voice production. Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1994
- Titze IR. The Myoelastic Aerodynamic Theory of Phonation. National Center for Voice and Speech, Iowa City, 2006
- Titze, I. R. (1995). Workshop on Acoustic Voice Analysis: Summary Statement: National Center for Voice and Speech.
- Titze, I.R. (1996). Lip and tongue trill: what do they do for us? *Journal of Singing* 52 (3), 52-51
- Traser L, Burk F, Özen AC, Burdumy M, Bock M, Blaser D, Richter B, Echternach M. Respiratory kinematics and the regulation of subglottic pressure for phonation of pitch jumps – A dynamic MRI study. *PLoS One*. 2020;15(12):e0244539.
- Traser L, Knab J, Echternach M, Fuhrer H, Richter B, Buerkle H, Schumann S. Regional ventilation during phonation in professional male and female singers. *Respir Physiol Neurobiol*. 2017b;239:26–33.
- Traser L, Özen A, Burdumy M, Bock M, Richter B, Echternach M: Breathing strategies in professional singers - a dynamic two- and three-dimensional magnetic resonance imaging study. In: Manfredi C, ed. Pan European Voice Conference. Firenze: Firenze University Press, 2015:123.
- Traser L, Spahn C, Richter B, Baumann T, Schumacher M, Echternach M: Real-Time and Three-Dimensional MRI for Diagnosis of Pharyngoceles. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2014; 40:55-57.
- Traser L, Schwab C, Burk F, Özen AC, Burdumy M, Bock M, Richter B, Echternach M. The influence of gravity on respiratory kinematics during phonation measured by dynamic magnetic resonance imaging. *Sci Rep*. 2021;11(1):22965
- Traser, L., Burdumy, M., Burk, F., Özen, A., Richter, B., Bock, M., Echternach, M. Respiratory dynamics in phonation and breathing – a real-time MRI study. *Respir Physiol Neurobiol* 2017; 236:69-77.
- Tschan S, Honegger F, Storck C: Cricothyroid joint anatomy as a predicting factor for success of cricoid-thyroid approximation in transwomen. *Laryngoscope* 2016; 126:1380-1384.
- Tsikoudas A, Paleri V, El-Badawey MR, Zammit-Maempel I: Recommendations on follow-up strategies for idiopathic vocal fold paralysis: evidence-based review. *J Laryngol Otol* 2012; 126: 570–3
- Tsutsumi M, Isotani S, Pimenta RA, Dajer ME, Hachiya A, Tsuji DH, Tayama N, Yokonishi H, Imagawa H, Yamauchi A, Takano S, Sakakibara KI, Montagnoli AN: High-speed Videolaryngoscopy: Quantitative Parameters of Glottal Area Waveforms and High-speed Kymography in Healthy Individuals. *J Voice* 2017; 31(3):282-290
- Tucker, H. M. (1999). "Long-term preservation of voice improvement following surgical medialization and reinnervation for unilateral vocal fold paralysis." *J Voice* 13(2): 251-256.
- Ubillos S, Centeno J, Ibañez J, Iraurgi I: Protective and risk factors associated with voice strain among teachers in Castile and Leon, Spain: recommendations for voice training. *J Voice* 2015; 29(2): 261.e1-12
- Ullrich P, Wollbrück D, Danker H, Kuhnt S, Brähler E & Singer S: Anforderungen an die Therapie mit HNO-Tumor-Patient/innen. Praxiserfahrungen, kommunikative Kompetenzen und Weiterbildungsbedarf von onkologisch tätigen Logopäd/innen und Sprechwissenschaftler/innen. *Forum Qualitative Sozialforschung* 2010; 11(1): Artikel 22.

Urquhart AC, St Louis EK: Idiopathic vocal cord palsies and associated neurological conditions. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2005; 131: 1086–9

Vahl JM, Schuler PJ, Greve J, Laban S, Knopf A, Hoffmann TK: Die Laryngektomie- noch zeitgemäß? *HNO Springer* 2019; 67:955-976.

Van Borsel J, De Cuyper G, Rubens R, Destaeke B. Voice problems in female-to-male transsexuals. *Int J Lang Commun Disord*. 2000 Jul-Sep;35(3):427-42. doi: 10.1080/136828200410672.

Van Damme, S., Cosyns, M., Deman, S., Van den Eede, Z., & Van Borsel, J. (2017). The Effectiveness of Pitch-raising Surgery in Male-to-Female Transsexuals: A Systematic Review. *J Voice*, 31(2), 244 e241-244 e245. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.04.002>

van den Berg J. Myoelastic-Aerodynamic Theory of Voice Production. *Journal of Speech and Hearing Research* 1958; 1: 227-244.

van den Broek, E., B. J. Heijnen, M. Hendriksma, V. A. H. van de Kamp-Lam, A. P. M. Langeveld, P. P. G. van Benthem and E. V. Sjogren (2019). "Bilateral vocal fold injection with autologous fat in patients with vocal fold atrophy with or without sulcus." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 276(7): 2007-2013.

Van Houtte E , Van Lierde K, Claeys S. Pathophysiology and treatment of muscle tension dysphonia: a review of the current knowledge. *J Voice*. 2011 Mar;25(2): 202-207.

Van Houtte E, Claeys S, Wuyts F, Van Lierde K: The impact of voice disorders among teachers: vocal complaints, treatment-seeking behavior, knowledge of vocal care, and voice-related absenteeism. *J Voice* 2011; 25(5): 570–5

Van Leer, E., & Connor, N. P. (2010). Patient perceptions of voice therapy adherence. *Journal of Voice*, 4, 458-469. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.12.009

Van Lierde, K.; De Lay, S.; Clement, G.; De Bodt, M.; Van Cauwenberge, P. (2004): Outcome of laryngeal manual therapy in four Dutch adults with persistent moderate to severe vocal hyperfunction: A pilot study. *Journal of Voice* 18, 467-474.

Van Stan JH, Mehta DD, Zeitels SM, Burns JA, Barbu AM, Hillman RE: Average Ambulatory Measures of Sound Pressure Level, Fundamental Frequency, and Vocal Dose Do Not Differ Between Adult Females With Phonotraumatic Lesions and Matched Control Subjects. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 2015; 124:864-874.

Vashani, K., Murugesh, M., Hattiangadi, G., Gore, G., Keer, V., Ramesh, V. S., Sandur, V., & Bhatia, S. J. (2010). Effectiveness of voice therapy in reflux-related voice disorders. *Diseases of the Esophagus*, 1, 27-32. doi: 10.1111/j.1442-2050.2009.00992.x

Vaughan, C. W. (1993). "Vocal fold exposure in phonosurgery." *J Voice* 7(2): 189-194.

Veis Ribeiro, V., Pedrosa, V., Alves Silverio, K., Behlau, M. (2017): Laryngeal Manual Therapies for Behavioral Dysphonia: A Systematic Review and Meta-analysis. *J of Voice*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.06.019>

Venkatesan NN, Pine HS, Underbrink MP: Recurrent respiratory papillomatosis. *Otolaryngol Clin North Am* 2012; 45: 671–94

Verdolini Abbott, K., Li, N. Y., Branski, R. C., Rosen, C. A., Grillo, E., Steinhauer, K., & Hebda, P. A. (2012). Vocal exercise may attenuate acute vocal fold inflammation. *Journal of Voice*, 6, 814.e1-814.e13. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.03.008

- Verdolini K, Ramig LO: Review: occupational risks for voice problems. *Logoped Phoniatr Vocol* 2001; 26(1): 37–46
- Verdolini-Marston K, Burke MK, Lessac A, Glaze L, Caldwell E. Preliminary study of two methods of treatment for laryngeal nodules. *J Voice*. 1995;9(1):74-85
- Vilkman E: Occupational safety and health aspects of voice and speech professions. *Folia Phoniatr Logop*. 2004; 56(4): 220–53
- Vintturi J, Alku P, Sala E, Sihvo M, Vilkman E: Loading-related subjective symptoms during a vocal loading test with special reference to gender and some ergonomic factors. *Folia Phoniatr Logop* 2003; 55:55-69.
- Voigt-Zimmermann S, Schönweiler R, Fuchs M, Beushausen U, Kollbrunner J, Ribeiro von Wersch A, Keilmann A (a): Dysphonien bei Kindern – Teil 1: Interdisziplinärer Konsens über Definition, Pathophysiologie und Prävalenz. *Sprache Stimme Gehör* 2015;39(1):38–43.
- Voigt-Zimmermann S, Schönweiler R, Fuchs M, Beushausen U, Kollbrunner J, Ribeiro von Wersch A, Keilmann A (b): Dysphonien bei Kindern – Teil 2: Interdisziplinärer Konsens zu Diagnostik und Therapie. *Sprache Stimme Gehör* 2015;39(1):44–51.
- Voigt-Zimmermann S: Auswirkungen der heiseren Stimmen von Pädagogen auf die Leistungen von Kindern. In: Fuchs M (Hg.) *Die Stimme im pädagogischen Alltag*: 37–48, 2017
- Voigt-Zimmermann S: Stimmbildung für Lehramtsstudierende – Die Situation an deutschen Hochschulen. *LOGOS interdisziplinär* 2010; 18(1): 42–9
- von Békésy G. The structure of the middle ear and the hearing of one's own voice by bone conduction. *J Acoust Soc Am* 1949; 21: 217-232.
- von Uexküll T. *Psychosomatische Medizin* Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; 6. Aufl. 2002
- Vorperian HK, Wang S, Schimek EM, et al. Developmental sexual dimorphism of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: an imaging study. *J Speech Lang Hear Res*. 2011 Aug;54(4):995-1010. doi: 10.1044/1092-4388(2010/10-0097). Epub 2010 Nov 24.
- Wallis L, Jackson-Menaldi C, Holland W, Giraldo A. Vocal fold nodule vs. vocal fold polyp: answer from surgical pathologist and voice pathologist point of view. *J Voice* 2004; 18 : 125 – 129
- Wang CT, Liao LJ, Cheng PW, Lo WC, Lai MS. Intralesional steroid injection for benign vocal fold disorders: a systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope*. 2013;123: 197-203
- Wang, W., D. H. Chen, S. C. Chen, D. Li, M. Li, S. W. Xia and H. L. Zheng (2011). "Laryngeal Reinnervation Using Ansa Cervicalis for Thyroid Surgery-Related Unilateral Vocal Fold Paralysis: A Long-Term Outcome Analysis of 237 Cases." *Plos One* 6(4).
- Watters K, Ferrari L, Rahbar R. Laryngeal cleft. *Adv Otorhinolaryngol*. 2012;73:95-100.
- Watts C, Nye C, Whurr R: Botulinum toxin for treating spasmodic dysphonia (laryngeal dystonia): a systematic Cochrane review. *Clin Rehabil*. 2006;20: 112-122
- Webb AL, Carding PN, Deary IJ, MacKenzie K, Steen N, Wilson JA. The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2004;261(8):429-434. +C:CA298.
- Weigelt S, Krischke S, Klotz M, Hoppe U, Köllner V, Eysholdt U, u. a. Voice Handicap Index. Instrument zur Bestimmung der subjektiven Beeinträchtigung durch organische und funktionelle Dysphonien. *HNO*. August 2004;52(8):751–6.

Weiss, B. G., F. Ihler, Y. Pilavakis, H. A. Wolff, M. Canis, C. Welz and W. Steiner (2017). "Transoral laser microsurgery for T1b glottic cancer: review of 51 cases." *Eur Arch Otorhinolaryngol* 274(4): 1997-2004.

Wendler J, Rauhut A, Krüger H. Classification of voice qualities. *J Phonet* 1986;14:483-488.

Wendler J, Seidner W, Eysholdt U (eds). *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie* (5th ed.). Stuttgart: Thieme, 2014.

Wendler J, Seidner W, Eysholdt U: *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Stuttgart, New York: Thieme, 2005 (4. Aufl.).

Wendler J. Diagnostik. In: *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*. Wendler J, Seidner W, Eysholdt U (Hrsg) Stuttgart: Thieme 2005, S. 105–138.

Wendler J. Stimmstörungen: Schwerpunkte der Diagnostik und Therapie. *Laryngorhinootologie*. 1997;76(5):327-331.

Wendler, J. (1990). Vocal pitch elevation after transsexualism male to female. *Proceedings of the Union of the European Phoniaticians*; Salsomaggiore, Italy.

Wendler, J. and W. Seidner (1971). "Ergebnisse operativer Behandlung von Knötchen und Polypen der Stimmlippen bei Erwachsenen." *Folia Phoniatri (Basel)* 23(6): 429-439.

Wendler, J., W. Seidner and T. Nawka (1994). "Phonochirurgische Erfahrungen aus der Phoniatrie." *Sprache Stimme Gehör* 18: 17-20.

Wendler, J., W. Seidner, G. Halbedl and G. Schaaf (1973). "Mikrostroboskopie." *Folia Phoniatri (Basel)* 25(4): 281-287.

Wenke, R. J., Stabler, P., Walton, C., Coman, L., Lawrie, M., O'Neill, J., Theodoros, D., & Cardell, E. (2014). Is more intensive better? Client and service provider outcomes for intensive versus standard therapy schedules for functional voice disorders. *Journal of Voice*, 5, 652.e31-652.e43. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.12.013

Werner J, Schünke M, Tillmann B, Rudert H. Verteilung der Lymphgefäße in der Plica vocalis des Menschen. Eine lichtmikroskopische, enzymhistochemische und elektronenmikroskopische Untersuchung. *Laryngo-Rhino-Otologie* 1988; 67:225–231.

White, A. (2019). "Management of benign vocal fold lesions: current perspectives on the role for voice therapy." *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 27(3): 185-190.

WHO. (2013). "How to use the ICF. A Practical Manual for using the International Classification of Functioning, Disability and Health(ICF)." from <https://www.who.int/classifications/drafticfpracticalmanual2.pdf?ua=1>.

Whurr R, Nye C, Lorch M. Meta-analysis of botulinum toxin treatment of spasmodic dysphonia: a review of 22 studies. *Int J Lang Commun Disord*. 1998;33 Suppl: 327-329

Widhalm M. *Stimmtherapie in der Gruppe. Ein Konzept und seine Effektivität. Wissenschaftliche Schriften*. Idstein: Schulz-Kirchner, 2004.

Wiikmann, C., M. A. da Silva, E. P. Areas, D. H. Tsuji and L. U. Sennes (2012). "Dynamic viscosity of implantable autologous materials into the vocal fold." *J Voice* 26(4): 502-505.

Wilson DK. *Buffalo III Voice Screening Profile*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1987a.

Wilson DK. *Voice problems of children* (3rd ed.). Baltimore: Williams & Wilkins, 1987b.

- Wittenberg T, Moser M, Tigges M, Eysholdt U: Recording, processing, and analysis of digital high-speed sequences in glottography. *Machine Vision and Applications*, 1995; 8(6):399-404
- Woo P, Baxter P: Flexible Fiber-Optic High-Speed Imaging of Vocal Fold Vibration: A Preliminary Report. *J Voice* 2017; 31(2):175-181
- Woo P. Hyaluronidase Injection in the Vocal Folds for Vocal Hemorrhage, Reinke Edema, and Hyaluronic Acid Overinjection: A Novel Application in the Larynx. *J Voice*. 2018;32: 492-498
- World Health Organisation. ICD-11 for Mortality and Morbidity Statistics (Version: 04/2019). Online unter: <https://icd.who.int/en> [Abrufdatum: 20.01.2022].
- World Health Organisation. International Classification of Diseases (ICD) Version 2016. Online unter: <https://icd.who.int/browse10/2019/en/> [Abrufdatum: 28.02.2020].
- Wuyts FL, De Bodt MS, Molenberghs G, Remacle M, Heylen L, Millet B, Van Lierde K, Raes J, Van de Heyning PH. The dysphonia severity index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach. *J Speech Lang Hear Res*. 2000;43(3):796–809.
- Wyke BD. Recent advances in the neurology of phonation: Phonatory reflex mechanisms in the larynx. *Br J Dis Commun* 1967; 2: 2-14.
- Xie, X., J. Young, K. Kost and M. McGregor (2013). "KTP 532 nm laser for laryngeal lesions. a systematic review." *J Voice* 27(2): 245-249.
- Yamada M, Hirano M, Ohkubo H: Recurrent laryngeal nerve paralysis. A 10-year review of 564 patients. *Auris Nasus Larynx* 1983; 10: 1–15
- Yamaguchi H, Shrivastav R, Andrews ML, Niimi S. A comparison of voice quality ratings made by Japanese and American listeners using the GRBAS scale. *Folia Phoniatr Logop*. 2003;55(3):147-157.
- Yamauchi EJ, Imaizumi S, Maruyama H, Haji T. Perceptual evaluation of pathological voice quality: a comparative analysis between the RASATI and GRBASI scales. *Logoped Phoniatr Vocol*. 2010;35(3):121-128.
- Yang, C. Y., Palmer, A. D., Murray, K. D., Meltzer, T. R., & Cohen, J. I. (2002). Cricothyroid approximation to elevate vocal pitch in male-to-female transsexuals: results of surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 111(6), 477-485. <https://doi.org/10.1177/000348940211100602>
- Yilmaz, T., Ozer, F., & Aydinli, F. E. (2021). Laser Reduction Glottoplasty for Voice Feminization: Experience on 28 Patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 130(9), 1057-1063. <https://doi.org/10.1177/0003489421993728>
- Yiu EM (2002) Impact and prevention of voice problems in the teaching profession: embracing the consumers' view. *J Voice* 2002; 16(2): 215-28
- Yiu EM-L, Lo MCM, Barrett EA (2017): A systematic review of resonant voice therapy. *International Journal of Speech-Language Pathology* 2017 19(1): 17-29
- Zacharias SRC, Deliyski DD, Gerlach TT: Utility of Laryngeal High-speed Videoendoscopy in Clinical Voice Assessment. *J Voice* 2018; 32(2):216-220
- Zamponi V, Mazzilli R, Mazzilli F, Fantini M. Effect of sex hormones on human voice physiology: from childhood to senescence. *Hormones (Athens)*. 2021 May 28
- Zapletal A, Šamánek M, Paul T. Lung Function in Children and Adolescents – Methods, Reference Values. Basel: Karger, 1987

Zealea, D. L. and C. R. Billante (2004). "Neurophysiology of vocal fold paralysis." *Otolaryngol Clin North Am* 37(1): 1-23, v.

Zealea, D. L., R. Mainthia, Y. Li, I. Kunibe, A. Katada, C. Billante and K. Nomura (2014). "Stimulation of denervated muscle promotes selective reinnervation, prevents synkinesis, and restores function." *Laryngoscope* 124(5): E180-187.

Zeine L & Larson M: Pre- and Postoperative Counseling for Laryngectomees And Their Spouses: An Update. *Journal of Communication Disorders* 1999; 32: 51-71.

Zeitels S. Premalignant epithelium and microinvasive cancer of the vocal fold: The evolution of phonosurgical management. *Laryngoscope* 1995; 105: 1–51.

Zeitels, S. M. and C. W. Vaughan (1994). ""External counterpressure" and "internal distention" for optimal laryngoscopic exposure of the anterior glottal commissure." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 103(9): 669-675.

Zeitels, S. M., A. M. Barbu, T. Landau-Zemer, G. Lopez-Guerra, J. A. Burns, A. D. Friedman, M. W. Freeman, Y. D. Halvorsen and R. E. Hillman (2011). "Local injection of bevacizumab (Avastin) and angiolytic KTP laser treatment of recurrent respiratory papillomatosis of the vocal folds: a prospective study." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 120(10): 627-634.

Zeitels, S. M., M. Mauri and S. H. Dailey (2003). "Medialization laryngoplasty with Gore-Tex for voice restoration secondary to glottal incompetence: indications and observations." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 112(2): 180-184.

Zeitels, S. M., P. J. Lombardo, J. L. Chaves, W. C. Faquin, R. E. Hillman, J. T. Heaton and J. B. Kobler (2019). "Vocal Fold Injection of Absorbable Materials: A Histologic Analysis With Clinical Ramifications." *Ann Otol Rhinol Laryngol* 128(3_suppl): 71S-81S.

Zeitels, S. M., R. E. Hillman, R. A. Franco and G. W. Bunting (2002). "Voice and treatment outcome from phonosurgical management of early glottic cancer." *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 190: 3-20.

Zertifizierte berufsbegleitende Stimmkurse für Lehrer (<http://www.lehrerstimme.info>)

Zhang Z. Mechanics of human voice production and control. *J Acoust Soc Am* 2016; 140: 2614-2635.

Zheng, H., S. Zhou, S. Chen, Z. Li and Y. Cuan (1998). "An experimental comparison of different kinds of laryngeal muscle reinnervation." *Otolaryngol Head Neck Surg* 119(5): 540-547.

Zheng, H., Z. Li, S. Zhou, Y. Cuan and W. Wen (1996). "Update: laryngeal reinnervation for unilateral vocal cord paralysis with the ansa cervicalis." *Laryngoscope* 106(12 Pt 1): 1522-1527.

Zhou, D., M. Jafri and I. Husain (2019). "Identifying the Prevalence of Dysphagia among Patients Diagnosed with Unilateral Vocal Fold Immobility." *Otolaryngol Head Neck Surg* 160(6): 955-964.

Zhukhovitskaya A, Battaglia D, Khosla SM, Murry T, Sulica L: Gender and age in benign vocal fold lesions. *Laryngoscope* 2015; 125: 191–6

Zimmermann S: *Auditive Bewertung von Kinderstimmen und therapeutische Relevanz*. Sprechen 2000; 18: 50–3.

Zimmermann S: *Untersuchungen zu quantitativen Stimmerkmalen schwerhöriger und gehörloser Kinder im Vergleich zu normal hörenden Kindern*. Frankfurt a.M.: Peter Lang; 1998.

Zraick RI, Kempster GB, Connor NP, Thibeault S, Klaben BK, Bursac Z, Thrush CR, Glaze LE. Establishing validity of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). *Am J Speech Lang Pathol*. 2011;20(1):14-22.

Zur KB, Cotton S, Kelchner L, Baker S, Weinrich B, Lee L. Pediatric Voice Handicap Index (pVHI): a new tool for evaluating pediatric dysphonia. Int J Pediatr Otorhinolaryngol. 2007 Jan;71(1):77-82.

Zur, K. B. (2012). "Recurrent laryngeal nerve reinnervation for unilateral vocal fold immobility in children." Laryngoscope 122 Suppl 4: S82-83.

Zur, K. B. and E. Fox (2017). "Bevacizumab chemotherapy for management of pulmonary and laryngotracheal papillomatosis in a child." Laryngoscope 127(7): 1538-1542.

Zur, K. B. and L. M. Carroll (2015). "Recurrent laryngeal nerve reinnervation in children: Acoustic and endoscopic characteristics pre-intervention and post-intervention. A comparison of treatment options." Laryngoscope 125 Suppl 11: S1-15.

Zur, K. B. and L. M. Carroll (2018). "Recurrent laryngeal nerve reinnervation for management of aspiration in a subset of children." Int J Pediatr Otorhinolaryngol 104: 104-107.

Versionsnummer:	4.0
Erstveröffentlichung:	08/1998
Überarbeitung von:	12/2022
Nächste Überprüfung geplant:	12/2027

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online