

Einfluss der Positionierung von Hörgeräten auf akustische Messungen im reflexionsarmen Raum

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Sensor

Betreuer: Prof. Dr. Bertrand Dutoit

Experte: Dr. Jürg Germann (Bernafon AG)

Industriepartner: Bernafon AG, Bern

Die Entwicklung von Hörgeräten erfordert höchste Präzision unter strengen regulatorischen Bedingungen. Standardmässig werden Hörgeräte in reflexionsarmen Räumen getestet. Als Teil der Charakterisierung einer neuen Messkammer bei Bernafon sollte der Einfluss der Positionierung der Hörgeräte im Raum untersucht werden. Dabei galt es eine neue Halterung zur Hörgerätepositionierung zu entwickeln, sowie akustische Prüfmes- sungen zur Bestimmung der Positionstoleranzen durchzuführen.

Ausgangslage

Zum Ausmessen von Hörgeräten werden diese an einem bestimmten Referenzpunkt in einem reflexionsarmen Raum positioniert. In einer neugebauten Messkammer bei der Bernafon AG ist dieser Referenzpunkt mit Hilfe von Kreuzlasern gekennzeichnet. Um möglichst reproduzierbare Messungen zu erhalten, bedarf es jedoch einer Vorrichtung, die unabhängig vom Benutzer eine möglichst einfache und genaue Positionierung von Hörgeräten ermöglicht.

Ziel

Ziel der Arbeit war es herauszufinden, wie gross der Einfluss der Positionierung auf akustische Messungen ist. Dafür sollte zuerst eine neue Hörgerätehalterung entwickelt werden. Diese Halterung sollte in der x-, y- und z-Achse, sowie in zwei Drehachsen verschiebbar sein. Die Einstellgenauigkeit wurde auf mindestens 0.5mm für die Längsachsen und 1° für die Drehachsen festgelegt. Zudem sollte die Halterung möglichst klein, akustisch unsichtbar, benutzerfreundlich und robust sein. Mit Hilfe dieser Vorrichtung sollten, mit Variation der verschiedenen Achsen, akustische Standardmessungen an unterschiedlichen Hörgerätypen durchgeführt werden, um schliesslich die Positionstoleranzen in Abhängigkeit von Messaufbau zu bestimmen.

Vorgehen

Zu Beginn wurde ein Konzept der Halterung anhand der Kriterien erstellt. Nach Evaluation und Gewichtung



Messaufbau im reflexionsarmen Raum mit einem Behind-The-Ear (BTE) Hörgerät.

der verschiedenen Konzepte, sowie unter Berücksichtigung der Umsetzungsrisiken, wurde eine Hörgerätehalterung in der Kammer implementiert. Durch Handhabungstests wurde die Halterung auf ihre Alltagstauglichkeit geprüft.

Für die akustischen Prüfmessungen wurde der Fokus auf Full-On-Gain, Harmonic Distortion, sowie Mikrofon Sensitivität mit diversen Geräten (BTE, ITE, RITE) gelegt. Schrittweise wurden die linearen Achsen bis zu 5cm, die Drehachsen bis zu 20° vom Referenzpunkt wegbewegt.

Ergebnisse

Die entwickelte Hörgerätehalterung erreicht die Einstellgenauigkeit von 0.1mm und 0.5°. Ausserdem erfüllt sie die Bedingungen klein und robust zu sein. Die Drehachsen lassen sich manuell auf eine ungefähre Position ausrichten und mit einer Stellschraube feinjustieren.

Die ersten akustischen Prüfmessungen mit einem Behind-The-Ear-Hörgerät (BTE) haben ergeben, dass die x-, y- und z-Achsenverschiebungen bis zu 5mm neben dem Referenzpunkt nur einen geringen Einfluss auf das Messergebnis haben. Die Abweichung ist von 100Hz bis zu 7kHz zwischen 0dB und 0.5dB SPL, ab 7kHz bis 10kHz beträgt die Abweichung bis zu 2dB SPL. Bei den Drehachsen hingegen ist die Abweichung bereits bei 5° ab 2kHz von 1dB SPL ansteigend bis hin zu 5dB SPL bei 7kHz. Unterhalb von 2kHz liegen die Abweichungen bei etwa 0.5dB SPL. Dies kann durch akustische Verdeckungs- sowie Druckstaueffekte an den verschobenen Mikrofoneingängen erklärt werden.

Ausblick

Ein momentaner Schwachpunkt der entwickelten Halterung ist die Benutzerfreundlichkeit, da das Verstellen der Linearachsen als langsam und mühsam eingestuft werden muss. Eine Verbesserungsmöglichkeit wäre zum Beispiel die Verwendung von motorisierten Linearführungen.

Des Weiteren konnten in dieser Arbeit nur gewisse akustische Messungen abgedeckt werden, weshalb zur vollständigen Abklärung der Positionstoleranzen zusätzliche Prüfmessungen gemacht werden müssen.



Kira Alexandra Ann Näf
kira@enaef.ch