eitschrift für Audiologie **Audiological Acoustics**



■ Editorial Cochlea-Implantate sind keine Hörgeräte!

Joachim Müller-Deile, Ulrich Hoppe

Originalarbeiten

Messung der Sprachverständlichkeit

Wiebke Lamping, Martin Hansen

■ Kurzpräsentationen

Altersbedingte Veränderungen des Colliculus inferior Judith Netz

Studie der akustischen Eigenschaften von Musikergehörschutz

Esther Merz

■ Tagungsberichte (u. a.)

ADANO Herbsttagung Torsten Rahne

■ Aktuelles

Stellungnahme der DGA zur audiologischen Nachsorge von Cochlea-Implantatträgern

Vorschau zur DGA-Jahrestagung 2013

Studie der akustischen Eigenschaften von Musikergehörschutz

Study of the acoustical properties of hearing protector devices for musicians

Esther Merz

Kurzfassung der Diplomarbeit im Fach Tonmeister, ausgezeichnet mit dem Förderpreis 2012 der EUHA Universität für Musik und darstellende Kunst Wien, Österreich Betreuung: Außerordentlicher Univ.-Prof. Dipl. Ing. Dr. Techn. Wilfried Kausel

1. Einleitung

Für eine Musikerkarriere ist es relevant, das eigene Gehör zu schützen. Ein dazu verwendbares Produkt ist der maßgefertigte Gehörschutz ER-15TM der amerikanischen Pirma Etymotic (Killion et al. 1988), der die Musik über den gesamten Hörbereich gleichmäßig leiser machen und auf diese Weise die Klangqualität während der Schutzwirkung erhalten soll.

2. Warum eine Untersuchung von Musikergehörschutz?

Verschiedene Prüfverfahren von Gehörschutz wurden auf ihre akustischen Vor- und Nachteile hin analysiert. Die nach der Baumusterprüfung anzugebenden Werte »Assumed Protection Value« (angenommene Schutzwirkung des Gehörschutzes), »High-Middle-Low-Verfahren« und »Single-Number-Rating» sagen nichts über die spektrale Verteilung der Dämmung aus. Es wird vermutet, dass eine gleichmäßige Schalldammung über alle Frequenzen beim ER-15-Filter nicht gewährleistet ist, wenn die Gehörgangsresonanz des Trägers von der vom Hersteller angenommenen Standardresonanz von 2,7 kHz mit 15 dB Verstärkung abweicht und sich dadurch akustisch nicht optimal an das Volumen des Gehörschutzes ankoppelt.

In der Hörgeräteakustik wird zur genaueren Einstellung der Verstärkung unter Beeinflussung der individuellen Otoplastik mit einer Sondenschlauchmessung gearbeitet, um die Differenzen zwischen dem menschlichen Ohrvolumen und demjenigen eines standardisierten Kupplers auszugleichen, sprich, um die Volumina und Impedanzen aneinander anzupassen. Dies ist in der Gehörschutzanpassung

(fast) nicht üblich. Über die Problematik der Anpassung der akustischen Impedanzen ist in den Normen zur Überprüfung von Gehörschutz nichts zu finden.

ÖVE/ÖNORM EN 60318-4:2011 merkt unter Punkt vier in Bezug auf standardisierte Kupplermessungen folgende Unsicherheit an:

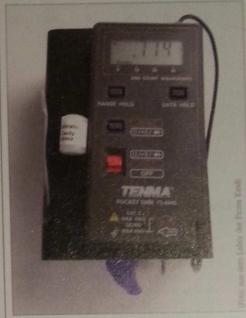
»Die Ergebnisse, die unter simulierten In-situ-Bedingungen gewonnen werden, können sich von Ergebnissen an einer individuellen Person wegen anatomischer Unterschiede von Kopf, Rumpf, Ohrmuschel, Gehörgang und Trommelfell grundlegend unterscheiden. Die Ergebnisse sollten deshalb mit Sorgfalt interpretiert werden.«

Die über alle Frequenzen gleichmäßige Dämmwirkung des ER-15 wurde mit einer REAT-Messung erzielt (Real Ear Attenuation Threshold = Hörschwellenmessung mit und ohne Gehörschutz). Betrachtet man die Standardabweichungen, kann das Ergebnis bereits dadurch um bis zu 7,8 dB SPL von einem gleichmäßigen Spektrum abweichen. Messungen nach dem neueren MIRE-Verfahren wurden bisher am ER-Filter nicht durchgeführt.

3. Messaufbau

Mittels eines Miniaturmikrofons im Gehörgang der Probanden wird an sechs Ohren die Dämmung des Gehörschutzes gemessen. Die Gehörgangsresonanzen der ausgewählten Prüfohren befanden sich absichtlich zwischen 2 und 3,5 kHz.

Prüfsignal war ein nach ÖNORM EN ISO 11904-1:2003 (Microphone-In-Real-Ear-Verfahren) terzgefiltertes rosa Rauschen mit den Mittenfre-



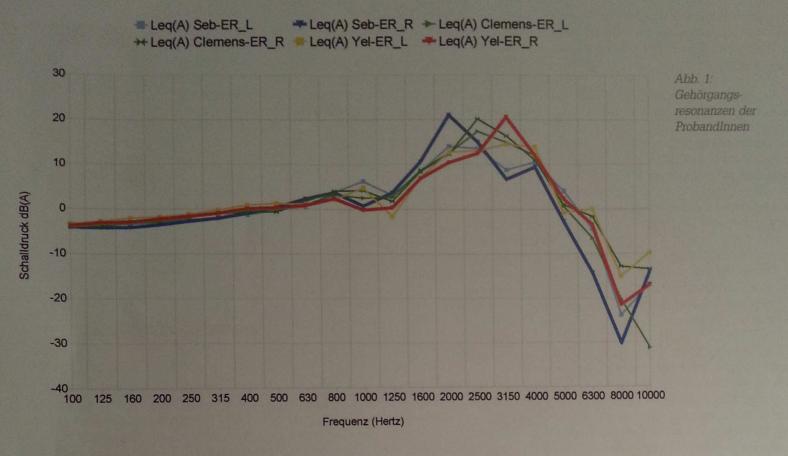
Massenüberprüfung mit Referenzvolumen au Gehörschutz von Proband Seb Rachra

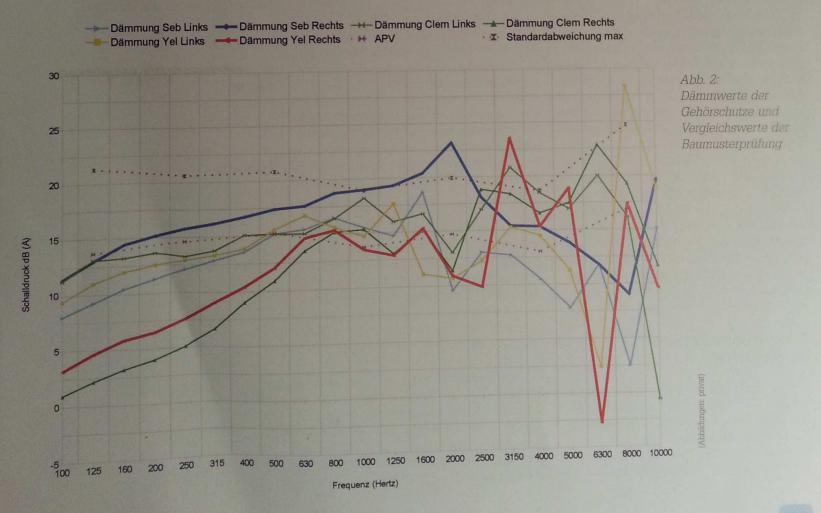
quenzen von 100 bis 10 005 He 122 12405 abhängigen Beschallungszesses 124 12455 wurden wiederum terzgenitets 124555 Abovertet

Die Messungen wurdet für Ausschaffest Raum am Institut für Wiener Nachsal an d Universität für Musik und derstellende Kun Wien durchgeführt.

4. Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Versuch sprechen f die Hypothese, dass der untersuchte Gehörschi in jedem Ohr individuell arbeitet und auch n





einer großzügigen Standardabweichung nicht exakt vorauszusagen ist. Die Abweichungen verursachen sehr wohl unerwünschte Klangverfärbungen.

Die Aspekte in Bezug auf das Wirken des Gehörschutzes insbesondere auf Musik konnten durch die Aufnahme mit dem Mikrofon im Gehörgang hörbar gemacht werden. Dazu wurden ein Violinenton und ein Schlagzeugbeat als Prüfsignal hinzugefügt. Durch die schwache Dämmwirkung im Bassbereich wurden die Grundtöne der Instrumente überproportional, was zu einem dumpfen Klangeindruck führte.

Der Hersteller schlägt vor, Parameter wie die akustischen Eigenschaften, die Dichtigkeit und auch die Okklusion bei jedem Ohr einzeln zu überprüfen, um eine optimale Wirkung des Filters zu gewährleisten.

Die akustische Masse wurde durch das produzierende Labor kontrolliert und dokumentiert. Auch die akustische Dichtigkeit konnte in dem Versuch gewährleistet werden, da mit speziellen, haardünnen Litzen gearbeitet wurde, die auf jeden Fall weniger Lecke aufwiesen als Sondenschläuche von circa 0,5 mm Durchmesser, wie sie üblicherweise bei Dichtigkeitsmessungen verwendet werden.

Die über alle Frequenzen gleichmäßige Dämmung des von Etymotic hergestellten Filtersystems wurde in der Arbeit nicht infrage gestellt, sondern als gegeben angenommen. Es wurde lediglich eine optimale Ankoppelung an das menschliche Ohr bezweifelt, da dieses von Mensch zu Mensch verschieden ist und vom Hersteller mit einer Durchschnittsgehörgangsresonanz behandelt wird.

Unbestritten blieb für die Arbeit auch die Wichtigkeit einer über alle Frequenzen gleichmäßigen Dämmung für Musikergehörschutz. Es wurde angenommen, dass das Hören für Musiker über alle Frequenzen hinweg gleich gut funktionieren muss, denn aus diesem Grund ist das Produkt ER-15 schließlich auch erfunden worden.

5. Weiterentwicklungsmöglichkeiten

Man muss sich die Frage stellen, ob eine gleichmäßige Dämmwirkung über alle Frequenzen in der Gehörprävention für Musizierende überhaupt das zu erreichende Ziel darstellt. Wenn man bedenkt, dass viele Musizierende – genauso wie alle anderen Menschen – von

Mag.a (art) Esther Merz, geboren 1980, studierte Tonmeister an der Universität für Musik und darstellende Kunst in Wien mit Schwerpunkt Aufnahmeleitung. 2004 gewann sie einen Preis an der AES Student Recording Competition in Berlin in der Kategorie »Pop/Rock Stereo«. 2008 absolvierte sie die Meisterprüfung für Hörgeräteakustik in Innsbruck. Als Hörakustikerin war sie von 2006-2010 in Lausanne. Seit 2010 ist sie in der Lehre tätig und unterrichtet an der Akademie Hören Schweiz das Fach Akustik.



Mag.a (art) Esther Merz, born in 1980, studied Tonmeister at the University of Music and Performing Arts in Vienna with focus on producing. In 2004 she won an award at the AES Student Recording Competition in Berlin in the category *Pop/Rock Stereo*. In 2008 she graduated with the Master Craftsman's Diploma for Hearing Aid Dispensers in Innsbruck. Working as a hearing aid dispenser, she was based in Lausanne from 2006-2010. Since 2010 she has been involved in teaching and instructs acoustics at the Academy Hearing Switzerland.

Lärmschwerhörigkeit betroffen sind, sollte bei der Entwicklung von Gehörschutz eigentlich nicht (nur) von einer idealen Hörschwelle, wie sie bei gesunden, jungen Menschen zu finden ist, ausgegangen werden, sondern auch von den unterschiedlichen Stadien einer fortgeschrittenen Presbyakusis.

Die Bedürfnisse von Instrumentalisten könnten sich zudem insofern unterscheiden, als jedes Instrument einen spezifischen Frequenzund Dynamikumfang hat, dessen Wichtigkeit auch unterschiedlich gewichtet ist: Ein Violinen- oder Bratschenspieler zum Beispiel ist viel stärker darauf angewiesen, das Obertonspektrum des eigenen Instruments zu hören, als ein Holzbläser. Zusätzlich kommt eine asymmetrische Belastung durch das eigene Instrument hinzu (am linken Ohr ist die Exposition stärker als am rechten Ohr).

Bei Blasinstrumentalisten und Sängern kommen erschwerend Okklusionsprobleme hinzu. Denen wird oft abgeholfen, indem der Gehörschutz in seiner Länge und Form verändert wird oder aber auch Belüftungsbohrungen angebracht werden (Oberdanner et al. o. J.). Dabei geht jedoch die von Etymotic herbeigeführte gleichmäßige Dämmwirkung auf jeden Fall verloren.

Darüber hinaus spielt auch der Sitzplatz des Musikers im Orchester (sofern es sich um Orchestermusiker handelt) oder die Aufstellung in einer Band eine Rolle: Je nachdem muss man sich nicht nur vor seiner eigenen Schallquelle schützen, sondern auch vor der der anderen.

Der individuellen Begutachtung und Anpassung wären also kaum Grenzen gesetzt, wenn nicht der Gesetzgeber darauf angewiesen wäre, die Schutzfunktion der Gehörschutze mit vereinfachten Testverfahren überprüfen zu können. Vieles im Schnittstellenbereich zwischen Musik und Medizin muss erst noch erforscht werden und bedarf einer Sonderbehandlung.

Kontakt:

esther_merz@gmx.ch

Literatur

Killion MC, De Vilbiss E, Stewart J (1988) An Earplug with Uniform 15-dB Attenuation. In: The Hearing Journal Vol. 41-5, 14-17

Oberdannder H, Reintges F, Welzl-Müller K (o. J.)
Persönlicher Ge-hörschutz für MusikerInnen.
Klinische Abteilung für Hör-, Stimm- und Sprach
störungen, Univ.-Klinik Innsbruck