

Standardisierte Stimmdiagnostik bei professionellen Sopranistinnen in der musikermedizinischen Sängersprechstunde

Louisa Traser, Bernhard Richter, Manfred Nusseck, Matthias Echternach (Freiburg)

ZUSAMMENFASSUNG

Einleitung: Die Europäische Laryngologische Gesellschaft (ELS) erstellte im Jahr 2001 ein Protokoll, welches die multidimensionale Diagnostik der Stimmfunktion standardisiert. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Anwendung dieses Protokolls bei professionellen Sopranistinnen in der musikermedizinischen Sängersprechstunde zu beschreiben.

Methoden: Es wurden 36 klassisch ausgebildete, professionelle Sopranistinnen mit Hilfe des ELS-Protokolls untersucht. Dieses beinhaltet akustische und aerodynamische Messungen, bildgebende Verfahren, die perzeptive Untersuchereinschätzung des Stimmklangs (RBH-Schema) sowie die Selbsteinschätzung der Stimme mittels eines Fragebogens (Voice handicap Index (VHI)).

Ergebnisse: 24 der 36 untersuchten Sopranistinnen zeigten eine Veränderung der Stimmlippen in der videostroboskopischen Untersuchung. Hatten die Sängerinnen selbst den Eindruck unter einer negativ veränderten Stimme zu leiden oder wurde die Singstimme vom Untersucher als heiser eingeschätzt, so zeigten sich auch andere Parameter des ELS-Protokolls wie z.B. der Stimmumfang oder die Tonhaltedauer waren eingeschränkt. Diese Unterschiede konnten jedoch bezüglich des Vorhandenseins von Stimmlippenveränderungen nicht gezeigt werden.

Diskussion: Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen die Wichtigkeit der multidimensionalen Betrachtung der Stimme, wobei die Anwendung des ELS-Protokolls auch bei professionellen Sopranistinnen prinzipiell geeignet scheint. Die Ergebnisse machen deutlich, dass auffällige videostroboskopische Befunde nicht zwangsläufig auch eine Einschränkung der stimmlichen Leistungsfähigkeit im professionellen Gesangssektor bedeuten müssen und therapeutische Entscheidungen daher nicht allein auf Grundlage einzelner Parameter getroffen werden sollten.

Schlüsselwörter

Sopranistin, Phonationsverdickung, Europäische Laryngologische Gesellschaft, Stimme, Dysphonie, Stroboskopie

ABSTRACT

Introduction: In 2001 the European Laryngological Society (ELS) published a protocol for the standardised, multidimensional evaluation of vocal function. The aim of this study was to describe the clinical use of this protocol in the institute of musician's medicine.

Methods: Using this protocol, we evaluated 36 female sopranos, of whom 24 had laryngostroboscopic findings of organic alterations and 12 did not.

Results: When the singer showed an increased subjective impression of hoarseness or the examiner rated the voice as hoarse significant differences regarding impairment of the maximum phonation time or the frequency range could be revealed. No such differences were found regarding the presence of alterations of the vocal folds.

Discussion: These data suggest that organic alterations in professional singers are not necessarily associated with an impairment of the vocal performance or function. For professional singers, therapy should be indicated not just on the basis of stroboscopy but on a broader basis using multifactorial voice analysis such as the ELS protocol.

Key Words

Soprano, Singer node, European Laryngological Society, Voice, Dysphonia, Stroboscopy

Einleitung

Von der European Laryngological Society (ELS) wurde im Jahr 2001 ein Protokoll erstellt, welches die Stimme in fünf Dimensionen diagnostisch erfasst:

1. die perzeptive Einschätzung durch den Untersucher beim Singen und Sprechen des Patienten,
2. die visuelle Beurteilung der Stimmlippen in Morphologie und Funktion mittels Stroboskopie oder High Speed Kamera,
3. die Selbsteinschätzung des Patienten anhand standardisierter Fragebögen sowie
4. akustische und
5. aerodynamische Messungen.¹

Das ELS-Protokoll wurde ursprünglich zur Qualitätssicherung in der Phonochirurgie entwickelt, es wird aber mittlerweile generell bei der Beurteilung einer Dysphonie auch bei nicht operativem Vorgehen angewendet.² Die Überprüfung dieses Protokolls im Rahmen einer multizentrischen Studie zeigte für die fünf oben beschriebenen Dimensionen insgesamt eine gute Validität, Praktikabilität und Aussagekraft.^{3,4} Das Protokoll wird auf dieser Grundlage in unserer Sängersprechstunde eingesetzt. Einschränkend muss von vornherein eingeräumt werden, dass nicht alle sängerischen Parameter durch das standardisierte Protokoll erfasst werden können. Dies erfolgt zusätzlich im Rahmen der musikermedizinischen Sprechstunde. Neben der Erfassung hochspezifischer, individueller Parameter erscheint jedoch im Sinne der Qualitätssicherung, zur Therapieevaluation und zum Zwecke der weiteren Generierung multizentrischer Datenpools ein standardisiertes diagnostisches Vorgehen sinnvoll.

Bisherige Studien zeigen, dass stimmtrainierte Probanden im Vergleich zu untrainierten Probanden signifikant bessere Untersuchungsergebnisse im Dysphonia Severity Index (DSI), der aus dem Jitter als Perturbationsmaß, der minimalen Phonationsintensität, der maximalen Phonationsfrequenz sowie der maximalen Phonationsdauer gebildet wird, aufwies.⁵ Betrachtet man diese Unterschiede, so stellt sich die Frage, wie sich stimmliche Probleme im professionellen Gesangsbereich in einer multidimensionalen Untersuchung mittels des ELS Protokolls abbilden und inwiefern das ELS-Protokoll für die Diagnostik in diesem Bereich sinnvoll eingesetzt werden kann. Von besonderer Relevanz erscheint die Konstellation von Bildgebung und auditiver Einschätzung der Stimme durch den Untersucher. Dabei stellt sich die Frage, inwiefern rein visuelle Auffälligkeiten der Stimmlippen eine therapeutische Konsequenz insbesondere auch im operativen Sinne nach sich ziehen sollten.

Echternach et al. evaluierten 2009 ein Patientenkollektiv mit 17 professionellen Sopranistinnen, welche sich zur diagnostischen Abklärung einer Stimmstö-

rung im Freiburger Institut für Musikermedizin vorstellten, nach dem ELS-Protokoll.⁶ Die Ergebnisse des ELS Protokolls werden in der vorliegenden Studie an einem erweiterten Patientenkollektiv von 36 professionellen Sopranistinnen evaluiert.

Material und Methoden

In der vorliegenden Studie wurden 36 klassisch ausgebildete, professionelle Sopranistinnen (Altersdurchschnitt: 29,7 Jahre, Altersspanne: 20-49 Jahre) nach dem Protokoll der ELS untersucht.⁷ Es handelt sich um ein unausgewähltes Patientenkollektiv, das aus professionellen Sängerinnen besteht, welche sich im Freiburger Institut für Musikermedizin zur diagnostischen Stimmevaluation mit unterschiedlichen Fragestellungen vorstellten. Der entstandene Datenpool stellt eine Erweiterung der bereits 2009 veröffentlichten Daten dar.⁸ In Tabelle 1 ist die standardisierte Umsetzung des ELS-Protokolls, wie sie im Freiburger Institut für Musikermedizin durchgeführt wird, dargestellt.

Als visuelles Untersuchungsverfahren wurde eine videostroboskopische Aufnahme mit einem „Mediastroboscope“ der Firma Atmos (Lenzkirch) durchgeführt. Des Weiteren wurde ein multidimensionales Stimmprofil erhoben, bei dem das Sing- und Sprechstimmfeld mit der Software Ling Waves der Firma Wevosys (Forchheim) erstellt wurde (Abstand zum Schalldruckpegelmessers: 30cm). Die Perturbationsparameter Jitter, Shimmer sowie die Harmonic-to-Noise-Ratio (HNR) wurden aus dem elektroglossographischen und akustischem Signal eines Laryngographen der Firma Laryngograph (London) abgeleitet (Vokal /a/, angenehme Tonlautstärke, mittlere Tonhöhe, Modalregister). Die graphische Darstellung verschiedener Vokal- und Frequenzkonditionen erfolgte über die Bestimmung des Göttinger Heiserkeitsdiagramms.⁹ Dabei wurden die oben genannten Perturbationsparameter sowie die Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio (GNE) akustisch erneut erhoben. Diese zweimalige Bestimmung der Perturbationsparameter mit Hilfe verschiedener Meßmethoden (elektroglossographisch und akustisch) liefert zusätzliche Informationen, da sich in Studien eine schwache Korrelation der unterschiedlich erhobenen Parameter gezeigt hatte.¹⁰ Aerodynamische Untersuchungen enthielten die Bestimmung der maximalen Tonhaldedauer (Vokal /a/ im Modalregister, Indifferenzlage) sowie der Ein-Sekunden-Ausatemkapazität und der Vitalkapazität. Diese Werte wurden mit Hilfe eines ZAN-100-Geräts der Firma ZAN (Oberthulba) ermittelt.

Aus den Parametern Tonhaldedauer, Jitter (akustisch), maximale Phonationsfrequenz sowie minimale Phonationslautstärke wurde der Dysphonia-Severity-Index (DSI) nach Wuyts et al. errechnet.¹¹

Die Selbsteinschätzung der Stimmqualität erfolgte mittels des standardisierten Fragebogens Voice-Han-

dicap-Index (VHI). Dabei wird ein Score von 0–14 als kein Handicap, von 15–28 als geringes Handicap, von 29–50 als mittelgradiges Handicap und von 51–120 als hochgradiges Handicap eingestuft.¹²

Die perzeptive Beurteilung der Singstimme durch den Untersucher erfolgte nach dem Rauigkeit, Behauchtheit und Heiserkeit (RBH) Schema¹³, wobei die Patientin aufgefordert wird, in angenehmer Lautstärke und mittlerer Stimmlage zu singen.

Eine statistische Auswertung wurde mit Hilfe des ANOVA-Tests (univariat) bei einem Signifikanzniveau von 95% durchgeführt. Dichotome Variablen wurden mittels des Chi-Quadrat Tests analysiert, nicht normal verteilte Variablen wurden mit nicht parametrischen Tests ausgewertet.

Ergebnisse

In der vorliegenden Stichprobe von 36 professionellen Sopranistinnen wurde bei 24 Sängerinnen eine Veränderung der Stimmlippen in der videostroboskopischen Untersuchung festgestellt (Abbildung 1).

Der Vergleich von Sopranistinnen, welche eine Stimmlippenveränderung zeigten, mit Sängerinnen, welche unveränderte Stimmlippen aufwiesen, ergab hinsichtlich der im Rahmen des ELS-Protokoll erhobenen anderen Parameter (VHI, akustische und aerodynamische Untersuchungen), folgende signifikante Unterschiede: Sopranistinnen mit einer Stimmlippenveränderung zeigten einen erhöhten elektrolottographischen Kontaktquotienten und hatten einen größeren Dynamikumfang in der Singstimme, wobei sie signifikant lauter werden konnten als Patienten ohne

Stimmlippenveränderung. In der Sprechstimme war ein breiterer Frequenzumfang messbar. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Bei 15 der untersuchten Sängerinnen, welche einen Stimmlippenbefund aufwiesen, waren in der Singstimme nach Einschätzung des Stimmarztes auditiv keine stimmlichen Einschränkungen nach dem RBH Schema wahrnehmbar ($H = 0$; siehe Tabelle 3). Auch erfolgte beim Vorliegen einer Stimmlippenveränderung weder signifikant häufiger eine Bewertung der Singstimme mit $H > 0$ ($p = 0,562$) noch eine signifikant schlechtere VHI-Selbsteinschätzung ($p = 0,704$). Insgesamt wurde maximal ein H-Wert von 1 vergeben, was einer geringgradig ausgeprägten Heiserkeit entspricht.

Drei Sopranistinnen ohne auffälligen Stimmlippenbefund zeigten in der RBH-Beurteilung einen Stimmklang, der mit $H > 0$ bewertet wurde.

Bei neun Sopranistinnen mit Veränderung der Stimmlippen in der Videostroboskopie war die subjektive Selbsteinschätzung der Stimme im VHI ohne Auffälligkeiten. Sieben von zwölf Sängerinnen ohne Stimmlippenveränderung in der Videostroboskopie zeigten dagegen einen erhöhten VHI. Aus Sicht des Untersuchers konnte sich kein signifikanter Unterschied in der Singstimme zwischen Patientinnen, welche eine in VHI auffällige Stimme besaßen und Patientinnen mit einem normalen VHI ($p = 0,343$) festgestellt werden. 12 Patientinnen der Stichprobe wurden vom Untersucher in der auditiven Beurteilung mit einem $H > 0$ bewertet. Vergleicht man diese mit den stimmlich als unauffällig eingeschätzten Sopranistinnen hinsicht-

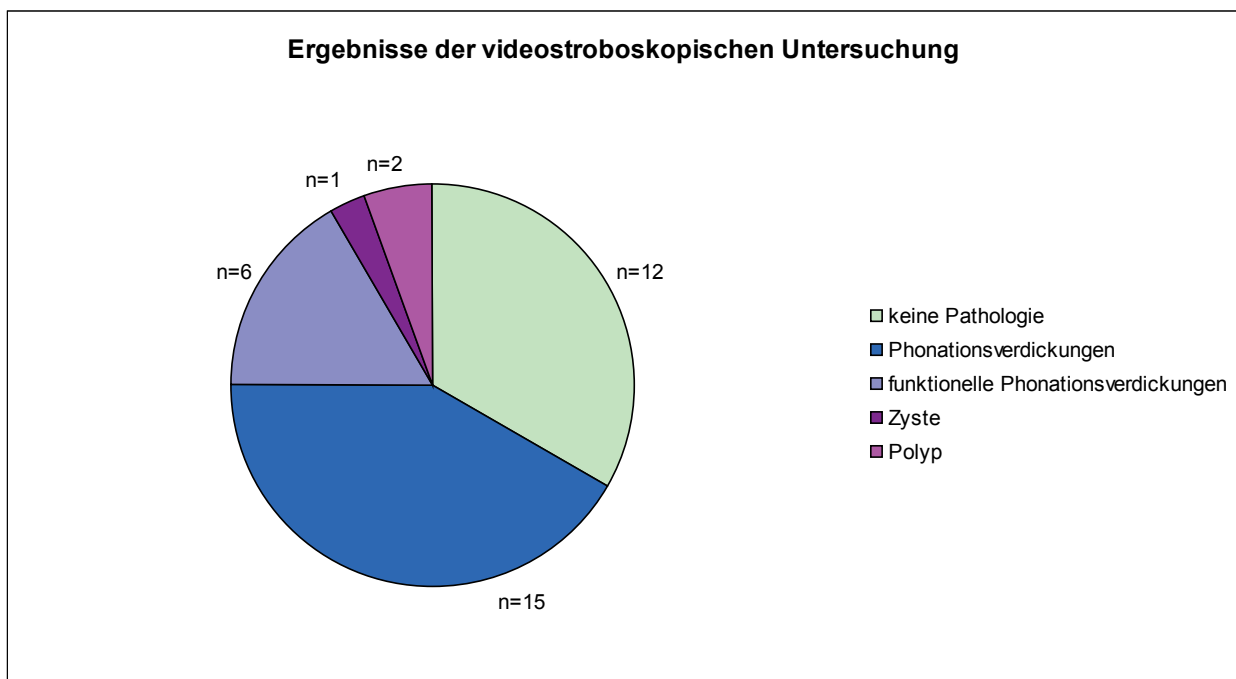


Abb 1: Ergebnisse der videostroboskopischen Untersuchung im untersuchten Patientenkollektiv mit Angabe der Häufigkeit.

lich der anderen Parameter des ELS-Protokolls, so konnten folgende signifikante Unterschiede festgestellt werden (siehe Abbildung 2-4): Probandinnen mit einem akustisch auffälligen H-Wert wiesen ein kleineres Frequenzspektrum ($p = 0,002$) und eine verringerte Maximalfrequenz ($p = 0,001$) auf. Sie zeigten eine verkürzte Tonhaltedauer ($p = 0,017$) und einen verringerten DSI (sowohl, wenn der einfließende Jitterwert über den Laryngographen ($p = 0,048$), als auch akustisch ($p < 0,001$) ermittelt wurde).

Ähnliche Unterschiede waren auch hinsichtlich der mit Hilfe des VHI erhobenen Selbsteinschätzungsparameter sichtbar: Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Sängerinnen mit und ohne selbst eingeschätztem Handicap (siehe Abbildung 5) für die Parameter Frequenzspektrum ($p = 0,011$) und maximale Phonationsfrequenz ($p = 0,009$) (jeweils größer

für Sängerinnen mit einem VHI < 15). Eine statistische Tendenz konnte für die maximale Phonationsdauer ($p = 0,06$) (größer für Sängerinnen mit einem VHI < 15) und den Jitter ($p = 0,08$) (kleiner für Sängerinnen mit einem VHI < 15) gezeigt werden.

Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden 36 professionelle Sopranistinnen hinsichtlich der Parameter des ELS-Protokolls mit der Fragestellung untersucht, inwiefern sich stimmliche Veränderungen im professionellen Gesangsbereich in einem multidimensionalen Untersuchungsprotokoll wie dem ELS-Protokoll abbilden und welche Informationen die verschiedenen Untersuchungsparameter für die Stimmeinschätzung des Patienten liefern können.

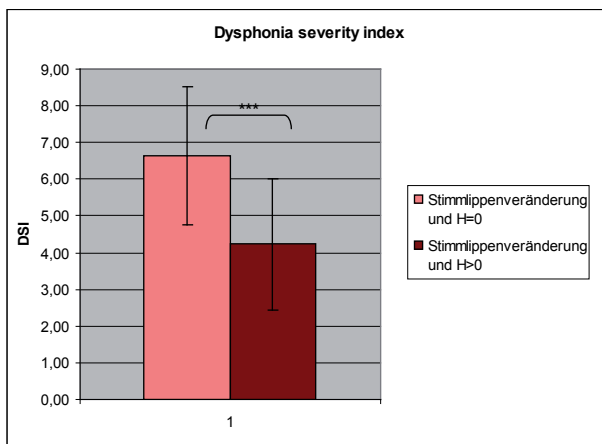


Abb. 2: Vergleich des Dysphonia-Severity-Index (DSI, mit Jitter berechnet aus dem Stimmfeld) bei Sopranistinnen mit stroboskopisch festgestellter Stimm lippenveränderung und perzeptiv auffälliger ($H > 0$) bzw. unauffälliger ($H = 0$) Singstimme; *** - $p < 0,001$. Der Fehlerbalken stellt die Standardabweichung dar.

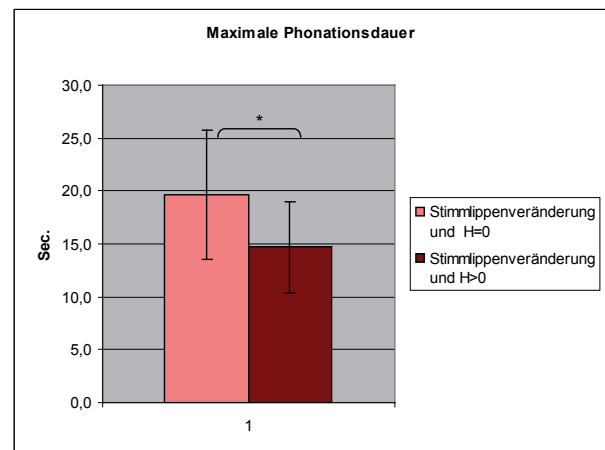


Abb. 3: Vergleich der maximalen Phonationsdauer bei Sopranistinnen mit stroboskopisch festgestellter Stimm lippenveränderung und perzeptiv auffälliger ($H > 0$) bzw. unauffälliger ($H = 0$) Singstimme; * - $p < 0,05$. Der Fehlerbalken stellt die Standardabweichung dar.

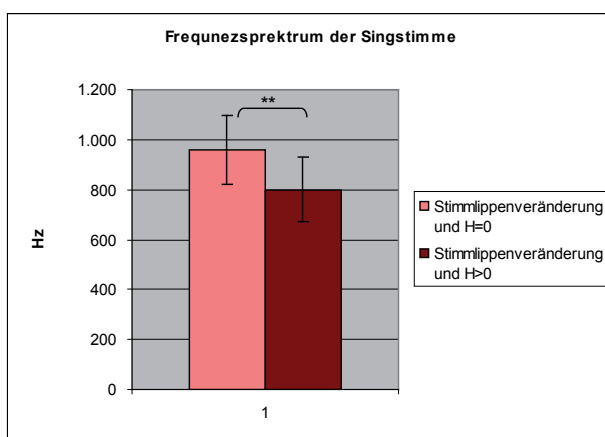


Abb 4: Vergleich des Frequenzspektrums der Singstimme bei Sopranistinnen mit stroboskopisch festgestellter Stimm lippenveränderung und perzeptiv auffälliger ($H > 0$) bzw. unauffälliger ($H = 0$) Singstimme, ** - $p < 0,01$. Der Fehlerbalken stellt die Standardabweichung dar.

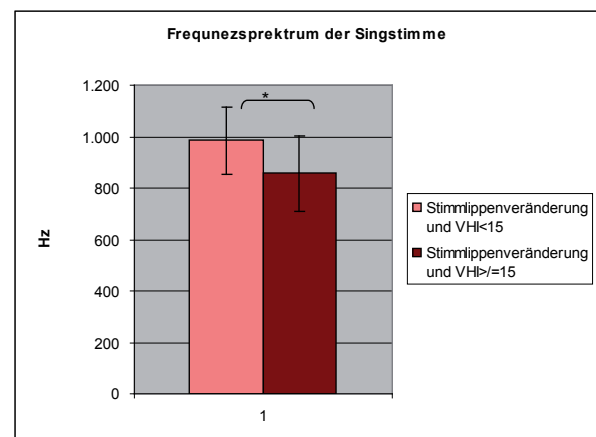


Abb 5: Vergleich des Frequenzspektrums der Singstimme bei Sopranistinnen mit Stimm lippenveränderung und Voice Handicap Index < 15 bzw. Voice Handicap Index ≥ 15 ; * - $p < 0,05$. Der Fehlerbalken stellt die Standardabweichung dar.

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass zwischen Sängerinnen, bei denen visuell eine Stimmlippenveränderung auffällig war, und Sopranistinnen ohne visuelle Veränderung keine signifikanten Unterschiede in den anderen Parametern des ELS-Protokolls bestanden, welche auf eine Funktionseinschränkung hindeuten könnten. Vielmehr zeigten sich sogar ein größerer Dynamikumfang und ein höheres Dynamikmaximum bei Sängerinnen, welche zugleich organische Stimmlippenveränderungen aufwiesen. Da Phonationsverdickungen in Zusammenhang mit erhöhtem Scherstress^{x1} in Folge von erhöhtem subglottischen Druck entstehen können,^{x2} sind diese organischen Befunde möglicher Weise auch Ausdruck der erhöhten Lautstärkefähigkeit der Patientinnen. Eine generelle Leistungsminderung der Singstimmfunktion bei visuell veränderten Stimmlippen konnte im untersuchten Kollektiv nicht systematisch verifiziert werden.

Auch der elektrolottographische Kontaktquotient war bei Sopranistinnen mit Stimmlippenveränderung signifikant höher. Es scheint hierbei wahrscheinlich, dass die Massenzunahme der Stimmlippen z.B. durch Phonationsverdickungen eine erhöhte Leitfähigkeit und damit einen größeren durchschnittlichen Kontaktquotienten in der elektrolottographischen Untersuchung bewirkt hat.

Die vorliegenden Ergebnisse weisen darauf hin, dass auffällige Befunde im Rahmen der videostroboskopischen Untersuchung nicht zwangsläufig auch eine Einschränkung der stimmlichen Leistungsfähigkeit im professionellen Gesangssektor bedeuten müssen. Exemplarisch hierfür steht der Stroboskopie-Befund einer Sängerin mit Veränderungen der Stimmlippen, aber nach Beurteilung des Untersuchers auditiv unauffälliger Stimme, welcher in Abbildung 6 dargestellt ist. Es handelt sich um einen Befund, welcher nach Seidner und Wendler¹⁴ als funktionelle Phonationsverdickung beschrieben

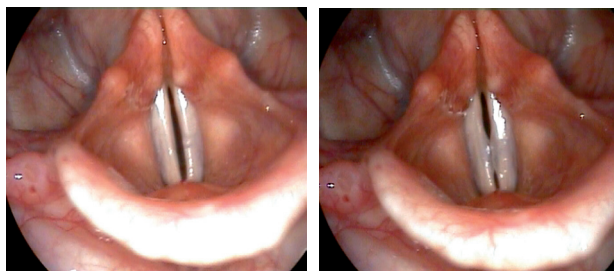


Abb 6: Funktionelle Phonationsverdickung in Phonationsstellung: a) vor dem Abrollen. b) nach dem Abrollen

werden kann: Es zeigte sich eine flache Randbetonung der Stimmlippe beidseits, welche jedoch nicht in allen Schwingungsphasen sichtbar war und einen vollständigen Stimmlippenschluss nicht verhinderte.

Die akustische Beurteilung der Singstimme durch den Untersucher, sowie die Selbsteinschätzung im VHI, zeigten dagegen ein übereinstimmendes Verhalten mit ver-

schiedenen apparativ erhobenen Parametern wie dem Frequenzspektrum, der Singstimme oder dem DSI. Die vorliegende Studie bestätigt damit die Ergebnisse von Echternach et al.¹⁵ und kann zusätzlich noch weitere signifikante Unterschiede zwischen perzeptiv bzw. im VHI auffälligen und unauffälligen Sopranistinnen zeigen.

Dies unterstreicht generell die Wichtigkeit der multidimensionalen Betrachtung in der Diagnostik der Sängerstimme. Hierbei ist zentral zu berücksichtigen, ob eine Verminderung der stimmlichen Leistungsfähigkeit eingetreten ist. Eine rein visuelle Stimmdiagnostik, die sich nur auf den stroboskopischen Befund stützt, birgt dabei die Gefahr, eine voreilige Indikation für eine Therapie, insbesondere für ein operatives Vorgehen, zu stellen.

Die vorliegenden Daten zeigten eine Übereinstimmung verschiedener Parameter der apparativen Stimmdiagnostik mit der subjektiven Selbsteinschätzung. Dies spricht dafür, dass professionelle Sängerinnen eine hohe und valide Selbsteinschätzungsfähigkeit besitzen. Der verwendete VHI war gleichzeitig jedoch nicht optimal an die spezifischen Anforderungen der Sängerstimme adaptiert. Folglich stellten wir auch Limitationen in der Verwendung dieses Instruments bei professionellen Sängerinnen fest. So zeigten zum Teil auch Sängerinnen, welche zum Zeitpunkt der Vorstellung in unserer Ambulanz ihren Beruf nicht mehr ausüben konnten, normale VHI-Werte, da der Fragebogen die stimmlichen Einschränkungen im Bereich der Bühne nicht abfragt. Für die Zukunft ist der Einsatz einer validierten deutschen Version des bereits in englischer Sprache erschienenen Singing Voice Handicap Index (SVHI)¹⁶, einer Adaptation des VHIs für die Sängerstimme, wünschenswert.

Auch zeigte die vorliegende Studie Hinweise für einen Zusammenhang der RBH Untersuchereinschätzung mit verschiedenen Parametern der apparativen ELS-Diagnostik. Darunter zählte auch der DSI, wobei sowohl die Bestimmung des verwendeten Jitters über das Audiosignal, als auch über die Elektrolottographie, ein signifikantes Ergebnis zeigte. Der DSI zeigte bereits in anderen Studien, dass er in befriedigendem Maße die Leistung einer Stimme bzw. deren Einschränkung abbildet.^{17,18} Zusätzlich wurde festgestellt, dass sich der DSI von sängerisch untrainierten im Vergleich zu trainierten Patienten signifikant unterscheidet, wobei dies auf eine signifikante Verbesserung der Parameter Jitter, minimale Phonationsintensität und maximale Phonationsfrequenz zurückzuführen war.¹⁹ Diese Ergebnisse legen die Anwendung anderer Normwerte zur Beurteilung des DSI bei trainierten Stimmen nahe.

Hinsichtlich einer Therapieindikation bei professionellen Sängerinnen mit Stimmlippenveränderungen zeigte sich in der vorliegenden Studie, dass ein auffälliger Stroboskopiebefund mit einer nicht beeinträchtigten Stimmfunktion einhergehen kann und daher nicht den alleinigen Grund für eine Intervention darstellen sollte. Besteht jedoch zusätzlich eine längerfristige Einschränkung der stimmlichen Leistungsfähigkeit, sollte eine Therapie

eingeleitet werden. Dabei stehen neben phonochirurgischen Maßnahmen auch eine Vielzahl konservativer (gesangspädagogische, stimmtherapeutische, pharmakotherapeutische, physio- und psychotherapeutische) Therapiemöglichkeiten zur Verfügung. Diese können auch bei organischen Stimmstörungen wie z.B. Phonationsverdickungen eine rasche Rückbildung bewirken. Bei Persistenz der Beschwerden kann auch dann noch über eine phonochirurgische Intervention die stimmliche Leistungsfähigkeit in der Regel wieder vollständig hergestellt werden.

Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie unterstreicht die Wichtigkeit der multidimensionalen Betrachtung der Stimme gerade bei professionellen Sängern, wobei das ELS-Protokoll prinzipiell hierfür geeignet erscheint. Insgesamt muss aus klinischer Sicht darauf hingewiesen werden,

dass eine stroboskopisch sichtbare Veränderung der Stimmlippen nur dann als therapiebedürftig gelten sollte, wenn diese auch den Phonationsablauf stört und zu einer für den Untersucher hörbar veränderten Stimmqualität bzw. zu Einschränkungen von messbaren Stimmleistungsparametern und einer schlechten Selbsteinschätzung der Stimme führt. Eine Indikation zur phonochirurgischen Intervention sollte nicht aus der alleinigen visuellen Beurteilung der Stimmlippen erwachsen.

Wünschenswert wäre die Entwicklung eines multidimensionalen Diagnostikprotokolls im Rahmen der musikermedizinischen Sprechstunde auch für Instrumentalisten.

TABELLEN

Tab. 1 Umsetzung des Protokolls der Europäischen Laryngologischen Gesellschaft (ELS,[1]) am Freiburger Institut für Musikermedizin	
1) Beurteilung durch den Untersucher	RBH-Schema
2) Einschätzung des Patienten	VHI
3) Visuelle Verfahren	Stroboskopie
4) Aerodynamische Untersuchungen	Spirometrie, Tonhaldedauer
5) Akustische Untersuchungen	
- Multidimensionales Stimmprofil	Jitter (first), Shimmer, HNR, GNE, GöHD
- Frequenz- und Dynamikspektrum	Stimmfeld
- Kontaktphase der Stimmlippenschwingung	Elektroglottographie
- Ausmaß der Stimmeinschränkung	DSI
RBH Rauigkeit, Behauchtheit, Heiserkeit; VHI Voice-Handicap-Index; HNR Harmonic-to-Noise-Ratio, GNE Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio; GöHD Göttinger Heiserkeitsdiagramm; DSI Dysphonia-Severity-Index.	

Tab. 2 Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Parameter bei Sängerinnen mit und ohne stroboskopisch sichtbare Veränderungen

Parameter des ELS-Protokolls	Ohne Stimmlippenveränderung		Mit Stimmlippenveränderung		Signifikanz	
	MW	SD	MW	SD	p-Wert	Bewertung
VHI	20,7	14,31	23,38	16,84	0,586	n.s.
DSI Laryngograph	5,40	2,08	5,47	2,38	0,936	n.s.
DSI Stimmfeld	5,63	1,88	5,94	2,33	0,684	n.s.
Maximale Phonationszeit (s)	18,72	5,32	18,02	6,01	0,625	n.s.
Grundfrequenz Sprechstimme (Hz)	212,90	22,54	205,08	39,96	0,553	n.s.
Frequenzspektrum Singstimme (Hz)	910,29	149,72	905,08	158,75	0,925	n.s.
Dynamikbereich Singstimme (dB)	51,99	7,44	57,92	6,28	0,017	signifikant
Dynamikminimum Singstimme (dB)	53,02	3,66	51,50	4,33	0,306	n.s.
Dynamikmaximum Singstimme (dB)	105,01	6,91	109,42	4,40	0,026	signifikant
Frequenzspektrum Sprechstimme (Hz)	117,37	40,14	159,99	61,91	0,038	signifikant
Dynamikbereich Sprechstimme (dB)	28,91	4,51	31,68	8,26	0,289	n.s.
Jitter Laryngograph (%)	1,13	1,28	1,20	1,01	0,872	n.s.
Jitter GöHD (%)	1,45	0,50	1,5	0,89	0,797	n.s.
Shimmer Laryngograph (%)	2,58	1,50	2,81	1,84	0,714	n.s.
Shimmer GöHD (%)	7,71	2,98	6,47	3,27	0,283	n.s.
Kontaktquotient EGG (%)	36,31	4,43	40,64	3,93	0,008	signifikant
HNR (dB)	23,04	2,17	21,00	3,22	0,067	n.s.
GNE (%)	0,59	0,16	0,66	0,17	0,269	n.s.
Vitalkapazität (l)	3529,17	723,13	3605,83	387,91	0,680	n.s.

MW Mittelwert SD Standardabweichung; EGG Elektrolottographie; HNR Harmonic-to-Noise-Ratio; GNE Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio; DSI Dysphonia-Severity-Index; GöHD Göttinger Heiserkeitsdiagramm; n.s.= nicht signifikant (Signifikanzgrenze: $p < 0,05$).

Für die Berechnung des DSI wurde der Jitter des Laryngographen (DSI Laryngograph) sowie der Jitter aus dem Heiserkeitsdiagramm (DSI GöHD) herangezogen.

Tab. 3 Anzahl der Sopranistinnen mit Angabe des Stimmlippenstatus und der H-Werte aus dem RBH-Schema der Singstimme

	H = 0	H > 0
Stimmlippenveränderung ja	n = 15	n = 9
Stimmlippenveränderung nein	n = 9	n = 3

H = 0 perceptiv unauffällige Singstimmfunktion; H > 0 perceptiv auffällige Singstimmfunktion

LITERATUR

- Dejonckere PH, Bradley P, Clemente P et al (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 phoniatrics of the european laryngological society (ELS). Eur Arch Otorhinolaryngol 258: 77–82.
- Richter B, Echternach M (2011) Stimmärztliche Betreuung und Behandlung von Sängern. HNO 59: 547-555.
- Friedrich G, Dejonckere PH (2005) Das Stimm-diagnostik-Protokoll der European Laryngological Society (ELS) – erste Erfahrungen im Rahmen einer Multizenterstudie. Laryngorhinootologie 84: 744–752.
- Dejonckere PH, Crevier-Buchman L, Marie JP et al. (2003) Implementation of the european laryngological society (ELS) basic protocol for assessing voice treatment effect. Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord) 124: 279–283.
- Awan SN, Ensslen AJ (2010) A comparison of trained and untrained vocalists on the Dysphonia Severity Index. J Voice 24: 661-666.

- 6 Echternach M, Arndt S, Zander MF, Richter B (2009) Stimmdiagnostik bei professionellen Sopranistinnen - Anwendung des Protokolls der Europäischen Laryngologischen Gesellschaft (ELS) HNO 57: 266-272.
- 7 Friedrich G, Dejonckere PH (2005) a.a.O.
- 8 Echternach et al. a.a.O.
- 9 Fröhlich M, Michaelis D, Kruse E (1998) Objektive Beschreibung der Stimmgüte unter Verwendung des Heiserkeits-Diagramms. HNO 46: 684-689.
- 10 Smits I, Ceuppens P, De Bodt MS (2005) A comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and computerized speech lab. J Voice 19: 187-196.
- 11 Wuyts FL, De Bodt MS, Molenberghs G et al (2000) The dysphonia severity index: an objective measure of vocal quality based on a multiparameter approach. J Speech Lang Hear Res 43: 796-809.
- 12 Nawka T, Wiesmann U, Gonnermann U (2003) Validierung des Voice Handicap Index (VHI) in der deutschen Fassung. HNO 51: 921-930.
- 13 Nawka T, Anders LC, Wendler J (1994) Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. Sprache Stimme Gehör 18: 130-133.
- 14 Seidner W, Wendler J (2004) Die Sängerstimme. Henschel, Berlin.
- 15 Echternach et al., a.a.O.
- 16 Cohen SM, Jacobson BH, Garrett CG, Noordzij JP, Stewart MG, Attia A, Ossoff RH, Cleveland TF (2007) Creation and validation of the Singing Voice Handicap Index. Ann Otol Rhinol Laryngol. 116: 402-406.
- 17 Wuyts et al., a.a.O.
- 18 Hakkesteegt MM, Brocaar MP, Wieringa MH, Feenstra L (2007) The relationship between perceptual evaluation and objective multiparametric evaluation of dysphonia severity. J Voice 22: 138-145.
- 19 Awan SN, Ensslen AJ, a.a.O.
- X1 Gunter HE. (2004) Modeling mechanical stresses as a factor in the etiology of benign vocal fold lesions. J Biomech. 37(7): 1119-24.
- X2 Dejonckere PH, Kob M. (2009) Pathogenesis of vocal fold nodules: new insights from a modelling approach. Folia Phoniatr Logop. 61(3): 171-179.

KORRESPONDENZ

Dr. Louisa Traser

Freiburger Institut für Musikermedizin,
Musikhochschule und Universitätsklinikum Freiburg
(Klinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde)
Breisacher Str. 60
79106 Freiburg
Tel.: +49-761-270-61610, Fax: +49-761-270-61690
E-mail: Louisa.Traser@uniklinik-freiburg.de
Webseite: <http://fim.mh-freiburg.de/>