

## Sprachverstehen und Höranstrengung

Inga Holube

*Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule, 26121 Oldenburg, E-Mail: Inga.Holube@jade-hs.de*

### Einleitung

Die Voraussetzungen für eine beidohrige Hörgeräteversorgung in Deutschland sind in den Hilfsmittelrichtlinien [1] beschrieben, die kürzlich modifiziert wurden. Dort sind die Messverfahren festgelegt, mit deren Hilfe die Hörleistungen unter kontrollierten Laborbedingungen geprüft werden. Zu den Voraussetzungen für eine Hörgeräteversorgung gehören u.a. ein tonaudiometrischer Hörverlust auf dem besseren Ohr von mindestens 30 dB bei mindestens einer Prüffrequenz zwischen 500 und 4000 Hz sowie eine sprachaudiometrische Verstehensquote auf dem besseren Ohr im Freiburger Einsilbertests [2] bei 65 dB SPL von nicht mehr als 80 %.

Inwieweit die Hörgeräteversorgung das Sprachverstehen verbessert, wird mit dem Freiburger Einsilbertest in Ruhe und im Störgeräusch oder mit dem Oldenburger [3] oder Göttinger Satztest [4] überprüft. Bei einem festen Pegel muss der Gewinn durch die Hörgeräte im Freiburger Einsilbertest in Ruhe mindestens 20 % und im Störgeräusch mindestens 10 % betragen. Dagegen wird mit dem Oldenburger und dem Göttinger Satztest die Schwelle für 50%iges Sprachverstehen (Speech Recognition Threshold, SRT) durch adaptive Änderung des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) ermittelt. Im sprachsimulierenden Störschall von 45 dB SPL soll der SRT mit Hörgeräten um mehr als 2 dB geringer sein als ohne Hörgeräte.

Der SRT liegt auch bei Personen mit Schwerhörigkeit in diesen Tests häufig bei negativen SNR, während Alltagssituationen fast immer einen positiven SNR aufweisen [5]. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über Sprachverstehen und Höranstrengung in Alltagssituationen und in Laborexperimenten und diskutiert Methoden zur Erfassung der Höranstrengung.

### Ecological Momentary Assessment

Im Rahmen des Forschungsschwerpunktes „Hören im Alltag Oldenburg“ (HALLO) wurde ein System entwickelt, das eine kontinuierliche Aufzeichnung akustischer Parameter erlaubt und gleichzeitig als Eingabemedium dient, mit dem Probanden alltägliche Situationen beschreiben und bewerten können. Es besteht aus Mikrofonen, die in Hörgerätegehäuse verbaut am Ohr getragen werden, und einem Smartphone [6]. Das System kann in Feldstudien eingesetzt werden, die methodisch dem Konzept von „Ecological Momentary Assessment“ (EMA) folgen und auf eine zeitnahe, mehrdimensionale und häufig wiederholte Erfassung des Höralltags abzielen. Die Situationen werden mittels subjektiver und objektiver Größen klassifiziert. Die Privatheit des Gesprächs und die Anforderungen des Datenschutzes bleiben dabei vollständig gewahrt. Es werden keine Tonaufnahmen gespeichert. Lediglich extrahierte objektive Größen wie Pegel und Spektren werden nach

zeitlicher Mittelung gespeichert, sodass Gesprächsinhalte nicht rekonstruiert werden können. Bei der subjektiven Bewertung werden Aufenthaltsorte und Situationen mit Hilfe gestufter Single- und Multiple Choice Abfragen spezifiziert. Für diese Situationen bewertet der Träger des Systems jeweils Lautstärke, Höranstrengung, Angenehmheit, Wichtigkeit guten Hörens und das subjektive Sprachverstehen mit 7-stufigen Kategorienskalen. Dabei werden teilweise auch Filterfragen und Mehrfachauswahl verwendet. Dieses System wurde in einer Studie mit älteren normal- und schwerhörenden Probanden eingesetzt.

Zu den Situationen mit der höchsten Höranstrengung zählen u.a. der Aufenthalt im Restaurant, Autofahren, Einkaufen und Vortragsveranstaltungen im weiteren Sinne (Kirche, Theater oder ähnliches). Insgesamt ist das Hören außerhalb der häuslichen Umgebung, insbesondere in Mobilitätssituationen, am anstrengendsten. Dabei wird die Sprache in alltäglichen Hörsituationen fast immer oder vollständig verstanden. In den Bewertungen der schwierigeren Hörsituationen, z.B. in Gesprächsrunden mit mehreren Partnern, steigt die Höranstrengung stärker an als das Sprachverstehen absinkt.

### Höranstrengung

In einer in den letzten Jahren zunehmenden Anzahl an Publikationen wird untersucht, inwieweit Messverfahren zur Erfassung der Höranstrengung eine Differenzierung bei positiven SNRs ermöglichen, d.h. in Situationen, in denen das Sprachverstehen häufig 100% beträgt und somit keine Differenzierung über das Sprachverstehen mehr erreicht werden kann.

Der Begriff Höranstrengung wird von der „Cognition in Hearing Special Interest Group of the British Society of Audiology“ [7] als „the mental exertion required to attend to, and understand, an auditory message“ definiert. Bei einem „Eriksholm workshop on Hearing Impairment and Cognitive Energy“ [8] wurde die Definition „the deliberate allocation of mental resources to overcome obstacles in goal pursuit when carrying out a [listening] task“ verwendet. Zur Erfassung der Höranstrengung werden subjektive Bewertungsmethoden, physiologische Messverfahren (z.B. Pupillometrie, Hautleitwert) oder Messungen im Dual-Task-Paradigma eingesetzt. Einen Literaturüberblick zu den Messmethoden gibt [9]. Im Folgenden werden exemplarische Ergebnisse für subjektive Bewertungen und den Hautleitwert vorgestellt.

### Subjektive Bewertung

Für die subjektive Bewertung der Höranstrengung wurde eine Skala mit sieben benannten Kategorien (müheles, sehr wenig anstrengend, wenig anstrengend, mittelgradig anstrengend, deutlich anstrengend, sehr anstrengend, extrem

anstrengend) und sechs Zwischenkategorien verwendet. Diese Skala wurde von [10] und [11] zur Bewertung von Störgeräusch- und Nachhallsituationen eingesetzt, die den gleichen Speech Transmission Index (STI) aufwiesen. Bei der Verwendung realer Impulsantworten waren bei gleichem STI Probanden mit Normalhörigkeit weniger stark von Nachhall beeinträchtigt als von stationärem Störgeräusch. Probanden mit Schwerhörigkeit erreichten dagegen bei Nachhall ein geringeres Sprachverstehen und berichteten eine höhere Höranstrengung als bei stationärem Störgeräusch. Insgesamt zeigte sich, dass die Höranstrengung auch dann zwischen verschiedenen STI differenzieren konnte, wenn das Sprachverstehen bei nahezu 100 % lag.

### Hautleitwert

Aus den Hörsituationen in [10] und [11] wurden jeweils eine einfache und eine schwierige Messkondition im Nachhall und im Störgeräusch ausgewählt. Die Auswahl erfolgte getrennt für Personen mit Normalhörigkeit und mit Schwerhörigkeit, sodass die subjektive Bewertung der Höranstrengung in etwa übereinstimmte [12]. In diesen Messungen wurde der Hautleitwert (Electrodermal Activity, EDA) an der Hand abgeleitet und – unmittelbar nach der Messung – um eine Bewertung der subjektiv empfundenen Höranstrengung gebeten. Während die Höranstrengungsskalierung eindeutig zwischen einfachen und schwierigen Situationen differenzieren konnte, war dies mit der Hautleitwert-Messung nicht im gleichen Maß möglich. Verglichen mit der Streubreite der Hautleitwert-Daten sind die Unterschiede zwischen den Hörsituationen gering. Ein Zusammenhang zwischen subjektiver Höranstrengung und Hautleitwert war darüber hinaus nur sehr bedingt erkennbar [12].

### Adaptive Höranstrengungsskalierung

Bei der subjektiven Bewertung von Hörsituationen mit Störschall stellt sich die Frage nach den zu wählenden SNRs, um den gesamten Wahrnehmungsbereich der Kategorienskala zwischen „müheless“ und „extrem anstrengend“ abdecken zu können. Deshalb wurde in Anlehnung an die adaptive Lautheitsskalierung [13] ein adaptives Verfahren für die Höranstrengungsskalierung entwickelt [14]. Dabei wird zunächst – beginnend mit einem SNR von 0 dB und abhängig von der subjektiven Bewertung der Probanden – der SNR alternierend um 3 dB verringert und erhöht, bis der Probanden die Bewertung „müheless“ und „extrem anstrengend“ vergibt oder nur noch Störgeräusch (und keine Sprache) wahrnimmt. Innerhalb dieser Grenzen wird dann Sprache bei verschiedenen, zufällig ausgewählten SNR angeboten. An die subjektiven Bewertungen in Abhängigkeit vom SNR kann eine lineare Modellfunktion angepasst werden, die Vergleiche zwischen individuellen Probanden, Normal- und Schwerhörigkeit sowie unterschiedlichen Störgeräuschen erlaubt. Bei einer Gruppe von Höreräteträgern wurden die Ergebnisse der adaptiven Höranstrengungsskalierung mit und ohne Hörerätenutzung verglichen. Die mittlere Höranstrengung war bei der Verwendung von Höreräten insbesondere bei

fluktuierendem Störgeräusch gegenüber der unversorgten Situation nur geringfügig reduziert. Für die individuellen Ergebnisse ist jedoch eine hohe Varianz im Hörerätengewinn zu beobachten. Im Vergleich zum Sprachverstehen kann die Höranstrengung für verschiedene Höreräteversorgung bei höheren, häufig im positiven Bereich liegenden SNR untersucht werden [15].

### Zusammenfassung

Bei der Messung des Sprachverstehens im Labor wird in der Regel keine Alltagssituation abgebildet, da häufig die Schwelle bei einem Sprachverstehen von 50 % erfasst wird, während das Sprachverstehen in alltäglichen Kommunikationssituationen fast immer 100 % beträgt. In diesem Bereich guten Sprachverstehens führt die subjektive Höranstrengung zu einer Differenzierung unterschiedlicher Schwierigkeiten. Die subjektiven Bewertungen zeigen jedoch keinen starken Zusammenhang zu physiologischen Maßen. Ein adaptives Verfahren zur Höranstrengungsskalierung ermöglicht die Berücksichtigung des individuellen Bereichs zwischen „müheless“ und „extrem anstrengend“ und bietet möglicherweise ein Maß für die Differenzierung unterschiedlicher Höreräteversorgungen bei einem Sprachverstehen von 100 %.

### Danksagung

Gefördert aus Landesmitteln des Nds. Vorab durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Forschungsschwerpunkt „Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)“ sowie aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Landes Niedersachsen, Projekt VIBHear.

### Literatur

- [1] Bundesministerium für Gesundheit. Bekanntmachung eines Beschlusses des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Neufassung der Hilfsmittel-Richtlinie, BAnz AT 16.02.2017 B3
- [2] Hahlbrock, K.: Über Sprachaudiometrie und neue Wörtertaste. *Archiv Ohren Nasen Kehlkopfheilkunde* 162 (1953), 394-431
- [3] Wagener, K. C., Kühnel, V., Kollmeier, B.: Development and evaluation of a German sentence test I: Design of the Oldenburg sentence test. *Zeitschrift für Audiologie* 38 (1999), 4-15
- [4] Kollmeier, B., Wesselkamp, M.: Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *Journal of the Acoustical Society of America* 102 (1997), 2412-2421
- [5] Smeds, K., Wolters, F., Rung, M.: Estimation of Signal-to-Noise Ratios in Realistic Sound Scenarios. *Journal of the American Academy of Audiology* 26 (2015), 183-196

- [6] Bitzer, J., Kissner, S., Holube, I.: Privacy-aware acoustic assessment of everyday life. *Journal of the Audio Engineering Society* 64 (2016), 395-404
- [7] McGarrigle, R., Munro, K. J., Dawes, P., Stewart, A. J., Moore, D. R., Barry, J. G., Amitay, S.: Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group ,white paper'. *International Journal of Audiology* 53 (2014), 433-445
- [8] Pichora-Fuller, K. M., Kramer, S. E., Eckert, M. A., Edwards, B., Hornsby, B. W. Y., Humes, L. E., Lemke, U., Lunner, T., Matthen, M., Mackersie, C. L., Naylor, G., Phillips, N. A., Richter, M., Rudner, M., Sommers, M. S., Tremblay, K. L., Wingfield, A.: Hearing Impairment and Cognitive Energy: The Framework for Understanding Effortful Listening (FUEL). *Ear and Hearing* 37 (2016), 5-27
- [9] Klink, K. B., Schulte, M., Meis, M.: Measuring listening effort in the field of audiology – a literature review of methods, part 1. *Zeitschrift für Audiologie* 51 (2012), 60-67
- [10] Rennies, J., Schepker, H., Holube, I., Kollmeier, B.: Listening effort and speech intelligibility in listening situations affected by noise and reverberation. *Journal of the Acoustical Society of America* 136 (2014), 2642-2653
- [11] Schepker, H., Haeder, K., Rennies, J., Holube, I.: Perceived listening effort and speech intelligibility in reverberation and noise for hearing-impaired listeners. *International Journal of Audiology* 55 (2016), 738-747
- [12] Holube, I., Haeder, K., Imbery, C., Weber, R.: Subjective listening effort and electrodermal activity in listening situations with reverberation and noise. *Trends in Hearing* 20 (2016), 1-15
- [13] Brand, T., Hohmann, V.: An adaptive procedure for categorical loudness scaling. *Journal of the Acoustical Society of America* 112 (2002), 1597-1604
- [14] Krüger, M.: Entwicklung und Evaluation einer adaptiven Skalierungsmethode zur Ermittlung der subjektiven Höranstrengung. Masterarbeit Universität Oldenburg
- [15] Krueger, M., Zokoll, M., Schulte, M., Brand, T., Wagener, K. C., Meis, M., Holube, I.: Relation between listening effort and speech intelligibility in noise. HEAL 2016, Cernobbio (Lake Como), Italien