afh
Akademie für Hörakustik

LÜBECK-INFO
Nr. 7/2022

Berufsbegleitende Informationen im Hörakustikerhandwerk

Audiologische Messräume, Audiometer und Wandler

Die Audiometrie – Voraussetzungen, Durchführung von Messungen und Datenauswertung

Nachdem das neue Autorenteam der Akademie für Hörakustik (afh) in der Juni-Ausgabe der Lübeck-Info angekündigt hat, sich mit dem Thema Audiometrie zu beschäftigen – einem der wichtigsten Grundpfeiler der Hörsystemversorgung –, befasst sich dieser Artikel mit den Voraussetzungen von audiologischen Messräumen sowie der Audiometer und den verschiedenen Wandlern.

Ausgangspunkt

Ob als Basis der Hörsystemversorgung oder zur Kontrolle einer erfolgreichen Anpassung – die Audiometrie gehört zum Alltag eines jeden Akustikers. Dabei geht es aber nicht nur um das Messen an sich, sondern auch um Reproduzierbarkeit bzw. Vergleichbarkeit von Messergebnissen. Wie aussagekräftig ist eine Messung? Was sagen die Messdaten aus? Und welche Einflussfaktoren können die Messungen verfälschen [1,2,3,4]? Für den Hörakustiker als Leistungserbringer spielen dabei das Sozialgesetzbuch V, die Hilfsmittel-Richtlinie (HilfsM-RL), die Bestimmungen der Präqualifizierung und weitere Normen eine wichtige Rolle.

Audiologische Mess- und Anpassräume

Um aussagekräftige audiologische Messungen zu erhalten, muss bereits bei der Gestaltung des Mess- und Anpassraums begonnen werden. Die Raumgröße, die Innenausstattung, aber auch Schallemissionen, beispielsweise von PC oder Klimaanlage, haben Einfluss auf die Raumakustik. In der Norm DIN EN ISO 8253 1–3, der Empfehlung des BIAP (Bureau International d'Audiophonologie) 06/2:„Technische Ausrüstung für die Hörgeräteanpassung" und im Hilfsmittelkriterienkatalog des GKV-Spitzenverbands, wird beschrieben, worauf zu achten ist [1,2,3,4,5].

Demzufolge stellen sich zuerst einmal die Fragen: Was soll im Mess- und Anpassraum überhaut an Messungen durchgeführt werden? Sollen ausschließlich Erwachsene oder auch Kinder versorgt werden? Denn damit beginnt die Raumdimensionierung. Eine Kabine hat eine minimale Größe von 3 m^3. Für einen Mess- und Anpassraum mit Freifeldmessungen sowie Lokalisationsprüfung sind es mindestens 16 m^3. In der Pädakustik sollte der Raum eine Größe von 24 m^3 haben. Die BIAP empfiehlt bei Räumen, in denen Freifeldmessungen durchgeführt werden, eine nicht-quadratische Grundfläche, um Raumresonanzen zu vermeiden und so ein möglichst freies Schallfeld zu gewährleisten sowie eine minimale Deckenhöhe von 2 m.

Nachhallzeit

Die Raumgröße, aber auch die Ausstattung haben Einfluss auf die Raumakustik, speziell auf Nachhallzeiten und Störschall. Die Nachhallzeit wird ermittelt, indem die Zeitspanne gemessen wird, in dem der Pegel nach Abschalten der Schallquelle um 60 dB gesunken ist. In den Mess- und Anpassräumen variiert die Nachhallzeit, je nachdem wie weit entfernt von der Schallquelle gemessen wurde. Im Mittel, oder zumindest an der Position des Kunden, sollte die Nachhallzeit nicht größer als 0,3 bis 0,7 s sein [4].

Störschall

Das Vermeiden von Störschall im Mess- und Anpassraum ist eine ebenso wichtige wie komplexe Maßnahme. Bereits bei der Raumplanung sind Aspekte der Schallübertragung von angrenzenden Räumen, der sogenannte Trittschall, von Bedeutung, aber auch die Schallübertragung von Decken und Wänden spielt eine wichtige Rolle. Dazu kommen die Schallquellen der Messtechnik und Lüftungsanla-

gen. Der Pegel des maximal zulässigen Störschalls wird frequenzbezogen ermittelt und über den Frequenzbereich betrachtet, in dem auch die Audiometrischen Messungen durchgeführt werden. In der Norm DIN EN ISO 8253-1 ist diese für die Luftleitungs-Audiometrie von 125/250/500 Hz bis 8 000 Hz angegeben, wenn übliche supraaurale Kopfhörer verwendet werden. Für die Knochenleitungs-Audiometrie ist der Frequenzbereich des Prüftons von 125/250 Hz bis 8 000 Hz angegeben. Die dort angegebenen Werte beziehen sich auf Messungen der Reintonaudiometrie zur Bestimmung der Hörschwelle. Im Mittel beträgt der von der BIAP empfohlene zulässige Störschallpegel ≤40 dB. Gerade bei Messungen in Ruhe im freien Schallfeld oder bei der Überprüfung des Innenohres, bei der der Gehörgang unverschlossen ist, kann es sonst bei höheren Störschallpegeln zu Verdeckung und damit zu fehlerhaften Messergebnissen kommen [1,2,3,4,5].

Allgemeines

Des Weiteren sind sowohl in der Norm als auch in der BIAP-Empfehlung allgemeine räumliche Aspekte genannt. Es muss auf eine ausreichende Belüftung geachtet werden. Die Empfehlung lautet: mindestens 15 m^3 Luftaustausch pro Stunde, unabhängig vom Raum und der Art der Belüftung. Eine angenehme Beleuchtung, die ggf. dimmbar ist, ein ansprechendes Ambiente, sodass der Kunde sich wohlfühlt sowie bequeme Sitzgelegenheiten für den Kunden sind zu beachten. Während der Messungen soll der Kunde für den Akustiker gut sichtbar sein. Außerdem sind Störungen, wie z. B. Telefon- oder Türklingel, zu vermeiden.

Auf der Website von Dipl.-Ing. Carsten Ruhe, www.carsten-ruhe.de, gibt es eine ausführliche Übersicht zur Planung und Gestaltung von Hörprüfräumen [9].

Das Audiometer

Der nächste wichtige Baustein in den Grundvoraussetzungen für die Audiometrie ist das Audiometer. Auch hier stellt sich zuerst wieder die Frage, was gemessen werden soll. Audiometer werden in fünf Klassen eingeteilt. Die Audiometer der Klassen IV bis V sind lediglich für die Messung der Hörschwelle über die Luftleitung zugelassen. Das bekannte, zur Hörgeräteversorgung benötigte Audiometer entspricht der Klasse I. In der

Übersicht Wandler				
Art	**Circumauraler Kopfhörer**	**Supraauraler Kopfhörer**	**Knochenleitungshörer**	**Freifeldlautsprecher**
Beschreibung	Kopfhörer zur Messung der Luftleitung Der Kapselkopfhörer umschließt die Ohrmuschel komplett.	Kopfhörer zur Messung der Luftleitung Der Flachkopfhörer liegt auf der Ohrmuschel auf.	Kopfhörer zur Messung der Knochenleitung Der Hörer wird mit einem Bügel hinter dem Ohr auf dem Mastoid platziert. Er bringt den Knochen zum Schwingen. Der Schall wird direkt ins Innenohr übertragen.	Lautsprecher für die Messungen im freien Schallfeld Für die Messungen in Ruhe ist ein frontaler Lautsprecher notwendig. Für die Messungen im Störgeräusch wird oft das Geräusch aus einer anderen Richtung mit weiteren Lautsprechern abgespielt (z. B. Nutz 0°, Stör 180°).
Bild				
Sitz				
Übergangs-dämpfung	ca. 40 bis 50 dB	ca. 50 bis 60 dB	ca. 10 dB	–
Vorteile (+)/ Nachteile (–)	+ dämpft sehr gut Umgebungsgeräusche + komfortabler Sitz + Hochtonaudiometrie – geringe Übergangs-dämpfung	+ dämpft Umgebungs-geräusche + Übergangsdämpfung tritt zu höheren Pegeln auf (vgl. circumaural) – schnell Druckstellen an der Ohrmuschel	+ Messung des Schall-leitungsanteils + Mittelohrproblematiken ermittelbar – Andruck erforderlich – richtige Positionierung – schnelles Überhören	+ Messungen in Ruhe und im Störgeräusch + Lautsprecher können für Soundbeispiele genutzt werden – ausschließlich binaurale Messung

Abbildung 1

Abbildung: afh

DIN EN 60645 wird beschrieben, was das Audiometer für Mindestanforderungen erfüllen muss. U. a. muss es zweikanalig sein, damit Messungen unter verdeckendem Rauschen durchgeführt werden können. Ebenfalls muss ein minimaler Pegel von –10 dB und ein maximaler Pegel von 120 dB vom Audiometer geleistet werden [1,2,4,6].

Audiometer sind Medizinprodukte und unterliegen u. a. der Medizinproduktebetreiberverordnung. Es wird zwischen dem Betreiber, z. B. Inhaber oder GmbH, und dem Anwender, etwa fachlich Ausgebildete oder Auszubildende, unterschieden. Der Anwender muss vom Betreiber in die Handhabung eingewiesen worden sein. Vor jeder Anwendung muss sich der Anwender persönlich von der Funktionsfähigkeit und dem ordnungsgemäßen Zustand überzeugen; als Mindestanforderung muss die Funktionsfähigkeit des Schutzsystems vor jeder Anwendung überprüft werden, z. B. Unterbrechung von lauten Schallsignalen.

Der Betreiber wiederum ist rechtlich verantwortlich und hat dafür Sorge zu tragen, dass sich das Medizinprodukt (Audiometer) immer in einwandfreiem Zustand befindet. Geräte, die Mängel aufweisen, dürfen nicht betrieben werden. Eine regelmäßige Audiometerprüfung muss gemäß Herstellerangaben, wie etwa der Bedienungsanleitung, durchgeführt und im Medizinproduktebuch dokumentiert werden [1,2,3,7,8].

Die Wandler

Um das Audiometer nutzen zu können, werden verschiedene Wandler benötigt, die so wie das Audiometer Medizinprodukte sind. Die am meisten verbreiteten und angewendeten sind supraaurale oder circumaurale Kopfhörer für Messungen über die Luftleitung [LL] in der Ton- und Sprachaudiometrie, der Kopfhörer zur Messung über die Knochenleitung [KL], sowie die Lautsprecher für Messungen im freien Schallfeld. Jeder dieser Wandler hat unterschiedliche akustische Übertragungseigenschaften, die in Abbildung 1 aufgeführt sind und die für die jeweilige Messung beachtet werden müssen. Wichtig sind der Frequenzübertragungsbereich, die Hörerleistungsgrenze und bei den LL-Kopfhörern insbesondere die Übergangsdämpfung. Bei der Übergangsdämpfung handelt es sich um den Übergang von Luftschall in Körperschall. Gerade bei hohen Prüfpegeln kann es dazu führen, dass ein Ton wahrgenommen wird in der Cochlea durch den in Schwingung versetzten Schädelknochen, obwohl über das Mittelohr der Ton unter Umständen noch gar nicht hörbar ist. Im direkten Vergleich (Abbildung 1) ist zu sehen, dass die Übergangsdämpfung bei einem supraauralen Hörer größer ist, also erst bei höheren Pegeln ein Übergang von Luft in Körperschall stattfindet, weswegen dieser Hörer als Standard in der Audiometrie verwendet wird.

Unabhängig davon, welcher der oben genannten Wandler zum Einsatz kommt, ist wichtig zu beachten, dass nur solche Wandler für die jeweiligen Messungen verwendet werden, die mit dem Audiometer zusammen kalibriert wurden. Bei der Kalibrierung des Audiometers mit seinen dazugehörigen Wandlern werden Korrekturwerte hinterlegt, die während der Messungen einbezogen werden. Der Tausch eines defekten Wandlers ist nicht ohne Weiteres möglich, u. a. muss der richtige Zusammenbau bzw. Aufbau des Medizinprodukts und die Verwendung des vom Hersteller zugelassenen, geeigneten Zubehörs gewährleistet sein [7,8].

Fazit

Alle hier aufgeführten Aspekte sind ausführlich unter den unten genannten Quellen beschrieben. Erst unter Erfüllung dieser Kriterien sind aussagekräftige audiologische Messungen möglich, welche die Grundvoraussetzung für eine Hörsystemanpassung darstellen.

Ausblick

Im nächsten Artikel wird das Autorenteam Vorgespräch/Anamnese und die Otoskopie in den Blick nehmen und erläutern, warum diese Punkte für die Audiometrie wichtig sind.

Literatur

[1] DIN EN ISO 8253 Teil 1 (Einleitung; 4.3; 4.4; 11.1; 12)

[2] DIN EN ISO 8253 Teil 2 (1; 6; 12)

[3] DIN EN ISO 8253 Teil 3 (Einleitung; 7; 18)

[4] BIAP-Empfehlung 06/2; (Vorwort; 1; 2)

[5] GKV-Spitzenverband, HiMi-Kriterienkatalog

[6] DIN EN 60645 (1)

[7] MPBetreibV; §1; §4 (6)

[8] Böhm, H. MDR 05200, (9)

[9] www.carsten-ruhe.de

Autorinnen:
Magdalena Ferwagner, Dozentin,
Laurie Osten, Dozentin,
Stefanie Ziegler, Dozentin
Akademie für Hörakustik (afh)

Herausgeber: Akademie für Hörakustik, Lübeck