

# Das Stimmdiagnostik-Protokoll der European Laryngological Society (ELS) – erste Erfahrungen im Rahmen einer Multizenterstudie

G. Friedrich<sup>1</sup>  
P. H. Dejonckere<sup>2</sup>

## *The Voice Evaluation Protocol of the European Laryngological Society (ELS) – First Results of a Multicenter Study*

### Zusammenfassung

**Einleitung:** Zur standardisierten Diagnostik von Stimmstörungen wurde von der ELS ein multidimensionales Protokoll vorgeschlagen. Um die Sinnhaftigkeit und Relevanz dieses Protokolls in der klinischen Routine zu evaluieren, wurden die Erfahrungen, die damit in 6 universitären europäischen Stimmzentren gewonnen wurden, retrospektiv ausgewertet.

**Material und Methodik:** Das ELS-Protokoll umfasst 5 Dimensionen: perzeptive Stimmklangbeurteilung, Videolaryngostroboskopie, aerodynamische Messungen, akustische Messungen und die subjektive Selbstevaluation der Stimmqualität bzw. der kommunikativen Beeinträchtigung durch den Patienten. Die Ergebnisse von 94 Patienten mit benignen Stimmerkrankungen wurden im Rahmen der Multizenterstudie retrospektiv ausgewertet.

**Ergebnisse:** Es konnte gezeigt werden, dass das vorgeschlagene multidimensionale ELS-Protokoll für alle „normalen“ Stimmstörungen valide Ergebnisse von klinischer Relevanz zu liefern im Stande ist. Das Protokoll ist in der klinischen Routine anwendbar und praktikabel. Extreme stimmliche Abweichungen wie bei spasmodischer Dysphonie, Aphonie oder nicht laryngealen Ersatzstimmbildungen konnten nicht in allen Dimensionen reproduzierbar erfasst werden. Die 5 Dimensionen sind nicht redundant, und sie reflektieren die sehr unterschiedlichen Ätiologien der Stimmstörungen, Arten und Verlauf der Behandlung sowie auch geschlechtsspezifische Unterschiede.

### Schlüsselwörter

Stimmdiagnostik · Stimmstörungen · Standardisation

### Abstract

**Introduction:** A multidimensional protocol has been established by the ELS in order to reach better agreement and standardisation for functional assessment of pathologic voices. In order to evaluate the validity, practicability and applicability of this protocol the experiences of 6 european voice centres have been analysed in a retrospective study.

**Material and Methods:** The ELS protocol comprises 5 dimensions: perceptual voice evaluation, videostroboscopy, acoustics, aerodynamics and subjective rating by the patient. Results obtained in 94 patients with benign voice disorders were evaluated retrospectively in a multicenter study.

**Results:** According to our results, the validity, practicability and applicability of the ELS protocol was largely satisfactory. This was true for all “common” voice disorders, but not for extreme voice alterations (e.g. spasmodic dysphonia, aphonia, substitution voices). The 5 dimension proved to be not redundant and were able to selectively differentiate pre- post changes among various etiologies of voice disorders, various types of treatment and genders.

### Key words

Voice assessment · voice evaluation · dysphonia · standardisation

### Institutsangaben

<sup>1</sup> Klinische Abteilung für Phoniatrie (Leiter: Univ. Prof. Dr. G. Friedrich) Medizinische Universität Graz, HNO-Univ. Klinik, Österreich

<sup>2</sup> Abteilung für Phoniatrie (Leiter: Univ. Prof. Dr. P. H. Dejonckere) University Medical Center Utrecht, HNO-Univ. Klinik, The Netherlands

### Korrespondenzadresse

Univ. Prof. Dr. Gerhard Friedrich · HNO-Universitäts-Klinik (Vorstand: Univ. Prof. Dr. G. Friedrich), Klinische Abteilung für Phoniatrie (Leiter: Univ. Prof. Dr. G. Friedrich) · Medizinische Universität Graz · Auenbruggerplatz 26 – 28 · 8036 Graz · Österreich · E-mail: gerhard.friedrich@meduni-graz.at

**Eingegangen:** 11. November 2004 · **Angenommen:** 7. Januar 2005

### Bibliografie

Laryngo-Rhino-Otol 2005; 84: 744–752 © Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York · DOI 10.1055/s-2005-861450 · Online-Publikation: 13. 6. 2005 · ISSN 0935-8943

## Einleitung

Stimme ist ein multidimensionales Phänomen und es ist daher nicht möglich, alle relevanten Dimensionen der Stimme mit einer einzigen bzw. einigen wenigen Untersuchungen zu erfassen [1–4]. Es sind demzufolge auch eine unüberschaubare Vielzahl an Untersuchungsmethoden in Gebrauch, die durch ihre Unübersichtlichkeit und auch mangelnde Standardisierung einer Verbreitung der funktionellen Stimm diagnostik entgegenstehen [5–7] (Tab. 1). Das von der European Laryngological Society (ELS) 2001 vorgeschlagene multidimensionale Basisprotokoll basiert auf einem Set nicht redundanter Dimensionen und versucht die Minimalanfordernisse für die funktionelle Stimmbeurteilung zu definieren, die als Grundvoraussetzung für die adäquate Diagnosestellung bei Stimmerkrankungen – insbesondere auch bei therapeutischen Maßnahmen – gelten müssen [8,9] (Tab. 2).

In dem Bestreben, die zahlreichen verschiedenen Einzelergebnisse einer Stimmuntersuchung leichter fassbar zu machen, wurde verschiedentlich versucht, mehrere als relevant definierte Stimmfunktionsparameter zur einem errechneten Index zusammenzuführen, z. B. Dysphonie-Index [10], Dysphonia Severity Index [11]. Dem unbestreitbaren Vorteil der dadurch erreichten besseren Übersichtlichkeit und Verlaufskontrolle steht aber entgegen, dass dadurch eventuell auch therapeutisch bedeutsame Unterschiede zwischen den einzelnen Parametern verloren gehen [9].

Die Anwendung dieses standardisierten Protokolls soll es ermöglichen, die Verläufe von Stimmerkrankungen intra- und interindividuell objektiv zu vergleichen und zu evaluieren. Das Protokoll erhebt den Anspruch, für alle „üblichen“ Stimmstörungen valide zu sein; bestimmte extreme stimmliche Erscheinungsformen wie spasmodische Dysphonie, nicht laryngeale Ersatzstimme, Aphonie erfordern jedoch spezielle, modifizierte Inventare.

Um die Sinnhaftigkeit und klinische Relevanz des ELS-Protokolls zu evaluieren, haben wir die Erfahrungen und Ergebnisse, die damit in der klinischen Routine in 6 universitären europäischen Stimmzentren gemacht wurden, in einer retrospektiven Studie ausgewertet.

## Material und Methodik

Voraussetzung jeder Stimm diagnostik ist eine möglichst hochwertige Stimmaufnahme, entweder mittels eines hochwertigen analogen Aufnahmegerätes oder zunehmend in digitaler Form. Bei Digitalaufnahmen sollte eine Abtastrate von 20 000 Hz nicht unterschritten werden. Ideal ist ein schallgedämmter Raum, akzeptabel ist aber jeder ruhige Raum mit maximal 40 bis 50 dB Störschallpegel. Die Mund-Mikrophondistanz sollte etwa 10 cm betragen. Eine Position des Mikrophons seitlich vom Mund (45°–90° seitlich der Mundachse) reduziert die aerodynamischen Störgeräusche [9]. Stimmmessungen sollten grundsätzlich im Stehen bei entspannter Körperhaltung durchgeführt werden. Schallpegelmessungen erfolgen üblicherweise mit 30 cm Mund-Mikrofonabstand in dB (A) [12,13]. Alle gemessenen Werte müssen immer auf Plausibilität überprüft und mit subjektiven

Tab. 1 Stimm diagnostik – Übersicht

<b>Anamnese</b>
<b>Untersuchung und Beurteilung der Stimmorgane</b>
Atmung Kehlkopf Ansatzrohr
<b>Untersuchung und Beurteilung des akustischen Produkts</b>
Tonhöhe Lautstärke Klang Aerodynamische Messungen
<b>Patientenzentrierte Bewertung (Quality of Life)</b>
z. B. Voice Handicap Index, Voice-Related Quality of Life, Kommunikative Stimmbeeinträchtigung
<b>Kombinationsparameter</b>
z. B. Dysphonie-Index, Dysphonia Severity Index

Messungen kontrolliert werden (z. B. Oktavsprünge bei Messungen der Stimmgrundfrequenz). Zur Beurteilung und Analyse werden üblicherweise ausgehaltene Vokale /a:/, Reihensprechen (z. B. zählen), Testsätze sowie ein Standardtext („Der Nordwind und die Sonne“) verwendet [9,13,14].

Zur standardisierten Dokumentation der Ausprägung eines Merkmales bzw. des Störungsgrades wird grundsätzlich eine 4-Punkte-Skala verwendet: (0: keine Störung bzw. nicht vorhanden; 1: geringgradig; 2: mittelgradig; 3: hochgradig). Alternativ kann auch eine Visual Analog Skala (10 cm Länge) verwendet werden, die dann durch Ausmessen der Strecke ausgewertet wird. [15,16].

## Perzeption

Stimmklangveränderungen im Sinne der Heiserkeit sind ein Hauptsymptom von Stimmstörungen. Zu beachten gilt dabei der terminologische Unterschied zwischen Dysphonie und Heiserkeit: Dysphonie ist der Überbegriff für alle Arten von Stimmstörungen – Heiserkeit bezeichnet dagegen exklusiv den gestörten Stimmklang. Das sensibelste und letztlich einzig relevante „Messinstrument“ dafür ist das geschulte Ohr des Untersuchers. Es ist allerdings schwer, Klangphänomene mit sprachlichen Mitteln unverwechselbar zu definieren [17–19]. Für die standardisierte Bewertung von Stimmklängen mit dem Gehör hat sich dabei das „HBR“-Schema bewährt [4,20–23]. Heiserkeit (H) ist der Überbegriff für pathologische Stimmklänge, die akustisch durch Geräuschkomponenten charakterisiert sind (Abb. 1). Die heisere Stimmqualität wird noch näher spezifiziert durch die Bezeichnungen Behauchtheit (B) (verursacht durch unmodulierte Luft und Turbulenzen durch unvollständigen Glottisschluss) und Rauigkeit (R) (entsprechend Geräuschbeimengungen durch Irregularitäten der Stimmlippenschwingungen). Bei speziellen Störungen müssen die Beschreibungen ergänzt bzw. näher spezifiziert werden, z. B. gepresst, schwach, diplophon, nasal, instabil, Tremor.

Tab. 2 Basisprotokoll der ELS für die Stimmdiagnostik-Kriterien und Normwerte

	<i>normal</i>	<i>pathologisch</i>		
<b>Perzeption</b>				
Heiserkeit	0: nicht vorhanden	1: geringgradig	2: mittelgradig	3: hochgradig
Behauchtheit	0: nicht vorhanden	1: geringgradig	2: mittelgradig	3: hochgradig
Rauigkeit	0: nicht vorhanden	1: geringgradig	2: mittelgradig	3: hochgradig
<b>Videolaryngostroboskopie</b>				
Amplitude*	0: normal weit (ca. $\frac{1}{3}$ der sichtbaren Stimm lippenbreite)	+ 1: geringgradig erweitert – 1: geringgradig verkürzt	+ 2: mittelgradig erweitert – 2: mittelgradig verkürzt	+ 3: durchschlagend – 3: aufgehoben (phonatorischer Stillstand)
Randkantenverschiebung	0: normal (mind. $\frac{1}{2}$ der sichtbaren Stimm lippenbreite)	1: gering vermindert	2: mittelgradig vermindert	3: aufgehoben (phonatorischer Stillstand)
Symmetrie	0: normal (symm. Schwingun- gen nach Ort und Phase)	1: gering asymmetrisches Schwingungsmuster	2: mittelgradig asymmetrisches Schwingungs- muster	3: hochgradig asymmetrisches Schwingungsmuster
Regularität	0: regulärer Schwingungs- ablauf	1: gering irregulärer Schwingungsablauf	2: mittelgradig irregulärer Schwingungsablauf	3: hochgradig irregulärer Schwingungsablauf
Glottisschluss	0: vollständiger Glottisschluss	1: geringgradig unvoll- ständiger Glottisschluss	2: mittelgradig unvollständiger Glottisschluss	3: hochgradig unvollständiger Glottisschluss
	Form des unvollst. Glottis- schlusses	durchgehender Spalt ovalärer Spalt	dorsales Dreieck** sanduhrförmig	anteriö rer Spalt irregulär
supraglottische Kontraktion b. d. Phonation*	0: keine supraglottischen Kontraktionen	1: geringe supraglottische Kontraktionen	2: ausgeprägte supraglottische Kontraktionen	3: supraglottische(r) Verschluss bzw. Phonation
<b>aerodynamische Messungen</b>				
Tonhaltedauer	norm.: > 15 sek.	path.: < 10 sek.		
Phonationsquotient	norm.: < 0,2 l/sek.			
<b>akustische Messungen</b>				
Jitter***	norm.: m: 0,59 % w: 0,63 %	path.: > 1,0 %	über 5 % nicht sinnvoll	
Shimmer***	norm.: m: 2,53 % w: 2,0 %	path.: > 4,0 %	über 25 % nicht sinnvoll	
leiseste Intensität	norm.: < 55 dB (A)			
lauteste Intensität*	norm.: > 90 dB (A)			
Stimmdynamik	norm.: > 40 dB (A)			
tiefste F <sub>0</sub>	norm.: m: D (73 Hz) w: e (165 Hz)			
höchste F <sub>0</sub>	norm.: m: d1 (294 Hz) w: e2 (659 Hz)			
Stimmumfang	norm.: 24 – 36 HT	path.: < 12 HT		
mittlere Sprechstimmlage*	norm.: m: 100 Hz – 150 Hz (G-c) w: 200 Hz – 250 Hz (g-c1)			
<b>subjektive Selbstevaluation</b>				
Stimmqualität	0: Stimme wird subjektiv als ungestört empfunden	1: Stimme wird subjektiv als geringgradig gestört empfunden	2: Stimme wird subjektiv als mittelgradig gestört empfunden	3: Stimme wird subjektiv als hochgradig gestört empfunden
kommunikative Beeinträchtigung	0: keine kommunikative Beeinträchtigung	1: geringe Beeinträchtigung bei verstärkter Stimmbelastung; keine Beeinträchtigung in der alltäglichen, sozialen Kommunikation	2: starke Beeinträchtigung bei verstärkter Stimmbelastung; geringe Beeinträchtigung auch in der alltäglichen, sozialen Kommunikation	3: starke Einschränkung auch in der alltäglichen Kommunikation; Sozialkontakte beeinträchtigt

\* nicht in Originalprotokoll der ELS enthalten; \*\* geringgradig, bei Frauen normal; \*\*\* CSL bzw. MDVP, Kay Elemetrics (gerundet).

### Videolaryngostroboskopie

Die Untersuchung des Kehlkopfes ist die zentrale diagnostische Methode bei der ätiologischen Abklärung von Stimmstörungen. Neben der routinemäßigen Untersuchung mit dem Kehlkopfspiegel sollte die Laryngoskopie unter dem Einsatz vergrößernder Optiken (Lupenlaryngoskopie) durchgeführt werden. Die Stroboskopie ermöglicht darüber hinaus die Analyse der Schwingungsbewegungen als physiologische Voraussetzung für die

Klangerzeugung im Kehlkopf. Das stroboskopische Bild hängt in starkem Maße von Tonhöhe und Lautstärke des gesungenen Tones ab [24 – 28]. Die stroboskopische Untersuchung sollte sich daher über alle Lautstärken- und Frequenzbereiche mit besonderer Beachtung der Registerübergänge erstrecken (Abb. 2). Die Basisuntersuchung bezieht sich immer auf normale Lautstärke und individuelle Sprechstimmlage (tiefes Register). Die Stroboskopie ist eine sehr relevante qualitative Methode, die in ihrer Wertigkeit jedoch entscheidend von der Erfahrung und Einschätzung

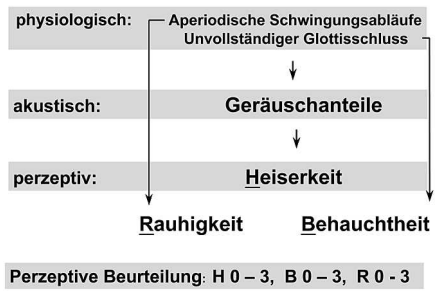


Abb. 1 Heiserkeitsentstehung und perzeptive Beurteilung nach dem HBR-Schema (nach [7]).

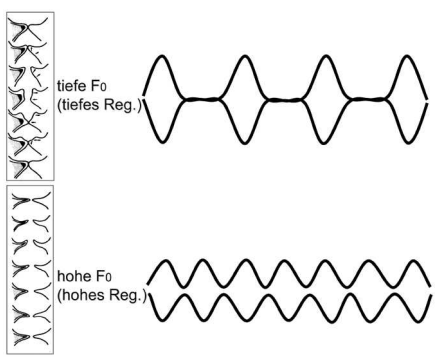


Abb. 2 Stimmlippschwingungen bei tiefen bzw. hohen Tönen.

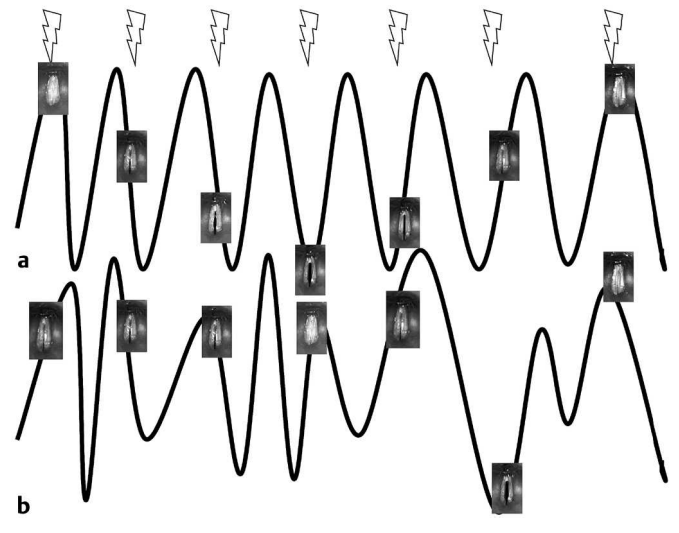


Abb. 3 a Entstehung des scheinbaren Zeitlupenbildes in der Stroboskopie bei regelmäßigem Schwingungsablauf. b Limitation der Technik bei irregulärem Schwingungsablauf.

des Untersuchers abhängt. Die adäquate Technik zur Objektivierung ist die Videolaryngostroboskopie, die daher bevorzugt durchgeführt werden sollte [29,30]. Für die korrekte Beurteilung, insbesondere für das Erkennen von Artefakten und der Limitationen der Methode (stark irreguläre Schwingungen, zu schwache Grundfrequenz) ist es erforderlich, die physikalischen Grundlagen des stroboskopischen Prinzips und gerätetechnische Besonderheiten zu beachten (Abb. 3).

Beurteilt werden: [20,24 – 26,29,30].

**Amplitude** (nicht im Originalprotokoll enthalten): Als Richtwert sollte die normale Amplitudenweite der Stimmlippschwingung etwa ein Drittel der sichtbaren Stimmlippenbreite betragen [29]. Pathologisch kann sie erweitert oder verkürzt sein. Mit „durchschlagend“ charakterisiert man die Änderung der Hauptschlagrichtung aus der horizontalen in eine eher vertikale Richtung – speziell bei Stimmlippenlähmungen [17]. Eine aufgehobene Amplitude entspricht einem stroboskopischen (phonatorischen) Stillstand.

**Randkantenverschiebung:** Die über dem Muskel-Ligamentkörper ablaufende Schleimhautwelle wird im Stroboskop als sog. Randkantenverschiebung sichtbar. Die Schleimhautwelle sollte (im tiefen Register) zumindest bis zur Hälfte der Stimmlippenbreite sichtbar sein [30]. Eine eingeschränkte, insbesondere eine aufgehobene Schleimhautwelle, ist ein wichtiges diagnostisches Kriterium.

**Symmetrie:** Die Glottisschwingung ist normalerweise gleichseitig (gleichmäßig) und gleichzeitig; d. h. die Stimmlippen schwingen streng symmetrisch im Hinblick auf ihre örtliche (Amplitude) und zeitliche (Phase) Auslenkung (Abb. 4). Eine ungleichseitige (ungleichmäßige) Schwingung zeigt sich im Auftreten unterschiedlicher Amplitudenweiten, wobei der maximale Öffnungs-

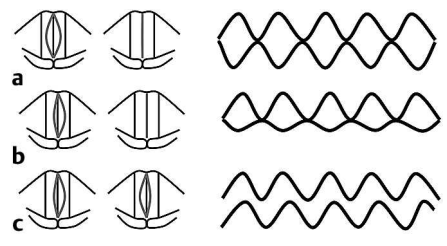


Abb. 4 a symmetrisches Schwingungsmuster. b ungleichseitige (ungleichmäßige) Schwingung. c ungleichzeitige Schwingung (Phasendifferenz).

und Schließungszeitpunkt jedoch zugleich stattfindet. Ungleichzeitige Schwingungen zeigen eine Phasendifferenz zwischen beiden Stimmlippen.

**Regelmäßigkeit:** Kommt es zu Abweichungen von der normalen Periodizität des Schwingungsvorganges, zeigt sich dies in „Sprüngen, Flimmer- und Zitterbewegungen“ des stroboskopischen Bildes (Abb. 3). Diese Erscheinungen kommen durch die nicht phasengerechte Überlagerung beim Zustandekommen der scheinbaren, stroboskopischen „Zeitlupe“ zustande und sind Ausdruck aperiodischer Glottisschwingungen. Fehleinschätzungen können durch Synchronisationsprobleme und gerätebedingte Eigenheiten entstehen.

**Glottisschluss:** Der Glottisschluss ist ein für den Stimmklang ausschlaggebender Faktor. Dieser ist nur in der Stroboskopie exakt zu beurteilen. Die Art und der Grad des unvollständigen Glottisschlusses in den verschiedenen Untersuchungsbedingungen werden dokumentiert (Abb. 5). Die Dauer der Glottisschlussphase beträgt unter Normalbedingungen 30%–60% des gesamten Schwingungszyklus [26]. Ein kleiner dorsaler Glottisspalt („dorsales Dreieck“) ist bei Frauen nicht als pathologisch zu werten [9,27,28].

**Supraglottische Kontraktion bzw. Phonation** (nicht im Originalprotokoll enthalten): Supraglottische Kontraktionen sind ein hyperfunktionelles Symptom, das häufig als supraglottischer Kompensationsmechanismus auftritt, und sollte, obwohl es sich nicht um ein stroboskopisches Kriterium im eigentlichen Sinn handelt,

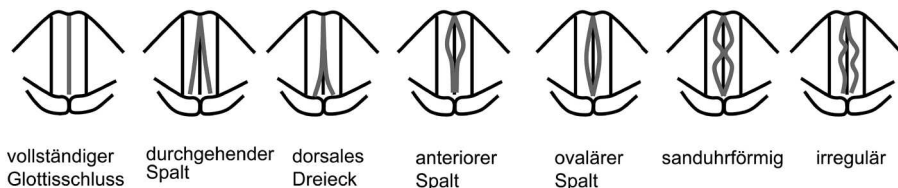


Abb. 5 Arten des unvollständigen Glottisschlusses.

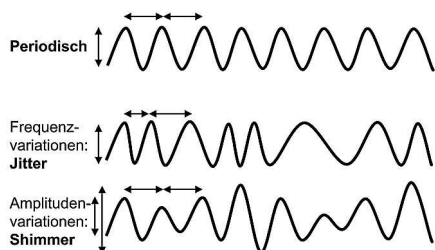


Abb. 6 Periodische und aperiodische Schwingungsformen.

## Akustische Messungen

### Stimmklang

Akustische Messungen ermöglichen die objektive und nicht-invasive Beurteilung der Stimmfunktion. Mit der Verbreitung und Leistungssteigerung von PCs stehen nun eine zunehmende Anzahl von günstigen, teilweise auch frei erhältlichen Programmen zur Stimmanalyse zur Verfügung. Leider stehen der Unzahl an Programmen und der damit berechenbaren Parametern nur sehr wenige internationale Standards hinsichtlich Algorithmen, Messbedingungen und Normwerten gegenüber [9]. Darüber hinaus bestehen in vielen Fällen Unklarheiten über die klinische Relevanz, d. h. über die Korrelation zwischen Messwerten und perceptiv wahrgenommenen Stimm(klang)veränderungen [34]. Als die am besten untersuchten und robustesten Parametern sind Perturbationsmessungen, d. h. Messungen von Jitter (Variabilität der Periodenlänge) und Shimmer (Variabilität der Amplitude) anzusehen, die bis zu einem gewissen Grad als akustische Korrelate des perceptiven Heiserkeitseindrucks aufzufassen sind [3], (Abb. 6). Nicht verwertbar werden diese Messungen, wenn das Stimmsignal extrem aperiodisch wird, d. h. Jitter-Werte über 5% bzw. Shimmer-Werte über 25% auftreten [35]. Die Normwerte sind auch abhängig vom Stimmanalysesystem, d. h. vom verwendeten Rechenalgorithmus, und beziehen sich im Folgenden auf die Bestimmung mit dem Computerized Speech Lap (CSL) bzw. dem Multidimensional Voice Programm (MDVP) der Fa. KAY-Elementrics (USA) (Werte gerundet): Jitter: norm.: männl.: 0,59%; weibl.: 0,63%; path.: > 1,0%; Shimmer: norm.: männl.: 2,53%; weibl.: 2,0%; path.: > 4,0%.

### Stimmtonhöhe, Stimmlautstärke, Stimmfeld

Die graphische Darstellung der Stimmdynamik in Abhängigkeit von der Stimmtonhöhe ( $F_0$ ) hat sich in den letzten Jahren als wichtiges Untersuchungsverfahren international durchgesetzt [13, 36, 37]. Dieses sog. Stimmfeld (Phonetogramm) spiegelt leicht überschaubar den Leistungsumfang des Kehlkopfes als Stimmklanggenerator wieder, ohne jedoch Informationen über die Klangqualität der Stimme zu enthalten. Neben dem „Singstimmfeld“ kann ein „Sprechstimmfeld“ und ein „Rufstimmfeld“ abgegrenzt und in ein gemeinsames Formular eingetragen werden [38–40], (Abb. 7). Die Stimmfeldmessung kann subjektiv mittels Vergleichstönen und die Intensitätsmessung mittels Schalldruckpegelmessung erfolgen. Üblicherweise werden heute dazu Stimmfeldcomputer verwendet, wobei jedoch typische Fehlerquellen zu beachten sind. Die automatische Grundtonanalyse kann bei stark heiseren Stimmen versagen; häufig sind Oktavsprünge bei der Grundtonextraktion (d. h. der Grundton wird um 1 Oktave zu hoch angezeigt). Für die Verwertbarkeit der Untersuchung ist die Einhaltung definierter Untersuchungsbedingungen erforderlich [12, 13]. Die Dokumentation erfolgt in einem genormten Stimmfeldformular mit logarithmischer Frequenzskala (Hz) als Abszisse und logarithmischer Schalldruckpegel-

mitbeurteilt und dokumentiert werden. Allerdings zeigen neuere Untersuchungen, dass laryngoskopische Symptome hyperfunktioneller Dysphonien häufig auch bei stimmgesunden Personen gefunden werden und damit nicht zur Identifikation von funktionellen Dysphonien herangezogen werden können [31].

## Aerodynamische Messungen

Der einfachste aerodynamische Parameter ist die Tonhaltezeit. Damit bezeichnet man die Zeit, wie lang ein Vokal nach maximaler Einatmung ausgehalten werden kann. Die Messung erfolgt mit einer Stoppuhr auf den Vokal /a/, und ist stark abhängig von Anleitung und Motivation des Patienten. Sie sollte daher grundsätzlich mehrmals (3 ×) durchgeführt werden, wobei der größte Wert dokumentiert wird. Die Untersuchung erfolgt in mittlerer Lautstärke und Tonhöhe. In das Untersuchungsergebnis fließen eine Vielzahl von Funktionen des Stimmapparates ein: das zur Verfügung stehende Luftvolumen (Vitalkapazität), Glottisfunktion (phonatorischer Luftverbrauch) sowie die Koordination des Stimmapparates insgesamt. Der Test ist sehr sensibel für alle Arten von Stimmstörungen, jedoch nicht spezifisch. Üblicherweise beträgt die Tonhaltezeit mehr als 15 sek.; Werte unter 10 sek. sind eindeutig pathologisch [20].

Um Einflüsse der Tonhaltezeit, die durch die Größe des Lungenvolumens – welches unter anderem auch von der Körpergröße abhängig ist – bedingt sind, auszuschalten, hat es sich als günstig herausgestellt, statt der Tonhaltezeit den so genannten Phonationsquotienten ( $PQ = \text{Vitalkapazität (l)}/\text{Tonhaltezeit (sek.)}$ ) oder die mittlere phonatorische Flussrate zu bestimmen [9]. Die Vitalkapazität kann mit jedem handelsüblichen Spirometer gemessen werden. Die mittlere phonatorische Flussrate kann auch mit einem Pneumotachographen direkt während einer ausgehaltenen Phonation (2–3 sek.) in der natürlichen Tonhöhe und Lautstärke bestimmt werden. In der Norm sollte der PQ bzw. die phonatorische Flussrate < 0,2 l/sek. betragen [1, 32, 33]

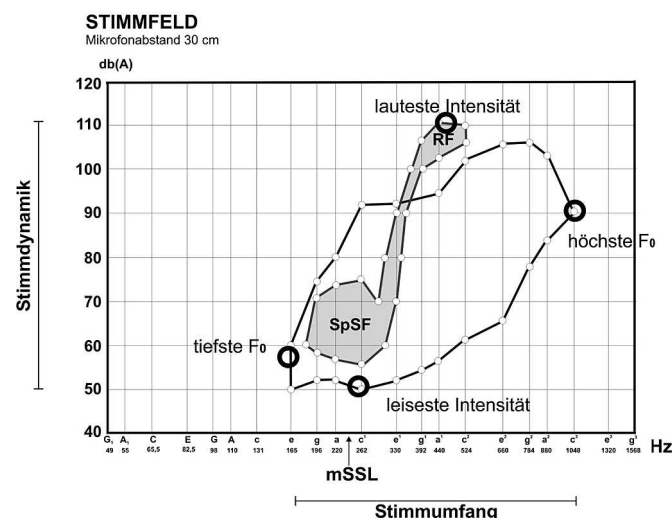


Abb. 7 Singstimmfeld, Sprechstimmfeld (SpSF) und Rufstimmfeld (RF). mSSL: mittlere Sprechstimmlage (nach [7] mod.). „3 Punkt Stimmfeld“: höchste und tiefste  $F_0$ , leiseste Intensität; „4 Punkt Stimmfeld“: höchste und tiefste  $F_0$ ; lauteste und leiseste Intensität.

skala dB (A) als Ordinate. Unter anderem wurden von Hacki [39], Schultz-Coulon [41], Heylen [37] Normstimmfelder angegeben (Übersicht bei Heylen [36]).

Es hat sich gezeigt, dass vor allem 2 Werte des Stimmfeldes klinisch relevant sind: die höchste Frequenz und die leiseste Intensität. Für Routinezwecke ist es normalerweise nicht erforderlich ein komplettes Stimmfeld durchzuführen, sondern sich auf ein „3 Punkt Stimmfeld“ (höchste und tiefste  $F_0$ , leiseste Intensität) bzw. ein „4 Punkt Stimmfeld“ (höchste und tiefste  $F_0$ ; lauteste und leiseste Intensität) zu beschränken [9,36,42–45]. Die Stimmfrequenz ist geschlechtsabhängig und liegt bei Frauen zwischen e (165 Hz) und e2 (659 Hz); bei Männern zwischen D (73 Hz) und d1 (294 Hz). Die Spanne zwischen dem höchst- und dem tiefstmöglichen Ton wird Stimmumfang genannt. Der Stimmumfang wird in Halbtönen (HT) angegeben und beträgt etwa 18–36 HT (1,5–3 Oktaven). Werte unter 12 HT (1 Oktave) sind sicher pathologisch [17,20]. Schultz-Coulon [41] und Hacki [39] kommen in neueren Untersuchungen auf einen mittleren Umfang von 30–36 HT.

Normalerweise liegt der Stimmschallpegel eines sehr leisen Tones (stimmhaft, nicht geflüstert!) bei ca. 50 dB (A), die maximale Lautstärke bei durchschnittlich 95 dB (A). Die maximale Ruflautstärke liegt häufig noch 5–10 dB (A) darüber. Die Stimmdynamik, d. h. der Bereich vom leisest bis zum lautest möglichen Ton, beträgt somit ca. 45–50 dB (A) (30 cm Mund-Mikrofonabstand), [38,40–42]. Während die leisest mögliche Stimmproduktion einen Zusammenhang mit der Phonationsschwelle (d. h. der geringste subglottische Druck, der die Stimmlippen zum Schwingen bringen kann) aufweist, ist die maximale Lautstärke Maß für die Steigerungsfähigkeit und erlaubt somit Rückschlüsse auf das stimmliche Leistungsvermögen [46].

Obwohl im Originalprotokoll nicht berücksichtigt, sollte die mittlere Sprechstimmlage (SSL) wegen ihrer klinischen Relevanz, wenn gerätetechnisch möglich, ebenfalls bestimmt werden. Man bezeichnet damit den mittleren Wert, um den die

Stimme während des fortlaufenden Sprechens auf- und abschwankt. Die SSL ist ein geschlechts- und altersabhängiger Wert. Sie liegt im Normalfall beim Mann zwischen 100 Hz und 150 Hz (G = 98 Hz bis c = 131 Hz) und bei der Frau und bei Jugendlichen vor dem Stimmwechsel zwischen 200 Hz und 250 Hz (g = 196 Hz bis c1 = 162 Hz). Die SSL liegt im unteren Drittel des Stimmumfangs (relative Sprechstimmlage), 3–8 HT über der unteren Stimmgrenze [17].

**Subjektive Selbstevaluation**

Die bisher besprochenen Methoden versuchen die Funktion der Stimmorgane und der Stimme selbst möglichst objektiv abzubilden und in Beziehung zu Normwerten zu setzen. Diese Untersuchungen berücksichtigen jedoch nicht die Stimme in ihrer kommunikativen Funktion im individuellen sozialen Umfeld des Betroffenen. Um eine Aussage darüber zu erhalten, wie sehr die Stimmstörung den Einzelnen in seiner Lebensqualität beeinträchtigt, wurden verschiedene Inventare entwickelt (Voice Handicap Index [47], kommunikative Stimmbeinträchtigung [10], Voice-Related Quality of Life [48]). Einige dieser Inventare liegen auch in deutscher Form vor [49,50]). Für ein Basisprotokoll ist es jedoch ausreichend, den Patienten anhand einer 4 Punkt Skala bzw. einer Visual Analog Skala subjektiv beurteilen zu lassen, wie er einerseits seine Stimmqualität im eigentlichen Sinne einschätzt und andererseits, welchen Einfluss seine Stimmstörung auf seine kommunikativen Fähigkeiten im täglichen sozialen Umgang und/oder seine beruflichen Verpflichtungen hat (sog. Disability/Handicap).

**Beispiel für eine Dokumentation nach dem Basisprotokoll**

(nicht im Originalprotokoll enthaltene Parameter kursiv geschrieben)

Mann, 38 Jahre, einseitige Stimmlippenlähmung links nach Strumaoperation

**Perzeption:** H2 B2 R1

**Stroboskopie:** (*Amplitude: +1 (li)*), Randkantenverschiebung: 3 (li), Symmetrie: 2, Regularität: 2, Glottisspalt: 2 (*bogenförmig*), (*supraglottische Kontraktion: 1*)

**Aerodynamik:** Tonhaldedauer: 7 sek., Phonationsquotient: 0,35 l/sek.

**Akustik:** Jitter: 1,5%, Shimmer: 5,3%, Intensität min: 55 dB, (*Intensität max: 75 dB*), Stimmdynamik: 20 dB,  $F_0$  min: 98 Hz,  $F_0$  max: 220 Hz, Stimmumfang: 14 HT, (*mittlere Sprechstimmlage: 130 Hz*)

**Selbstevaluation:** Stimmqualität: 2, kommunikative Beeinträchtigung: 2

## Multizenterstudie

Die Untersuchungsergebnisse folgender Zentren wurden ausgewertet: Klinische Abteilung Phoniatrie Univ.-HNO-Klinik Graz, Österreich; Institute of Phoniatics, University Medical Center Utrecht; Unité Voix-Parole-Déglutition Hôpital Européen Georges Pompidou, Paris; Service ORL-Chirurgie Cervico-faciale, Cliniques Universitaires UCL, Mont-Godinne; Unité Voix-Déglutition, CHU Toulouse; Service ORL, CHU Rouen.

Insgesamt 94 Patienten (64 Frauen, 30 Männer; mittleres Alter: 39 Jahre, Spanne: 18–81 Jahre) mit benignen Stimmerkrankungen (Stimmlippenknötchen: 8, Stimmlippenpolypen: 14, Reinke-Ödeme: 13, Stimmlippenzysten: 17, chronische Laryngitis inkl. Refluxlaryngitis: 18, einseitige Stimmlippenlähmungen: 7, hyperfunktionelle Dysphonien: 17) wurden nach dem ELS-Protokoll prä- und posttherapeutisch evaluiert. Entsprechend der individuellen Diagnose und den lokalen Standards erfolgte die Therapie entweder medikamentös (hauptsächlich Antirefluxtherapie), phonochirurgisch (meist in Kombination mit Stimmtherapie) oder stimmtherapeutisch alleine. 9 Patienten wurde zusätzlich zu ihrer logopädischen/chirurgischen Therapie der Gebrauch eines Stimmverstärkers empfohlen. 7 Patienten mit spasmodischer Dysphonie, welche mit Botulinumtoxininjektionen behandelt wurden, konnten nicht in die Studie aufgenommen werden, da (vor allem prätherapeutisch) mehrere der im ELS-Protokoll geforderten Dimensionen nicht reproduzierbar bestimmt werden konnten. Patienten mit psychogener Aphonie wurden aus denselben Gründen von vornherein ausgeschlossen.

Die Daten wurden mit dem Statistikpaket SPSS 8.0.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) unter Anwendung der multiplen Regression sowie der ANOVA, wobei die Diagnose als Gruppierungsvariable verwendet wurde, ausgewertet.

## Ergebnisse

Es zeigte sich, dass bei allen 94 Patienten mit „üblichen“ Stimmstörungen (Stimmlippenknötchen, Stimmlippenpolypen, Reinke-Ödemen, Stimmlippenzysten, chronische Laryngitis, einseitige Stimmlippenlähmungen, hyperfunktionelle Dysphonien) das ELS-Protokoll in allen 5 Dimensionen (Perzeption, Stroboskopie, Aerodynamik, Akustik, Selbstevaluation) ohne Schwierigkeiten und reproduzierbar bestimmt werden konnten. Dies war bei Patienten mit spasmodischen Dysphonien nicht möglich, weshalb diese Gruppe nicht in die Auswertung aufgenommen wurde. Bei der Korrelation der prä- und posttherapeutischen Veränderungen zwischen den erhobenen Parametern fanden sich durchwegs sehr schwache Korrelationen, besonders gering waren diese zwischen den Ergebnissen der Selbstevaluation und den objektiven Messwerten. Der höchste Korrelationskoeffizient zwischen 2 Parametern war 0,36 (Abb. 8). Bei der Varianzanalyse, wobei die Diagnose als Gruppierungsvariable verwendet wurde, zeigten sich deutliche Unterschiede in den 5 Dimensionen des Protokolls. Das heißt, während für eine Dimension prä- und posttherapeutisch hochsignifikante Effekte nachgewiesen werden konnten, war dies in anderen Dimensionen nicht der Fall. In dem in Abb. 9a gegebenen Beispiel zeigt sich, dass ein signifikanter Unterschied im Jitter prä- und posttherapeutisch in Abhängigkeit der diagnosti-

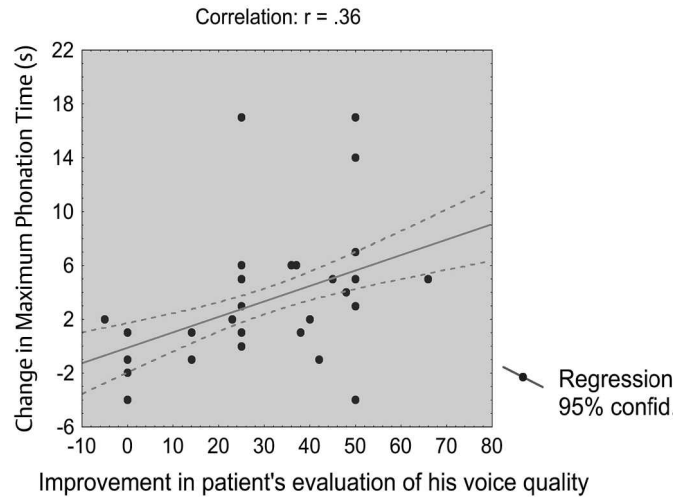


Abb. 8 Beispiel der zwischen allen erhobenen Parametern durchgeführten Korrelation der prä- und posttherapeutischen Veränderungen. Der höchste Korrelationskoeffizient fand sich dabei zwischen der Verbesserung der Stimme in der subjektiven Selbstevaluation und der Verbesserung der Tonhaltedauer.

schen Kategorien besteht, während ein solcher für den perceptuellen Parameter Heiserkeit nicht nachzuweisen ist (Abb. 9b).

## Diskussion

Das multidimensionale ELS-Protokoll wurde 2001 vom Phoniatics Committee der ELS vorgeschlagen, um ein standardisiertes Instrument zur reproduzierbaren Stimmevaluation zur Verfügung zu haben [9]. Dieses sollte es insbesondere ermöglichen, die Effektivität stimmtherapeutischer Maßnahmen, im speziellen neuerer phonochirurgischer Verfahren, zu evaluieren, Metaanalysen anzufertigen sowie die Relevanz neuer Verfahren und Instrumente abzuschätzen. In der vorliegenden Studie wurden die ersten Ergebnisse 6 universitärer europäischer Zentren ausgewertet, die mit dem ELS-Protokoll in der klinischen Routine gemacht wurden. Da es nicht das Ziel war, Behandlungsergebnisse zu evaluieren, erfolgte weder eine Randomisierung der diagnostischen bzw. therapeutischen Gruppen noch ein Vergleich mit Kontrollgruppen. Das Ziel der vorliegenden Anwendungsstudie war es hingegen, die Sinnhaftigkeit und Anwendbarkeit des Protokolls in der klinischen Routine nachzuweisen.

Es zeigte sich, dass alle Untersuchungen, die das Protokoll in den 5 Dimensionen Perzeption, Stroboskopie, Aerodynamik, Akustik, Selbstevaluation vorsieht, bei „üblichen“ Stimmstörungen ohne übertriebenen Aufwand und reproduzierbar in der klinischen Routine bestimmt werden konnten. Die durchwegs schwachen Korrelationen der prä- und posttherapeutischen Veränderungen zwischen den erhobenen Parametern stützten die Prämisse, dass die 5 unterschiedlichen im ELS-Protokoll erhobenen Dimensionen nicht redundant sind. Dieses Ergebnis konnte auch in einer weiteren Studie bestätigt werden [51]. Die sehr schwachen Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Selbstevaluation und den objektiven Messwerten weisen auf die Bedeutung der subjektiv empfundenen Lebensqualitätsbeeinträchtigung als selbstständige und nicht aus anderen Parametern ableitbare Dimensi-

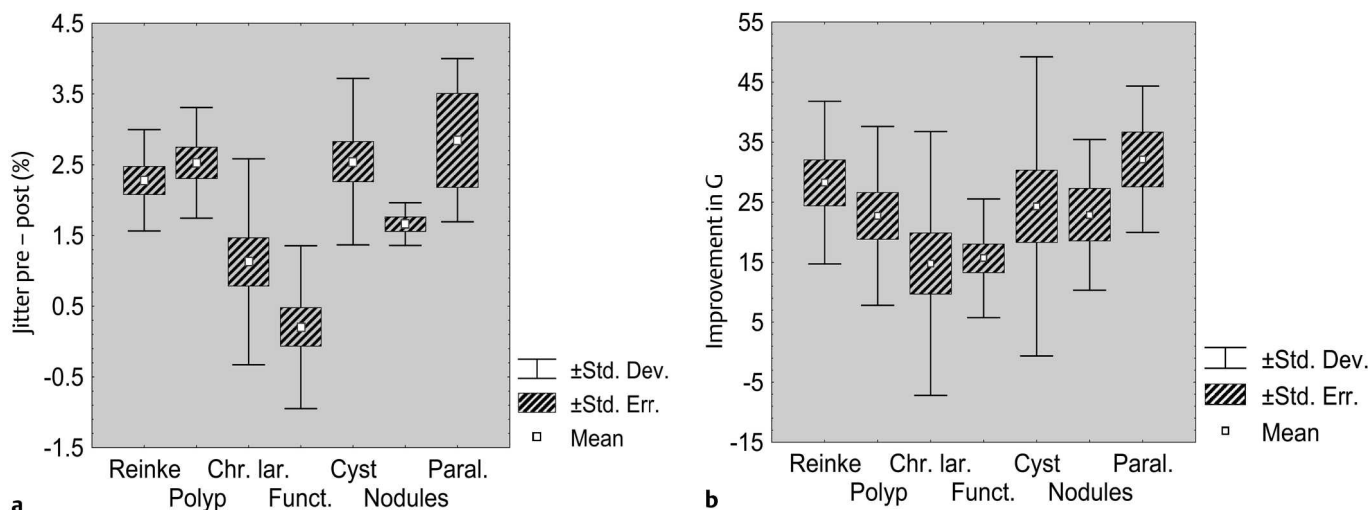


Abb. 9 Beispiele für prä- und posttherapeutische Veränderungen in Abhängigkeit von der Diagnose. **a** signifikante Unterschiede beim Parameter Jitter. **b** keine signifikanten Unterschiede beim perzeptuellen Parameter Heiserkeit (in der Abb. „G“ für Grade).

on hin. Die Ergebnisse der Varianzanalyse zeigen, dass die 5 Dimensionen des Protokolls auch die sehr unterschiedlichen Ätiologien der Stimmstörungen, Arten und Verlauf der Behandlung sowie auch geschlechtsspezifische Unterschiede reflektieren.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass das vorgeschlagene multidimensionale ELS-Protokoll für alle „üblichen“ Stimmstörungen valide Ergebnisse von klinischer Relevanz zu liefern im Stande ist. Für extreme stimmliche Erscheinungsformen, wie spasmodische Dysphonie, nicht laryngeale Ersatzstimme, Aphonie, ist es nicht geeignet. Im Rahmen der ELS sollen daher spezielle, modifizierte Inventare erarbeitet werden. Das Protokoll ist in der klinischen Routine anwendbar und praktikabel, und wird daher als (Basis-)Standard für die Stimmdiagnostik insbesondere bei phonochirurgischen Eingriffen empfohlen. Dies erscheint nicht nur unter den Aspekten der Qualitätssicherung und des statistisch abgesicherten Nachweises der Effektivität unterschiedlicher Therapieregime, sondern auch aus medikolegalen Gesichtspunkten dringend gefordert.

## Danksagung

Für die Übermittlung der Daten bedanken sich die Autoren bei: Prof. Dr. Marc Remacle, Cliniques Universitaires UCL de Mont-Godinne (B), Dr. Virginie Woisard, CHU Toulouse (F), Dr. Lise Crevier-Buchman, Hôpital Européen Georges Pompidou, Paris (F), Prof. Dr. Jean-Paul Marie, CHU Rouen (F).

## Literatur

- Hirano M. Objective evaluation of the human voice: clinical aspects. *Folia Phoniatri* 1989; 41: 89–144
- Friedrich G. Modelltheoretische Aspekte der Ätiopathogenese funktioneller Dysphonien. *Sprache Stimme Gehör* 1993; 17: 114–118
- Dejonckere PH, Lebacqz J. Acoustic, Perceptual, Aerodynamic and Anatomical Correlations in Voice Pathology. *ORL* 1996; 58: 326–332
- Klein S, Piccirillo JF, Painter C. Comparative contrast of voice measurements. *Otolaryngology Head and Neck Surgery* 2000; 123: 164–169
- Titze IR. Toward standards in acoustic analysis of voice. *J Vocie* 1994; 8: 1–7
- Friedrich G. Qualitätssicherung in der Phoniatrie, Vorschlag zur Standardisierung der klinischen Stimmprüfung. *HNO* 1996; 44: 401–416
- Friedrich G, Bigenzahn W, Zorowka P. Phoniatrie und Pädaudiologie, Einführung in die medizinischen psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör, 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans-Huber-Verlag, 2005
- Friedrich G. Grundprinzipien für die Indikationsstellung zur Phono-chirurgie. *Laryngo-Rhino-Otol* 1995; 74: 663–665
- Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P, Cornut G, Crevier-Buchmann L, Friedrich G, Van De Heyning P, Remacle M, Woisard V. A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2001; 258: 77–82
- Friedrich G. Externe Stimmlippenmedialisation; funktionelle Ergebnisse. *Laryngol Rhinol Otol* 1998; 77: 18–26
- Wuyts F, De Bodt M, Molenberghs G, Remacle M, Heylen L, Millet B, Van Lierd K, Raes J, Van de Heyning P. The Dysphonia Severity Index: an objective measure of quality based on a multiparameter approach. *J Speech Lang Hear Res* 2000; 43: 796–809
- Seidner W, Schutte HK. Empfehlungen der UEP, Standardisierung Stimmfeldmessung/Phonetographie. *HNO-Praxis (Leipzig)* 1982; 7: 305–307
- Schultz-Coulon HJ. Stimmfeldmessung. Berlin Heidelberg, New York: Springer, 1990
- Bergbereiter R, Ptok M, Sesterhenn G, Arold R. Untersuchungen zur Wertigkeit von Aufsprechmaterial für die Sonographie in der phoni-atrischen Praxis. *Eur Arch ORL* 1992; (Suppl): 178–179
- Dejonckere PH, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier Buchmann L, Millet B. Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1996; 117: 219–224
- Wuyts F, De Bodt M, Van de Heyning PH. Is the reliability of a visual analog scale higher than of an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *J Voice* 1996; 13: 508–517
- Schultz-Coulon HJ. Die Diagnostik der gestörten Stimmfunktion. *Arch Otorhinolaryngol* 1980; 227: 1–169
- Fex S. Perceptual evaluation. *J Voice* 1992; 6: 155–158
- Gould WJ, Korovin GS. Laboratory advances for voice measurements. *J Voice* 1994; 8: 8–17
- Hirano M. Clinical examination of voice. Wien, New York: Springer, 1981
- Wendler J, Rauhut A, Krüger H. Classification of voice qualities. *J Phonet* 1986; 14: 483–488



- <sup>22</sup> Wendler J. Apparative Grunddiagnostik der Stimme in der klinischen Praxis. *HNO-Praxis* 1989; 14: 221–225
- <sup>23</sup> Dejonckere PH, Obbens C, de Moor GM, Wieneke GH. Perceptual evaluation of dysphonia: Reliability and relevance. *Folia Phoniatr* 1993; 45: 76–83
- <sup>24</sup> Schönhärl D. Die Stroboskopie in der praktischen Laryngologie. Stuttgart: Thieme, 1960
- <sup>25</sup> Kitzing P. Stroboscopy – a pertinent laryngological examination. *J ORL* 1985; 14: 151–157
- <sup>26</sup> Schürenberg B. Die Beurteilung stroboskopischer Kriterien. *Folia Phoniatr* 1990; 42: 41–48
- <sup>27</sup> Södersten M, Hertegard S, Hammarberg B. Glottal closure, translottal air flow and voice quality in healthy middle-aged women. *J Voice* 1995; 9: 82–197
- <sup>28</sup> Sulter AM, Schutte HK, Miller DG. Standardized laryngeal videostroboscopic rating: differences between untrained and trained male and female subjects, and effects of varying sound intensity, fundamental frequency, and age. *J Voice* 1996; 10: 175–189
- <sup>29</sup> Wendler J. Stroboscopy. *J Voice* 1992; 6: 149–154
- <sup>30</sup> Hirano M, Bless DM. Videostroboscopic examination of the larynx. San Diego: Singular, 1993
- <sup>31</sup> Sama A, Carding PN, Price S, Kelly P, Wilson JA. The clinical features of functional dysphonia. *Laryngoscope* 2001; 111: 458–463
- <sup>32</sup> Woo P, Colton RH, Shangold L. Phonatory air flow analysis in patients with laryngeal disease. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1997; 96: 549–555
- <sup>33</sup> Woo P, Casper J, Colton R, Brewer D. Aerodynamic and stroboscopic findings before and after microlaryngeal phonosurgery. *J Voice* 1994; 8: 186–194
- <sup>34</sup> Schönweiler R, Wübbelt P, Hess M, Ptok M. Psychoakustische Skalierung akustischer Stimmparameter durch multizentrisch validierte RBH-Bewertung. *Laryngo-Rhino-Otol* 2001; 80: 117–122
- <sup>35</sup> Titze I, Liang H. Comparison of Fo extraction models for high precision voice perturbation measurements. *J Speech Hear Res* 1993; 36: 1120–1133
- <sup>36</sup> Heylen LG, Wuyts FL, Mertens FW, Pattyn JE. Phonetography in voice diagnoses. *Acta oto-rhino-laryngologica* 1996; 50: 299–308
- <sup>37</sup> Heylen L. The clinical relevance of th phonetogram (in Flemish). Antwerp UIA: Thesis, 1997
- <sup>38</sup> Hacki T. Die Beurteilung der quantitativen Sprechstimmleistungen. Das Sprechstimmfeld im Singstimmfeld. *Folia Phoniatr* 1988; 40: 190–196
- <sup>39</sup> Hacki T, Frittrang B, Zywiets Ch, Zupan C. Verfahren zur statistischen Ermittlung von Stimmfeldgrenzen – Das Durchschnittsstimmfeld. *Sprache Stimme Gehör* 1990; 14: 110–112
- <sup>40</sup> Hacki T. Die Untersuchung und diagnostische Bedeutung der Rufstimmproduktion. In: T Hacki (Hrsg). Aktuelle phoniatische-pädaudiologische Aspekte. Gross, 1993
- <sup>41</sup> Schultz-Coulon HJ, Asche S. Das „Normstimmfeld“ – ein Vorschlag. *Sprache Stimme Gehör* 1988; 12: 5–8
- <sup>42</sup> Brunner E, Friedrich G. Zur Beurteilung von Stimmleistung und Sprechstimme in der phoniatisch-logopädischen Praxis. *Sprache Stimme Gehör* 1989; 13: 185–187
- <sup>43</sup> Titze IR. Phonation threshold pressure – a missing link in glottal aerodynamics. *J Acoust Soc* 1992; 91: 2926–2935
- <sup>44</sup> Van de Heyning PH; Belgian Study Group on Voice Disorders. Research work of the Belgian Study Group on Voice Disorders. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 1996; 50: 321–386
- <sup>45</sup> Heylen L, Quyts F, Mertens F, De Bodt M, Pattyn J, Croecks C, Van de Heyning P. Evaluation of the vocal performance of children using a voice range profile index. *J Speech Lang Hear Res* 1998; 41: 232–238
- <sup>46</sup> Schneider B, Cecon M, Hanke G, Wehner S, Bigenzahn W. Bedeutung der Stimmkonstitution für die Entstehung von Berufsdysphonien. *HNO* 2004; 52: 461–467
- <sup>47</sup> Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger MS, Newman CW. The Voice Handicap Index (VHI): development and validation. *Am J Speech Lang Pathol* 1997; 6: 66–70
- <sup>48</sup> Hogikyan ND, Sethuraman G. Validation of an Instrument to Measure Voice-Related Quality of Life (V-RQOL). *J Voice* 1999; 12: 557–569
- <sup>49</sup> Nawka T, Wiesmann U, Gonnermann U. Validierung des Voice Handicap Index (VHI) in der deutschen Fassung. *HNO* 2003; 51: 921–930
- <sup>50</sup> Weigelt S, Krischke S, Klotz M, Hoppe U, Köllner V, Eysholdt U, Rosanowski F. Voice Handicap Index, Instrument zur Bestimmung der subjektiven Beeinträchtigung durch organische und funktionelle Dysphonien. *HNO* 2004; 52: 751–756
- <sup>51</sup> Speyer R, Wieneke GH, Dejonckere PH. Documentation of progress in voice therapy: perceptual, acoustic and laryngostroboscopic findings pretherapy and posttherapy. *J Voice* 2004; 18: 325–340