

# Abbildung der Lautheit durch DPOAE I/O-Funktionen

Müller, J.<sup>1</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>, Oswald, J.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik und <sup>2</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme

Technische Universität München

Jörg Müller

Experimentelle Audiologie

HNO-Klinik im Klinikum rechts der Isar

Technische Universität München

Ismaninger Straße 22

81675 München

Tel.: 089 / 4140 – 6078

e-mail: [jmueller@rcs.ei.tum.de](mailto:jmueller@rcs.ei.tum.de)

# Abbildung der Lautheit durch DPOAE I/O-Funktionen

Müller, J.<sup>1</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>, Oswald, J.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik und <sup>2</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme

Technische Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Das Innenohr weist nichtlineare Schallverarbeitungsmechanismen auf. Diese führen einerseits zur Auslösung von Distorsionsprodukten otoakustischer Emissionen (DPOAE) und andererseits zu einer Verstärkung der Basilarmembranauslenkung. Bei Schädigung der äußeren Haarzellen des Innenohres wird das Verhalten des Gehörs zunehmend linear. Dies drückt sich sowohl in der Lautheitsfunktion (Steinberg und Gardner, 1937) als auch in den DPOAE I/O-Funktionen (Janssen et al., 1998; Kummer et al., 1998) aus. Eine Studie von Neely et al. (2002) zeigte zudem bei Normalhörenden eine gute Übereinstimmung der Steigungsverläufe von gemittelten DPOAE I/O-Funktionen und der Lautheitsfunktion nach Fletcher und Munson (1937). Ziel der vorliegenden Arbeit war die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen DPOAE und Lautheit an Normalhörenden und Patienten mittels eines einheitlichen Messsystems.

*Patienten und Methode:* In der Studie wurden mit dem Messsystem Starkey DP2000 und der Ohrsonde ER-10C DPOAE-, Lautheits- und Hörschwellenmessungen durchgeführt. Zur Evaluierung der Reproduzierbarkeit der Lautheitsmessergebnisse wurden zunächst unterschiedliche Verfahren der Lautheitsmessung (kategoriale Lautheitsskalierung, absolute Lautheitsschätzung, relative Lautheitsschätzung und Lautheitsverhältnisproduktion) bei Normalhörenden eingesetzt. Bei weiterführenden Messungen an Normalhörenden und innenohrschwerhörigen Patienten wurde die kategoriale Lautheitsskalierung verwendet. Für DPOAE I/O-Funktionen und Lautheitsfunktionen wurden bei Schwerhörigen die absoluten Abweichungen und die Steigungsveränderungen bezüglich ihrer Norm untersucht.

*Ergebnisse:* Bei einem vorhandenen Hörverlust konnte für DPOAE- und Lautheitsfunktionen eine typische erhöhte Steigung im unteren Anregungspegelbereich beobachtet werden (siehe Abbildung 1 und 2). Ferner ist bei den DPOAE-Messungen bei 4 kHz eine gute Übereinstimmung der Hörschwellenprädiktion nach Boege und Janssen (2002) mit der subjektiv ermittelten Hörschwelle festzustellen ( $L_{th, Norm} = 12 \text{ dB SPL (DP und subjektiv)}$ ),  $L_{th, Patient} = 39 \text{ dB SPL (DP)} / 38 \text{ dB SPL (subjektiv)}$ ). Zudem treten für beide Messgrößen gleichgerichtete Veränderungen im Kurvenverlauf in Vergleich zur Normkurve auf, wengleich die Abweichungen quantitativ leicht unterschiedlich ausfallen (siehe Abbildung 3

und 4). Dies kann allerdings auch durch externe Einflussfaktoren, wie z.B. differierende Gehörgangslängen bedingt sein.

*Schlussfolgerungen:* Die bislang vorliegenden Ergebnisse sprechen für einen Zusammenhang zwischen DPOAE und Lautheit.

*Literatur:*

Boege P, Janssen T (2002) Pure-tone threshold estimation from extrapolated distortion product otoacoustic emission I/O-functions in normal and cochlear hearing loss ears. J Acoust Soc Am 111 (4), 1810-1818

Fletcher H, Munson WA (1937) Relation Between Loudness and Masking. J Acoust Soc Am Vol 9 (1), 1-10

Janssen T, Kummer P, Arnold W (1998) Growth behavior of the 2f<sub>1</sub>-f<sub>2</sub> distortion product otoacoustic emission in tinnitus. J Acoust Soc Am Vol 103 (6), 3418-3430

Kummer P, Janssen T, Arnold W (1998) The level and growth behavior of the 2f<sub>1</sub>-f<sub>2</sub> distortion product otoacoustic emission and its relationship to auditory sensitivity in normal hearing and cochlear hearing loss. J Acoust Soc Am 103 (6), 3431-3444

Neely ST, Gorga MP, Dorn PA (2002) Cochlear Compression Estimates From Measurements of Distortion-Product Otoacoustic Emissions. Association for Research in Otolaryngology, 2002

Steinberg JC, Gardner MB (1937) The Dependence of Hearing Impairment on Sound Intensity. J Acoust Soc Am 9, 11-23

*Unterstützt durch die DFG (Ja 597/6)*

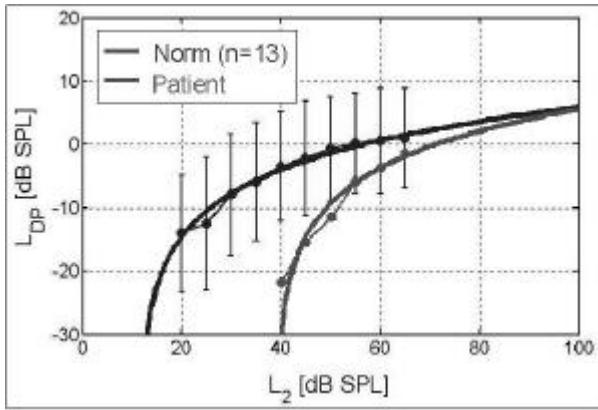


Abbildung 1

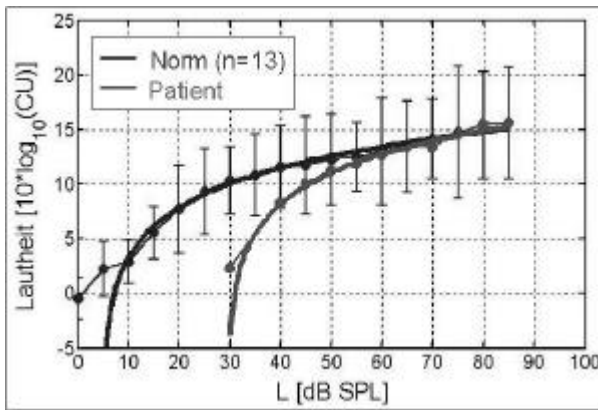


Abbildung 2

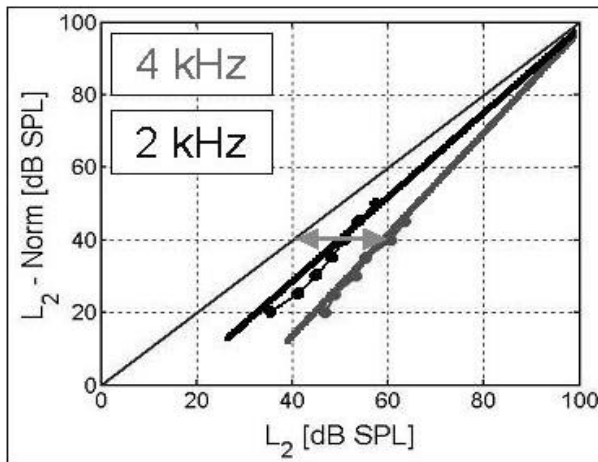


Abbildung 3

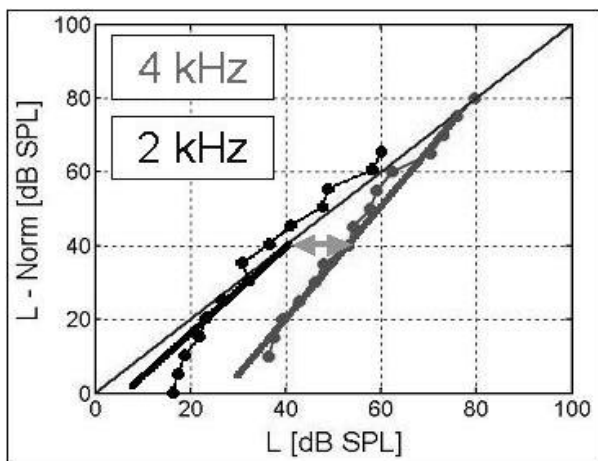


Abbildung 4

Abbildung 1: DPOAE I/O-Funktion (diskrete Werte mit Mittelwert und Standardabweichung und interpolierte Kurve) für Normalhörenden-Kollektiv (n=13, mittlere Hörschwelle = 12 dB SPL) und Schwerhörenden (Hörschwelle = 38 dB SPL) bei 4 kHz in doppelt logarithmischer Darstellung

Figure 1: DPOAE I/O functions (discrete values including mean value and standard deviation and interpolated curve) for a group of normal hearing people (n=13, average hearing threshold = 12 dB SPL) and a hearing disabled person (hearing threshold = 38 dB SPL) at 4 kHz in a double logarithmic plot

Abbildung 2: Kategoriale Lautheitsfunktion (diskrete Werte mit Mittelwert und Standardabweichung und interpolierte Kurve) für Normalhörenden-Kollektiv (n=13, mittlere Hörschwelle = 12 dB SPL) und Schwerhörenden (Hörschwelle = 38 dB SPL) bei 4 kHz in doppelt logarithmischer Darstellung

Figure 2: Categorical loudness functions (discrete values including mean value and standard deviation and interpolated curve) for a group of normal hearing people (n=13, average hearing threshold = 12 dB SPL) and a hearing disabled person (hearing threshold = 38 dB SPL) at 4 kHz in a double logarithmic plot

Abbildung 3: Abweichung von der Norm im Anregungspegel für gleichen DPOAE-Emissionspegel bei Normalhörenden-Kollektiv und Schwerhörendem bei 2 kHz (Hörschwelle Norm = 10 dB SPL, Hörschwelle Patient = 18 dB SPL) und 4 kHz (Hörschwelle Norm = 12 dB SPL, Hörschwelle Patient = 38 dB SPL) für diskrete und interpolierte DPOAE I/O-Funktionen.

Figure 3: Deviation from norm data input level for achieving equal DPOAE emission level at norm group and patient at 2 kHz (norm hearing threshold = 10 dB SPL, patient hearing threshold = 18 dB SPL) and 4 kHz (norm hearing threshold = 12 dB SPL, patient hearing threshold = 38 dB SPL) for discrete and interpolated DPOAE I/O functions

Abbildung 4: Abweichung von der Norm im Anregungspegel für gleiches Lautheitsempfinden bei Normalhörenden-Kollektiv und Schwerhörendem bei 2 kHz (Hörschwelle Norm = 10 dB SPL, Hörschwelle Patient = 18 dB SPL) und 4 kHz

(Hörschwelle Norm = 12 dB SPL, Hörschwelle Patient = 38 dB SPL) für diskrete und interpolierte kategoriale Lautheitsfunktionen

Figure 4: Deviation from norm data input level for achieving equal loudness sensation at norm group and patient at 2 kHz (norm hearing threshold = 10 dB SPL, patient hearing threshold = 18 dB SPL) and 4 kHz (norm hearing threshold = 12 dB SPL, patient hearing threshold = 38 dB SPL) for discrete and interpolated categorical loudness functions