

# Wie objektiv sind die stimmdiagnostischen Parameter Jitter und Shimmer?

Zahlreiche Faktoren können computergestützte akustische Messungen beeinflussen – eine Literaturanalyse sowie Studienvorstellung

Meike Brockmann-Bauser

**ZUSAMMENFASSUNG.** Computergestützte akustische Messungen der Parameter Jitter und Shimmer (Kurzzeitschwankung Grundton und Lautstärke) werden von der European Laryngological Society (ELS) zur Stimmdiagnostik empfohlen. Aktuelle Studien zeigen jedoch, dass die Messung und Auswertung noch nicht hinreichend für den klinischen Gebrauch standardisiert sind. Mittels eines Literaturreviews wurden Faktoren beurteilt, die Messungen von Jitter und Shimmer in der Praxis beeinflussen können. Hauptsächliche Einflussfaktoren sind Messtechnik und Hintergrundgeräusche, die individuelle Sprechlautstärke, der Vokal sowie das Geschlecht der Patienten. Eine genauere Festlegung des Vorgehens beim Messen und Interpretieren kann akustische Analysen verbessern. Weiterführende Studien zur Erhebung von Normwerten und Merkmalen erkrankter Stimmen in Bezug auf Geschlecht und Alter könnten den klinischen Nutzen steigern. Messtechnische Begrenzungen bei heiseren Stimmen und fehlende Normwerte schränken die Aussagekraft jedoch weiterhin ein.

Schlüsselwörter: Stimme – Stimmstörungen – Diagnostik – akustische Analysen – Jitter – Shimmer

## Einleitung

Im Rahmen einer umfassenden Stimmdiagnostik werden die Ursachen und Auswirkungen einer Stimmproblematik mit unterschiedlichen Methoden möglichst genau untersucht. International werden hierzu

- eine visuelle Untersuchung des Kehlkopfs mittels (Strobo-)Laryngoskopie,
- eine perzeptive Beurteilung des Stimmklanges (z.B. mit der RBH-Skala),
- eine strukturierte Erhebung der subjektiven Beschwerden des Patienten mittels Fragenbogen (z.B. Voice Handicap Index),
- aerodynamische Untersuchungen (z.B. Tonhaldedauer), sowie
- computergestützte akustische Messungen u.a. des Stimmumfangsprofils und der Irregularität einer Stimme (z.B. Jitter und Shimmer) empfohlen (Titze 1995, Dejonckere et al. 2001, Nawka et al. 2006).

Schwerpunkt dieses Artikels sind instrumentelle akustische Messungen der Parameter Jitter und Shimmer. Jitter und Shimmer geben die Unregelmäßigkeit (Kurzzeitschwankung) der Tonhöhe respektive Lautstärke einer Stimme von einer akustischen Welle zur nächsten an (Abb. 1, 2). Somit messen beide Parameter die Irregularität oder Unregelmäßigkeit des akustischen

Stimmsignals, das durch Stimmlippenschwingungen erzeugt wird, auf sehr feinem Niveau. Abbildung 1 zeigt im oberen Teil zwei Beispiele für einfache akustische Sinuswellen mit unterschiedlicher Tonhöhe bzw. Grundfrequenz (Hz) und Lautstärke bzw. Amplitude (dBA). Im unteren Bildteil sind Unregelmäßigkeiten in der Tonhöhe (Jitter) und Lautstärke (Shimmer) dargestellt. Abbildung 2 zeigt Jitter und Shimmer im Stimmsignal einer gesunden Stimme. Beide akustischen Parameter werden für LogopädInnen und PhoniaterInnen zur objektiven Stimmdiagnostik und Verlaufskontrolle, zum Einschätzen von Therapieerfolgen sowie zur Berichterstattung empfohlen (Nawka et al. 2006, Minnema & Stoll 2008, Barsties 2012).

### Wozu werden Jitter und Shimmer gemessen?

Computergestützte instrumentelle Messungen dienen dazu, die akustischen Eigenschaften einer Stimme objektiv zu ermitteln und zu beschreiben (Baken & Orlikoff 2000b, Mehta & Hillmann 2008, Carding et al. 2009, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Die am häufigsten in Studien mit Patienten verwendeten instrumentellen akustischen Messgrößen sind die Irregularitätsparameter

### Dr. Meike Brockmann-Bauser

MSc ist seit 2001 am UniversitätsSpital Zürich tätig und hat seit 2007 die Fachleitung Klinische Logopädie der Abteilung Phoniatrie & Klinische Logopädie inne. Schwerpunkte ihrer logopädischen Arbeit sind die Diagnostik und Therapie von Stimmstörungen, Auffälligkeiten der nasalen Resonanz und komplexe Artikulationsstörungen. Ihre wissenschaftliche Tätigkeit konzentriert sich auf die Untersuchung und Validierung von Diagnostikmethoden für Stimm- und Schluckstörungen sowie die evidenzbasierte Beschreibung von Behandlungseffekten. 2012 wurde ihr der dbl-Forschungspreis verliehen.



Jitter und Shimmer (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Sie werden u.a. verwendet, um das Ausmaß von Stimmstörungen zu beschreiben (Dejonckere et al. 2001, Mehta & Hillman 2008, Carding et al. 2009, Arjmandi et al. 2010) und die Effektivität von Behandlungen nachzuweisen (Hartl et al. 2009, Sanuki et al. 2010, Vashani et al. 2010).

Diesen Anwendungen liegt die Hypothese zugrunde, dass pathologische Veränderungen in den Stimmlippen oder in der Anspannung der Kehlkopfmuskulatur zu einer messbaren erhöhten Unregelmäßigkeit im Schwingungsablauf führen (Titze 1995, Schindler et al. 2009). Somit wird angenommen, dass Jitter und Shimmer indirekt die biomechanischen Schwingungseigenschaften der Stimmlippen beschreiben können (Baken & Orlikoff 2000b, Mehta & Hillman 2008, Brockmann-Bauser 2012).

### Wie aussagekräftig sind Jitter und Shimmer in der Praxis?

Eine Vielzahl von Studien belegen, dass Jitter und Shimmer erhöht sind, wenn eine Pathologie auf Stimmlippenebene vorliegt (Jiang et al. 2009, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011, Akyildiz et al. 2012, Döllinger et al. 2012, Schindler et al. 2013). Je nach Mess-

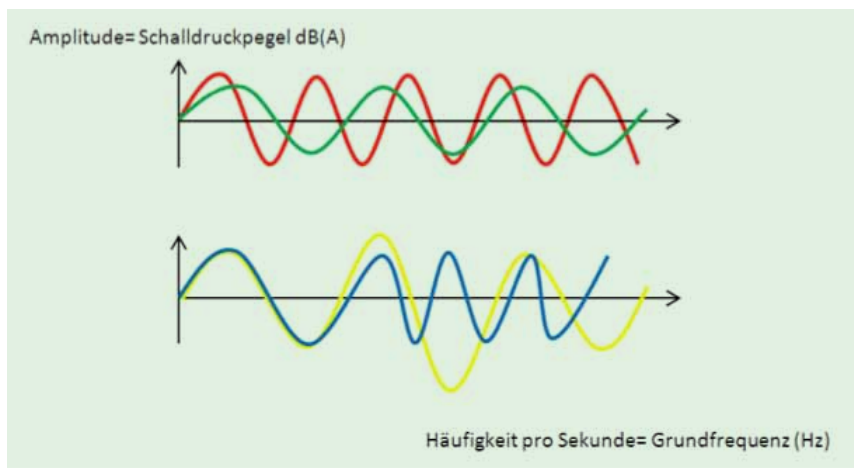
methode können jedoch 21 % bis 77 % aller Stimmpatienten Jitter- und Shimmer-Werte aufweisen, die im Rahmen der Messwerte von gesunden Stimmen liegen (Zyski et al. 1984). Auch in einer Studie an 40 Kindern mit Stimmlippenknötchen ist die Größe der Knötchen nicht mit dem Ausmaß von Jitter und Shimmer assoziiert (Shah et al. 2008). Bei Patienten mit einer Synechie in der vorderen Kommissur zeigen weder Jitter noch Shimmer einen klaren Zusammenhang mit dem Grad der Einschränkung der Stimmfunktion (Pfüetzenreiter et al. 2010).

Jitter und Shimmer wurden auch häufig eingesetzt, um verschiedene Aspekte von wahrgenommener „Heiserkeit“ objektiv zu messen (Dejonckere et al. 1996, Ma & Yiu 2006, Martens et al. 2007, Mehta & Hillman 2008). Aber bisherige Studien beschreiben widersprüchliche Ergebnisse und haben den Gesamteindruck von hörbarer Heiserkeit

(gemessen mit „G“ der GRBAS-Skala, Hirano 1981) mit erhöhtem Jitter (Dejonckere et al. 1996) oder auch Shimmer (Ma & Yiu 2006) in Verbindung gebracht. Andere Autoren wiederum haben keinen Zusammenhang von Heiserkeit mit Jitter oder Shimmer gefunden (Bhuta et al. 2004). In einer Studie an Patienten vor und nach Radiotherapie im Hals-Nasen-Ohren-Bereich hatte die Mehrheit aller hörbar heiseren Patienten Jitter- und Shimmer-Werte, die im Bereich der normal klingenden Vergleichsgruppe lagen (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011).

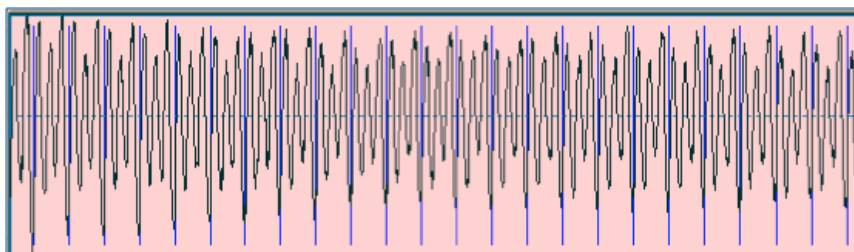
Die bisherige Zusammenfassung belegt, dass erhöhte Jitter- bzw. Shimmer-Werte nicht immer Auffälligkeiten der Stimmlippenfunktion oder hörbare Heiserkeit zuverlässig anzeigen. Eine sinnvolle praktische Anwendung an Patienten ist jedoch nur möglich, wenn eindeutig ist, was ein erhöhter Jitter- und/oder Shimmer-Wert bedeutet.

■ **Abb. 1: Schematische Darstellung akustischer Wellen ohne und mit Jitter und Shimmer**



Die Tonhöhe einer Stimme wird als Anzahl der vollständigen akustischen Wellen (Zyklen) pro Sekunde gemessen und als Grundfrequenz in Hertz (Hz) angegeben (Abszisse). Die Lautstärke beziehungsweise Amplitude eines akustischen Signals wird als Schalldruckpegel in Dezibel (dB(A)) angegeben (Ordinate). Im oberen Beispiel hat die rote akustische Welle eine höhere Grundfrequenz und eine größere Amplitude, sie klingt also höher und lauter. Im unteren Teil des Bildes zeigt die blaue Welle Abweichungen der Grundfrequenz, die in Jitter (%) angegeben werden. Die gelbe Welle zeigt Unregelmäßigkeiten in der Amplitude, Shimmer (%).

■ **Abb. 2: Oszillogramm einer gesunden Stimme**



Dieses Bild zeigt die akustische Welle einer gesunden Stimme im Oszillogramm, generiert mit der Software PRAAT. Die blauen Striche markieren jeweils einen vollständigen akustischen Zyklus mit Grundton und Obertönen. Es sind natürliche Schwankungen der Amplitude (Shimmer) und der Grundfrequenz (Jitter) sichtbar.

## Meta-Analyse von Studien: Einflussfaktoren bei Messungen von Jitter und Shimmer in der Praxis

Anhand einer Literaturrecherche in der Datenbank Medline wurden Studien aus den Jahren 1980 bis 2012 identifiziert, welche Faktoren untersuchen, die Messungen von Jitter und Shimmer beeinflussen können. Eine Auswahl von Schlüsselartikeln wird in dieser Arbeit vertieft diskutiert.

### Messtechnik und die Auswahl geeigneter Patienten

#### Messtechnische Faktoren

Instrumentelle akustische Analysen werden von spezialisierten Computer-Programmen automatisiert durchgeführt und sind im Prinzip objektiv (Carding et al. 2004, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Die Messergebnisse sind jedoch durch eine Reihe von technischen Faktoren beeinflussbar. Unter anderem wirken sich die Platzierung und der Typ des verwendeten Mikrofons, die Qualität der Stimmaufnahme, die Analysemethode und auch Hintergrundgeräusche aus (Titze 1995, Delyiski et al. 2006, Maryn et al. 2009).

Um mögliche Messfehler hierdurch auszuschließen, sind bisher eine Reihe von Richtlinien und Empfehlungen zur Messung von Jitter und Shimmer veröffentlicht worden. Unter anderem sollten alle Aufnahmen in einem ruhigen Raum mit Hintergrundgeräuschen unter 40dB(A) sowie bei geschlossenem Fenster gemacht werden. Die Stimme sollte zusätzlich immer 30 dB(A) lauter als die Umgebungsgeräusche sein. Das Signal-Rausch-Verhältnis beträgt idealerweise 42 dB(A), mindestens aber 30 dB(A) (Schutte & Seidner 1983, Titze 1995, Dejonckere et al. 2001, Delyiski et al. 2006, Maryn et al. 2009, Barsties 2012).

#### Geeignete Stimmen

Da die Berechnung von Jitter und Shimmer davon abhängt, ob die akustische Welle korrekt erkannt wird, sinkt die Messgenauigkeit auch mit zunehmender Heiserkeit bzw. Irregularität einer Stimme. Titze und Carding empfehlen deswegen, nur bei normal klingenden und leichtgradig heiseren Stimmen Jitter und Shimmer zu messen (Titze 1995, Carding et al. 2004, 2009). Nach Behrmann können nur bei 42% aller Stimmpatienten sinnvoll Jitter und Shimmer ermittelt werden, da das Stimmsignal bei den übrigen Patienten zu starke Unregelmäßigkeiten aufweist (Titze 1995, Behrmann et al. 1998, Delyiski et al. 2006, Ortega et al. 2009).

### Das Vorgehen bei der Stimmaufnahme

Normalerweise werden Patienten in der Untersuchung gebeten, die Vokale /a/, /u/, /o/ oder /i/ „mit bequemer Lautstärke und Tonhöhe“ zu sprechen (Dejonckere et al. 2001). Diese Instruktion wird verwendet, um einen möglichen Einfluss von Artikulationsbewegungen sowie von Veränderungen in der Tonhöhe und Lautstärke zu vermeiden (Heiberger & Horii 1982, Titze 1995, Dejonckere et al. 2001). Unklar ist jedoch, ob die Richtlinien streng genug sind, um diese Einflüsse tatsächlich auszuschließen (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Die Aufnahmesituation, die Testanweisungen des Untersuchers oder der Aufnahmezeitpunkt können z.B. bei der Messung von Stimmumfangsprofilen erhebliche Auswirkungen haben. Deshalb sollten Stimmaufnahmen für akustische Analysen immer nach einem standardisierten Vorgehen durchgeführt werden (Brown et al. 1996, Riedmüller et al. 2010, Brockmann et al. 2011).

#### Die individuelle Sprechlautstärke

Wenn Probanden gebeten werden, mit ihrer individuellen „normalen“ oder „bequemen“ Sprechlautstärke zu sprechen, sind erhebliche und signifikante Unterschiede im Schalldruckpegel zu erwarten (Brown et al. 1996, Brockmann et al. 2008, Brockmann et al. 2011). Frauen verwenden abhängig vom Alter spontan eine Lautstärke von ca. 71-78 dB(A) (bei 10 cm Messabstand), wenn sie einen Vokal sprechen. Männer hingegen erreichen bei der identischen Aufgabenstellung im Schnitt 78-86 dB(A) (Brown et al. 1996, Brockmann, Storck et al. 2008).

Studien an gesunden und auffälligen Stimmen haben gezeigt, dass Jitter und Shimmer sinken, wenn die Probanden lauter sprechen (Orlikoff & Kahane 1991, Pabon 1991, Brown et al. 2000; Brockmann, Storck et al. 2008). Bei „leiser“ Phonation kann bei gesunden Männern der Shimmer-Wert 8-mal und bei Frauen 12-mal höher als bei subjektiv „lauter“ Vokalphonation sein (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Somit können allein durch die Sprechlautstärke bedingte natürliche Veränderungen in Jitter und Shimmer die Unterschiede verdecken, die z.B. nach einer Behandlung gemessen werden könnten (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011).

#### Der Vokal

Der Einfluss des Vokals auf Jitter und Shimmer wurde bisher in einer Reihe von Studien widersprüchlich beschrieben. Die Ergebnisse reichen von der Beschreibung erheblicher und signifikanter Effekte (Kiliç et al. 2004,

Brockmann et al. 2011) bis hin zu keinen Einflüssen aufgrund des Vokals (Orlikoff 1995). Der höchste Jitter-Wert wurde für die Vokale /a/, /i/ oder /u/ beschrieben, der niedrigste je nach Studie für die Vokale /u/ oder /a/. Der höchste, aber auch der niedrigste Shimmer-Wert wurde unter anderem für die Vokale /a/, /u/ oder /i/ berichtet (Horii 1980, Sorensen & Horii 1983, Sussmann & Sapienza 1994, Dwi-re & McCauley 1995, Gelfer 1995, Kiliç et al. 2004, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Bei allen Studien, in denen die Probanden bei bequemer Lautstärke und Tonhöhe sprechen sollten, hatte die Auswahl des Vokals einen Einfluss auf Jitter und Shimmer. Unter diesen Messbedingungen variieren jedoch auch die Sprechlautstärke und die Tonhöhe von Vokal zu Vokal. Dies kann indirekt einen Einfluss auf Jitter und Shimmer haben (Brockmann et al. 2011).

Zusammengefasst zeigen die Ergebnisse, dass der Einfluss der unterschiedlichen Vokale bzw. von unterschiedlichen Stellungen des Vokaltraktes auf Jitter und Shimmer noch nicht hinreichend für die Praxis beschrieben ist (Baken & Orlikoff 2000a, 2000b).

#### Die mittlere Sprechstimmlage

Die individuelle Tonhöhe beziehungsweise mittlere Sprechstimmlage bei der Phonation kann sich ebenfalls auf Jitter und Shimmer auswirken (Baken & Orlikoff 2000a, 2000b; Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Im Vergleich zwischen Frauen und Männern wurde die höhere Grundfrequenz bei Frauen mit einem höheren Jitter in Zusammenhang gebracht (Fitch 1990, Nittrouer et al. 1990). Es wäre jedoch auch möglich, dass Frauen einen höheren Jitter oder Shimmer haben, weil sie signifikant leiser sprechen (siehe oben). Tatsächlich zeigen Studien, bei denen alle weiblichen und männlichen Probanden gebeten wurden, ihre Grundfrequenz zu ändern, dass Jitter und Shimmer immer bei den tieferen Frequenzen höher waren (Orlikoff & Baken 1990, Gelfer 1995). Auch hier schließen Baken und Orlikoff, dass der Einfluss der mittleren Sprechstimmlage auf Jitter und Shimmer noch nicht hinreichend für eine sinnvolle Kontrolle in klinischen Messungen erforscht ist (Baken & Orlikoff 2000a, 2000b).

#### Das Geschlecht

Auch geschlechtsbezogene Effekte wurden bisher in der Literatur widersprüchlich beschrieben (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011, Brockmann et al. 2011). In einem Vergleich zweier Studien berichten Sorensen und Horii, dass Frauen in der Regel einen niedrigeren Shimmer-, aber einen höheren Jitter-Wert haben (Horii 1980, Sorensen &

Horii 1983). Dies wurde in einer Reihe von späteren Arbeiten bestätigt (Deem et al. 1989, Fitch 1990, Dwire & McCauley 1995). Im Gegensatz dazu wurde aber auch ein höherer Jitter bei Frauen (Jafari et al. 1993, Sussmann & Sapienza 1994) oder kein Unterschied zwischen Frauen und Männern beschrieben (Orlikoff & Baken 1990). Hier stellt sich wiederum die Frage, wie die widersprüchlichen Erkenntnisse sinnvoll in der Praxis umgesetzt werden können.

### Wie wichtig ist der Einfluss der einzelnen Faktoren?

Zusammenfassend gesehen können sich die individuelle Lautstärke und Tonhöhe beim Sprechen, der Vokal und auch das Geschlecht auf Jitter und Shimmer auswirken, wenn – wie allgemein üblich – bei „bequemer Lautstärke und Tonhöhe“ gemessen wird. Ein Transfer der bisherigen Studienergebnisse in die Praxis ist aus verschiedenen Gründen jedoch erschwert. Unter anderem wurden kleine oder wenig repräsentative Gruppen untersucht, oder es wurden eine unterschiedliche Messtechnik bzw. ungleiche Messanweisungen verwendet (Baken & Orlikoff 2000a, 200b; Delyiski et al. 2006, Maryn et al. 2009, Brockmann et al. 2011). Dies alles sind auch mögliche Gründe, weshalb die hier zusammengefassten bisherigen Ergebnisse widersprüchlich sind. Für die Praxis ist jedoch entscheidend, ob und wie die beschriebenen Einflüsse vermieden werden können, oder ob für jeden einzelnen Einflussfaktor spezifische Normwerte notwendig sind.

### Pragmatische Studie an Gesunden

Einen Hinweis auf mögliche Lösungen kann eine pragmatische Studie an Gesunden bieten, die den Einfluss der einzelnen genannten Faktoren unter normalen klinischen Messbedingungen untersucht. An 57 gesunden Erwachsenen (28 Frauen, 29 Männer) wurde ermittelt, wie stark sich jeder der einzelnen Faktoren Stimmintensität, Sprechtonhöhe, Vokal und Geschlecht jeweils auf Jitter und Shimmer auswirkt (Brockmann et al. 2011, Brockmann-Bauser 2012). Alle Probanden phonierten die Vokale /a/, /o/ und /i/ bei subjektiv bequemer Grundfrequenz und Stimmintensität. Aufnahmen erfolgten jeweils dreimal für fünf Sekunden in randomisierter Reihenfolge. Ab 0,5 Sekunden nach dem Stimmeinsatz wurden insgesamt 3 Sekunden Phonation mit der Software PRAAT analysiert (Boersma & Weenink 2009). Ermittelt wurde der proportionale Einfluss jedes einzelnen Einflussfaktors auf Messungen von Jitter und

Shimmer. Hierfür wurde die statistische Größe Eta-Quadrat ( $\eta^2$ ) berechnet. Mittels Eta-Quadrat wird geschätzt, wie viel Prozent des gesamten Unterschiedes von einer Messung zur nächsten von einem bestimmten Faktor verursacht wird (Abb. 3).

Die Stimmintensität hatte mit Abstand den stärksten Effekt auf Shimmer ( $\eta^2=62\%$ ) und Jitter ( $\eta^2=24\%$ ). Der Vokal und das Geschlecht zeigten erheblich kleinere Effekte ( $\eta^2=6\%/0\%$  bzw.  $4\%/0\%$ ). Den insgesamt schwächsten Einfluss auf Shimmer und Jitter zeigte die Sprechtonhöhe ( $\eta^2=2\%/3\%$ ). Darüber hinaus haben jedoch Unterschiede zwischen Probanden sowie unerklärliche (zufällige) Unterschiede eine erhebliche Auswirkung. Dies zeigt, dass bisher noch nicht umfassend verstanden ist, was die akustischen Parameter Jitter und Shimmer bei gesunden Erwachsenen beeinflussen kann (Brockmann et al. 2011).

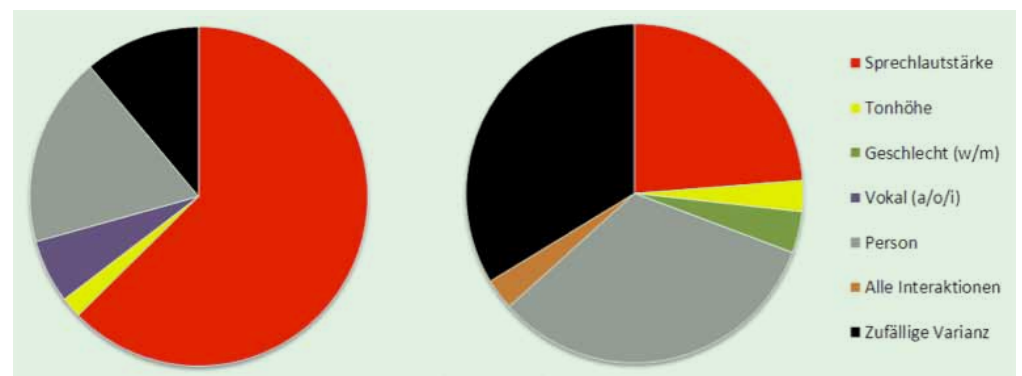
Um in der Praxis eine grundsätzliche intra- und interindividuelle Vergleichbarkeit von Jitter und Shimmer zu erzielen, sollten diese immer bei einer definierten Stimmintensität sowie mit demselben Vokal gemessen werden. Daher wird eine Stimmintensität von 80 dB(A) bei 10 cm Messabstand empfohlen. Unklar ist jedoch, ob alle Patienten in der Lage sind, diese Lautstärke zu erreichen. Zusätzlich wird der offene Vokal /a/ empfohlen, da dieser unabhängig von der Muttersprache sowie der sprachlichen Kompetenz und/oder von Beeinträchtigungen leicht imitierbar ist. Des Weiteren sollten geschlechtsspezifische Normwerte unter Anwendung dieser Empfehlungen etabliert und verwendet werden (Brockmann, Storck et al. 2008, Brockmann et al. 2011, Brockmann-Bauser 2012).

## Diskussion – Bedeutung für die Praxis

Instrumentelle akustische Messungen von Jitter und Shimmer sind im Prinzip objektiv. Eine Meta-Analyse der bisherigen Literatur zeigt jedoch auf, dass technische, methodische und pragmatische Einflussfaktoren beide Parameter weiterhin erheblich beeinflussen können. Dadurch sind Messergebnisse verschiedener Untersuchungszentren nicht immer vergleichbar (Maryn et al. 2009). Auch ist die Interpretation der Messungen dadurch erschwert, dass u.a. teilweise geschlechts- und altersbezogene Normwerte fehlen. Zusätzlich schränken bisherige uneindeutige Studienergebnisse über die Ursachen von erhöhten Jitter- und Shimmer-Werten die Aussagekraft beider Parameter ein (Brockmann-Bauser & Drinnan 2011). Deswegen müssen Messergebnisse immer sorgfältig im Zusammenhang weiterer Untersuchungsergebnisse interpretiert werden und können nicht als alleiniges oder absolut objektives Maß für eine Stimmstörung gelten.

Für die Auswahl der Messtechnik und einer geeigneten Messumgebung kann auf eine Reihe von Arbeiten verwiesen werden (Seidner & Schutte 1982, Schutte & Seidner 1983, Titze 1995, Delyiski et al. 2006, Maryn et al. 2009, Barsties 2012). Messtechnische Einflüsse können teilweise minimiert oder ganz ausgeschlossen werden. Hierfür müssen eine angemessene Aufnahmequalität durch die Ausrüstung (Mikrofon, Digitalisierung, Analysesoftware) mit einem gesamten Signal-Rausch-Verhältnis von idealerweise 42 dB(A) und der Ausschluss von Hintergrundgeräuschen (kleiner als 40 dB(A)) gewährleistet sein. Zusätzlich sollte die Stimme immer 30

■ **Abb. 3: Relativer Einfluss von Sprechlautstärke, Tonhöhe, Vokal und Geschlecht auf Shimmer und Jitter (Brockmann et al. 2011, Brockmann-Bauser 2012)**



Das linke Diagramm zeigt Ergebnisse für Shimmer (%), das rechte für Jitter (%). Die statistische Größe Eta-Quadrat gibt an, wie viel von den beobachteten Unterschieden zwischen Messungen auf bestimmte einzelne Faktoren zurückführbar sind (siehe Legende). Die individuelle Sprechlautstärke hatte auf Shimmer-Messungen mit Abstand den stärksten Einfluss. Darüber hinaus sind natürliche Unterschiede zwischen Personen und die zufällige Varianz erhebliche Einflussfaktoren.



dB(A) lauter als die Umgebungsgeräusche sein (Seidner & Schutte 1982, Schutte & Seidner 1983, Titze 1995, Delyiski et al. 2006, Barsties 2012). Mittel- und hochgradig heisere Stimmen können jedoch weiterhin nicht sinnvoll mit akustischen Analysen untersucht werden. Somit sind Jitter- und Shimmer-Messungen nach wie vor bei einem erheblichen Anteil von Stimmpatienten nicht anwendbar (Titze 1995, Carding et al. 2009, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011).

Die Metaanalyse zeigt auch auf, dass in der praktischen Anwendung und Umsetzung relevante Einflussfaktoren wie die Sprechlautstärke oder der Vokal bisher noch nicht hinreichend beschrieben sind. Auch sind die geschlechtsbezogenen Unterschiede zwischen Frauen und Männern bisher noch nicht hinreichend charakterisiert. Vorläufig wird für Jitter- und Shimmer-Messungen empfohlen, Phonationen mit einer Lautstärke von 80 dB(A) Lautstärke (10 cm Abstand) bei gleichbleibendem Vokal /a/ zu verwenden (Brockmann et al. 2011). Die Effizienz und Umsetzbarkeit dieser Maßnahmen muss jedoch an Patienten gesondert untersucht werden. Weiterführend wären auch umfassende Studien zur Erhebung kritischer Merkmale erkrankter Stimmen, die unterschiedliche Stimmstörungen berücksichtigen.

## Zusammenfassung und Fazit

Die vorliegende Literaturanalyse zeigt, dass die akustischen Parameter Jitter und Shimmer von verschiedenen messtechnischen und patientenbedingten Faktoren sowie durch das Vorgehen bei der Stimmaufnahme erheblich beeinflusst werden können. Dies schränkt die Aussagekraft beider Parameter im Rahmen der Stimmdiagnostik weiterhin ein.

Klinische akustische Analysen gemäß ELS-Protokoll können durch die genauere Definition der messtechnischen Bedingungen sowie des Vorgehens beim Messen und Auswerten verbessert werden. Mittel- und hochgradig heisere Stimmen können jedoch weiterhin nicht sinnvoll mit akustischen Analysen untersucht werden. Die Messgenauigkeit wird zudem durch technische Einflüsse wie Hintergrundlärm oder die Aufnahmequalität begrenzt (Titze 1995, Delyiski et al. 2006, Ma et al. 2007, Carding et al. 2009, Maryn et al. 2009, Riedmüller et al. 2010, Siupsinskiene & Lycke 2011, Brockmann-Bauser & Drinnan 2011).

Unterschiede in der individuellen Sprechlautstärke wirken sich erheblich auf Jitter und Shimmer aus. Auch vokal- und geschlechtsbezogene Unterschiede sind kli-

nisch relevant. Als vergleichsweise schwach kann bisher der Einfluss von Unterschieden in der mittleren Sprechstimmlage (Tonhöhe) bewertet werden. Um eine grundsätzliche intra- und interindividuelle Vergleichbarkeit von Jitter- und Shimmer-Messungen zu erzielen, sollten diese immer bei einer definierten Stimmintensität sowie mit demselben Vokal durchgeführt werden. Hierzu wird vorläufig eine Phonationslautstärke von 80 dB(A) bei 10 cm Messabstand sowie der Vokal /a/ empfohlen. Die Effizienz und Umsetzbarkeit dieser Empfehlungen muss jedoch in klinischen Studien belegt werden (Brockmann et al. 2008, Brockmann et al. 2011, Brockmann-Bauser 2012). Weiterführende Arbeiten zur Erhebung von Normwerten für Gesunde und von kritischen Merkmalen erkrankter Stimmen in Bezug auf Alter und Geschlecht könnten den Nutzen von Jitter und Shimmer für die Diagnostik und Therapie bei Stimmstörungen deutlich steigern.

## LITERATUR

- Akyildiz, S., Ogut, F., Varis, A., Kirazli, T. & Bor, S. (2012). Impact of laryngeal findings on acoustic parameters of patients with laryngopharyngeal reflux. *ORL Journal for Oto-Rhino-Laryngology and its related Specialties* 74 (4), 215-219
- Arjmandi, M., Pooyan, M., Mikaili, M., Vali, M. & Moqarehzadeh, A. (2010). Identification of voice disorders using long-time features and support vector machine with different feature reduction methods. *Journal of Voice* Dec 25 (Epub ahead of print).
- Baken, R. & Orlikoff, R.F. (2000a). Amplitude perturbation (shimmer). In: Baken, R. & Orlikoff, R.F. (Hrsg.), *Clinical measurements of speech and voice* (130-137). Albany, NY: Thomson Delmar Learning
- Baken, R. & Orlikoff, R.F. (2000b). Frequency perturbation (Jitter). In: Baken, R. & Orlikoff, R.F. (Hrsg.), *Clinical Measurements of speech and voice* (190-213). Albany, NY: Thomson Delmar Learning
- Barsties, B. (2012). Moderne Stimmdiagnostik. Hilfsmittel, Untersuchungsprozedur, Auswertung und Interpretation. *Forum Logopädie* 26 (4), 18-23
- Behrman, A., Agresti, C.J., Blumstein, E. & Norris, L. (1998). Microphone and electroglottographic data from dysphonic patients: type 1, 2 and 3 signals. *Journal of Voice* 12 (2), 249-260
- Bhuta, T., Patrick, L., Garnett, J. (2004). Perceptual evaluation of voice quality and its correlation with acoustic measurements. *Journal of Voice* 18 (3), 299-304
- Boersma, P. & Weenink, D. (2009). *PRAAT*. Amsterdam: University of Amsterdam
- Brockmann-Bauser, M. (2012). *Improving jitter and shimmer measurements in normal voices*. Idstein: Schulz-Kirchner
- Brockmann-Bauser, M. & Drinnan, M.J. (2011). Routine acoustic voice analysis: time to think again? *Current Opinion in Otolaryngology, Head and Neck Surgery* 19 (3), 165-170.
- Brockmann, M., Drinnan M.J. & Carding, P.N. (2008). *How to minimise gender and voice intensity effects in acoustic assessments*. Vortrag auf der 25. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phoniatrie und Pädaudiologie in Düsseldorf. <http://www.egms.de/static/de/meetings/dgpp2008/08dgpp66.shtml> (25.04.2013)
- Brockmann, M., Drinnan, M.J., Storck, C. & Carding, P.N. (2011). Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *Journal of Voice* 25 (1), 44-53
- Brockmann, M., Storck, C., Carding, P.N. & Drinnan, M.J. (2008). Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 51 (5), 1152-1160
- Brown, W., Rothman, H. & Sapienza, C. (2000). Perceptual and acoustic study of professionally trained versus untrained voices. *Journal of Voice* 14 (3), 301-309
- Brown, W.S. Jr., Morris, R.J. & Murry, T. (1996). Comfortable effort level revisited. *Journal of Voice* 10 (3), 299-305
- Carding, P.N., Steen, I.N., Webb, A., Mackenzie, K., Deary, I.J. & Wilson, J.A. (2004). The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. *Clinical Otolaryngology* 29, 538-544
- Carding, P.N., Wilson, J.A., Mackenzie, K. & Deary, I.J. (2009). Measuring voice outcomes: state of the science review. *The Journal of Laryngology and Otology* 123 (8), 823-829
- Deem, J., Manning, W., Knack, J. & Matesich, J. (1989). The automatic extraction of pitch perturbation using microcomputers: some methodological considerations. *Journal of Speech and Hearing Research* 32, 689-697.
- Dejonckere, P.H., Bradley, P., Clemente, P., Cornut, G., Crevier-Buchman, L., Friedrich, G., Van De Heyning, P., Remacle, M. & Woisard, V. (2001). A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical) treatments and evaluating new assessment techniques. *European Archives of Otorhinolaryngology* 258, 77-82
- Dejonckere, P., Remacle, M., Fresnel-Elbaz, E., Woisard, V., Crevier-Buchmann, L. & Millet, B. (1996). Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Revue de Laryngologie, d'Otologie et de Rhinologie* 117 (3), 219-224
- Delyiski, D., Shaw, H., Evans, M. & Vesselinov, R. (2006). Regression tree approach to studying factors influencing acoustic voice analysis. *Folia Phoniatrica et Logopaedica* 58, 274-288
- Döllinger, M., Kunduk, M., Kaltenbacher, M., Vondenhoff, S., Ziethe, A., Eysholdt, U. & Bohr, C. (2012).

- Analysis of vocal fold function from acoustic data simultaneously recorded with high-speed endoscopy. *Journal of Voice* 26 (6), 726-733
- Dwire, A. & McCauley, R. (1995). Repeated measures of vocal fundamental frequency perturbation obtained using the Visi-Pitch. *Journal of Voice* 9 (2), 156-162
- Fitch, J.L. (1990). Consistency of fundamental frequency and perturbation in repeated phonations of sustained vowels, reading, and connected speech. *Journal of Speech & Hearing Disorders* 55 (2), 360-363
- Gelfer, M.P. (1995). Fundamental frequency, intensity, and vowel selection: effects on measures of phonatory stability. *Journal of Speech and Hearing Research* 38, 1189-1198
- Hartl, D., Hans, S., Crevier-Buchmann, L., Vaissière, J. & Brasnu, D. (2009). Long-term acoustic comparison of thyroplasty versus autologous fat injection. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology* 118 (12), 827-832
- Heiberger, V. & Horii, Y. (1982). Jitter and Shimmer in sustained phonation. In: Lass, N.J. (Hrsg.), *Speech and language* (299-332). New York: Academic Press
- Hirano, M. (1981). *Clinical examination of voice*. New York: Springer
- Horii, Y. (1980). Vocal Shimmer in sustained phonation. *Journal of Speech and Hearing Research* 23, 202-209
- Jafari, M., Till, J., Truesdell, L. & Law-Till, C. (1993). Time-shift, trial and gender effects on vocal perturbation measurements. *Journal of Voice* 7, 326-336
- Jiang, J., Zhang, Y., MacCallum, J., Sprecher, A. & Zhou, L. (2009). Objective acoustic analysis of pathological voices from patients with vocal nodules and polyps. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 61 (6), 342-349
- Kiliç, M.A., Ögüt, F., Dursun, G., Okur, E., Yildirim, I. & Midilli, R. (2004). Effects of vowels on voice perturbation measures. *Journal of Voice* 18 (3), 318-324
- Ma, E., Robertson, J., Radford, C., Vagne, S., El-Halabi, R. & Yiu, E. (2007). Reliability of speaking and maximum voice range measures in screening for dysphonia. *Journal of Voice* 21 (4), 397-406
- Ma, E. & Yiu, E. (2006). Multiparametric evaluation of dysphonic severity. *Journal of Voice* 20 (3), 380-390
- Martens, J., Versnel, H. & Dejonckere, P. (2007). The effect of visible speech in the perceptual rating of pathological voices. *Archives of Otolaryngology, Head & Neck Surgery* 133 (2), 178-185
- Maryn, Y., Corthals, P., de Bodt, M., van Cauwenberge, P. & Delyiski, D. (2009). Perturbation measures of voice: a comparative study between Multi-Dimensional Voice Program and Praat. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 61 (4), 217-226
- Mehta, D. & Hillman, R. (2008). Voice assessment: updates on perceptual, acoustic, aerodynamic, and endoscopic imaging methods. *Current Opinion in Otolaryngology, Head and Neck Surgery* 16 (3), 211-215
- Minnema, W. & Stoll, H.C. (2008). Objektive computer-gestützte Stimmanalyse mit Praat. *Forum Logopädie* 4 (22), 24-29
- Nawka, T., Franke, I. & Galkin, E. (2006). Objektive Messverfahren in der Stimmdiagnostik. *Forum Logopädie* 4 (20), 14-21
- Nitrouer, S., McGowan, R.S., Milenkovic, P.H. & Beeher, D. (1990). Acoustic measurements of men's and women's voices. a study of context effects and covariation. *Journal of Speech and Hearing Research* 33, 761-775
- Orlikoff, R. (1995). Vocal stability and vocal tract configuration: an acoustic electroglottographic investigation. *Journal of Voice* 9 (2), 173-181
- Orlikoff, R.F. & Baken, R. (1990). Consideration of the relationship between the fundamental frequency of phonation and vocal jitter. *Folia Phoniatica* 42, 31-40
- Orlikoff, R.F. & Kahane, J.C. (1991). Influence of mean Sound Pressure Level on Jitter and Shimmer measures. *Journal of Voice* 5 (2), 113-119
- Ortega, J., Cassinello, N., Dorcatto, D. & Loeopaldi, E. (2009). Computerized acoustic voice analysis and subjective scaled evaluation of the voice can avoid the need for laryngoscopy after thyroid surgery. *Surgery* 145 (3), 265-271
- Pabon, J. (1991). Objective acoustic voice-quality parameters in the computer Phonetogram. *Journal of Voice* 5 (3), 203-216
- Pfützenreiter, E.J., Dedivitis, R., Queija, D., Bohn, N. & Barros, A. (2010). The relationship between the glottic configuration after frontolateral laryngectomy and the acoustic voice analysis. *Journal of Voice* 24 (4), 499-502
- Riedmüller, S., Decoster, V., Brockmann-Bausser, M. (2010). Relevanz des Stimmfeldes für Diagnostik und Therapieevaluation. *Forum Logopädie* 4 (24), 11-15
- Sanuki, T., Yumoto, E., Minoda, R. & Kodama, N. (2010). Effects of type II thyroplasty on adductor spasmodic dysphonia. *Otolaryngology, Head and Neck Surgery* 142 (4), 540-546
- Schindler, A., Mozzanica, F., Maruzzi, P., Atac, M., de Cristofaro, V. & Ottaviani, F. (2013). Multidimensional assessment of vocal changes in benign vocal fold lesions after voice therapy. *Auris Nasus Larynx* 40 (3), 291-297
- Schindler, A., Mozzanica, F., Vedrody, M., Maruzzi, P. & Ottaviani, F. (2009). Correlation between the Voice Handicap Index and voice measurements in four groups of patients with dysphonia. *Otolaryngology, Head and Neck Surgery* 141 (6), 762-769
- Schutte, H. & Seidner, W. (1983). Recommendation by Union of European Phoniatics (UEP): Standardizing voice area measurement/phonetography. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 35, 286-288
- Seidner, W. & Schutte, H. (1982). Empfehlungen der UEP: Standardisierung Stimmfeldmessung/Phonetographie. *HNO Praxis* 7, 305-307
- Shah, R., Engel S. & Choi, S. (2008). Relationship between voice quality and vocal nodule size. *Otolaryngology, Head and Neck Surgery* 139 (5), 723-726
- Siupsinskiene, N. & Lycke, H. (2011). Effects of vocal training on singing and speaking voice characteristics in vocally healthy adults and children based on choral and nonchoral data. *Journal of Voice* 25 (4), 177-189
- Sorensen, D. & Horii, Y. (1983). Frequency and amplitude perturbation in the voices of female speakers. *Journal of Communication Disorders* 16, 57-61
- Sussmann, J.E. & Sapienza, C. (1994). Articulatory, developmental, and gender effects on measures of Fundamental Frequency and Jitter. *Journal of Voice* 8 (2), 145-156
- Titze, I.R. (1995). *Workshop on acoustic analysis: Summary statement*. Iowa City, National Center for Voice and Speech, USA
- Vashani, K., Murugesu, M., Hattiangadi, G., Gore, G., Keer, V., Ramesh, V.S., Sandur, V. & Bhatia, S.J. (2010). Effectiveness of voice therapy in reflux-related voice disorders. *Diseases of the Esophagus* 23 (1), 27-32
- Zyski, B., Bull, G., McDonald, W. & Johns, M. (1984). Perturbation analysis of normal and pathological larynges. *Folia Phoniatica* 36, 190-198

## SUMMARY. How objective are the acoustic parameters jitter and shimmer in practice?

### A review and study.

Current voice diagnostics guidelines of the European Laryngological Society include computer based instrumental measurements of voice perturbation. The present work focuses on the parameters jitter and shimmer. Recent studies show, that the measurement procedure and data interpretation may not be sufficiently standardized. Factors influencing jitter and shimmer in practical applications were assessed with a literature review. Main influencing factors in practice were the measurement technique and background noise, differences in voice intensity, vowel choice and gender. The influence of these factors may be minimized by applying more rigorous measurement protocols. Further studies to establish normative values and characteristics of vocal pathology according to gender and age may increase the clinical value of jitter and shimmer. However useful measurements remain limited to normal or near to normal sounding voices.

KEYWORDS: Voice – voice disorders – diagnostics – instrumental acoustic analysis – jitter – shimmer

## DOI dieses Beitrags ([www.doi.org](http://www.doi.org))

10.2443/skv-s-2013-53020130401

## Autorin

Dr. Meike Brockmann-Bausser MSc  
 Fachleitung Klinische Logopädie  
 Abteilung Phoniatrie und Klinische Logopädie  
 ORL Klinik UniversitätsSpital Zürich  
 Frauenklinikstrasse 24  
 CH-8091 Zürich  
 meike.brockmann-bausser@usz.ch  
[www.phoniatrie-logopaedie.ch/index.php/de/](http://www.phoniatrie-logopaedie.ch/index.php/de/)