

# **Pegelschätzung der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen auf Basis der Phasenstatistik im Vergleich mit dem Amplituden-Verfahren.**

Gruber, M.<sup>2</sup>, Ludwig, A.<sup>3</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>, Oswald, J.H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik und

<sup>2</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme der Technischen Universität München,

<sup>3</sup>Fischer-Zoth GmbH, Germering, München.

Gruber Marinus

Lehrstuhl für Realzeitcomputersysteme

Technische Universität München

Arcisstraße 21

80290 München

Tel: +49-89-289-28354

Fax: +49-89-289-23555

email: [geitau@web.de](mailto:geitau@web.de)

*Einleitung und Methodik:* Die Phasenstatistik hat sich in aktuellen Audio-Screening-Geräten als Nachweismethode für Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen (DPOAE) bewährt. Eine mit dem DPOAE-Nachweis einhergehende DPOAE-Pegelschätzung auf Basis der Phasenstatistik ist denkbar.

Für den Vergleich der DPOAE-Pegelschätzung mit Hilfe der Phasenstatistik und des Amplituden-Verfahrens wurden Modelle in Matlab entwickelt. Ausgangspunkt für die Simulation war ein vom Rechner generiertes DPOAE-Signal, das aus einer Sinusschwingung addiert mit weißem Rauschen bestand. Das Signal wurde den Modellen der Phasenstatistik und des Amplituden-Verfahrens als Eingangssignal angeboten. Mit beiden Verfahren wurde ein DPOAE-Nachweis durchgeführt, wobei die Abbruchkriterien bei den Verfahren variierten: Beim Amplituden-Verfahren wird die Amplituden-Information des Signals als Abbruchkriterium benutzt, bei der Phasenstatistik die Phasen-Information des Signals. Die Größe des Abbruchkriteriums wurde beim Amplituden-Verfahren von 1 dB bis 35 dB SNR verändert. Bei der Phasenstatistik wurde das Signifikanzniveau für den Signalnachweis, hier in Anlehnung an die Streuung bei der Binomialverteilung Sigma genannt, von 1 bis 35 Sigma verändert. Das Ergebnis der mit dem DPOAE-Nachweis einhergehenden DPOAE-Pegelschätzung wurde, bei erfolgtem Nachweis, ausgewertet und verglichen. Bei beiden DPOAE-Messmethoden wurde die gleiche Methode zur DPOAE-Pegelschätzung benutzt.

*Ergebnisse:* Im direkten Vergleich mit dem Amplituden-Verfahren zeigten sich große Übereinstimmungen bei den DPOAE-Pegelschätzwerten. Auch die Standardabweichungen der DPOAE-Pegelschätzwerte sind sehr ähnlich. Beide Verfahren überschätzen bei den Simulationen die DPOAE-Pegel systematisch. In der Abbildung 1 sind die Ergebnisse der Pegelschätzung zusammengefasst. Auf der y-Achse ist der Pegelunterschied in dB zwischen dem bekannten Pegel der eingespeisten Sinusschwingung und dem Wert der Pegelschätzung angetragen (Sterne). Die nach oben angefügten Linien geben die Standardabweichung für jeden Pegelschätzwert wieder. Die Standardabweichung beim Amplituden-Verfahren ist geringer als bei der Phasenstatistik, besonders bei größeren Werten für das jeweilige Abbruchkriterium. Ein Grund für dieses Verhalten ist die höhere Anzahl an Durchläufen, die für das Amplituden-Verfahren im Gegensatz zur Phasenstatistik für den Signalnachweis benötigt werden – siehe Abbildung 2.

*Diskussion:* Die Simulationen haben gezeigt, dass die DPOAE-Pegelschätzwerte und die Standardabweichungen bei beiden Verfahren vergleichbare Zahlenwerte liefern. Die Berechnung der Phasenstatistik kommt im Vergleich mit dem Amplituden-Verfahren mit sehr viel weniger Durchläufen (Mittelungen) aus, dafür sind die Standardabweichungen größer als beim Amplituden-Verfahren. Aufgrund der geringen Unterschiede der Zahlenwerten bei beiden Verfahren lässt sich abschließend sagen, dass eine DPOAE-Pegelschätzung auf Basis der Phasenstatistik möglich ist.

#### *Literatur:*

Fischer F, Zoth P, Giebel A (1997): Statistische Phasenanalyse von otoakustischen Emissionen (OAE) – Hörscreening mit automatischer Ergebnisdarstellung und Ergebnisbewertung.

Patentschrift DE0019623871A1

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 111:1810-1818

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

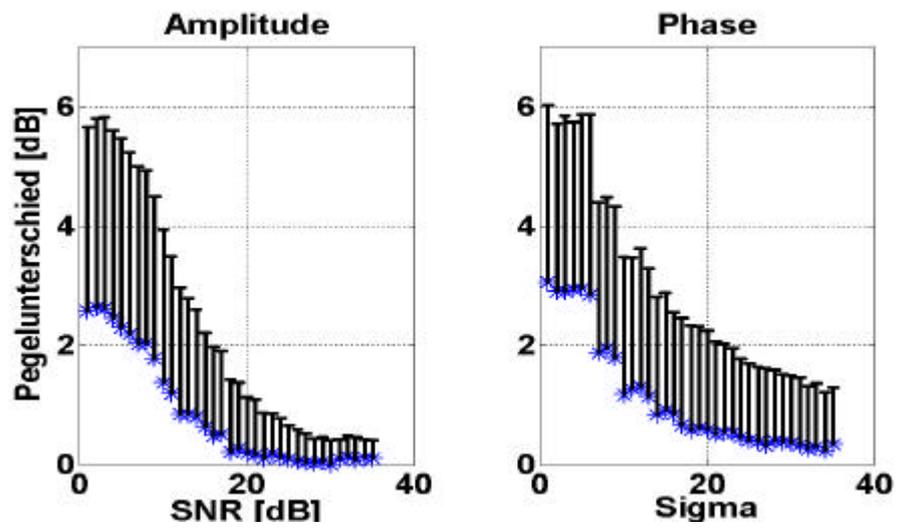


Abb 1

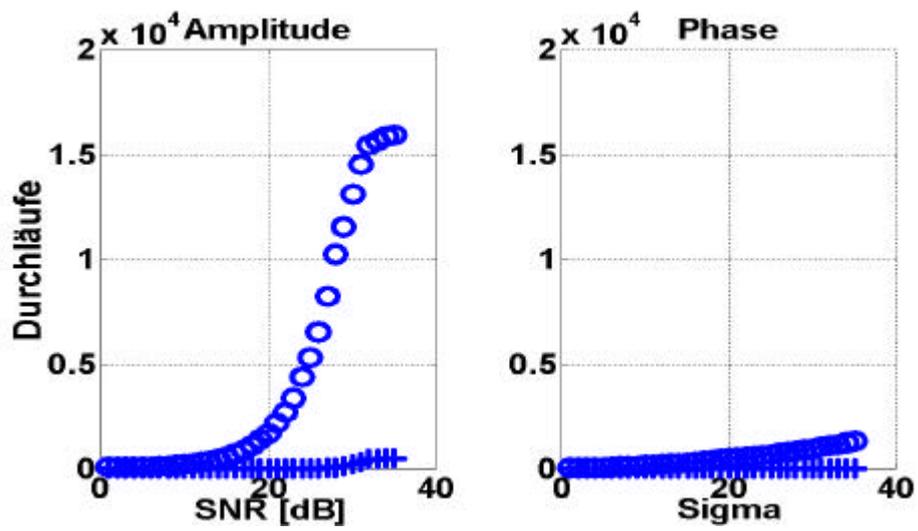


Abb2

**Abbildung 1: Das Ergebnis der Pegelschätzung - Links ist das Amplituden-Verfahren, rechts die Phasenstatistik abgebildet. Die Abbruchkriterien liegen zwischen 1 dB und 35 dB SNR (Amplitude) und 1–35 Sigma (Phase). Auf der y-Achse ist der Pegelunterschied in dB angetragen (Sterne). Die Linien für jeden Pegelschätzwert geben die Standardabweichung wieder.**

**Figure 1: The result of the level estimation – on the left site is the SNR-methode, on the right site the phase-methode. The criterion for the signal detection varied between 1 dB and 35 dB SNR (SNR) and 1–35 Sigma (phase). The x-axis shows the difference of the level estimation in dB (stars). The lines for each level value represent the Standardabweichung.**

**Abbildung 2: Der Rechenzeitbedarf der Simulation – Die Kreise geben die mittlere Anzahl der für den Signalnachweis benötigten Durchläufe (Mittelungen) wieder. Die Kreuze geben an, wie viele Signale nicht erkannt wurden.**

**Figure 2: Simulation time – the circles represent the average of loop-runs needed for the signal detection. The crosses represent the number of non detected signals.**