

# Vorhersage der Sprachverständlichkeit im Störgeräusch für Schwerhörende mit Hörgeräten

Ralf Meyer<sup>1</sup>, Tobias Herzke<sup>2</sup>, Thomas Brand<sup>3</sup>, Birger Kollmeier<sup>4</sup>

<sup>1</sup> *Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Email: ralf.m.meyer@uni-oldenburg.de*

<sup>2</sup> *Hoertech gGmbH* <sup>3,4</sup> *Medizinische Physik, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg*

## Einleitung

Vorhersagen für Sprachverständlichkeitsschwellen sind nicht nur für die Diagnostik nützlich, auch für die Abschätzung der Verbesserung der Sprachverständlichkeit durch eine Hörgeräteversorgung in einer bestimmten Störgeräuschsituation können Vorhersagen nützlich sein. In dieser Studie wurde deshalb die Machbarkeit und Grenzen der Vorhersage von Sprachverständlichkeitsschwellen mit aktuellen Modellen auf Basis des 'Speech Intelligibility Index' (SII, ANSI S3.5-1997) untersucht. Zur Kontrolle über die Signalverarbeitung und um für alle Versuchspersonen die gleichen Bedingungen herzustellen, wurde als Hörgerät das 'Master Hearing Aid' (MHA) [4] verwendet. Das MHA wurde automatisch aufgrund des Audiogramms eingestellt, es fand kein weiteres Fitting statt.

In dieser Studie sollten zwei Hypothesen untersucht werden. Erstens: Aktuelle Modelle zur Sprachverständlichkeitsvorhersage sind in der Lage, für mit dem MHA durchgeführte Messungen Vorhersagen zu erstellen, die eine ähnliche Genauigkeit haben, wie unversorgte Vorhersagen. Zweitens: Durch Anpassungen des Modells an die Situation und die Versuchspersonen ist es möglich die Vorhersagen weiter zu verbessern. Diese Studie ist eine Fortführung einer auf der DAGA 2009 vorgestellten Studie [5], mit mehr Versuchspersonen.

## Messungen

An dieser Studie nahmen 14 sensorineural schwerhörnde Versuchspersonen mit unterschiedlichen Hörverlusten im Alter zwischen 32 und 80 Jahren teil. Mit allen Versuchspersonen wurden neben einem Reintonaudiogramm, eine kategoriale Lautheitsskalierung [1] und verschiedene Sprachverständlichkeitsschwellenmessungen mit dem Oldenburger Satztest [8] durchgeführt. Für die adaptiven Messungen [2] wurden jeweils Listen mit jeweils 20 Sätzen benutzt. Alle Messungen wurden mit den Oldenburger Messprogrammen [6] durchgeführt. Die Sprachverständlichkeitsmessungen wurden mit zwei verschiedenen Störgeräuschen durchgeführt, zum einen mit dem stationären ICRA1-Rauschen [3] und zum anderen mit dem sprachähnlich fluktuierenden ICRA5-250-Rauschen. Es wurden vier verschiedene MHA-Konditionen untersucht: 1. kein MHA (Störgeräuschpegel 65 dB), 2. kein MHA (Störgeräuschpegel L25 (Pegel, der mittlerer Lautheit entspricht, extrahiert aus der kategorialen Lautheitsskalierung)), 3. MHA mit einem linearen Algorithmus (camfit) nach der Cambridge

Regel, mit frequenzabhängiger linearer Verstärkung (Störgeräuschpegel 65 dB), 4. MHA mit einem kompressiven Algorithmus nach NAL NL1, mit pegel- und frequenzabhängiger Verstärkung (Störgeräuschpegel 65 dB). Der schematische Aufbau bei der Messung und der Modellierung ist in Abb.1 dargestellt. Die Messung wurde mit zwei PCs durchgeführt. Auf dem ersten PC liefen die Oldenburger Messprogramme. Der erste PC war über eine digitale Audioverbindung mit dem zweiten PC verbunden, auf dem das MHA lief. Das MHA führte die Hörgeräteverarbeitung auf Grundlage des Audiogramms und danach die notwendige Kopfhörerentzerrung durch. Die Ausgabe erfolgte dann mit einem Sennheiser HDA200 Kopfhörer. Für die Modellierung wurden die Audiosignale durch das MHA verarbeitet und dann für die Modellierung benutzt. Mit Hilfe des im nächsten Abschnitt beschriebenen Modells wurde dann die Sprachverständlichkeitsschwelle (SRT) berechnet.

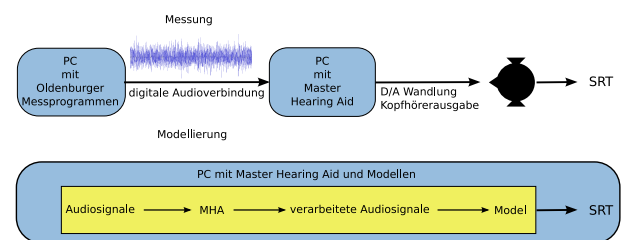


Abbildung 1: Aufbau für Messung (oben) und Modellierung (unten).

## Modell

Die Modellierung in dieser Studie basiert auf dem Speech Intelligibility Index (SII, ANSI S3.5-1997). Der SII berechnet aus den Langzeitspektren von Sprach- und Störsignal in einer Situation (festes Verhältnis zwischen Sprach- und Störpegel) und dem Hörverlust einen Wert zwischen 0 und 1, der die Verständlichkeit dieser Situation beschreiben soll. Der SII kann mit einer Umrechnungsfunktion in eine Verständlichkeit umgerechnet werden. Da der SII auf den Langzeitspektren der Signale arbeitet kann er die aus den Fluktuationen des Störgeräusches resultierende Verbesserung der SRT nicht vorhersagen. Rhebergen et al. [7] haben eine Erweiterung des SII veröffentlicht, die diese Fluktuationen frequenzabhängig berücksichtigt. Dieses Modell wurde dahingehend erweitert, dass auch die Fluktuationen des Sprachsignals berücksichtigt werden. Das Modell wurde auf der DAGA 2009 [5] schon einmal vorgestellt. Das Modell wur-

de weiterhin dahingehend verändert, dass nun die, durch das MHA erhöhte Pegel von Sprache und Störgeräusch berücksichtigt werden, desweiteren wurden die frequenz-abhängigen Zeitfenster im Modell in Abhängigkeit vom individuellen Hörverlust an der Frequenz vergrößert.

## Ergebnisse

Der in der Messung erreichten SRT-Werte für alle 14 Versuchspersonen sind in Abb.2 dargestellt. Für die unversorgte Situation ergeben sich für fast alle Versuchspersonen positive Schwellen, was darauf schliessen läßt, dass die Versuchspersonen das Störgeräusch teilweise nicht gehört haben. Für nahezu alle Versuchspersonen gibt es einen Benefit durch die Versorgung mit dem MHA bzw. durch Verwendung eines angepassten Störgeräuschpegels.

Die Vorhersagen für die mit dem ICRA5-250 gemessenen SRT-Werte sind in Abb. 3 dargestellt. Auf der x-Achse sind die modellierten SRT-Werte dargestellt und auf der y-Achse die gemessenen Werte. In grau sind die Ergebnisse mit dem unmodifizierte Modell dargestellt und in grün die Ergebnisse mit dem angepasste Modell. Die Vorhersagen für das unmodifizierte Modell und dem MHA weisen eine ähnliche Genauigkeit und Korrelationen ( $r^2 = 0.6$  (lin.),  $r^2 = 0.39$  (kompr.)) auf, wie Vorhersagen für unversorgte Messungen. Die Anpassungen des Modells sorgen für eine Verschiebung der modellierten Werte, so dass die Vorhersagen näher an der Diagonalen liegen.

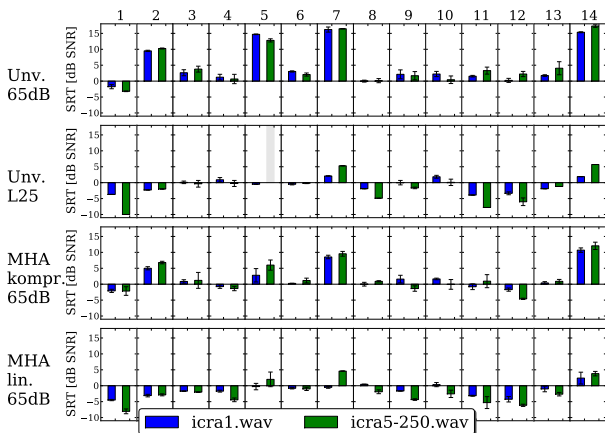


Abbildung 2: Ergebnisse der Schwellenmessungen mit dem Oldenburger Satztest für die verschiedenen Situationen

## Fazit

Auf Grund der Ergebnisse dieser Studie kann man festhalten, dass die aufgestellten Hypothesen bestätigt wurden. Aktuelle Modelle zur Sprachverständlichkeitsvorhersage sind in der Lage auch mit dem MHA versorgte Messungen mit ähnlicher Genauigkeit vorherzusagen wie unversorgte Messungen. Anpassungen des Modells die versorgte Situation und den Hörverlust können die Vorhersagen verbessern und bieten Möglichkeiten für weitere Verbesserungen.

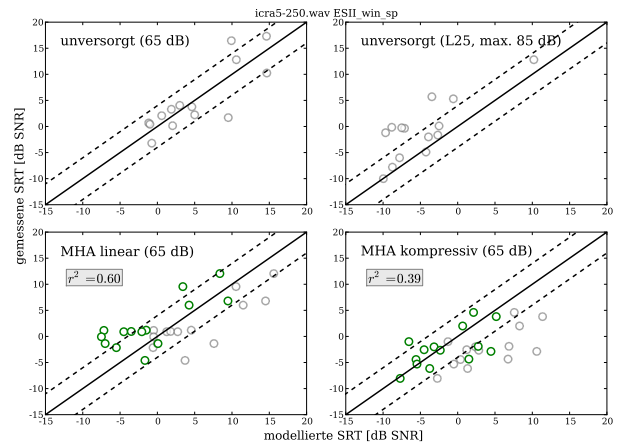


Abbildung 3: Ergebnisse der Modellierungen für das ICRA5-250-Rauschen.

## Danksagung

Die Studie wurde im Rahmen der Audiologie Initiative Niedersachsen durchgeführt.

## Literatur

- [1] Brand, T. and Hohmann, V.: An adaptive procedure for categorical loudness scaling, *J. Acoust. Soc. Am.* 112 (2002), 1597-1604
- [2] Brand, T. and Kollmeier, B.: Efficient adaptive procedures for threshold and concurrent slope estimates for psychophysics and speech intelligibility tests, *J. Acoust. Soc. Am.* 111 (2002), 2801-2810
- [3] Dreschler, W. A., Verschuure, H., Ludvigsen, C., and Westermann, S.: ICRA noises: artificial noise signals with speech-like spectral and temporal properties for hearing instrument assessment. *International Collegium for Rehabilitative Audiology, Audiology* 40 (2001), 148-157
- [4] Grimm, G., Herzke, T., Berg, D. and Hohmann V.: The master hearing Aid: A PC-based platform for algorithm development and evaluation, *Acta acustica united with acustica* 92(4) (2006), 618-628
- [5] Meyer R., Brand, T., Kollmeier B.: Prediction of Speech Intelligibility in Fluctuating Noise for Listeners with Normal and Impaired Hearing, *DA-GA/NAG 2009 Rotterdam*.
- [6] Oldenburg Measurement Applications, URL: <http://www.hoertech.de>
- [7] Rhebergen, K. and Versfeld, N.: A speech intelligibility index-based approach to predict the speech reception threshold for sentences in fluctuating noise for normal-hearing listeners, *J. Acoust. Soc. Am.* 117 (2005), 2181-2192
- [8] Wagener, K., Kühnel, V., and Kollmeier, B.: Entwicklung und Evaluation eines Satztests für die deutsche Sprache I: Design des Oldenburger Satztests, *Zeitschrift für Audiologie/Audiological Acoustics* 38(1) (1999), 4-15