

# Diskussion unterschiedlicher Methoden zur Evaluation von High-End Hörgeräten

Steinbuß, A.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

## Einleitung

Das statische Verhalten moderner Hörsysteme kann mit einzelnen akustischen Kenngrößen, wie Verstärkung und Ausgangspegel, oder aber mit Kurvenscharen, die das Übertragungsverhalten des Hörgerätes bei variierenden Eingangsepegeln charakterisieren, erfasst und beschrieben werden. Ein Rückschluss anhand dieser messtechnischen Größen auf die subjektiv empfundene Klangqualität oder gar auf die Präferenz für ein Hörgerät ist jedoch nur eingeschränkt möglich.

Hörgeräte aus dem High-End Bereich verfügen zusätzlich über mehrere adaptive Algorithmen, wie Klassifikationssysteme, Störgeräuschbefreiungsalgorithmen und automatische Mikrofonsysteme. Ein solches Gesamtsystem Hörgerät ist in seiner vollen Komplexität nahezu nicht mehr anhand akustischer Messwerte zu beschreiben. Ein Abschätzen der Empfundene Klang- und Sprachqualität oder gar die Präferenz für ein Hörsystem in der vergleichenden Anpassung nahezu unmöglich. Daraus resultiert die Notwendigkeit Hörgeräte in ihrer vollen Komplexität in Feldtests mit hörgeschädigten Versuchspersonen zu evaluieren. Für die Durchführung des Feldtests sind unterschiedliche Methoden denkbar, die sich hinsichtlich Aufwand und Aussagekraft der Ergebnisse voneinander unterscheiden.

## Ansatz

Gegenstand der Untersuchung sind zwei aktuelle Hörsysteme aus dem High-End Segment, die über eine Reihe von adaptiven Signalverarbeitungsalgorithmen verfügen. Die Geräte wurden auf Basis der Annahme ausgewählt, dass ihr Verhalten in den meisten akustischen Umfeldern nicht durch statische Kurvenscharen zu beschreiben ist.

Beide Hörsysteme werden von einer Stichprobe von hörgeschädigten Versuchspersonen hinsichtlich Klangqualität und Präferenz beurteilt. Grundlage der Untersuchung sind unterschiedliche Methoden, die für den Vergleich zweier unabhängiger Hörsysteme geeignet sind; einerseits automatisierte Paarvergleiche, die eine doppelt-blinde Beurteilung der Hörsysteme zulassen. Andererseits ein sequenzieller Vergleich, ein Tragetest in Alltagssituationen, beider Hörsysteme gegenübergestellt.

## Durchführung

Für einen ersten Paarvergleich wird das am Hörzentrum Oldenburg entwickelte Verfahren „Virtuelles Hörgerät“ herangezogen. In einer ersten Sitzung am Hörzentrum Ol-

denburg, durchgeführt im September 2004, wird den Versuchspersonen individuell jedes der zu testenden Hörsysteme auf Basis des Tonaudiogramms anhand der herstellerspezifischen Grundeinstellung unter Berücksichtigung der akustischen Parameter der individuellen Otoplastik angepasst. Möglichen Änderungswünschen seitens der Versuchspersonen an der vorgeschlagenen Einstellung wird lediglich durch Feinanpassen der Gesamtlautstärke genüge getan. In dieser Einstellung werden InSitu Audio-Aufzeichnungen für zwei Stimuli vorgenommen, „Sprache in Ruhe“ aus S0 und „Sprache im Störgeräusch“ in der Anordnung SON180.

In einer zweiten Sitzung findet ein vollständiger A/B-Vergleich, permutiert nach Round Robin, inklusive Test und Re-Test der zu testenden Hörsysteme anhand der aufgezeichneten Schalle statt. Die Versuchspersonen, 20 Hörgeschädigte mit mittleren, moderaten tonaudiometrischen Hörverlusten, werden für den Paarvergleich instruiert zu beurteilen, welchen der beiden dargebotenen Schalle sie bevorzugen. Es stehen lediglich die Antwortmöglichkeiten „A“ und „B“ zur Verfügung (forced choice). Neben den beiden Testgeräten werden weitere fünf Hörsysteme in den Paarvergleich eingestreut, so dass die Versuchspersonen insgesamt sieben unterschiedliche Hörsysteme beurteilen.

In Rahmen eines weiteren Paarvergleichs, durchgeführt in Erlangen im September 2004, wird das skizzierte Verfahren des virtuellen Hörgerätes insofern modifiziert, als das die Audio-Aufzeichnungen am KEMAR mit einer geschlossenen Otoplastik aufgenommen werden. Die sieben unterschiedlichen Hörsysteme werden anhand des herstellerspezifischen Vorschlags für den mittleren Hörverlust der 10 teilnehmenden hörgeschädigten Versuchspersonen voreingestellt. Die räumliche Anordnung der Schallquellen, sowie die verwendeten Stimuli, entsprechen dem Aufbau des Virtuellen Hörgerätes. Der Vergleich der Schalle findet ebenfalls im Rahmen eines automatisierten, vollständigen A/B-Vergleichs statt. Abweichend von der Studie am Hörzentrum Oldenburg haben die Versuchspersonen die Möglichkeit, neben „A“ und „B“, zusätzlich für „keinen Unterschied“ zu werten. Ein Re-Test der Paarungen findet nicht statt.

Grundlage für diese Studie ist die Annahme, dass ein analoges Studiendesign mit reduziertem Aufwand die Qualität der Ergebnisse beeinflusst und möglicherweise zu weniger statistisch signifikanten und damit weniger validen Resultaten führt.

Ergänzend findet an der Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde in Großhadern, in den Monaten Juli und August 2004, ein sequenzieller Vergleich der beiden zu

testenden Hörsysteme statt. Die Hörsysteme werden in randomisierter Reihenfolge

20 hörgeschädigten Versuchspersonen mit mittleren, moderaten tonaudiometrischen Hörverlusten, angepasst. Über die herstellereinspezifische Grundeinstellung hinaus findet auf Basis der Erfahrungen eines Rundgangs eine Fein Anpassung der Systeme statt, bevor die Versuchspersonen das Gerätepaar für eine Woche in ihrem gewohnten akustischen Umfeld tragen. In einer zweiten Sitzung werden die Versuchspersonen analog mit dem zweiten Hörsystem versorgt und tragen dieses ebenfalls für eine Woche in ihrer gewohnten Umgebung. Nach der Ausprobe geben sie ihre Präferenz für eines der beiden Hörsysteme anhand einer visuellen Analogskala in dem Wertebereich von -5 bis 5 ab.

## Ergebnisse

Die Resultate der Studie am virtuellen Hörgerät zeigen für beide Schallbeispiele, „Sprache in Ruhe“ und „Sprache in Störgeräusch“, einen konsistenten Trend. In beiden Situationen wird Hörgerät A von den Versuchspersonen präferiert.

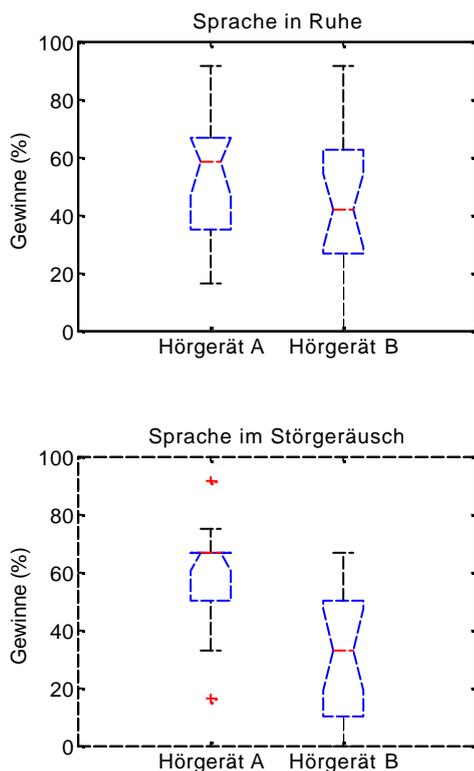


Abbildung 1: Ergebnisse der Studie am virtuellen Hörgerät, Präferenzen für Hörgerät A und B für "Sprache in Ruhe" und "Sprache im Störgeräusch", gemittelt über die Summe der gewonnenen Gegenüberstellungen.

Abbildung 1 zeigt, dass die Quartilsabstände für das Klangbeispiel „Sprache in Ruhe“ überlappen. Hier indiziert der Median, dass Hörgerät A in dieser Situation bevorzugt

wird, der Unterschied zwischen beiden Hörsystemen ist jedoch nicht statistisch signifikant. Für „Sprache im Störgeräusch“ fällt das Votum der Versuchspersonen deutlicher aus. Der Unterschied zwischen beiden Hörgeräten ist nach Wilcoxon auf dem 5 0/00-Niveau signifikant ( $p < 0,005$ ).

Der analog durchgeführte Paarvergleich auf Basis der KEMAR-Aufzeichnungen liefert vergleichbare Ergebnisse. Abbildung 2 zeigt, dass Hörgerät A in beiden Hörsituationen von den Versuchspersonen gegenüber Hörgerät B bevorzugt wird. Auch in diesem Fall indiziert für das Klangbeispiel „Sprache in Ruhe“ lediglich der Median einen Trend zugunsten von Hörgerät A, der Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant. Für „Sprache im Störgeräusch“ wird Hörgerät A deutlicher gegenüber Hörgerät B bevorzugt. Der Unterschied zwischen beiden Hörgeräten ist nach Wilcoxon auf dem 5 0/00-Niveau signifikant ( $p < 0,005$ ).

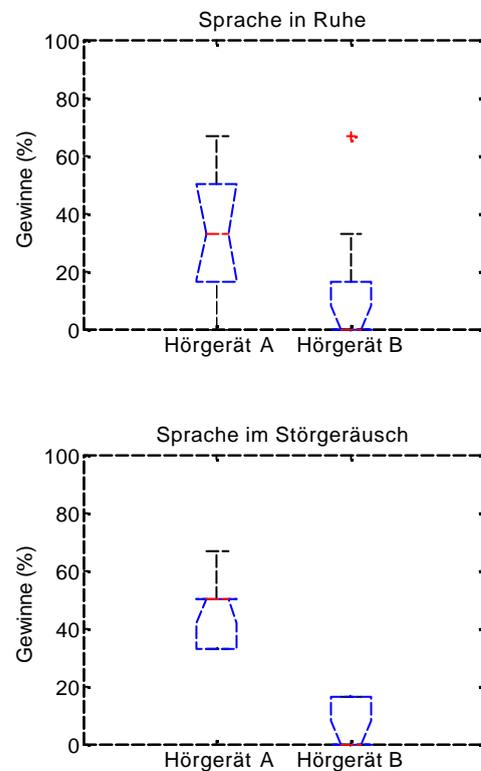


Abbildung 2: Ergebnisse des A/B-Vergleichs, basierend auf KEMAR-Aufzeichnungen. Dargestellt sind die Präferenzen für Hörgerät A und B für "Sprache in Ruhe" und "Sprache im Störgeräusch", gemittelt über die Summe der gewonnenen Gegenüberstellungen.

Die Analyse des sequenziellen Vergleichs korreliert mit den Ergebnissen, die aus den Paarvergleichen hervorgehen. Die Mittelung der Präferenzen über die teilnehmenden Versuchspersonen zeigt einen Trend zugunsten von Hörgerät A, dargestellt in Abbildung 3.

