

ANALYSE DER STIMMLICHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT BEI LEHRAMTSSTUDIERENDEN Ein Vergleich zweier digital gestützter multiparametrischer Verfahren

CHRISTIAN GEGNER
UNIVERSITÄT REGENSBURG

Abstract – Teachers belong to the group of professional voice users. The demands on vocal performance are correspondingly high. Since teachers are rarely prepared for their voice-intensive profession, the prevalence of voice disorders is particularly high in this professional group. In order to improve the training conditions for student teachers, the possibility of a digitally supported voice screening examination and the comparison of two multi-parametric methods are presented in this article: the procedure, the collected parameters and the results of a sample of about 200 students at the University of Regensburg, Germany. The conclusion is an outlook on the development of an app for voice hygiene and prophylaxis for people in teaching professions.

Keywords: teachers' voice; voice disorders among teachers; voice screening examination; voice hygiene and prophylaxis.

There is an emerging universal agreement among researchers within this area that preventive measures for voice disorders should be taken. Potential preventive strategies, such as voice screening, vocal health education, and voice training, may be required for voice disorders among the professional voice user population. These potential preventive strategies could be developed as prevention tools for professional voice users.

(Hazlett *et al.* "Review of the Impact of Voice Training on the Vocal Quality of Professional Voice Users", 2011, p. 189).

1. Der Lehrberuf – ein professioneller Sprechberuf

Der Lehrberuf ist international ein stimm- und sprechintensiver Beruf. Lehrkräfte unterrichten, führen Gespräche mit Schüler:innen, Kolleg:innen

und Eltern – viele Stunden am Tag und pro Woche. Ihre Stimme ist dabei das wichtigste Werkzeug, um Inhalte zu vermitteln und mit anderen Personen in den unterschiedlichsten Kontexten zu kommunizieren. Aus medizinischer Sicht gehören Lehrkräfte der Berufsgruppe der „professional voice users“ an (Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013). Dies bedeutet, dass Lehrer:innen auf ihre Stimme zur Ausübung ihres Berufs angewiesen sind und zugleich der Lehrberuf und seine Rahmenbedingungen eine besondere Belastung für die Stimmgesundheit der jeweiligen Lehrkraft darstellen können. Das Risiko, im Verlauf der beruflichen Karriere eine Stimmstörung zu entwickeln, ist hoch. So zeigt eine Vielzahl von Studien, dass signifikant mehr Lehrkräfte im Vergleich zu Angehörigen anderer Berufsgruppen an Erkrankungen der Stimme leiden (Lehrkräfte: 11% bis 81% vs. Nicht-Lehrkräfte: 1,0% bis 36,1%) (Van Houtte *et al.* 2001). Martins *et al.* 2014 gehen aufgrund ihres Reviews zu Untersuchungen aus den Jahren 1997 bis 2013 bei Lehrkräften von einer zwei- bis dreimal höheren Prävalenz von Stimmstörungen als in der Allgemeinbevölkerung aus. Zudem scheinen Lehrerinnen im Vergleich zu ihren männlichen Kollegen ein 1,6-fach gesteigertes Risiko zu besitzen (Byeon 2019). Die Folgen von Stimmerkrankungen bei Lehrkräften sind weitreichend: Sie können nicht nur die berufliche Leistungsfähigkeit einschränken, sondern sogar den beruflichen Einsatz unmöglich machen (Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013) oder der Grund für einen Berufswechsel sein (Behlau *et al.* 2012). Hierdurch entstehen dem Schul- und Gesundheitssystem enorme Kosten (Richter, Echternach 2010). Ebenso ergeben sich negative Auswirkungen auf den Lehr-Lernkontext, wie z. B. eine verminderte Verstehens- oder Behaltensleistung oder geringere Motivation bei Schüler:innen (Voigt-Zimmermann 2017; Murgia *et al.* 2022). Negative Auswirkungen auf das private Kommunikationsverhalten der betroffenen Lehrkraft sind ebenfalls nicht ausgeschlossen (Hwa Chen *et al.* 2010).

In Anbetracht dieser Auswirkungen und vor dem Hintergrund des europaweiten Mangels an Lehrer:innen (Beise 2023) besteht hier ein deutlicher Handlungsbedarf, wobei der Prävention von Stimmerkrankungen gegenüber der Nachsorge der Vorrang eingeräumt werden sollte.

2. Über die Notwendigkeit stimmpräventiver Maßnahmen in der Lehrkräftebildung

Als Hauptrisikofaktoren für die Stimmgesundheit einer Lehrperson gelten beispielsweise: Geschlecht, Erkrankungen der oberen Atemwege, Konsum koffeinhaltiger Getränke, lautes Sprechen, Anzahl der Unterrichtsstunden pro Woche und Resignationserfahrungen aufgrund stimmlicher Probleme (Byeon 2019). Ebenso werden ein hoher Umgebungslärm (Martins *et al.* 2014), die Stressbelastung (Gasull *et al.* 2010; Vertanen-Greis *et al.* 2020) oder auch eine

mangelnde Stimmkonstitution (Schneider *et al.* 2004) mit Stimmproblemen bei Lehrkräften assoziiert. Auf Basis eigener Untersuchungen weist Meuret (2017) zudem darauf hin, dass das Risiko, an einer Stimmstörung zu erkranken, um das 1,6-fache steigt, wenn während des Studiums keine präventiven Maßnahmen wie Stimm- und Sprecherziehung stattfinden.

Somit kann der Prävention eine entscheidende Bedeutung für die Förderung der Stimmgesundheit bei Lehrkräften beigemessen werden. Grundsätzlich werden drei Arten der Prävention im Hinblick auf den Zeitpunkt der Intervention unterschieden:

- (1) Die **Primärprävention** konzentriert sich auf vorbeugende Maßnahmen, um Gesundheitsrisiken zu verringern, bevor Symptome auftreten: z. B. Angebote während des Studiums.
- (2) Die **Sekundärprävention** zielt auf die Früherkennung und Behandlung von Krankheiten ab, um deren Fortschreiten zu verhindern.
- (3) Die **Tertiärprävention** versucht Krankheitsfolgen oder auch Rückfälle zu mindern und wird teilweise mit der medizinischen Rehabilitation gleichgesetzt (Rittich 2018).

Vor dem Hintergrund der Primärprävention von Stimmstörungen ist es bedeutsam, dass im Unterschied zu Angehörigen der Hochleistungsstimmberufe, z. B. Sänger:innen und Schauspieler:innen, künftige Lehrkräfte kaum oder in vielen Fällen nur unzureichend auf ihren professionellen Sprechberuf vorbereitet werden (Eidenmüller 2016). In Deutschland sind nur in wenigen Bundesländern verpflichtende Angebote wie Stimm- und Sprecherziehung in die Lehramtsstudiengänge integriert, wobei auch der Umfang in Abhängigkeit von der jeweiligen Hochschule variiert (Lange, Appel 2014; Hukelmann 2013; Sick 2019). In Italien erhalten Lehrkräfte keinerlei stimmliche Präventionsangebote (Angelillo *et al.* 2009).

Im Übergang von der Primär- zur Sekundärprävention existieren in Deutschland inzwischen immer mehr – meist fakultative – Beratungsangebote an Hochschulen, um stimmauffällige Studierende zu identifizieren und Betroffenen rechtzeitig Hilfen anbieten zu können, damit sie die nötigen stimmlichen und sprecherischen Kompetenzen für ihren späteren Beruf als „professional voice users“ erwerben können: z. B. das Stimmscreening-Angebot an der Universität Regensburg, an der Universität Aachen, an der Pädagogischen Hochschule Weingarten oder der Stimmcheck an der Universität Halle-Wittenberg (Christmann *et al.* 2024; Gegner, Schilcher 2022; Gegner *et al.* 2024; Hillegeist, Thomas 2024). In diesem Zusammenhang stellt sich jedoch die Frage, wie derartige Beratungsformate konzipiert sind und welche Untersuchungsmethoden hierbei zur Anwendung kommen. Aus diesem Grund wird im Folgenden die Möglichkeit einer digital gestützten Analyse der stimmlichen Leistungsfähigkeit von Lehramtsstudierenden vorgestellt. Hierbei werden der Ablauf, die verwendete Software und die erhobenen Parameter

einer Stimmscreening-Untersuchung dargestellt sowie die Ergebnisse der stimmlichen Leistung von ca. 200 Studierenden vorgestellt, die das Angebot seit dem Wintersemester 2010/11 in Regensburg in Anspruch genommen haben. In diesem Zusammenhang werden zwei multiparametrische Verfahren zur Bestimmung der Stimmqualität und -quantität verglichen: der „Dysphonia Severity Index“ (Wuyts *et al.* 1997; 2000) und der Dysphonie-Index nach Friedrich (1998). Den Abschluss bildet ein Ausblick auf das digitale Präventionsprojekt „ReSt – Regensburger Stimmtraining: Eine App zu Stimmgesundheit und -prophylaxe“. Die App richtet sich an bereits tätige Lehrkräfte.

3. Das Stimmscreening – eine digital gestützte Analyse der stimmlichen Leistungsfähigkeit

3.1. Hintergrund: Stimmdiagnostik

Für die Untersuchung und auch Beurteilung der menschlichen Stimme und deren Funktion existieren eine Vielzahl von Methoden. Diese leiten sich teils aus der Profession der Untersuchenden (z. B. Medizin, Therapie, Pädagogik) her oder dienen dazu, einzelne Funktionsbereiche der Stimmproduktion (z. B. Haltung und Tonus, Atmung, Phonation, Artikulation) zu untersuchen.

Aus stimmärztlicher Sicht kann das Basisprotokoll der „European Laryngological Society (ELS)“ als Minimalkonsens gelten, welches subjektive und objektive Methoden mit dem Ziel einer multidimensionalen Bewertung der Stimme (Schneider-Stickler, Biegenzahn 2013) kombiniert. Es beinhaltet folgende Elemente:

- Perzeption,
- Videostroboskopie¹,
- akustische Analysen²,
- aerodynamische Messungen³,
- subjektive Selbstevaluation durch die/den Patient:in (Dejonckere *et al.* 2001).

¹ Stroboskopie ist ein Visualisierungsverfahren, mit welchem der „Schwingungsablauf der Stimmlippen“ untersucht wird (Seidner, Eysholdt 2015, S. 113).

² „Instrumentelle oder objektive akustische Analysen sind ein Sammelbegriff für computerbasierte Messungen der akustischen Eigenschaften einer Stimme“ (Brockmann-Bauser, Bohlender 2014, S. 49).

³ Aerodynamische Messungen liefern „Informationen über die Leistungsfähigkeit des Glottisgenerators bei der Umsetzung von Luftdruck in Stimmenschall“ (Seidner, Eysholdt 2015, S. 107). Hierzu zählt z. B. die Messung der maximalen Phonationszeit (MPT).

Als Minimalkonsens orientiert sich das Protokoll an den „Anforderungen der evidenzbasierten Medizin“ (Richter, Echternach 2007) und kann um zusätzliche Untersuchungsmethoden bei Bedarf ergänzt werden (Brockmann-Bauser, Bohlender 2014). Allerdings werden Stroboskopien in Deutschland ausschließlich von ärztlichem Personal durchgeführt. Deshalb schlagen Phoniater:innen für eine Stimmleistungsbewertung an einer pädagogischen Einrichtung wie einer Hochschule folgende Bestandteile vor: die auditive Stimmklangbeurteilung (= Perzeption), die Stimmfeldmessung (= akustische Analysen) und die Beurteilung von Artikulation und Myofunktion⁴ (= Perzeption) (Schneider-Stickler 2017). Die Leistungsbewertung erfordert somit kein ärztliches, aber geschultes Personal und es kann zusätzlich auf digitale Analysetechnik zurückgegriffen werden. Für akustische Analysen des Stimmschalls – im Besonderen die Stimmfeld-/ Stimm- umfangsprofilmessung – werden von unterschiedlichen Anbietern international Hard- und Softwarepakete bereitgestellt, die nach Analysemöglichkeiten und Umfang variieren. Derzeit existieren folgende Angebote: z. B. vom Stimminstitut VOCE (VidiVoice), von XION (DiVAS) oder von WEVOSYS (lingWAVES). Eine weitere Möglichkeit zur digitalen Analyse akustischer Stimmparameter bietet das Praat-Stimmprofil – jedoch ohne Stimmfeld-/Stimmumfangsprofil. Gerade die Stimmfeld-/ Stimmumfangsprofilmessung ermöglicht jedoch die Überprüfung der stimmlichen Leistungsfähigkeit sowie intra- und interindividuelle Vergleiche (Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013; Schultz-Coulon 1990). Stimmumfangsprofile oder Stimmfelder „beruhen auf einer quantitativen computergestützten Messung des Lautstärken- und Tonhöhenumfangs einer Stimme beim Sprechen (Sprechstimmprofil) und Singen (Singstimmprofil)“ (Brockmann-Bauser, Bohlender 2014, S. 49). Für die Erstellung der Leistungsprofile werden bei der Untersuchung der Singstimme der minimale und maximale Stimmschalldruck gehaltener Töne in Bezug zum Tonhöhenumfang verzeichnet (Nawka *et al.* 2006) und bei der Untersuchung der Sprechstimme „Schalldruckpegel und Frequenzen beim Sprechen in unterschiedlicher Lautstärke bestimmt“ (Eichel 2015, S. 216). Je nach Software können noch andere akustische Analysen des Stimmschalls vorgenommen werden, welche die Irregularität (z. B. Jitter, Shimmer) des Stimmsignals und auch additives Rauschen (z. B. Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio (GNE)) anhand kurzer Stimmproben analysieren (Seidner, Eysholdt 2015). Durch die Integration aerodynamischer Messmethoden, wie z. B. die maximale Phonationszeit, können zudem multiparametrische Verfahren zur Beschreibung der Stimmquantität und -qualität (Friedrich 2013) wie der „Dysphonia Severity Index“ (Wuyts *et al.* 1997; 2000) und durch die Kombination mit perzeptiven Untersuchungsmethoden und der

⁴ Hierunter werden z. B. „Störungen der Muskelfunktion, des Muskeltonus oder der harmonischen Bewegungsabläufe“ (Hahn 2009, S. 327) im Mund- und Gesichtsbereich verstanden.

Selbstevaluation durch die/den Klient:in der Dysphonie-Index nach Friedrich (1998) bestimmt werden.

Wie die dargestellten Untersuchungsmethoden für eine Stimmleistungsbewertung von Studierenden an einer Hochschule genutzt werden können, wird in den nächsten Abschnitten exemplarisch am Ablauf einer Screening-Untersuchung, wie sie derzeit an der Universität Regensburg angeboten wird, vorgestellt. Das Stimmscreening beinhaltet die Selbstevaluation durch Klient:innen, perzeptiv, instrumentell-akustische sowie aerodynamische Messmethoden.

3.2. Stimmscreening-Ablauf und -Referenzwerte

An der Universität Regensburg wird das Stimmscreening seit dem Wintersemester 2010/11 angeboten. Hierbei handelt es sich um ein fakultatives Beratungsangebot, welches sich in der Anfangsphase vor allem an Lehramtsstudierende mit dem Unterrichtsfach Deutsch wendete. Seit 2019 steht das Angebot im Rahmen des neu gegründeten „Communication and Voice Center for Teachers“ (CoVoC-T)⁵ allen Studierenden und Lehrenden der Universität Regensburg zur Verfügung. Ein zentrales Anliegen des CoVoC-T ist es, in einem deutschlandweiten Austausch mit anderen Universitäten und Pädagogischen Hochschulen („Netzwerk Stimmgesundheit“), eine Standardisierung hinsichtlich der Inhalte, Referenzwerte und des Ablaufs weiter voranzutreiben und eine Sensibilisierung für die Bedeutsamkeit von Stimme und Sprechen im Lehrberuf in der Bevölkerung zu erreichen. An der Universität Regensburg wird das Screening von Vertreter:innen des Fachbereichs Sprechwissenschaft/Sprecherziehung durchgeführt und dauert im Durchschnitt ca. 45min.

3.2.1. Bestandteile

In seiner aktuellen Version besteht das Stimmscreening aus drei zentralen Phasen: (1) Anamnese, (2) Erhebung eines Stimm- und Sprechstatus/Analyse der stimmlichen Leistungsfähigkeit, (3) Feedback/Aufklärung/Rat. Die erste und zweite Phase besteht wiederum aus mehreren Teiluntersuchungen. Für die Analysen und das Klient:innenmanagement wird die Software lingWAVES (Version 3.2.7) der Firma WEVOSYS verwendet. Die entsprechenden Module der Software werden in Klammern hinter der jeweiligen Teiluntersuchung aufgeführt. Die Darstellung erfolgt nach Gegner *et al.* (2024):

⁵ Das CoVoC-T wurde im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1812 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

- **Kurzanamnese** (Modul *Sprechstatus*)
- **Selbsteinschätzung durch die/den Klient:in** (Modul *VDI = Voice Diagnostic Index*)
- **Perzeptive Einschätzung von Körperhaltung, Atmung, Stimme und Sprechen** (Modul *Sprechstatus, Aufnahme*): Tonus (im Stehen); Atmung; Stimmklang; Stimmeinsatz, -absatz, -sitz; Myofunktion/Artikulation
- **Sprechstimmfeldmessung** (Modul *Stimmfeld VDC*): durchschnittliche Sprechstimmlage und der durchschnittliche Schalldruckpegel für normale, leise und laute Phonation sowie die Rufstimme; Sprechstimmfeldanstieg; Tonhöhen und Dynamikumfang der Sprechstimme; Schalldruckpegel der leisesten und lautesten Phonation
- **Singstimmfeldmessung** (Modul *Stimmfeld VDC*): Tonhöhen- und Dynamikumfang der Singstimme; Normsingstimmfeldabdeckung; Tonhöhendynamik bezogen auf bestimmte Lautstärkestufen; Lautstärkedynamik bezogen auf verschiedene Tonhöhenstufen
- **Akustische Analysen des Stimmschalls** (Modul *Stimmfeld VDC*): Irregularität, Rauschen, Gesamtgrad, Jitter, Shimmer, Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio (GNE)
- **Aerodynamische Messung** (Modul *Stimmfeld VDC*): maximale Phonationszeit (MPT)
- **Multiparametrisches Verfahren** (Modul *Stimmfeld VDC*): *Dysphonia Severity Index* (DSI)
- **Rhetorische Analyse** (Modul *Aufnahme*)

Der Screening-Ablauf ist standardisiert und jede Beratung findet individuell mit einer/einem Klient:in statt. Bei den akustischen Aufnahmen werden die Vorgaben von Nawka *et al.* (2006) und Schneider-Stickler (2016) eingehalten. In der Abschlussphase erhält jede:r Klient:in ein ausführliches Feedback über seine/ihre stimmliche Qualität und Leistungsfähigkeit aufgrund der Selbsteinschätzung, der perzeptiven und akustischen Untersuchung. Auf Basis der einzelnen Ergebnisse und des Gesamteindrucks wird nach Ausmaß der stimmlichen Auffälligkeit betroffenen Studierenden geraten, eine:n Fachärzt:in für Stimm-, Sprech-, Sprachstörungen zu konsultieren oder Kurse im Fachbereich Sprecherziehung zu besuchen.

In der Folge werden der Untersuchungsablauf und die gängigen Referenzwerte in Anlehnung an Gegner (2020) und Gegner *et al.* (2024) näher beschrieben.

3.2.2. Untersuchungsablauf und Referenzwerte

Zu Beginn der Untersuchung werden im Rahmen einer Kurzanamnese die Gründe der Klient:innen für die Konsultation, allgemeine

Unverträglichkeiten/Allergien (z. B. Hausstaub, Tierhaare), Angaben zu vergangenen oder aktuellen stimmärztlichen Diagnosen und logopädischen Therapien sowie zu allgemeinen Stimm- und Sprechanstrengungen erfragt. Im Anschluss erfolgt eine kurze Schilderung des Ablaufs. Den Abschluss der Anamnese phase bildet die Selbsteinschätzung der stimmlichen Situation mittels des in der Software integrierten „Voice Diagnostic Index“ (VDI)/Stimmstörungsindex (SSI)/Voice-Handicap-Index mit 12 Items (VHI-12; Nawka, Gonnermann 2003). Das Ergebnis wird von der Software ausgewertet und mit einem Ampelsystem visualisiert: grün = normal; hellgrün = leicht gestört; hellrot = mittelgradig gestört; rot = hochgradig gestört).

Die perzeptive Einschätzung von Körperhaltung, Atmung, Stimme und Sprechen durch die Untersuchungsleitung erfolgt mittels des Standardlesetextes „Nordwind und Sonne“ und einiger Testsätze, welche stehend von der/dem jeweiligen Klient:in eingesprochen werden. Als unauffällig gelten Personen mit eutoner Körperhaltung, einer kostoabdominalen Atmung, einem Stimmklang nach der RBH-Klassifikation⁶ mit $R=\max 1$, $B=0$, $H=0$, physiologischen Stimmeinsätzen und -absätzen sowie einem vorderen bis mittleren Stimmsitz und einer unauffälligen Artikulation und Myofunktion ohne Lautbildungsfehler. Dies ist besonders auch wegen des ausgeprägten Modellcharakters von Lehrkräften im Primarbereich relevant.

Für die Messung der Sprechstimme wird der/die Klient:in angehalten, die Zahlenreihen von 21 bis 40 wie beim Zählen vorbeifahrender Autos in folgenden Lautstärken zu sprechen: normale Sprechlautstärke, so leise wie möglich (ohne zu flüstern), Vortragslautstärke. Die Messung der Rufstimmleistung erfolgt anhand des Testsatzes „Hey Anton, komm mal rüber!“. Als Referenz sollen die Klient:innen bei der leisen Sprechstimme einen Durchschnittswert von ≤ 50 dB (A) nicht überschreiten und für die Rufstimme einen Wert > 90 dB (A) erreichen (Schneider-Stickler 2016). Die durchschnittliche Lage der mittleren Sprechstimme (normale Lautstärke) wird in Bezug zur unteren Grenze des Stimmumfangs (Singstimme) gesetzt. Die Lage sollte 3 – 8 Halbtöne (HT) oberhalb der unteren Grenze des Stimmumfangs nicht überschreiten (Nawka, Wirth 2008). Um zu überprüfen, ob keine unverhältnismäßige Tonhöhenzunahme im Vergleich zur erreichten Lautstärke vorliegt, wird von der Software noch der Sprechstimmfeldanstieg bestimmt. Als unauffällig gilt ein Anstieg zwischen 0,3 und 0,4 Halbtönen pro Dezibel (Nawka, Wirth 2008).

Für die Analyse der Singstimme werden die Klient:innen instruiert, gehaltene Töne auf /a:/ von der Mitte bis zum unteren Ende des Stimmumfangs und im Anschluss bis zum oberen Ende des Stimmumfangs (ohne ästhetischen Anspruch) zu phonieren. Die Messung des Tonhöhenumfangs für die leise

⁶ R = Rauheit, B = Behauchtheit, H = Heiserkeit (übergeordnete Kategorie); 0 = nicht vorhanden, 1 = geringgradig gestört, 2 = mittelgradig gestört, 3 = hochgradig gestört (Nawka, Anders 1996).

Singstimme erfolgt vor Messung des Tonhöhenumfangs für die laute Singstimme. Analog zur Sprechstimme sollen auch hier der minimale Schalldruckpegel beim leisen Singen ≤ 50 dB (A) und der maximale Schalldruckpegel beim lauten Singen > 90 dB (A) betragen (Schneider-Stickler 2016; Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013) und in mindestens einer Frequenz eine Stimmodynamik zwischen lautem und leisem Singen von > 35 dB (A) besitzen (Eichel 2015). Als unauffällig gilt ein Tonhöhenumfang der leisen und lauten Singstimme von je > 24 HT (Friedrich 1998; Scheider-Stickler, Bigenzahn 2013).

Abbildung 1 zeigt ein Stimmumfangsprofil mit der Software lingWAVES und Werten einer stimmlich unauffälligen Person. Die blauen Felder für die normale (N), leise (S) und laute Sprechstimme (L) befinden sich im unteren Drittel des gesamten Stimmumfangs (Kontur im Hintergrund). Die Rufstimme (Δ) markiert „den frequenzmäßig höchsten sowie lautesten Bereich“ des Brustregisters (Hacki 1999, S. 815).

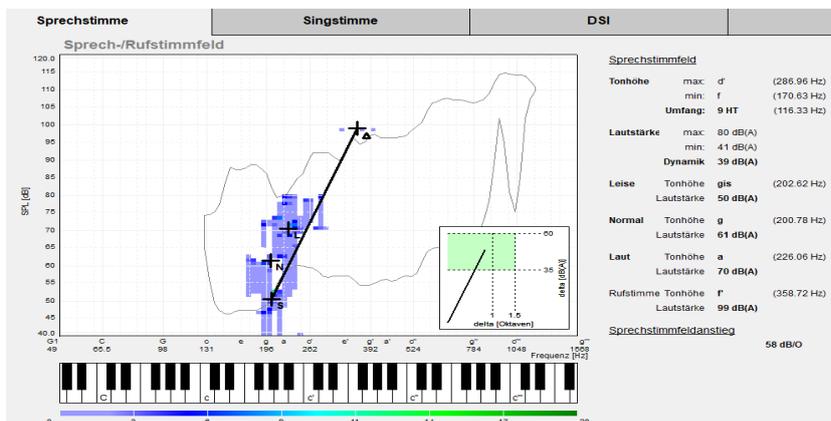


Abbildung 1

Stimmumfangsprofil einer stimmlich unauffälligen Person mit der Software lingWAVES.

Abbildung 2 zeigt im Vergleich ein Stimmumfangsprofil einer stimmlich auffälligen Person.

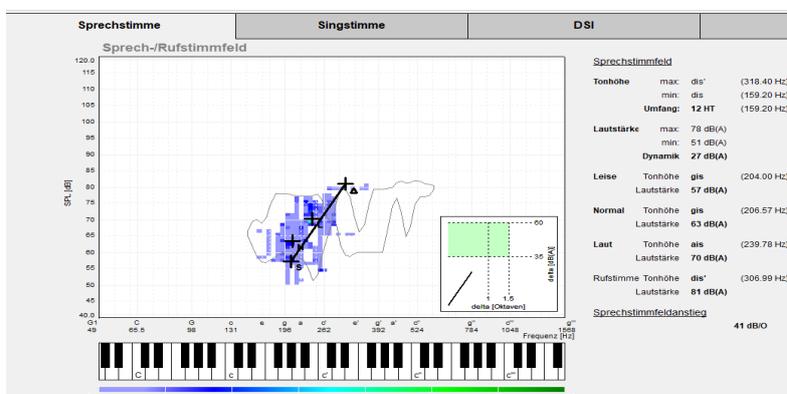


Abbildung 2

Stimmumfangsprofil einer stimmlich auffälligen Person mit der Software lingWAVES.

Deutlich erkennbar sind die Einschränkungen des Umfangs der Singstimme (Kontur im Hintergrund) sowie die Über- bzw. Unterschreitung der Referenzwerte für die leise Sprechstimme (S) und der Rufstimme (Δ) und die damit einhergehende mangelnden Stimmdynamik.

Die weiterführenden akustischen Analysen des Stimmschalls erfolgen anhand des Testwortes „Hase“, in welchem das /a:/ über ca. 3 Sekunden gehalten wird. Von der Software werden die Irregularitätsmaße Jitter (Schwankungen im Frequenzbereich) und Shimmer (Schwankungen der Amplitude) sowie als Maß für additives Rauschen die Glottal-to-Noise-Excitation-Ratio (GNE) bestimmt. Aufgrund softwarespezifischer Algorithmen werden – als objektive Anlehnung zur RBH-Bewertung – Irregularität, Rauschen und ein Störungsgrad ermittelt. Als unauffällig gelten Stimmen, die unter folgenden Grenzwerten liegen: Irregularität (< 1); Rauschen (< 1); Gesamtgrad (< 1); Jitter (max. 0,5%); Shimmer (max. 5,0%), GNE (max. 0,6). Die Grenzwerte sind in der Software hinterlegt.

Bei der aerodynamischen Messung wird die/der Klient:in gebeten, den Laut /a:/ so lange wie möglich bei normaler Sprechlautstärke und Tonhöhe zur Messung der maximalen Phonationszeit (MPT) zu phonieren. Die Messung wird dreimal wiederholt und der höchste Wert in Sekunden verzeichnet. Gesunde Stimmen sollten hier in der Lage sein, einen Wert > 15 s zu erreichen (Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013).

Auf Basis einzelner Werte aus der Stimmfeldmessung/-umfangsprofilmessung, den akustischen Analysen des Stimmschalls und der maximalen Phonationszeit errechnet die Software den multiparametrischen „Dysphonia Severity Index“ (DSI) zur Beschreibung der Stimmqualität bzw. des Schweregrads einer Stimmstörung. In die Berechnung fließen die maximale Tonhaldedauer (MPT), die höchste erzielte Frequenz ($F0_{\max}$) der Singstimme, die niedrigste Intensität (SPL_{\min}) der Singstimme und der Jitter-Wert in Prozentangabe nach folgender Formel ein (Wuyts *et al.* 1997; 2000):

$$DSI = 0,13 \times MPT + 0,0053 \times F0_{\max} - 0,26SPL_{\min} - 1,18 \times \text{Jitter} (\%) + 12,4$$

Die DSI-Werte können nach dem lingWAVES Benutzerhandbuch (Version 3.2 – 2017-09, S. 54) zur Beschreibung der Stimmgüte in Intervalle eingeteilt und sechs Klassen zugeteilt werden. Tabelle 1 zeigt die Klassierung der Werte. Beispielsweise gelten Stimmen mit einem Wert $> 4,4$ als unauffällig (Klasse 5)⁷.

⁷ Nawka *et al.* (2006, S. 18) geben andere Werte an: $> 4,2$ = normale Stimme; 4,2 bis $> 1,8$ = leichte Dysphonie; 1,8 bis $> 1,2$ mittelgradige Dysphonie; $\leq 1,2$ = hochgradige Dysphonie.

| Klasse | DSI-Bereich | Beschreibung |
|--------|---------------|---|
| 0 | < -2,0 | Anhaltende Dysphonie, keine Phonation möglich |
| 1 | -1,9 bis +0,3 | Sporadische, periodische Phonation, aphonische Perioden |
| 2 | +0,4 bis +2,2 | Patient kann Stimme produzieren, aber mit zahlreichen Dysphonieperioden |
| 3 | +2,3 bis +3,3 | Wenige Perioden gestörter Phonation, leichte Dysphonie |
| 4 | +3,4 bis +4,3 | Sporadische Dysphonie für kurze Momente |
| 5 | > 4,4 | Keine Dysphonie |

Tabelle 1

DSI-Klassen nach dem lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) Benutzerhandbuch (Version 3.2 – 2017-09, S. 54).

Abbildung 3 zeigt die akustischen Analysen des Stimmchalls, die Messung der maximalen Phonationszeit sowie den DSI bei einer stimmunauffälligen Person mittels der Software lingWAVES.

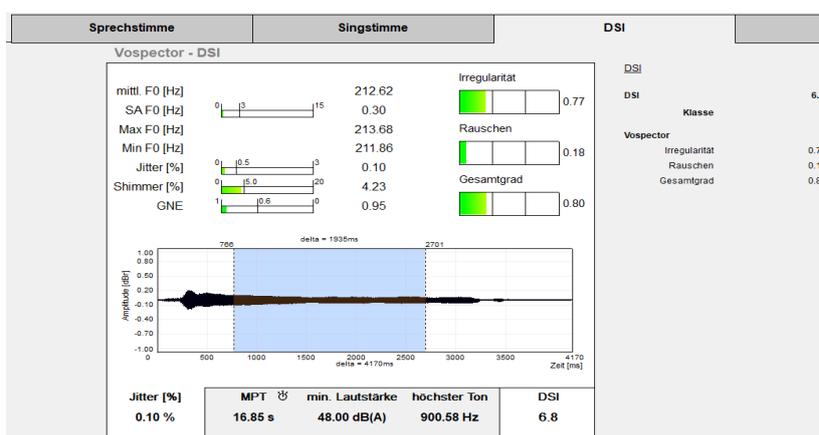


Abbildung 3

Akustische Analyse des Stimmchalls und Messung der maximalen Phonationszeit bei einer stimmlich unauffälligen Person mit der Software lingWAVES.

Im Vergleich hierzu verdeutlicht Abbildung 4 die Messergebnisse bei einer stimmlich auffälligen Person. Hier sind die Shimmer- und GNE-Werte sowie die Maße für Irregularität, Rauschen und der Störungsgesamtgrad deutlich erhöht. Die maximale Phonationszeit (MPT) liegt unterhalb von 10 Sekunden, was auf eine Pathologie hindeuten könnte (Schneider-Stickler, Bigenzahn 2013, S. 74). Der DSI-Wert beträgt 3,6 (Klasse 4), was nach dem lingWAVES Benutzerhandbuch (Version 3.2 – 2017-09, S. 54) als Anzeichen für eine „[s]poradische Dysphonie für kurze Momente“ gewertet werden kann.

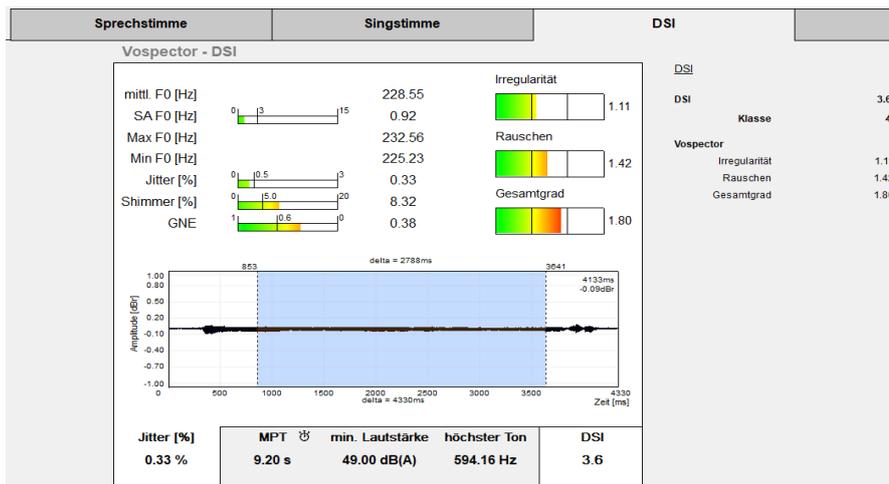


Abbildung 4

Akustische Analyse des Stimmschalls und Messung der maximalen Phonationszeit bei einer stimmlich auffälligen Person mit der Software lingWAVES.

Im weiteren Screening-Verlauf erfolgt die rhetorische Analyse. Hierfür werden die Klient:innen gebeten, einen frei gewählten Gegenstand (z. B. Inhaltsauszug aus dem letzten Referat) über eine Dauer von zwei Minuten wiederzugeben. Somit handelt es sich um einen Sprechbeitrag ohne schriftliche Grundlage, der für eine Abklärung der anfänglichen perzeptiven Einschätzung anhand des Standardlesetextes herangezogen wird. Beobungskriterien stellen generell die verbale, para- und extraverbale Ebene dar. Auf Basis dieses Eindrucks erhalten die Klient:innen auch eine kurze Rückmeldung zu ihren rederhetorischen Fähigkeiten.

Für einen ersten Überblick fasst Tabelle 2 die zentralen untersuchten und erfassten Parameter bei der Stimmscreening-Sprechstunde und die zu Grunde gelegten Referenzwerte (ohne rhetorische Analyse) noch einmal zusammen.

| Untersuchungsbereich | Referenz |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Selbsteinschätzung | |
| VDI (SSI/VHI-12) | Keine Störung |
| Perzeptive Untersuchung | |
| Körperhaltung im Stehen | euton |
| Atmung | kostoabdominal |
| RBH-Beurteilung: | $R_{max}=1$; $B=0$; $H=0$ |
| Stimmeinsätze | weich/fest |
| Stimmabsätze | weich/fest |
| Stimmansatz | vorne |

| | |
|--|--|
| Artikulation (mit Vermerk von Dialekt) | keine phonetische Störung, angemessene Kieferöffnung und Lippenbeteiligung |
| Instrumentelle Untersuchung (Sprech- und Singstimme) | |
| Sprechstimme: leisester Wert | ≤ 50 dB |
| Rufstimme: lautester Wert | > 90 dB |
| Stimmdynamik zw. leiser Sprech- und Rufstimme | > 35 dB |
| Halbtonanstieg zw. \emptyset leiser Sprech- und Rufstimme | $\leq 0,4$ HT |
| Indifferente Sprechstimmlage (normale Lautstärke) | 3 – 8 HT oberhalb der unteren Stimmgrenze |
| Anzahl der Halbtöne beim leisen Singen | > 24 HT |
| Anzahl der Halbtöne beim lauten Singen | > 24 HT |
| Minimaler Schalldruckpegel beim leisen Singen | ≤ 50 dB |
| Maximaler Schalldruckpegel beim lauten Singen | > 90 dB |
| Differenz zwischen leisem und lautem Singen in mind. einer Frequenz | > 35 dB |
| Aerodynamische Messung | |
| Maximale Phonationszeit | > 15 s |
| Multiparametrisches Verfahren | |
| Dysphonia Severity Index (DSI) | $> 4,4$ |

Tabelle 2

Untersuchungsbereiche und Referenzwerte des Stimmscreenings an der Universität Regensburg aus Gegner *et al.* (2024, S. 145).

Obwohl in der Untersuchungspraxis eine Gesamtberücksichtigung aller Bereiche für eine holistische Beschreibung der stimmlichen Situation stattfindet, bieten gerade multiparametrische Verfahren die Möglichkeit der Reduktion und Gewichtung mehrerer „als relevant definierte Stimmfunktionsparameter zu einem errechneten Index“ (Friedrich 2013, S. 78). Neben dem DSI existiert ein weiteres multiparametrisches Verfahren zur Abgrenzung von gesunden und erkrankten Stimmen sowie zur Beschreibung des Schweregrads einer Stimmstörung: der Dysphonie-Index nach Friedrich (1998). Im Gegensatz zum DSI kombiniert der Dysphonie-Index Ergebnisse der Selbstevaluation durch die/den Klient:in, der perzeptiven Einschätzung durch die untersuchende Person, der instrumentellen Untersuchung (Stimmumfang, Stimmdynamik) und der maximalen Phonationszeit. Alle Ergebnisse werden auf einer vierstufigen, diagnostischen Skala (0 = keine; 1 = geringgradig; 2 = mittelgradig; 3 = hochgradig) bewertet. Die Indexberechnung entspricht dem arithmetischen Mittel (Tab. 3).

| Untersuchungsparameter | Skala | | | |
|--|-------|--------------|--------------|------------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |
| Heiserkeit (auditive Stimmklangbeurteilung, RBH) | keine | geringgradig | mittelgradig | hochgradig |
| Stimmumfang der Singstimme in HT | > 24 | 24 – 18 | 17 – 12 | < 12 |
| Stimmdynamik = Differenz zwischen leiser Sprechstimme und Rufstimme in dB (A) | > 45 | 45 – 35 | 34 – 25 | < 25 |
| Tonhaldedauer in Sekunden | > 15 | 15 – 11 | 10 – 7 | < 7 |
| Kommunikative Beeinträchtigung | keine | gering | mäßig | stark |
| Dysphonie-Index ($\Sigma/5$) | | | | |

Tabelle 3
Dysphonie-Index nach Friedrich 1998, S. 15.

Die kommunikative Stimmbeeinträchtigung wird mit folgender Skala erfragt:

| Skala | Beschreibung |
|-------|--|
| 0 | Keine kommunikative Beeinträchtigung |
| 1 | Keine Beeinträchtigung in der alltäglichen, sozialen Kommunikation; geringe Einschränkung bei verstärkter Stimmbelastung bzw. erhöhter Stimmanforderung |
| 2 | Geringe Beeinträchtigung in der alltäglichen, sozialen Kommunikation; starke Einschränkung bei verstärkter Stimmbelastung bzw. erhöhter Stimmanforderung, Stimme nicht belastbar |
| 3 | Starke Einschränkung auch in der alltäglichen Kommunikation, Sozialkontakte beeinträchtigt |

Tabelle 4
Bewertung der kommunikativen Stimmbeeinträchtigung nach Friedrich 1998, S. 11.

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, können alle Werte aus der Stimmscreening-Untersuchung, wie sie an der Universität Regensburg durchgeführt wird, gewonnen werden. Lediglich die von Friedrich (1998) eingesetzte Selbsteinschätzung zur kommunikativen Beeinträchtigung aufgrund einer Stimmproblematik muss ersetzt werden.

Da in diesem Artikel besonders die digital gestützte Analyse der stimmlichen Leistungsfähigkeit, wie sie an einer Hochschule umgesetzt werden kann, im Fokus steht, werden in der Folge die Ergebnisse aus einer Teiluntersuchung von Gegner (2021) vorgestellt. Sie betreffen den Vergleich zwischen den multiparametrischen Verfahren des „Dysphonia Severity Index

(DSI)“ und des „Dysphonie-Index nach Friedrich (1998)“ zur Beurteilung der stimmlichen Leistungsfähigkeit einer studentischen Stichprobe.

4. Ergebnisse zur Stimmleistungsbewertung

Die Untersuchung von Gegner (2021) verfolgte das Ziel, den Prozentsatz an stimmlich auffälligen Lehramtsstudierenden mit dem Unterrichtsfach Deutsch zu identifizieren und die Fragen zu beantworten, über welche rederhetorischen und sprechkünstlerischen Fähigkeiten und Fertigkeiten die Studierenden verfügen. Überdies sollte überprüft werden, ob ein Zusammenhang zwischen der stimmlichen Leistungsfähigkeit der Studierenden und ihren rederhetorischen bzw. sprechkünstlerischen Kompetenzen besteht. Die Konzeptualisierung und Operationalisierung der Konstrukte zur sprechkünstlerischen und rederhetorischen Leistung sowie die Ergebnisse zu diesen Teiluntersuchungen werden bei Gegner (2021) und Gegner und Schilcher (2022) dargestellt.

4.1. Untersuchungsdesign

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurde der geschilderte Screeningablauf (vgl. 3.2.2) modifiziert. Zum einen wurde ein zusätzlicher Untersuchungsblock in den Ablauf integriert, der die Erhebung der sprechkünstlerischen Fähigkeiten anhand der Textvorlage „Erlkönig“ ermöglichte. Zum anderen wurde für die stimmliche Selbsteinschätzung der Studierenden ein eigener Fragebogen zu 13 symptomassoziierten Beschwerden konzipiert, deren Vorkommenshäufigkeit auf einer vierstufigen Skala eingeschätzt werden sollte („nie“, „selten“, „manchmal“, „häufig“): Heiserkeit, Stimmversagen, Stimmmüdigkeit, Schmerzen beim Sprechen, Räusperzwang, Druckgefühl, Engegefühl im Halsbereich, Kloßgefühl im Halsbereich, Kratzen im Halsbereich, Schluckzwang, Brennen im Halsbereich, Mundtrockenheit, Luftmangel beim Sprechen (zur Konstruktion: Gegner 2021, S. 93f.). Dieses Vorgehen erfolgte primär aus zwei Gründen. Zum einen sollten die Studierende nicht durch die Erfragung nach dem Vorhandensein einer Stimmstörung, wie im VHI, eingeschüchtert werden. Zum anderen ist davon auszugehen, dass sich ein stimmliches Selbstkonzept erst im Verlauf der Ausbildung und mit dem Erleben stimmlicher Belastungssituationen etabliert und somit bei Studienanfänger:innen noch nicht ausdifferenziert ist (Krauser *et al.* 2018; Schiller 2017).

Der Untersuchungsablauf orientierte sich an der unter 3.2.2. geschilderten Reihenfolge und war bei allen Teilnehmenden derselbe. Die Studierenden wurden gebeten, gesund zum Termin zu erscheinen und andernfalls einen Ersatztermin zu vereinbaren. Für die wissenschaftliche

Analyse wurde die Einwilligung jeder/jedes Studienteilnehmer:in eingeholt. Die perzeptive Beurteilung des Stimmklangs der Studierenden wurde von zwei Sprecherziehern und einer Sprecherzieherin im Gruppenurteil im Nachgang zu den Screeningsitzungen gefällt. Als Kontrollhörer fungierte ein klinischer Sprechwissenschaftler. Für die Analyse wurde das Statistikprogramm IBM®SPSS® Version 25 benutzt.

4.2. Stichprobe

Die folgende Darstellung basiert auf einer Stichprobe der ersten 204 Studierenden, die das Stimmscreening-Angebot an der Universität Regensburg ab dem Wintersemester 2010/11 in Anspruch genommen haben. Die Rekrutierung erfolgte durch Bewerbung des Angebots „Stimmscreening für Lehramtsstudierende“ in Einführungsveranstaltungen zur „Didaktik der deutschen Sprache und Literatur“. Die Studienteilnahme erfolgte durch Selbstselektion.

Die untersuchte Stichprobe umfasst 167 weibliche (81,9%) und 37 männliche Studierende (18,1%). Von den 204 Studierenden gaben 198 ihr Alter an: Die Altersspanne erstreckt sich von 18 bis 47 Jahren mit einem durchschnittlichen Alter von $M = 22,56$ ($SD = 3,28$; $Median = 22$; $Modus = 21$) Jahren. 178 Studierende nannten ihr Fachsemester. Die Fachsemesterzahl erstreckt sich vom 1. Semester bis zum 13. Semester mit einer durchschnittlichen Semesteranzahl von $M = 3,72$ ($SD = 2,64$; $Median = 3$; $Modus = 1$).

Für die Berechnung des „Dysphonia Severity Index“ stehen aufgrund eines beschädigten Stimmfeld Datensatzes die Daten von 203 Studierenden zur Verfügung. Aufgrund fehlender Werte bei der Beantwortung aller 13 symptomassozierten Fragen des konstruierten Fragebogens in der Untersuchung von Gegner (2021) können für die Berechnung des „Dysphonie-Index nach Friedrich“ die Daten von 198 Studierenden herangezogen werden.

4.3. Ergebnisse der „Dysphonia Severity Index“-Berechnung

Im Folgenden werden die Ergebnisse zu den Werten, die für die Berechnung des „Dysphonia-Severity-Index“ benötigt werden, berichtet. Dies sind im Einzelnen: höchste erzielte Frequenz ($F0_{max}$) der Singstimme, niedrigste Intensität (SPL_{min}) der Singstimme, die maximale Tonhaldedauer (MPT) und der Jitter-Wert in Prozentangabe (Wuyts *et al.* 1997, 2000). Tabelle 5 zeigt die deskriptive Statistik der genannten Werte.

| | | <i>Min</i> | <i>Max</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
|------------------------------------|--------|------------|------------|----------|-----------|
| F_{0max} in Hz | Männer | 392,00 | 1188,30 | 696,57 | 149,39 |
| | Frauen | 392,00 | 1365,00 | 961,46 | 202,16 |
| | Gesamt | 392,00 | 1365,00 | 913,18 | 218,79 |
| SPL_{min} in dB (A) | Männer | 43,00 | 58,00 | 50,41 | 3,58 |
| | Frauen | 43,00 | 60,00 | 49,61 | 3,34 |
| | Gesamt | 43,00 | 60,00 | 49,76 | 3,39 |
| MPT in Sekunden | Männer | 11,55 | 42,40 | 23,47 | 7,96 |
| | Frauen | 7,60 | 38,85 | 17,71 | 5,30 |
| | Gesamt | 7,60 | 42,40 | 18,76 | 6,26 |
| Jitter in Prozent | Männer | 0,05 | 1,79 | 0,21 | 0,30 |
| | Frauen | 0,05 | 2,89 | 0,32 | 0,47 |
| | Gesamt | 0,05 | 2,89 | 0,30 | 0,45 |
| DSI-Wert | Männer | 1,50 | 9,30 | 5,79 | 1,69 |
| | Frauen | 0,30 | 11,50 | 6,53 | 1,98 |
| | Gesamt | 0,30 | 11,50 | 6,39 | 1,95 |

Bem.: Männer ($n = 37$); Frauen ($n = 166$); Gesamt ($N = 203$); *Min*: Minimum; *Max*: Maximum; *M*: Mittelwert; *SD*: Standardabweichung

Tabelle 5

Deskriptive Werte zur Berechnung des „Dysphonia Severity Index“ ($N = 203$).

Hinsichtlich der höchsten erzielten Frequenz bei der Singstimme erreichten die weiblichen Studierenden im Durchschnitt höhere Werte ($M_{weibl.} = 961,44$ Hz; $SD = 202,16$ Hz; $Range = 392$ Hz – 1365 Hz) als die männlichen Studierenden ($M_{männl.} = 696,57$ Hz; $SD = 149,39$ Hz; $Range = 392$ Hz – 1188,30 Hz). In Bezug auf den minimalen Schalldruckpegel der Singstimme erreichten weibliche Studierende durchschnittlich nur wenig geringere Werte ($M_{weibl.} = 49,61$ dB (A); $SD = 3,34$ dB (A); $Range = 43$ dB (A) – 60 dB (A)) als ihre männlichen Kommilitonen ($M_{männl.} = 50,41$ dB (A); $SD = 3,58$ dB (A); $Range = 43$ dB (A) – 58 dB (A)). Bei der aerodynamischen Messung verfügten die männlichen Studierenden durchschnittlich über eine längere maximale Phonationszeit ($M_{männl.} = 23,74$ s; $SD = 7,96$ s; $Range = 11,55$ s – 42,40 s) als die weiblichen Studierenden ($M_{weibl.} = 17,71$ s; $SD = 5,30$ s; $Range = 7,60$ s – 38,85 s). Bei der Jitter-Messung fielen weibliche Studierende im Durchschnitt über einen höheren Jitter-Wert in Prozent ($M_{weibl.} = 0,32$; $SD = 0,47$; $Range = 0,05$ – 2,89) als die männlichen Studierenden ($M_{männl.} = 0,21$; $SD = 0,30$; $Range = 0,05$ – 1,79) auf.

Anhand der eben berichteten Werte wird nach der unter 3.2.2. genannten Formel der DSI als multiparametrisches Verfahren zur Beschreibung der Stimmfunktion berechnet. Im Durchschnitt zeigten die weiblichen Studierenden hier höhere Werte ($M_{weibl.} = 6,53$; $SD = 1,98$; $Range = 0,30$ – 11,50) als die männlichen Studierenden ($M_{männl.} = 5,79$; $SD = 1,69$; $Range = 1,50$ – 9,30). Die Grenzwerte des DSI erstrecken sich von -5 für sehr pathologische Stimmen bis hin zu +5 für normale Stimmen, wobei diese Werte

auch deutlich über- bzw. unterschritten werden können. Im Durchschnitt liegen die Werte der weiblichen und männlichen Studierenden in dieser Untersuchung über dem Wert von +5. Allerdings zeigen die Minimalwerte, dass die Kennwerte für normale Stimmen auch teilweise deutlich unterschritten wurden. Nach dem lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) Benutzerhandbuch (Tabelle 1) können die ermittelten Werte Intervallen zugeordnet und in folgende diagnostische Skala überführt werden:

| Skala | Männer (n = 37) | | Frauen (n = 166) | | Gesamt (N = 203) | |
|-------|---------------------|---------|---------------------|---------|---------------------|---------|
| | absolute Häufigkeit | Prozent | absolute Häufigkeit | Prozent | absolute Häufigkeit | Prozent |
| 5 | 31 | 83,8% | 144 | 86,7% | 175 | 86,2% |
| 4 | 4 | 10,8% | 13 | 7,8% | 17 | 8,4% |
| 3 | 1 | 2,7% | 5 | 3,0% | 6 | 3,0% |
| 2 | 1 | 2,7% | 4 | 2,4% | 5 | 2,5% |
| 1 | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |
| 0 | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% | 0 | 0,0% |

Bem.: 5 = keine Dysphonie (> 4,4); 4 = sporadische Dysphonie (+3,4 bis +4,3); 3 = leichte Dysphonie (+2,3 bis +3,3); 2 = zahlreiche Dysphonieperioden (+0,4 bis +2,2); 1 = sporadische, periodische Phonation (-1,9 bis +0,3); 0 = anhaltende Dysphonie (< -2,0).

Tabelle 6

Prozentuale Verteilung der untersuchten Stichprobe (N = 203) in Bezug auf die DSI-Klassen nach dem lingWAVES Voice Diagnostic Center (VDC) Benutzerhandbuch (Version 3.2 – 2017-09, S. 54) aus Gegner (2021, S. 297).

Demnach verfügten 86,2% der 203 Studierenden (Männer: 83,8%; Frauen: 86,7%) zum Untersuchungszeitpunkt über eine normale Stimmfunktion (keine Dysphonie). Durch eine sporadische Dysphonie für kurze Momente fielen 8,4% der Studierenden auf (Männer: 10,8%; Frauen 7,8%). Durch eine leichte Dysphonie 3,0% der Studierenden (Männer: 2,7%; Frauen: 3,0%). Zahlreiche Dysphonieperioden wurden bei 2,5% der Studierenden (Männer: 2,7%; Frauen: 2,4%) ermittelt. Niemand fiel zum Untersuchungszeitpunkt durch sporadische, periodische Phonation oder eine anhaltende Dysphonie auf.

4.4. Ergebnisse der adaptierten Dysphonie-Index-Berechnung nach Friedrich

Für eine bessere Lesbarkeit werden die einzelnen diagnostischen Bereiche für die Indexberechnung nach Friedrich (1998) separat berichtet (Tabelle 4): (1) auditive Stimmklangbeurteilung nach der RBH-Klassifikation; (2) Stimmumfang der Singstimme in HT; (3) Stimmdynamik zwischen leiser Sprechstimme und Rufen in dB; (4) maximale Tonhaltedauer in Sekunden; (5)

Subjektive Einschätzung anhand des konstruierten Fragebogens zu 13 symptomassoziierten Beschwerden. Der Index entspricht dem arithmetischen Mittel.

4.4.1. Ergebnisse zur auditiven Stimmklangbeurteilung

Im Folgenden wird zuerst das Gruppenurteil zur Heiserkeitsbewertung der untersuchten Stichprobe durch die Expert:innengruppe aus Sprechwissenschaft und Sprecherziehung wiedergegeben.

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|--|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Auditive | 0 | 73,0% | 33,5% | 40,9% |
| Stimmklang- beurteilung nach RBH | 1 | 27,0% | 54,7% | 49,5% |
| | 2 | 0,0% | 11,8% | 9,6% |
| | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: 0 = unauffällig, 1 = gering auffällig, 2 = mittelgradig auffällig, 3 = hochgradig auffällig.

Tabelle 7

Heiserkeitsbeurteilung der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, wurde von den Expert:innen der Stimmklang bei 40,9% der 198 untersuchten Studierenden (Männer: 73,0%; Frauen: 33,5%) als euphon zum Untersuchungszeitpunkt beschrieben. Der Stimmklang von 49,5% (Männer: 27,0%; Frauen: 54,7%) wurde als geringgradig und von 9,6% (ausschließlich Frauen: 11,8%) als mittelgradig heiser eingestuft. Niemand fiel durch eine hochgradige Heiserkeit auf.

4.4.2. Ergebnisse zum Stimmumfang

In Tabelle 8 finden sich die erreichten Halbtöne bei der Untersuchung der Singstimme. Die Halbtonanzahl wird vom tiefsten zum höchsten möglichen Ton auf Basis der Singstimmleistung durch lingWAVES errechnet (ohne Unterscheidung zwischen lauter und leiser Singstimme).

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|----------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Stimmumfang | 0 | 100% | 95,0% | 96,0% |
| der Singstimme | 1 | 0,0% | 5,0% | 4,0% |
| in Halbtönen | 2 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| (HT) | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: Stimmumfang: 0 = > 24 HT, 1 = 24 – 18 HT, 2 = 17 – 12 HT, 3 = < 12 HT.

Tabelle 8

Erreichte Halbtonanzahl der Singstimme der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

Von den 198 analysierten Studierenden erreichten 96,0% (Männer: 100%; *Range*: 26 HT – 47 HT; Frauen: 95,0%; *Range*: 25 HT – 41 HT) die geforderte Halbtonanzahl der Singstimme von > 24 HT. Lediglich 4,0% unterschritten diesen Wert (ausschließlich Frauen; *Range*: 19 HT – 24 HT). Niemand fiel durch einen geringeren Umfang der Singstimme als 19 HT auf.

4.4.3. Ergebnisse zur Stimmdynamik

Die Stimmdynamik wird nicht durch die Software ermittelt, sondern muss durch die Differenz des Schalldruckpegels der Rufstimme und des leisest möglichen Tons der Sprechstimme ermittelt werden. Die errechneten Werte wurden den Intervallen nach Friedrich (1998) zugeordnet (Tabelle 9).

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|----------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Stimmdynamik | 0 | 83,8% | 81,4% | 81,8% |
| (dB) zwischen | 1 | 16,2% | 18,6% | 18,2% |
| leiser Sprech- | 2 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| und Rufstimme | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: Stimmdynamik: 0 = > 45 dB, 1 = 45 – 35 dB, 2 = 34 – 25 dB, 3 = < 25 dB.

Tabelle 9

Erreichte Stimmdynamik zwischen leiser Sprech- und Rufstimme der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

81,8% der untersuchten Studierenden (Männer: 83,8%; *Range*: 46 dB – 61 dB; Frauen 81,4%; *Range*: 46 dB – 64 dB) wiesen eine unauffällige Stimmdynamik von > 45 dB zwischen der leisen Sprech- und Rufstimme auf. 18,2% (Männer 16,2%; *Range*: 42 dB – 44 dB; Frauen 18,6%; *Range*: 38 dB – 45 dB) unterschritten diesen Wert. Niemand verfügte über eine niedrigere Stimmdynamik als 38 dB.

4.4.4. Ergebnisse zur Tonhaldedauer

Über die maximale Tonhaldedauer der Studierenden wurde bereits bei der DSI-Berechnung berichtet. Hier erfolgt die Klassierung der Ergebnisse in die Intervallskala nach Friedrich (1998):

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|---------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Tonhaldedauer | 0 | 91,9% | 64,6% | 69,7% |
| | 1 | 8,1% | 28,0% | 24,2% |
| | 2 | 0,0% | 7,5% | 6,1% |
| | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: Tonhaldedauer: 0 = > 15 s, 1 = 15 – 11 s, 2 = 10 – 7 s, 3 = < 7s.

Tabelle 10

Erreichte Tonhaldedauer der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

Von den 198 Studierenden erreichten 69,7% eine Tonhaldedauer von > 15 Sekunden (Männer: 91,9%; *Range*: 15,25 s – 42,40 s; Frauen: 64,6%; *Range*: 15,35 s – 38,85 s). 24,2% der Studierenden fielen durch eine verminderte Tonhaldedauer von 15 bis 11 Sekunden auf (Männer: 8,1%; *Range*: 14,30 s – 11,55 s; Frauen: 28,0%; *Range*: 14,95 s – 11,15 s). 6,1% der Studierenden (ausschließlich Frauen; *Range*: 10,95 s – 7,60 s) fielen durch eine deutlich verkürzte Tonhaldedauer von < 11 s auf.

4.4.5. Ergebnisse zur Selbsteinschätzung

Die wahrgenommene kommunikative Stimmbeeinträchtigung wurde durch die durchschnittliche Häufigkeitsangabe zu 13 symptomassozierten Beschwerden ersetzt. Tabelle 11 zeigt die durchschnittliche Beschwerdehäufigkeit in der Einteilung nach Friedrich (1998).

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|---------------------------|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Subjektive Beschwerden | 0 | 45,9% | 36,0% | 37,9% |
| | 1 | 54,1% | 59,0% | 58,1% |
| | 2 | 0,0% | 5,0% | 4,0% |
| | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: Subjektive Beschwerden (Durchschnitt aus 13 subjektiven, symptomassoziierten Beschwerden): 0 = nie, 1 = selten, 2 = manchmal, 3 = häufig;

Tabelle 11

Durchschnittliche Beschwerdehäufigkeit der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

Demnach bemerken durchschnittlich 37,9% der Studierenden (Männer 45,9%; Frauen 36,0%) keine subjektiven Beschwerden. 58,1% (Männer 54,1%; Frauen 59,0%) klagten „selten“ und 4,0% der Studierenden „manchmal“ (ausschließlich Frauen) über symptomassoziierte Beschwerden. Niemand nahm durchschnittlich „häufig“ Beschwerden zum Untersuchungszeitpunkt war.

4.4.6. Ergebnisse zur Indexberechnung nach Friedrich

Der Index zur Bestimmung des Schweregrads einer Stimmstörung berechnet sich als arithmetisches Mittel aus den fünf Bereichen: auditive Stimmklangbeurteilung, Stimmumfang, Stimmdynamik, Tonhaltedauer und subjektive Beschwerden. Für die untersuchte Stichprobe ergibt sich folgendes Ergebnis (Tabelle 12):

| Bereich | Punkte | Männer (<i>n</i> = 37) | Frauen (<i>n</i> = 161) | Gesamt (<i>N</i> = 198) |
|---|--------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Prozent | Prozent | Prozent |
| Dysphonie- Index (Summe/5) | 0 | 94,6% | 64,0% | 69,7% |
| | 1 | 5,4% | 36,0% | 30,3% |
| | 2 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |
| | 3 | 0,0% | 0,0% | 0,0% |

Bem.: Dysphonie-Index: 0 = keine Dysphonie, 1 = geringgradige Dysphonie, 2 = mittelgradige Dysphonie, 3 = hochgradige Dysphonie.

Tabelle 12

Dysphonie-Index Berechnung der untersuchten Stichprobe (*N* = 198) aus Gegner (2021, S. 281); Gegner *et al.* (2024, S. 150).

Laut der adaptierten Indexberechnung nach Friedrich (1998) wiesen zum Untersuchungszeitpunkt von den 198 in die Analyse einbezogenen

Studierenden 69,7% keine und 30,3% (Männer: 5,4%; Frauen: 36%) eine geringgradige Dysphonie auf. Eine mittel- oder hochgradige Dysphonie konnte bei niemandem festgestellt werden.

4.5. Zusammenfassung

In der Gegenüberstellung der Ergebnisse des „Dysphonia Severity Index“ und der adaptierten Indexberechnung des „Dysphonie-Index nach Friedrich“ (1998) fällt ein deutlicher Unterschied hinsichtlich der als stimm auffällig eingestuften Studierenden bei Gegner (2021) auf:

Während bei der DSI-Berechnung nach lingWAVES lediglich 13,9% der einbezogenen 203 Studierenden als stimmlich auffällig eingestuft werden (8,4%: sporadische Dysphonie; 3,0%: leichte Dysphonie; 2,5%: zahlreiche Dysphonieperioden), identifizierte die Indexberechnung nach Friedrich (1998) bei 30,3% der einbezogenen 198 Studierenden eine geringgradige Dysphonie. Bereits Nawka und Wirth (2008, S. 178) geben hinsichtlich des DSI zu bedenken, dass dieser „besonders bei funktionellen und psychogenen Dysphonien [...] durchaus im Normalbereich liegen kann, obwohl die Stimme nicht tragfähig und belastbar ist“. Diesen Nachteil scheint die Indexberechnung nach Friedrich durch die Integration einer Selbsteinschätzung und einer perceptiven Einschätzung des Stimmklangs durch die/den Untersuchenden auszuräumen. Gerade diese Kombination subjektiver und quasi-objektiver Untersuchungsmethoden erlaubt es, einen „zusammenfassenden, synoptischen Eindruck der stimmlichen Leistungsfähigkeit bzw. Beeinträchtigung“ (Friedrich 1998, S. 14) der untersuchten Person abzubilden. Obwohl die softwarebasierte Berechnung des DSI in der Untersuchungspraxis die praktikablere und ökonomische scheint, steht doch bei einer präventiven Untersuchung an einer Hochschule die Beurteilung der stimmlichen Leistungsfähigkeiten für einen zukünftigen Sprechberuf im Vordergrund. Aus diesem Grund scheinen rein instrumentell-akustisch erfasste Parameter wie beim DSI die stimmliche Leistungsfähigkeit nicht gänzlich abzubilden. Aus diesem Grund werden in der Stimmscreening-Sprechstunde an der Universität Regensburg auch die anderen in Tabelle 2 aufgeführten Untersuchungsparameter berücksichtigt, obwohl viele von ihnen nicht in ein multiparametrisches Verfahren einfließen. Bei der untersuchten Stichprobe in der Untersuchung von Gegner (2021) zeigte sich zudem, dass von den 203 Studierenden 33,5% (10 Männer; 58 Frauen) den Referenzwert von ≤ 50 dB (A) bei der leisen Sprechstimme (*Range*: 51 dB (A) – 58 dB (A)) überschritten. Hinsichtlich der Lage der indifferenten/ungespannten Sprechstimmlage fielen 25,1% der Studierenden auf (8 Männer, 43 Frauen). Sie überschritten die normgerechte Lage von 3 – 8 HT oberhalb der unteren Grenze des Stimmumfangs (*Range*: 9 HT – 15 HT). Als interessanter Nebenfund kann angeführt werden, dass hinsichtlich der Vortragstimmlage (der

vorherrschenden Arbeitsstimmelage von Lehrkräften) 37,4% (16 Männer; 60 Frauen) der Studierenden durch eine zu starke Tonhöhenzunahme im Vergleich zur erreichten Lautstärke auffielen. Viele Studierende wurden lediglich höher, aber kaum oder gar nicht lauter. Dies kann auf einen unphysiologischen Gebrauch der lauten Sprechstimme hinweisen, der eine Überbelastung der Stimmfunktion im späteren Berufsalltag begünstigen kann (Gegner 2021).

Aus diesem Grund wäre es wünschenswert, dass weitere Instrumente zur Beurteilung der stimmlichen Leistungsfähigkeit entwickelt werden, um bereits im Studium stimmlich auffällige Studierende zu identifizieren und ihnen die Chance zu geben, sich bestmöglich auf die stimmlichen Anforderungen ihres späteren Berufes vorzubereiten.

5. Fazit und Ausblick

Gerade für Studierende ohne Kenntnis eines physiologischen Stimmgebrauchs (Meuret 2017) und mit mangelnder stimmlicher Leistungsfähigkeit erhöht sich das Risiko, im Laufe ihres späteren Berufslebens eine Stimmstörung zu entwickeln (Schneider *et al.* 2004). Eine Prognose, die besonders angesichts des gegenwärtigen Lehrkräftemangels Anlass zur Sorge gibt und zum Umdenken in der Lehrkräfteaus- und -weiterbildung anregt. So unterstreicht auch eine Umfrage unter bayerischen Lehrkräften im Schuldienst ($N = 499$), dass ca. 40% ihre Stimme an einem typischen Unterrichtstag als beeinträchtigt (leicht-, mittel- und hochgradig) wahrnehmen und sich eine bessere und kontinuierliche Ausbildung in den Bereichen Stimme und Sprechen wünschen (Fröhlich-Necker 2021). In vielen Teilen Deutschlands (Eidenmüller 2016) und in Italien (Angelillo *et al.* 2009) findet derzeit keine Vorbereitung von Lehramtsstudierenden auf ihren stimm- und sprechintensiven Beruf statt. Aus diesem Grund sollten Präventionsangeboten wie Stimm screenings und Stimmtrainingsprogramme bereits in die Curricula der Lehramtsstudiengänge integriert und auch für die weiteren Phasen der Lehrkräftebildung angedacht werden. Ergebnisse zu den positiven Auswirkungen von Stimmtrainingsprogrammen auf die Stimmqualität von Lehrkräften liegen bereits vor (Richter *et al.* 2017), wobei sich auch anhaltende Effekte zeigen (Nusseck *et al.* 2021). Herausfordernd bei der Implementierung von derartigen Trainingsprogrammen scheinen besonders der Mangel an Ressourcen und die Umsetzung eines flächendeckenden Angebots zu sein. Vor dem Hintergrund der Digitalisierung (Jude *et al.* 2020) an Schulen ist es nur folgerichtig, dieses Potential auch im Sinne der Lehrkräftegesundheit zu nutzen. Ziel eines Forschungsprojekts an der Universität Regensburg in Kooperation mit dem Arbeitsmedizinischen Institut für Schulen in Bayern (AMIS-Bayern) ist es daher, eine App zur Stimmhygiene und -prophylaxe für bayerische Lehrkräfte

zu entwickeln und zu evaluieren: „ReSt-Regensburger Stimmtraining“. Das interdisziplinäre Vorhaben der Fächer Educational Data Science, Sprechwissenschaft/Sprecherziehung und Medizinische Psychologie soll die momentan auf Präsenz ausgelegten Trainingsprogramme auch digital verfügbar machen und somit eine Versorgungs- und Betreuungslücke schließen.

Bionote: Gegner, Christian, Dr., Sprecherzieher Univ./DGSS., Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrgebiet Mündliche Kommunikation und Sprecherziehung, Mitglied des Communication and Voice Centers for Teachers (CoVoC-T) an der Universität Regensburg, Arbeitsschwerpunkte: Stimme und Sprechen im Lehrberuf, Stimmscreening für Lehramtsstudierende, Entwicklung und Evaluation des Regensburger Stimmtrainings (ReSt), Rede- und Gesprächsrhetorik, Phonetik.

Author's address: christian.gegner@ur.de

Literatur

- Angelillo M., Di Maio G., Costa G., Angelillo N. and Barillari U. 2009, *Prevalence of occupational voice disorders in teachers*, in “Journal of Preventive Medicine and Hygiene” 50 [1], pp. 26-32.
- Beise M. 2023, *Lehrermangel: Das Lehren der anderen*. <https://www.sueddeutsche.de/politik/lehrermangel-deutschland-europa-frankreich-italien-pisa-finnland-schweiz-ungarn-1.5746408> (16.01.2024).
- Brockmann-Bausser M. and Bohlender J. 2014, *Praktische Stimm diagnostik. Theoretischer und praktischer Leit faden* (= Forum Logopädie), Thieme, Stuttgart.
- Byeon H. 2019, *The Risk Factors Related to Voice Disorder in Teachers: A Systematic Review and Meta-Analysis*, in “International Journal of Environmental Research and Public Health” 16 [19], 3675. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193675>.
- Christmann B., Meißner B. and von Laguna K. 2024, *Stimm screening an der RWTH Aachen. Die Entstehung des obligatorischen Modulbausteins*, in Schnebel S., Grassinger R., Visotschnig M.S., Wiedenhorn, T. and Janssen M. (Hrsg.), *Begleitung und Beratung – Konzepte zur Unterstützung professioneller Entwicklung im Lehramtsstudium*, Waxmann, Münster, S. 119-130.
- Dejonckere P., Bradley P., Clemente P., Cornut G., Crevier-Buchman L., Friedrich G., Van de Heyning P., Remacle M. and Woisard V. 2001, *A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of European Laryngological Society (ELS)*, in “European Archives of Oto-Rhino-Laryngology” 258 [2], pp. 77-82.
- Eichel H.W. 2015, *HNO-Heilkunde, Phoniatrie und Pädaudiologie für Sprachtherapeuten*, Urban & Fischer, München.
- Eidenmüller C. 2016, *Zur Prävalenz von Stimmstörungen in Lehrberufen*, in „Praxis Sprache“ 61, S. 105-110.
- Friedrich G. 1998, *Stimm diagnostik in der Praxis*, in „Logopädie/Diplom Logopädinnen, Verband für Wien, Niederösterreich und Burgenland“ 4, S. 8-16.
- Friedrich G. 2013, *Stimm diagnostik*, in Friedrich G., Bigenzahn W. and Zorowka P. (Hrsg.), *Phoniatrie und Pädaudiologie. Einführung in die medizinischen, psychologischen und linguistischen Grundlagen von Stimme, Sprache und Gehör*, Huber, Bern, S. 67-84.
- Fröhlich-Necker J. 2021, *Selbsteinschätzung der Stimm situation bayerischer Lehrer:innen* (= unveröffentlichte Masterarbeit an der Universität Regensburg).
- Gassull C., Casanova C., Botey Q. and Amador M. 2010, *The impact of the reactivity to stress in teachers with voice problems*, in “Folia Phoniatica et Logopaedica” 62 [1-2], pp. 35-39.
- Gegner C. 2020, *Stimm screening zur Feststellung der stimmlichen Leistungsfähigkeit bei Lehramtsstudierenden an Universitäten. Ein Vorschlag zu möglichen Bestandteilen und Klassierung von Untersuchungsergebnissen*, in Kranich W. (Hrsg.), *Sprechwissenschaft heute* (= Sprache und Sprechen, Band 52), Schneider, Baltmannsweiler, S. 149-159.
- Gegner C. 2021, *Mündliche Kompetenzen von Lehramtsstudierenden: Stimmliche Leistungsfähigkeit, rederhetorische und sprechkünstlerische Kompetenzen bei künftigen Deutschlehrkräften*, Frank & Timme, Berlin.
- Gegner C. and Schilcher A. 2022, *Mündliche Performanz im Lehramtsstudium: eine Übungslücke? Zur Notwendigkeit stimm- und sprechpraktischer Anteile im Lehramtsstudium*, in Heins J., Kleinschmidt-Schinke K., Wieser D. and Wiesner E.

- (Hrsg.), *Üben. Theoretische und empirische Perspektiven in der Deutschdidaktik* (= SLLD, Band 5), S. 151-181. <https://doi.org/10.46586/SLLD.248>.
- Gegner C., Sabath C. and Schilcher A. (2024), *Stimm-screening für Lehramtsstudierende im Projekt KOLEG2 an der Universität Regensburg. Ein Angebot des Communication and Voice Centers for Teachers (CoVoC-T)*, in Schnebel S., Grassinger R., Visotschnig M.S., Wiedenhorn, T. and Janssen M. (Hrsg.), *Begleitung und Beratung – Konzepte zur Unterstützung professioneller Entwicklung im Lehramtsstudium*, Waxmann, Münster, S. 133-156.
- Hacki T. 1999, *Tonhöhen- und Intensitätsbefunde bei Stimmgeübten. Vergleichende Sprechstimmfeld-, Rufstimmfeld- und Singstimmfeldmessung*, in: „HNO“ 47, S. 809-815.
- Hahn V. 2009, *Myofunktionelle Störungen*, in Grohnfeldt M. (Hrsg.), *Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie, Band 2, Erscheinungsformen und Störungsbilder*, Kohlhammer, Stuttgart, S. 327-339.
- Hazlett D.E., Duffy O.M. and Moorhead S.A. 2011, *Review of the Impact of Voice Training on the Vocal Quality of Professional Voice Users: Implications for Vocal Health and Recommendations for Further Research*, in “Journal of Voice” 25 [2], pp. 181-191.
- Hillegeist K. and Thomas F. 2024, *Stimm- und Sprechscreening als Steuerungsinstrument für Lehramtsstudierende. Professionalisierung für den Sprechberuf*, in Schnebel S., Grassinger R., Visotschnig M.S., Wiedenhorn, T. and Janssen M. (Hrsg.), *Begleitung und Beratung – Konzepte zur Unterstützung professioneller Entwicklung im Lehramtsstudium*, Waxmann, Münster, S. 97-118.
- Hukelmann V. 2009, *Jede Stimme zählt. Eine Untersuchung zu stimmpräventiven Maßnahmen für Lehramtsstudierende an deutschen Hochschulen*, in „sprechen“ 29 [55], S. 31-44.
- Hwa Chen, S., Chiang S.-C., Chung Y.-M., Hsiao L.-C. and Hsiao T.-Y. 2010, *Risk Factors and Effects of Voice Problems for Teachers*, in “Journal of Voice” 24 [2], pp.183-192.
- Jude N., Ziehm J., Goldhammer F., Drachslers H. and Hasselhorn M. 2020, *Digitalisierung an Schulen – eine Bestandsaufnahme*, DIPF| Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation, Frankfurt am Main.
- Krauser E., Berschin G. and Seibert N. 2018, *Stimme und stimmliche Belastung im Selbstkonzept von Lehrkräften und Lehramtsstudierenden*, in Angerer P., Muth T. (Hrsg.), *DGAUM – 58. Wissenschaftliche Jahrestagung 2018. Arbeiten im Alter. Arbeit im Gesundheitswesen. Arbeit mit chronischen Erkrankungen*, S. 115-119. https://www.dgaum.de/fileadmin/pdf/Jahrestagung/2010-2018/DGAUM_2018_Kongressdokumentation.pdf (16.01.2024).
- Lange J. and Appel J. 2014, *Stimmig unterrichten. Eine Analyse der Sprecherziehung im Lehramtsstudium aus logopädischer Sicht*, in „sprechen“ 58, S. 45-58.
- Martins R.H., Pereira E.R., Hidalgo C.B. and Tavares E.L. 2014, *Voice disorders in teachers. A review*, in “Journal of Voice” 28 [6], pp. 716-724. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2014.02.008>.
- Meuret S. 2017, *Welche Faktoren beeinflussen die Gesundheit der Pädagogenstimme?*, in Fuchs M. (Hrsg.), *Die Stimme im pädagogischen Alltag* (= Kinder- und Jugendstimme, Band 11), Logos, Berlin, S. 49-54.
- Nawka T. and Anders L.C. 1996, *Die auditive Bewertung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. Doppel-Audio-CD mit Stimmbeispielen*, Thieme, Stuttgart.
- Nawka T., Franke I. and Galkin E. 2006, *Objektive Messverfahren in der Stimm-diagnostik*, in „Forum Logopädie“ 4 [20], S. 14-21.
- Nawka T. and Gonnermann U. 2003, *Stimmstörungsindex (SSI)*, in Gross M. (Hrsg.), *Aktuelle phoniatisch-pädaudiologische Aspekte*, Median, Heidelberg, S. 375-379.

- Nusseck M., Immerz A., Spahn C., Echternach M. and Richter B. 2021, *Long-term effects of a voice training program for teachers on vocal and mental health*, in "Journal of Voice" 35 [3], pp. 438-446.
- Richter B. and Echternach M. 2007, *Die kranke Sprech- und Singstimme. Ursachen aufspüren und richtig behandeln*, in „HNO-Nachrichten“ 6, S. 18-22.
- Richter B. and Echternach M. 2010, *Stimm diagnostik und -therapie bei Angehörigen stimmintensiver Berufe*, in „HNO“ 58 [4], S. 389-396.
- Richter B., Spahn C., Echternach M., Immerz A. and Nusseck M. 2017, *Evaluation eines Seminarangebots zur stimmlichen und mentalen Gesundheit im Lehramtsreferendariat – eine empirische Studie*, in Fuchs M. (Hrsg.), *Die Stimme im pädagogischen Alltag* (= Kinder- und Jugendstimme, Band 11), Logos, Berlin, S. 65-81.
- Rittich E. 2018, *Grundlagen der Gesundheitsförderung und Prävention*, in Rittich E., Tormin S. and Bock B. (Hrsg.), *Prävention von Stimmstörungen* (= Forum Logopädie), Thieme, Stuttgart, S. 39-68.
- Seidner W. and Eysholdt U. 2015, *Diagnostik*, in Wendler J., Seidner W. and Eysholdt U. (Hrsg.), *Lehrbuch der Phoniatrie und Pädaudiologie*, Thieme, Stuttgart, S. 105-138.
- Murgia S., Mekus T. and Bottalico P. 2022, *Intelligibility of dysphonic speech in primary schools*, in "Journal of the Acoustical Society of America" 151 [4]: A169. <https://doi.org/10.1121/10.0011002>.
- Schiller I. 2017, *Stimmstörungen bei Lehrkräften im Vorbereitungsdienst*, in Hannken-Illjes K., Franz K., Gauß E.-M., Könitz F. and Marx S. (Hrsg.), *Stimme, Medien, Sprechkunst* (= Sprache und Sprechen, Band 49), Schneider, Baltmannsweiler, S. 269-277.
- Schneider B., Cecon M., Hanke G., Wehner S. and Bigenzahn W. 2004, *Bedeutung der Stimmkonstitution für die Entstehung von Berufsdysphonien*, in „HNO“ 52 [5], S. 461-467.
- Schneider-Stickler B. and Bigenzahn W. 2013, *Stimm diagnostik. Ein Leitfaden für die Praxis*, Springer, Wien.
- Schultz-Coulon H.-J. 1990, *Stimmfeldmessung*, Springer, Heidelberg.
- Sick S 2019, *Stimmstörungen bei Lehrkräften und Lehramtsstudierenden. Teil 1: Zum Forschungshintergrund*, in „sprechen“ 36 [67], S. 67-94.
- Vertanen-Greis H, Löytyniemi E. and Uitti J. 2020, *Voice Disorders are Associated With Stress Among Teachers: A Cross-Sectional Study in Finland*, in "Journal of Voice" 34 [3]: P488.e1–488.e8. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2018.08.021>.
- Voigt-Zimmermann S. 2017, *Auswirkungen der heiseren Stimme von Pädagogen auf die Leistungen von Kindern*, in Fuchs M. (Hrsg.), *Die Stimme im pädagogischen Alltag* (= Kinder- und Jugendstimme, Band 11), Logos, Berlin, S. 37-48.
- Wuyts F., Van de Heyning P., De Bodt M., Heylen L. And Remacle M. 1997, *Dysphonia severity index: a multiparameter approach for the assessment of voice quality*, in "LARYNX-1997", pp. 73-76.
- Wuyts F., De Bodt M., Molenberghs G., Remacle M., Heylen L., Millet B., Van Lierde K., Raes J. and Van de Heyning P. 2000, *The Dysphonia Severity Index: An Objective Measure of Vocal Quality Based on a Multiparameter Approach*, in "Journal of Speech Language and Hearing Research" 43 [3], pp. 796-809.