

# Methode zur simultanen Erfassung von EGG-Signal und Larynxposition

Malte Kob<sup>1</sup>, Oliver Goldschmidt<sup>1</sup>, Catherine Disselhorst-Klug<sup>2</sup>, Tobias Frauenrath<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Lehr- und Forschungsgebiet für Phoniatrie und Pädaudiologie

<sup>2</sup> Institut für Biomedizinische Technologien

<sup>3</sup> Lehr- und Forschungsgebiet Experimentelle Magnetresonanztomographie  
RWTH – Universitätsklinikum Aachen, Pauwelsstrasse 30, 52074 Aachen

## Einleitung

Häufig ist bei Stimm- oder Schluckstörungen eine Untersuchung der Kehlkopfbewegung hilfreich. Während beim Singen eine Kehlkopfhochstellung auftreten kann, ist ein typisches Problem beim Schlucken eine magelhafte Synchronisation der Kehlkopfbewegung und des Larynxverschlusses [1, 2]. Während visuelle Verfahren (Laryngoskopie, Videostroboskopie) zur Beobachtung der Stimmlippen-schwingung und phonatorischer Manöver wie der Adduktion und Abduktion der Stimmlippen geeignet sind, kann die Höhe des Larynx mit diesen Methoden nicht zuverlässig bestimmt werden. Ein weiteres Problem direkter Beobachtung ist die Beeinträchtigung des Patienten durch das Untersuchungsgerät, das sowohl die Stimmbildung als auch die Schluckbewegung stört, da es sich im zu untersuchenden Bereich befindet.

Als nicht-invasives Verfahren zur Beobachtung des glottalen Zyklus ist die Elektroglossographie (EGG) seit langem bekannt [3, 4] jedoch im klinischen Alltag bisher wenig etabliert. Ein Grund hierfür ist die Abhängigkeit des Analyseergebnisses von der Positionierung der Elektroden sowie die nicht eindeutige Zuordnung von glottaler Öffnungsfläche und gemessener Leitfähigkeit. Dennoch können bei korrektem Einsatz des EGG-Geräts vergleichende Analysen gesunder und pathologischer Stimmgebung [5] sowie Untersuchungen spezieller Aspekte der Singstimme durchgeführt werden [6]. Bisher existieren jedoch keine Methoden zur simultanen dynamischen Erfassung von Kehlkopfposition und Kehlkopfbewegung.

Das hier vorgestellte diagnostische Messverfahren der gleichzeitigen Darstellung der Kehlkopfstellung, des Schalldrucks und des EGG-Signals basiert auf dem bereits auf der DAGA2006 vorgestellten Verfahren [7].

## Elektroglossographie

Beim EGG-Verfahren wird auf Höhe des Kehlkopfes ein schwacher hochfrequenter Wechselstrom eingepreßt. Zur Einspeisung und Entnahme des Stromes dienen Elektroden, die einen möglichst geringen Hautübergangswiderstand aufweisen sollten. Das Öffnen und Schließen der Glottis erzeugt eine zeitlich modulierte elektrische Impedanz, die eine Amplitudenmodulation des Wechselstroms bewirkt. Nach Demodulation des Signals steht ein in der Amplitude der Glottisverschlussfläche proportionales Signal zur Verfügung. Aus diesem lassen sich glottale Parameter wie Grundfrequenz, Öffnungsquotient (OQ) oder Schräge (Skew) ermitteln.

## Ansätze zur Tomographie

Zur simultanen Erfassung der eben genannten glottalen Parameter und der Lage der Glottis (siehe Bild 1) sind mehrkanalige Messungen notwendig. Denkbar sind hier parallele und sequentielle Messmethoden. Das in [7] beschriebene

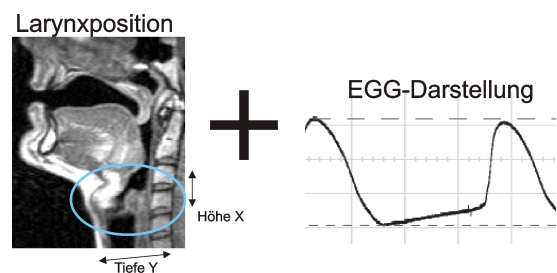


Abbildung 1: Glottotomographie

Gerät erfasst bis zu 36 Stromlaufpfade sequentiell und erlaubt bei entsprechender Auswertung eine Erfassung der Larynxposition in zwei Dimensionen (auf/ab bzw. vor/zurück). Die Verwendung des Geräts an Probanden und medizinische Diagnosen setzt jedoch eine Zertifizierung nach CE- und Medizinproduktegesetz (MPG) voraus, die noch nicht abgeschlossen ist. Für die hier beschriebenen Untersuchungen konnte es daher noch nicht eingesetzt werden.

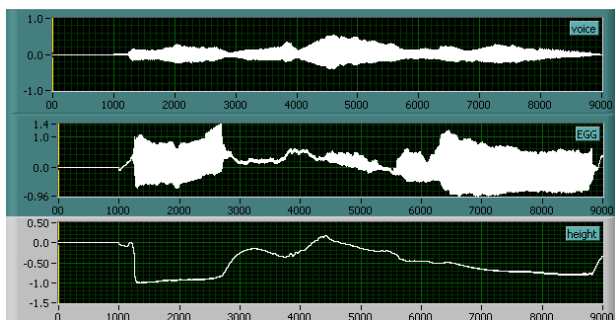
Im mit CE und FDA-Zertifikat versehene EGG-System „EG2“ von Glottal Enterprises [8] stehen zwei parallel ausgewertete Kanäle zur Verfügung, mit denen z.B. die Lage der Elektroden relativ zum Kehlkopf erfasst werden kann. Das Gerät besitzt außer einer LED-Bargraph-Anzeige auch einen Ausgang, der die Abweichung zwischen den Signalamplituden als Analogsignal zur Verfügung stellt. Die folgenden Untersuchungen wurden mit horizontal ausgerichteten Elektrodenspalten durchgeführt, so dass das Signal eine Verschiebung des Kehlkopfes in vertikaler Richtung anzeigt.

Neben der Höheninformation werden ein Mikrofonsignal über einen externen Verstärker sowie das EGG-Signal ( $L_x$ ) und die von der EG2-Hardware zur Verfügung gestellte Grundfrequenz in eine Mehrkanalkarte von National Instruments (DAQCard-6024E) eingespeist. Über eine Programmoberfläche können die folgenden Parameter dargestellt und ausgewertet werden:

- Verläufe von Schalldruck, EGG- und Höhensignal
- Öffnungsquotient,  $f_0$ , Signalspektren
- Statistik und akustische Wiedergabe der Signale

## Anwendungsbeispiele

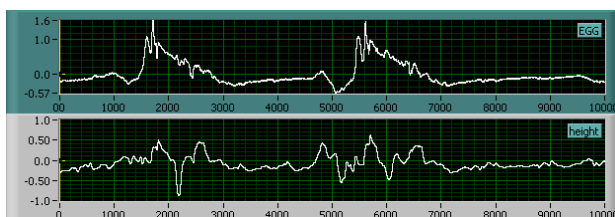
In Bild 2 ist der Verlauf der Signale beim Singen eines auf- und absteigenden Glissandos mit Registerwechsel dargestellt. Während aus dem Mikrofonsignal die



**Abbildung 2:** Wellenformen eines Sprach-, EGG- und Larynxhöhsignals während eines Glissandos.

Registerübergänge nicht deutlich erkennbar sind, zeigt das EGG-Signal durch den fehlenden Glottisschluß beim Kopfreger eine deutlich geringere Amplitude. Das Höhsignal zeigt zur selben Zeit beim ansteigenden Glissando einen deutlichen Anstieg, während es beim Abfall der Grundfrequenz ebenfalls kontinuierlich fällt.

Bild 3 zeigt EGG- und Höhsignal für eine Folge zweier Schluckvorgänge. Das EGG-Signal ist hierbei nicht so



**Abbildung 3:** Typische Modulation im Impedanz- als auch im Höhenverlauf beim Schluckvorgang eines Probanden – Auswertung von Form-, Zeit- und Amplitudenabweichungen

einfach zu interpretieren. Es ist bei jedem Schluckvorgang erst eine Verringerung und anschließend ein Anstieg mit nachfolgendem langsamem Abfall der Leitfähigkeit zu beobachten. Im Höhsignal ist im ersten Fall eine Folge zweier aufeinanderfolgender Maxima zu erkennen, die von einem deutlichen Minimum unterteilt sind. Auch beim zweiten Schluckvorgang ist dieser Doppelhügel zu erkennen, wenn auch hier noch ein weiteres Maximum vorangeht. Beim Vergleich mehrerer Probanden hat sich dieser Doppelhügel im Höhsignal sowie der charakteristische EGG-Verlauf als wiederkehrend herausgestellt.

Über die Abfolge der unterschiedlichen Orte des Larynxverschlusses beim Schluckvorgang kann aus dem hier betrachteten Höhsignal kein weitergehender Schluss gezogen werden. Die mehrkanalige Aufnahme in mehreren Ebenen des Larynx würde diese Zuordnung jedoch ermöglichen und könnte auch Rückschlüsse auf Fehlfunktionen liefern.

## Zusammenfassung

Mit dem beschriebenen Ansatz ist die simultane Analyse von Schalldruck, Glottisöffnung und Höhe des Larynx möglich. Es können charakteristische Verläufe im EGG-Signal und dem Larynxhöhsignal für Registerwechsel und Schluckmanöver identifiziert werden. Die simultane Erfassung der Kehlkopfposition sowie des Larynxverschlusses kann dem Phoniater dabei helfen, die Kehlkopfpositionen quantitativ zu beobachten und den Therapieverlauf zu dokumentieren. Eine Erfassung der Larynxbewegung in mehreren Ebenen wäre insbesondere für die Schluckdiagnostik sinnvoll. Das mehrkanalige EGG-System [7] könnte für diesen Zweck eingesetzt werden.

In künftigen Untersuchungen wird die Kalibrierung der Methode mit bildgebenden Verfahren (MRT [9], visuell) durchgeführt, um absolute Werte für die Höheninformation zu gewinnen. Die Einteilung der Schluckbewegungen in Abhängigkeit verschiedener physiologischer Bedingungen (z.B. Größe und Neutrallage des Larynx, Hautwiderstand) wird zur Zeit im Rahmen einer medizinischen Arbeit untersucht.

## Literatur

- [1] DENK, D.-M.; SWOBODA, H.; STEINER, E.: Physiologie des Larynx. *Radiologe* 38 (1998), S. 63–70
- [2] NEUSCHAEFER-RUBE, Ch.; WEIN, B.; ANGERSTEIN, W.; FISCHER-WEIN, G.; KLAJMAN, S.: Differenzanalyse oraler Schluckbewegungen aus sonographischen Serienbildern. In: *Aktuelle phoniatriisch-pädaudiologische Aspekte* (1994), Bd. 2., S. 93–94
- [3] FABRE, P.: Percutaneous electric process registering glottic union during phonation: glottography at high frequency; first results.. *Bull Acad Natl Med* 141 (1957), Jan, Nr. 3-4, S. 66–69
- [4] FOURCIN, A.J.; ABBERTON, E.: First applications of a new laryngograph. *Med Biol Illus* 21 (1971), Jul, Nr. 3, S. 172–182
- [5] FOURCIN, A.J.; ABBERTON, E.: Laryngograph studies of vocal-fold vibration. *Phonetica* 34 (1977), Nr. 4, S. 313–315
- [6] HENRICH, N.; D'ALESSANDRO, Ch.; DOVAL, B.; CASTELLENGO, M.: Glottal open quotient in singing. *J Acoust Soc Am* 117 (2005), Mar, Nr. 3 Pt 1, S. 1417–1430
- [7] FRAUENRATH T.; KOB M.; DISSELHORST-KLUG Ch.; GOLDSCHMIDT O.: Tomographie der Glottis durch Messung der elektrischen Transferimpedanz. *Fortschritte der Akustik – DAGA 2006* (2006) 559–560
- [8] ROTHENBERG, Martin: A Multichannel Electroglottograph. *Journal of Voice* 6 (1992), Nr. 1, S. 36–43
- [9] NEUSCHAEFER-RUBE, Ch.; WEIN, B.; ANGERSTEIN, W.; KLAJMAN, S.: Kernspintomographische Untersuchung der Kehlkopfstellungen beim Singen von Vokalen. *Folia Phoniatr Logop* 48 (1996), Nr. 4, S. 201–209