### Klangqualität und Schutzwirkung

## Akustische Eigenschaften von Musikergehörschutz

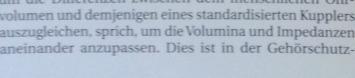
Esther Merz · Akademie Hören Schweiz\*

Absolute Stille herrscht an keinem Arbeitsplatz. Doch manche Berufsgruppen sind Lärm stärker ausgesetzt als andere - zum Beispiel Musiker. Für eine Musikerkarriere ist es relevant, das eigene Gehör zu schützen. Ein dazu verwendbares Produkt ist der maßgefertigte Gehörschutz ER-15TM der amerikanischen Firma 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. Esther Merz hat den Musikergehörschutz in ihrer Diplomarbeit genauer unter die Lupe genommen.

erschiedene 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 Schalldämmung über alle Frequenzen beim ER-15-Filter nicht gewährleistet ist, wenn die Gehörgangsresonanz des Trägers von der vom Hersteller angenommenen Standardresonanz von 2,7 Kilohertz mit 15 Dezibel 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 Gehörschutz-











(Foto: stokkete/fotolia.com

anpassung (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

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 Dezibel SPL von einem gleichmäßigen Spektrum abweichen. Messungen nach dem neueren MIRE-Verfahren wurden bisher am ER-Filter nicht durchgeführt.

<sup>\*</sup> Kurrfassung der Diplomarbeit im Fach Tonmeister, ausgezeichnet mit dem Förderpreis 2012 der EUHA:

Universität für Musik und darstellende Kunst Wien, Österreich

#### 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 Kilohertz.

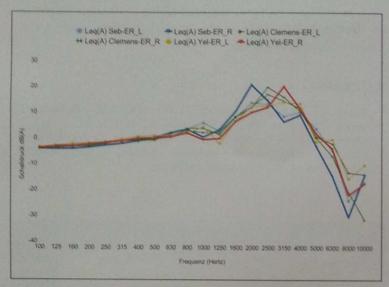


Abb. 1: Gehörgangsresonanzen der Probanden

Prüfsignal war ein nach ÖNORM EN ISO 11904-1:2003 (Microphone-In-Real-Ear-Verfahren) terzgefiltertes Rosa Rauschen mit den Mittenfrequenzen von 100 bis 10 000 Hertz und frequenzabhängigen Beschallungszeiten. Die Resultate wurden wiederum terzgefiltert und schließlich A-bewertet.

Die Messungen wurden im reflexionsfreien Raum am Institut für Wiener Klangstil an der Universität für Musik und darstellende Kunst Wien durchgeführt.

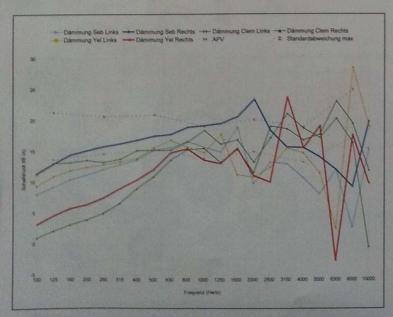


Abb. 2: Dämmwerte der Gehörschutze und Vergleichswerte der Baumusterprüfung (Abbildungen: privat)

#### Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem Versuch sprechen für die Hypothese, dass der untersuchte Gehörschutz in jedem Ohr individuell arbeitet und auch mit 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 Millimeter 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 Ankopplung 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 erfunden worden.

#### 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 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.

#### **Fachwissen**

Die Bedürfnisse von Instrumentalisten könnten sich zudem insofern unterscheiden, als jedes Instrument einen spezifischen Frequenz- und Dynamikumfang hat, dessen Bedeutung 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 sind also kaum Grenzen gesetzt, und vieles in diesem Schnittstellenbereich zwischen Musik und Medizin muss erst noch erforscht werden.

#### 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 Gehörschutz für MusikerInnen. Klinische Abteilung für Hör-, Stimmund Sprachstörungen, Univ.-Klinik Innsbruck

# Lehrtafeln

»Das menschliche Ohr« - TA 20

