

Auswahl eines persönlichen Gehörschutzes mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern

Gwenolé NEXER
g.nexer@hearingprotech.com

September 2011
Überarbeitet Dez. 2012

Aus dem Französischen
übersetzt.

Heutzutage ist es nicht mehr notwendig zu beweisen, wie wichtig es ist, sein Gehör zu schützen. Doch wie viele Menschen schützen ihr Gehör, während sie auf einem Konzert sind? Schauen Sie sich um: 3%, 5%? Es bleibt noch ein Großteil an Sensibilisierungsarbeit zu leisten und dies betrifft nicht nur die Jugendlichen.

Während eines Konzerts zu sprechen ist mit klassischen Gehörschützern ein Ding der Unmöglichkeit. Die daraus entstehende Verzerrung aufgrund der klassischen Dämmung behindert die gute Wahrnehmung des Tons. Der Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern ist DIE Lösung, die es ermöglicht den Ton normal wahrzunehmen und das Gehör gleichzeitig vor zu lautem Schallpegel zu schützen.

Ein Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern sollte eine identische Dämmung auf jedem einzelnen Frequenzband aufweisen. Diese Gleichwertigkeit ermöglicht die naturgetreue Wiedergabe des Tons mit einer Minderung des Schallpegels.

Zahlreiche Produkte sind auf dem Markt, die den Anforderungen des Benutzers gerecht werden, um mit diesem Gehörschutz eine „natürliche“ Dämmung zu erhalten.

Einige Hersteller nutzen jedoch das Unwissen ihrer Kunden, um ihnen ein Produkt zu verkaufen, das in der Dämmung nicht anders ist als ein simpler Einwegstöpsel. Zahlreiche Produkte bieten wiederum eine korrekte Hörqualität an, die der natürlichen Klangwiedergabe sehr nahe kommt und bieten dabei ebenfalls einen Schutz für das Gehör an, damit das Risiko einen Hörverlust zu erleiden, minimiert wird.

Ziel dieser Studie ist es, die Auswahlkriterien für einen solchen Gehörschutz kennenzulernen, um den geeignetesten Gehörschutz nach den persönlichen Bedürfnissen, der Lärmexposition und Langlebigkeit auswählen zu können.

Sich gegen Lärm schützen
E-118.2



Inhaltsverzeichnis

1	LÄRM	3
1.1	Tagesdosis Lärm	3
1.2	Eigenschaften des Lärms	4
1.2.1	Wahrnehmung des menschlichen Ohres	4
1.2.2	Frequenzen der Sprache	4
1.3	Sich vor Lärm schützen ohne Klangverzerrung	5
1.4	Das menschliche Ohr	5
1.5	Sich vor Lärm schützen	7
1.6	Zwei große Gruppen von angepasstem Gehörschutz	8
2	GEHÖRSCHUTZ MIT GLEICHWERTIGER DÄMMUNG	9
2.1	Qualität des Produktes	10
2.1.1	Strenge Herstellungsparameter	10
2.1.2	Ein Gehörschutz, der tief im Ohr sitzt, um einen Okklusionseffekt zu vermeiden	12
3	BEWERTUNG DER GEHÖRSCHÜTZER	13
3.1	Klassifizierung der angepassten Gehörschützer nach gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern	13
3.2	Analyse der Ergebnisse	18
3.3	Welchen Dämmwert wählen?	19
3.4	Im Fokus: Drei Gehörschutzmodelle	20
4	FAZIT	22
5	LITERATURVERZEICHNIS	23
6	ANHANG: KONTAKTDATEN DER HERSTELLER UND LIEFERANTEN	24

1 Lärm

In Frankreich leiden zwei von drei Personen unter den Auswirkungen von Lärm. Angst, Stress, Gereiztheit, Müdigkeit, Schlafstörungen sind nur einige Auswirkungen, die durch Lärm hervorgerufen werden. Hörverlust gehört zu den Hauptrisiken.

Die Konsequenzen, die für das Gehör irreversibel sind, wenn man einer hohen Lärmbelastung ausgesetzt ist, sind beispielsweise Tinnitus (permanentes Pfeifen oder Summen), akustisches Trauma (sehr kurzer starker Lärm) oder permanenter Hörverlust, der typisch ist bei einer regelmäßig hohen Lärmbelastung.

1.1 Tagesdosis Lärm

Ein erhöhtes Risiko einen Hörverlust zu erleiden besteht bereits bei einer Lärmbelastung von 80 dB(A) während 8 Stunden pro Tag (EG – Lärmrichtlinie 2003/10/EG). Je höher der Lärmpegel desto geringer wird die Lärmexpositionszeit bei der ein Risiko besteht.

Ein Mitarbeiter arbeitet an einer Maschine. Bei 86 dB(A) genügen mehr als 2 Stunden pro Tag, damit ein erhöhtes Risiko besteht, einen Hörverlust zu erleiden.

Ein Zuschauer bei einem Rockkonzert, der nah bei den Musikboxen steht, die einen durchschnittlichen Lärmpegel von 110 dB(A) abgeben, gefährdet sein Gehör schon nach 20 Minuten ohne Schutz.

Lärmpegel in dB(A)	Maximale Lärmexpositionszeit in Std.
80	08:00:00
83	04:00:00
86	02:00:00
89	01:00:00
92	00:30:00
95	00:15:00
98	00:07:30
101	00:03:45
104	00:01:22
107	00:00:41
110	00:00:20

Bei jeder Verdoppelung der Lärmquelle steigt der Lärmpegel um 3 dB (logarithmische Größe), die Dauer der Lärmexposition muss durch zwei geteilt werden, um jegliches Risiko zu vermeiden (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: Zusammenhang zwischen dem Lärmpegel und der maximalen Lärmexpositionszeit (ohne weitere Lärmexpositionen zu berücksichtigen)

Die Tagesdosis wird anhand von zwei Faktoren ermittelt: Dauer, der man Lärm ausgesetzt ist und Lärmpegel, der während dieser Lärmexposition auf das Gehör wirkt. .

1.2 Eigenschaften des Lärms

Lärm kann unterschiedliche Eigenschaften haben und kann sowohl hoch als auch tief sein. Er ist durch seine akustische Signatur wiederzuerkennen. Es ist sehr einfach den Lärm einer Schlagbohrmaschine von dem Lärm eines Motorrads zu unterscheiden. Ebenso wie Hundegebell von Katzenmiauen, oder Kinder- von Frauen- oder Männerstimmen.

Unser Gehör wird quasi die ganze Zeit durch den Lärm, der uns umgibt, beansprucht: Wir nehmen dies bewusst wie auch unbewusst wahr.

Jede Art von Lärm besteht aus Vibrationen, die Frequenzen genannt werden und die die Signatur ergeben. Jede Frequenz spielt eine wichtige Rolle. Menschen, die beispielsweise an Hörverlusten im hohen Frequenzbereich leiden, haben starke Schwierigkeiten sobald sie im Lärm sind, zu kommunizieren. Es fehlt ihnen ein Teil des Frequenzcodes, der zu einer anstrengenden Entschlüsselung des Codes führt, was wiederum die betroffenen Personen nach und nach von dem eigenen Umfeld isoliert.

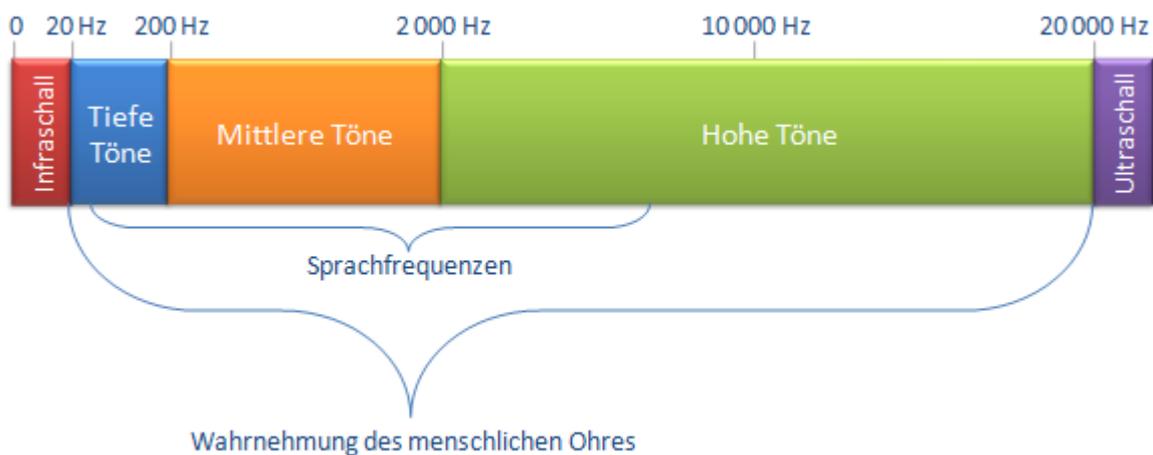


Bild 1: Bereich der Wahrnehmung des menschlichen Ohres (20 Hz bis 20 KHz) und Bereich der Sprachfrequenzen (50 Hz bis 8 KHz).

1.2.1 Wahrnehmung des menschlichen Ohres

Im Alter leiden wir unter einem progressiven Hörverlust. Dieser Vorgang wird Presbyakusie genannt und betrifft hauptsächlich den Bereich der hohen Frequenzen. Bei einem völlig gesunden Gehör (von 0 bis 30 Jahren) ist die maximale Frequenz, die wahrgenommen werden kann unterschiedlich. Manche Menschen können nicht mehr als 8000 Hz wahrnehmen. Andere wiederum können bis zu 24000 Hz hören. Das selbe gilt auch in den tiefen Frequenzen: in diesem Bereich schwankt die Wahrnehmung zwischen 10 und 30 Hz.

1.2.2 Frequenzen der Sprache

Die Frequenzen der Sprache variieren zwischen 50 Hz und 8 KHz. Männliche und weibliche Stimmen unterscheiden sich in der Frequenz der Stimmbänder: ca. 130 Hz bei einer männlichen Stimme und ca. 205 Hz bei einer weiblichen.

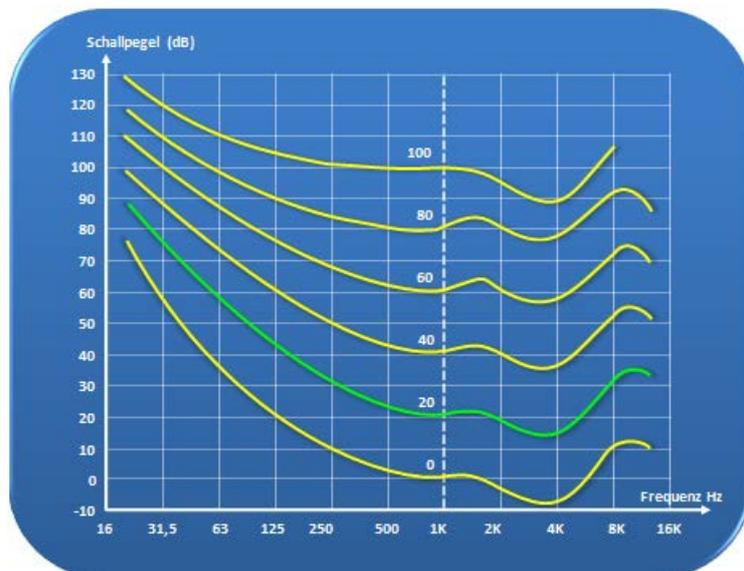
1.3 Sich vor Lärm schützen ohne Klangverzerrung

Es ist demzufolge wichtig das Gehör vor Lärm zu schützen, sobald der Lärmpegel steigt. Gleichzeitig ist es jedoch wichtig, die Töne so wahrzunehmen, wie sie sind, damit eine Identifizierung möglich ist.

1.4 Das menschliche Ohr

Das Gehör hat die Besonderheit die Frequenzen auf natürliche Weise zu verstärken. Dieses Phänomen ist dank des externen Ohres möglich, dass aufgrund seiner trichterförmigen Beschaffenheit die hohen Frequenzen durchschnittlich um 10 bis 15 dB verstärkt.

In Grafik 1 ist ersichtlich, dass ein Ton von 1 KHz bei 20 dB wahrgenommen wird (grüne Kurve), aber dies nicht auf allen Frequenzen gleich ist. Dieser Ton wird um die 3,2 KHz verstärkt und in den tiefen Frequenzen weniger gut wahrgenommen. Wenn die natürliche Verstärkung unseres Ohres nicht vorhanden ist, so würden die hohen Frequenzen weniger gut wahrgenommen, wie man es vorher gewöhnt war.



Grafik 1: Isophonische Kurven (gemäß ISO 226). Messung des Schallpegels in Dezibel und nach Frequenz, die eine Person als einen gleichlauten Ton wahrnimmt.

Dies ist genau das, was passiert, wenn ein Gehörschutz getragen wird. Ein Gehörschutzstöpsel, der in den Gehörgang eingesetzt wird oder ein Kapselgehörschutz, der auf das Ohr gesetzt wird, führt dazu, dass das Ohr seine natürliche Verstärkung in den hohen Frequenzen verliert. Alles erscheint viel „dumpfer“ und viel „tiefer“. Dieser Zustand ist wenig störend, wenn 2 Std. mit einem Presslufthammer gearbeitet wird oder der Rasen mit einem Rasenmäher bearbeitet wird. Diese Klangverzerrung wird erst dann problematisch, wenn man ein Konzert besucht, ein Musikinstrument in einem Orchester spielt oder ganz einfach sich mit seinen Kollegen am Arbeitsplatz unterhalten möchte.

Die Konsequenz dieser Klangverzerrung, die durch den Gehörschutz hervorgerufen wird, ist: der Gehörschutz wird zeitweise aus dem Ohr genommen bzw. nicht getragen. Dies kann zu einem Hörverlust führen.

Zahlreiche Musiker haben bereits Hörverluste oder leiden unter Tinnitus aufgrund der zu häufigen Lärmexposition, wie beispielsweise: Neil Young, Barbra Streisand, Pete Townshend (The Who), John Entwistle (The Who), Brian Wilson (Beach Boys), Sting, Eric Clapton, The Edge (U2), Phil Collins, Ludwig Van Beethoven, Robert Schumann etc.

„Nur meine Ohren, die sausen und brausen Tag und Nacht fort, ich kann sagen, ich bringe mein Leben elend zu, seit 2 Jahren fast meide ich Gesellschaften.“ Ludwig Van Beethoven

1.5 Sich vor Lärm schützen

Es ist notwendig sich vor Lärm zu schützen. Richtlinien sorgen dafür, dass der Arbeitgeber seine Mitarbeiter vor Lärm schützen muss: ab 80 dB(A) über eine Lärmexpositionszeit von 8 Stunden pro Tag ist der Arbeitgeber dazu verpflichtet Gehörschutz für die Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen. Ab einem Lärmpegel von 85 dB(A) muss der Arbeitgeber sogar dafür sorgen, dass die Mitarbeiter den Gehörschutz tragen (EG – Lärmrichtlinie 2003/10/EG).

Alle Gehörschützer müssen zertifiziert sein. Wenn der Gehörschutz im Arbeitsbereich eingesetzt wird, so muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die eingesetzten Gehörschützer von einer Zertifizierungsstelle wie IFA (Deutschland), CRITT (Frankreich), TNO (Niederlande) oder INSPEC (Groß Britannien) anerkannt sind.

Ein Gehörschutz kann gleichzeitig in Deutschland zertifiziert sein und in Frankreich vertrieben werden. Wichtig dabei ist, dass dieser in der europäischen Gemeinschaft zertifiziert wurde und somit der Norm EN 352-2 folgt.

Um diese Zertifizierung zu erhalten, muss der Gehörschutz gewisse Kriterien erfüllen: Schockresistenz, Hitze, Mindestdämmwert etc.

Frequenz in Hz	125	250	500	1000	2000	4000	8000
APV* in dB	5	8	10	12	12	12	12

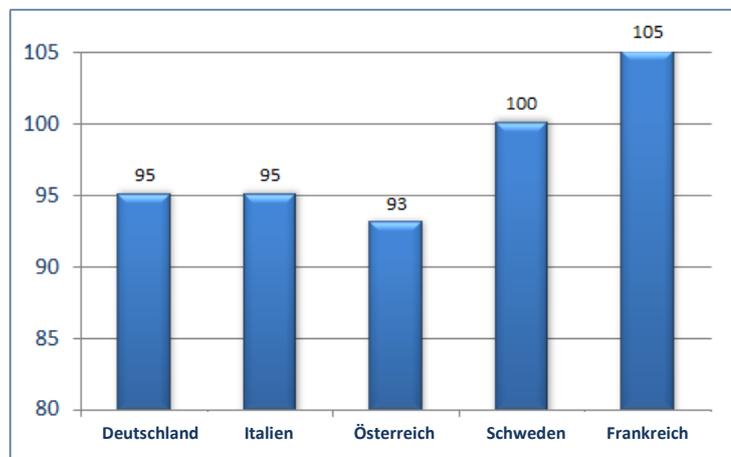
Tabelle 2: geforderte Anforderungen durch die Norm EN 352-2 in Bezug auf den Mindestdämmwert pro Frequenzband.

* APV: „Assumed Protection Value“ Differenz des Durchschnittsdämmwertes auf jedem Frequenzband anhand derer die Standardabweichung ermittelt wird.

Außerdem ist es wichtig zu prüfen, dass der Hersteller des Gehörschutzes eine Zertifizierung auf seinen Namen vorweisen kann. Dies ist der einzige Weg um sich zu vergewissern, dass der verkaufte Gehörschutz nach dem gleichen Prozess hergestellt wird, wie dieser zertifiziert wurde.

Außerhalb der Arbeitswelt sind bisher wenige Maßnahmen getroffen worden, um über das Risiko von zu starker Lärmexposition zu informieren.

Die Richtlinie schreibt eine Begrenzung in Konzertsälen und geschlossenen Diskotheken vor, aber es kommt oft vor, dass bei einem Open-Air Konzert ein Lärmpegel von bis zu 120 bis 140 dB von Musikboxen generiert wird.



Grafik 2: Festgelegte Begrenzungen, die in Konzertsälen sowie Diskotheken nicht zu überschreiten gilt (nach Land).

Der Wissenschaftliche Ausschuss „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ (SCENIHR) schätzt, dass zwischen 50 und 100 Millionen Bürger aus den 27 Mitgliedsstaaten der Europäischen Union täglich Musik über MP3-Player hören und davon zwischen 2 und 10 Millionen Personen einem erhöhten Risiko ausgesetzt sind einen Hörverlust zu erleiden.

«Personen, die Musik über MP3-Player hören, können einen Hörverlust erleiden, wenn sie die Lautstärke zu stark einstellen und die Musik mehr als eine Stunde pro Tag jede Woche über einen Zeitraum von 5 Jahren hören.» hat der SCENIHR gewarnt.

Seit 2012 sind MP3-Player in Europa theoretisch auf 100 dB begrenzt. Aber es ist nicht schwierig, einen MP3-Player zu finden, der eine Lautstärke von 120 dB erreicht. Die USA beispielsweise haben keine Begrenzung festgelegt. In Internetforen gibt es außerdem Ratschläge, wie die Begrenzung eines iPhones „geknackt“ werden kann.

Bedenkt man, dass eine Lärmexposition bei einer Lautstärke von 100 dB(A) über einen Zeitraum von mehr als 5 Minuten Folgen für das Gehör haben kann, so kann man leicht verstehen, wie die Konsequenzen bei einer mehrstündigen Aussetzung eines MP3-Players mit einer Lautstärke von 110 dB sind.

1.6 Zwei große Gruppen von angepasstem Gehörschutz

1 – **Kapselgehörschutz**, der auf die Ohrmuschel platziert wird.

2 – **Gehörschutzstöpsel**, die ins Ohr eingesetzt werden. Es gibt 3 Kategorien:

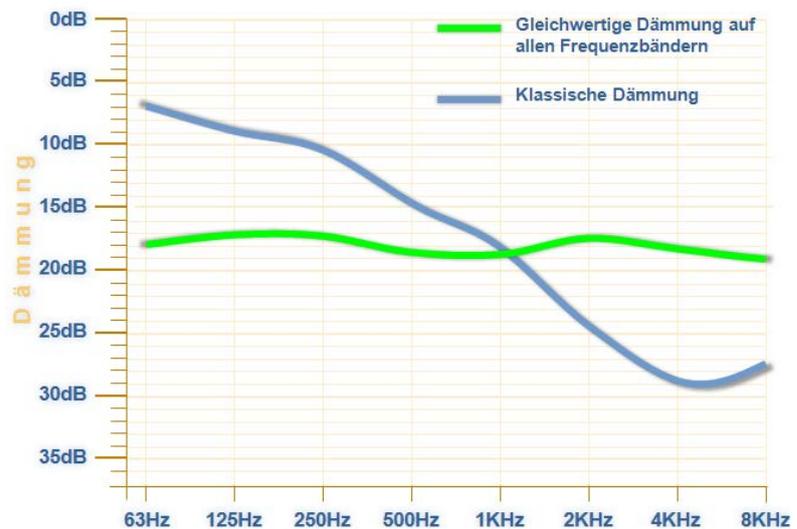
- a- **Vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel**, die vor dem Einsetzen in den Gehörgang in Form gedrückt werden müssen.
- b- **Fertig geformte Gehörschutzstöpsel**, aus weichem Kunststoff häufig in Lamellenform müssen vor dem Einsetzen in den Gehörgang nicht vorgeformt werden.
- c- **Gehörschutz-Otoplastik**, wird anhand eines Ohrabdrucks des zukünftigen Benutzers hergestellt und besteht entweder aus Silikon oder Acryl.

Jede Gehörschutzart hat seine Vorteile: für einige Benutzer steht der Kostenfaktor im Vordergrund (nicht regelmäßige Benutzung) und für andere eher die Wirksamkeit, der Tragekomfort etc. Die meisten Gehörschützer weisen eine Dämmung auf, die wir als „klassisch,“ beurteilen würden, im Gegensatz zu den Gehörschützern, die eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern aufweisen.

2 Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung

Wie bereits im Kapitel 1.4 erwähnt wurde, entfällt die natürliche Verstärkung der hohen Frequenzen des Ohres, wenn ein Gehörschutz eingesetzt ist. Dies führt sofort zu einer starken Dämmung auf eben diese hohen Frequenzen. Die Dämmung besteht in den mittleren und tiefen Frequenzen, d.h. die Dämmung ist nicht gleich. Der Ton wird häufig stark verzerrt wahrgenommen. Diese Art der Dämmung wird in der vorliegenden Studie als „klassisch“ bzw. „nicht gleichwertig“ bezeichnet.

Bei manchen Tätigkeiten wird das Einsetzen eines Gehörschutzes gefordert, gleichzeitig wird jedoch die Wahrnehmung einer natürlichen Klangwiedergabe benötigt. Um genau diesen Bedürfnissen zu entsprechen, hat Elmer Carlson, Ingenieur bei Knowles, in den 1970er Jahren einen Filter mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern entwickelt. Heute ist dieser Filter unter dem Namen „ER 15,“ bekannt und wird von dem Unternehmen Etymotic Research weiterentwickelt und vertrieben. Die Filter ER (steht für Etymotic Research) werden heutzutage in der ganzen Welt verkauft.



Grafik 3: Dämmungskurven zweier Gehörschützer, die beide den gleichen Durchschnittsdämmwert (SNR) haben. Im Falle eines „klassischen“ Gehörschützes (entspricht der blauen Kurve) gibt es in der Dämmung bis zu 20 dB Unterschiede zwischen den tiefen und hohen Frequenzen. Ein guter Gehörschutz mit einer gleichwertigen Dämmung auf allen Frequenzbändern hat theoretisch gesehen nur sehr wenige Schwankungen in der Dämmung auf den einzelnen Frequenzen. Dies führt dazu, dass keine Verzerrung des Tons zustande kommt.

2.1 Qualität des Produktes

Der Gehörschutz besteht aus zwei wesentlichen Elementen:

1 – Gehäuse (Gehörschutz ohne Filter), das aus Silikon, Elastomer oder aus Acryl hergestellt wird. Es ist unvermeidbar, dass dieses Gehäuse eine sehr hohe Qualität aufweist. Die angepassten Gehörschützer sind in diesem Fall, wie es später in diesem Vergleich gezeigt wird, viel vorteilhafter als die anderen Gehörschutzarten.

2 – Filter, das wichtigste Element des Gehörschutzes, um eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern zu erhalten. Die Besonderheit ist, dass dieser Filter dicht ist.

Die Filter der Gehörschützer mit „klassischer“ Dämmung, wenn Gehörschützer mit einem Filter ausgestattet sind, lassen Luft durch. Diese akustische Leckage, die gewollt ist und durch Durchmesser und Länge der Filterbohrung beeinflusst wird, ermöglicht so unterschiedliche Dämmungsstärken zu erreichen.

Diese akustische Leckage hat zur Folge, dass in den tiefen Frequenzen die Dämmung geringer ist ohne die Dämmung in den hohen Frequenzen zu verringern. Dieser Zustand erhöht demzufolge die Dämmungsabweichung zwischen den Frequenzen.

Um eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern zu erreichen, ist es notwendig keine akustische Leckage zu generieren. Dies ermöglicht somit eine korrekte Dämmung ebenso in den tiefen Frequenzen. Eine zu starke Dämmung in den hohen Frequenzen, die durch den Verschluss des Gehörgangs hervorgerufen wird (s. Kapitel 1.4) muss verhindert werden, um auf die gleiche Stufe der tiefen Frequenzen zu gelangen. Der Filter besteht aus einer Membran, die die Dichtigkeit gewährleistet und die in den hohen Frequenzen (2700 Hz) anfängt zu vibrieren und den Ton genügend verstärkt, um ein kohärentes Ganzes zwischen tiefen und hohen Frequenzen zu erhalten.

2.1.1 Strenge Herstellungsparameter

Wichtige Herstellungshindernisse bei Filtern der älteren Generation

Der Durchmesser und die Länge der Filterbohrung zwischen dem Filter und dem Endstück des Gehörschutzes (Richtung Trommelfell) muss sehr genau respektiert werden, denn dank dieses Parameters kann die Membran später vibrieren oder nicht, um die hohen Frequenzen erneut zu verstärken. In bestimmten Fällen muss dieser Durchmesser sehr breit sein (dies ist der Fall bei den Filtern ER). Das birgt die Schwierigkeit, dass bei Personen, die einen kleinen und engen Gehörgang haben, die Herstellung eines solchen Gehörschutzes nicht immer möglich ist. Es gibt viele Personen, die einen engen Gehörgang haben (< 5 Millimeter) und nicht darüber informiert werden, dass die Herstellung eines solchen Gehörschutzes aufgrund des zu engen Gehörkanals verwehrt werden kann. So kann angenommen werden, dass die Dämmwerte der Gehörschützer nicht immer denen entsprechen, die vom Hersteller angegeben werden.

Die neue Filtergeneration

Neue Filter ermöglichen diese Schwierigkeit zu verringern und sich somit an mehr Ohrmorphologien anzupassen als es vorher möglich war. Dies ist der Fall bei dem Filter PRO von ACS und FT von COTRAL.

Innovative Herstellungsprozesse

Neue digitale Herstellungsprozesse (3D-Herstellung, generatives Fertigungsverfahren) ermöglichen die Herstellung eines angepassten Gehörschutzes mit einer sehr hohen Präzision und Genauigkeit. Diese neuen Technologien liefern durch ihre hohe Genauigkeit ein einwandfreies Ergebnis, das mit den Gehörschutzwerten des Herstellers übereinstimmt.

Die Vereinheitlichung dieser Technologien, auch wenn die Einführungskosten erhöht sind, ermöglicht in ein paar Jahren für den Großteil der Hersteller ihre Gehörschützer mit dieser sehr hohen Zuverlässigkeit anfertigen zu lassen. Bei diesem Herstellungsprozess wird ein Kunstharz (Acryl) benutzt, so dass der angefertigte Gehörschutz aus einem harten Material besteht und nicht wie der Großteil der Gehörschützer aus einem weichen Material. Darunter scheint der Tragekomfort nicht zu leiden, das Material bringt außerdem eine hohe Resistenz und Langlebigkeit mit sich.

2.1.2 Ein Gehörschutz, der tief im Ohr sitzt, um einen Okklusionseffekt zu vermeiden

Durch Sprech- und Kaubewegungen wird der knorpelartige Teil des äußeren Ohres bewegt. Der Ton wird durch diesen knorpelartigen Teil zum inneren Teil des Gehörgangs geleitet und entweicht auf natürliche Weise durch das äußere Ohr (Bild 2, Ansicht 1).

Durch das Einsetzen eines Gehörschutzes wird der Ton im Gehörgang „gefangen“ und wird automatisch Richtung Trommelfell geleitet (Bild 2, Ansicht 2).

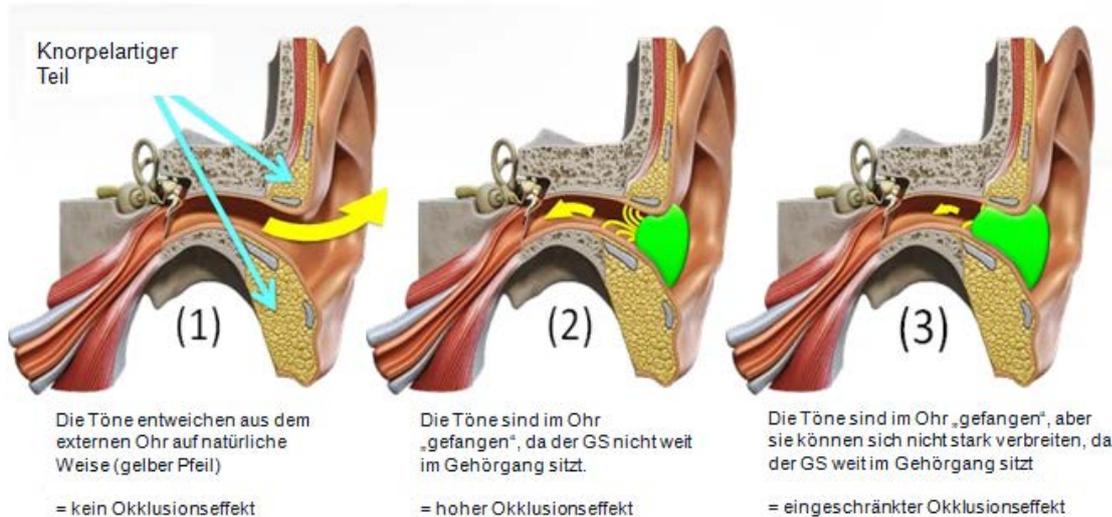


Bild 2: Der Okklusionseffekt wird durch den Verschluss des Gehörgangs hervorgerufen. Der knorpelartige Teil (hell oranger Teil) leitet die eigene Stimme in das Innere des Gehörgangs weiter (Ansicht 1). Das Verschließen des Gehörgangs verhindert, dass die Schallwellen aus dem Ohr entweichen können und somit Richtung Trommelfell geleitet und verstärkt werden (Ansicht 2). Diese Resonanz ist unangenehm und nicht einfach zu ertragen. Die Lösung dafür ist einen Gehörschutz zu tragen, der tief im Gehörgang sitzt und den knorpelartigen Teil bedeckt, damit somit die Verbreitung der Schallwellen in das Innere des Gehörgangs verhindert wird (Ansicht 3). [GS = Gehörschutz]

Diese Töne werden in den tiefen Frequenzen mit bis zu 20 dB auf ca. 500 Hz verstärkt, um dann abzuklingen und bei 1700 Hz zu verschwinden. Diese Verstärkung bedeutet für die betroffene Person, dass dies zusätzlich zur eigenen Stimme wahrgenommen wird. Es ist schwierig sich an diese störende Resonanz zu gewöhnen. Die Positionierung des Gehörschutzes im Gehörgang spielt eine große Rolle auf den Okklusionseffekt. Die Tiefe der Positionierung beeinflusst diesen Vorgang beträchtlich. Je kürzer der Gehörschutz, desto freier ist der knorpelartige Teil und desto mehr Schwingungen können freigesetzt werden.

Im Gegensatz dazu verhindert ein tiefes Einsetzen des Gehörschutzes in den Gehörgang diese Unannehmlichkeit. Die angepassten Gehörschützer sind somit zu bevorzugen, um dieses Phänomen zu vermeiden. [2]

Personen, die einen Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern wählen, sei es um zu kommunizieren (sprechen) oder zu singen (Band, Chor etc.) müssen ganz besonders bei der Auswahl auf diesen genannten Punkt achten.



Bild 3: notwendige Ohrabdrucknahme, um einen angepassten Gehörschutz herzustellen zu können.

3 Bewertung der Gehörschützer

3.1 Klassifizierung der angepassten Gehörschützer nach gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern

Die Tabellen 4 und 5 zeigen die Rangliste der Gehörschützer, je nach Gleichwertigkeitsniveau geordnet, das nach der sogenannten Standardabweichung, die auf allen acht Frequenzbändern von 63 Hz bis 8 KHz gemessen wurde, beruht.

Je geringer die Standardabweichung zwischen den Frequenzen (nahe Null), desto besser ist die gleichwertige Dämmung und somit die Wahrnehmung des Umfelds.

Erläuterungen zu den unterschiedlichen Spalten der Tabelle:

1. **Modelle** : Name des Produktes
2. **Vertrieben von:** Name des Lieferanten, der ebenso der Hersteller sein kann
3. **Hergestellt von:** Name des Herstellers
4. **CE-Norm:** Die Gehörschützer werden in der Tabelle nach 3 Fällen geordnet:
 - 1 – Der Gehörschutz wurde durch eine Zertifizierungsstelle analysiert und entspricht den Anforderungen der Norm CE EN352-2 und hat das „CE“ - Label erhalten. In der Tabelle als CE markiert.
 - 2 – Es ist keine Information über eine eventuelle CE-Zertifizierung bekannt. Die Methode, um die Dämmung des Gehörschutzes zu messen ist nicht bekannt. Im Fall, dass die Dämmwerte den geforderten Mindestdämmwerten der Norm entsprechen, so wird der Gehörschutz mit einem „?“ markiert.
 - 3 – Wenn der Gehörschutz die geforderte Mindestdämmwerte der Norm EN 352-2 nicht einhält, so wird dies mit „~~CE~~“ markiert. Ein solcher Gehörschutz kann selbstverständlich in einer lauten Umgebung, bei der ein Lärmpegel unter 85 dB(A) herrscht, ohne Risiko für den Träger eingesetzt werden.
5. **Preise:** Dies sind unverbindliche Preisangaben für ein Gehörschutzpaar. Manche Produkte können von unterschiedlichen Lieferanten vertrieben werden, der Preis kann somit variieren. Die Preise von ausländischen Lieferanten wurden in Euro umgerechnet und zwar mit folgendem Wechselkurs:
Euro / Dollar: 1 € = 1,37 \$
Euro / Pfund Sterling: 1 € = 0,87 £
Alle Preise sind inkl. MwSt.
6. **Frequenzen von 63 Hz bis 8000 Hz:** Die Dämmung wird für jede Frequenz in Dezibel gemessen. Anhand dieser Werte wird die gleichwertige Dämmung, sowie der Durchschnittsdämmwert (SNR) bestimmt. Diese Werte wurden entweder während des

Zertifizierungsverfahrens im Labor gemessen oder vom Hersteller selber ohne genaue Angabe über die angewendete Messmethode und Konditionen.

7. **SNR-Wert:** ist der Durchschnittsdämmwert (Single Number Rating), der nach der Norm EN 4869-2 berechnet wird. Dieser Wert gibt die Durchschnittsdämmung auf allen Frequenzbändern wieder. Der Dämmwert (SNR) muss in Verbindung mit dem Lärmpegel gewählt werden, dem der zukünftige Benutzer ausgesetzt ist.

8. **HML-Wert:** Der HML-Wert wird gemäß der Norm EN 4869-2 berechnet und gibt einen Durchschnittsdämmwert in den hohen Frequenzen (High), mittleren (Middle) und tiefen Frequenzen (Low) an.

9. **Standardabweichung:** wird durch den Buchstaben Sigma „σ“ dargestellt und wird gemäß folgender Formel berechnet:

$$\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n}}$$

Die Variabel „x“ steht für den Durchschnitt des Musters und „n“ für die Größe des Musters.

Die Kolonne mit dem Buchstaben „σ“ gibt den bestehenden Unterschied zwischen den unterschiedlich gemessenen Dämmungen auf jedem Frequenzband zwischen 63 Hz und 8 KHz an (manche Gehörschützer geben den Dämmwert dieser Frequenz nicht an, da es optional ist). Je geringer der Wert „σ“ (nahe Null) desto gleichwertiger die Dämmung und desto besser ist der Gehörschutz in seiner Dämmeigenschaft.

10. **Note:** Die Note gibt eine schnelle Übersicht über die Dämmqualität des Gehörschutzes. Die Noten haben folgende Bedeutung:

σ	Note	Bedeutung
[0,50 ; 0,99]	*****	exzellent
[1,00 ; 1,49]	****	sehr gut
[1,50 ; 1,99]	***	gut
[2,00 ; 2,99]	**	eher gut
[3,00 ; 3,99]	*	durschnittlich
[4,00 ; 4,99]	■	mittelmäßig
[5,00 ; 5,99]	■■	schlecht
> 6,00	■■■	mangelhaft

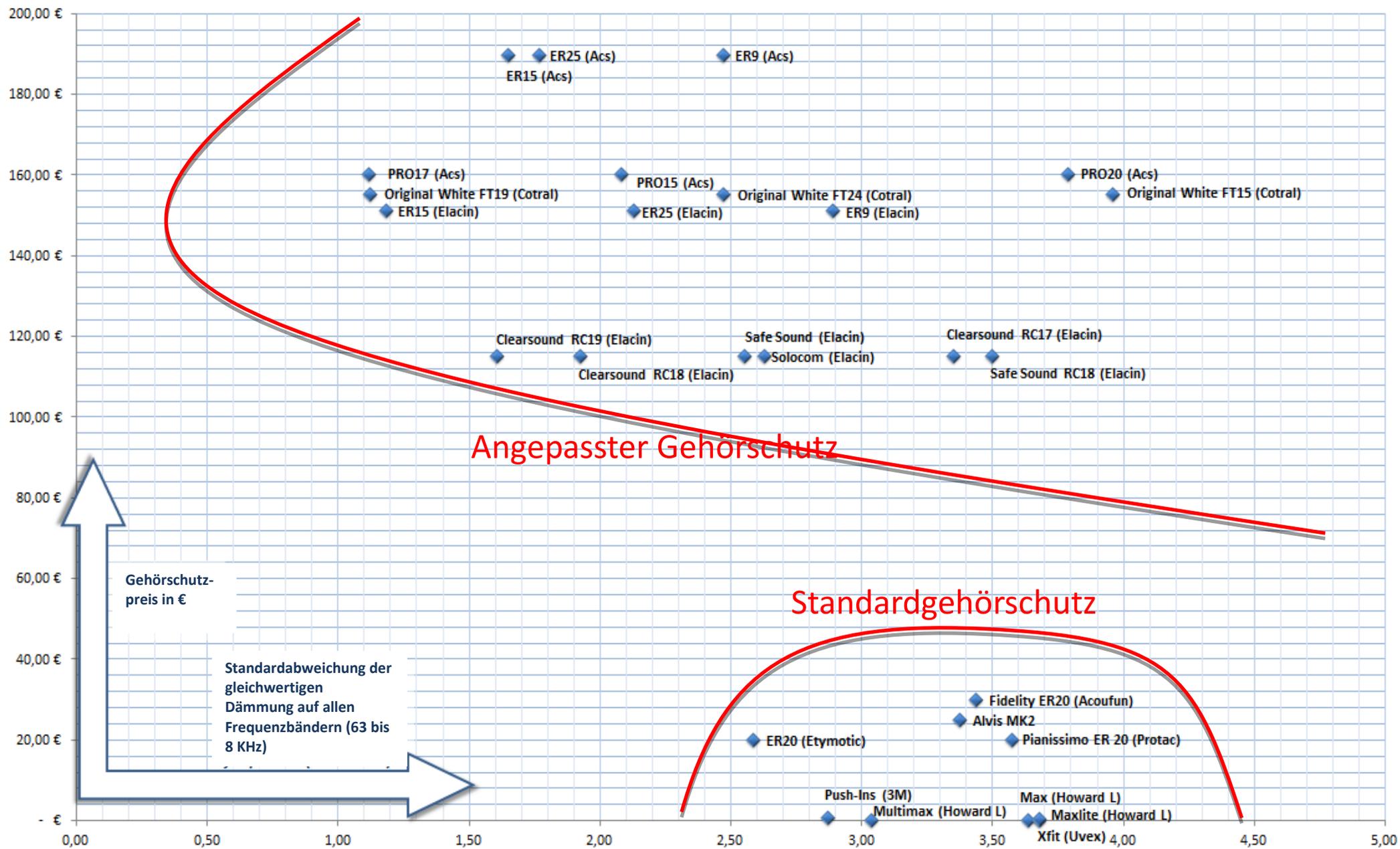
Tabelle A3: Kriterien bzgl. des Notensystems der Tabelle A1 und A2.

Produkt: Vorgeformte Gehörschützer					Dämmung in Hz									Durchschnitt				Bewertung		
	Modell	Vertrieben von	Hergestellt von	CE	Preis €	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	SNR	H	M	L	σ	Note	Max. Abweichung
1	ER20	Etymotic Research	Etymotic Research	?	20,00 €		10,7	13	14,5	15,2	18	16,3	18,7	18	17	16	13	2,59	**	8,00
2	Push-Ins	3M	3M	?	0,61 €	29,8	31,3	32,2	35,7	34,9	36,8	38,1	37,4	38	37	36	34	2,87	**	8,30
3	MultiMax	Howard Leight	Howard Leight	?	0,11 €	27,8	30,1	31,1	33	31,1	32	37,3	36,8	35	33	32	32	3,04	*	9,50
4	ALVIS Mk2	Alvis Audio	Alvis Audio	?	24,90 €	25,6	28	27,1	27,5	28,3	28,9	28,9	37,5	31	29	29	29	3,38	*	11,90
5	Fidelity ER20	Acoufun	Etymotic Research	?	29,90 €		14,5	15,3	16,9	18,9	22,5	19,8	24,6	21	21	19	16	3,43	*	10,10
7	Pianissimo S20	Protac	Protac/Etymotic	?	20,00 €		10,7	12,5	14,4	15,9	19,1	17	22	18	18	16	13	3,58	*	11,30
8	Max	Howard Leight	Howard Leight	?	0,07 €	31,6	32,6	33,1	35,1	34,7	33,9	43,8	37,6	37	36	35	34	3,64	*	12,20
9	Max Lite	Howard Leight	Howard Leight	?	0,07 €		29,2	29,6	32,4	31,3	30,1	38,1	38,6	34	32	32	31	3,68	*	9,40
10	X-Fit	Uvex	Uvex	?	0,40 €	31,1	32,1	34	35,3	33,4	33,5	42	40,5	37	36	34	34	3,68	*	10,90
11	Ultratech	3M	3M	?	22,99 €	11	12,3	14,5	16,4	18,3	23,3	18,3	22,3	21	18	18	16	4,12	■	12,30
12	Ultrafit X	3M	3M	?	1,70 €	28,4	29	27,5	30,1	32,5	32,7	38,4	39,2	35	35	32	30	4,17	■	11,70
13	whisper	Uvex	Uvex	?	1,99 €	20,5	20,8	20,2	21	23,7	27,8	26,1	32,8	27	27	24	22	4,22	■	12,60
14	MusicSafe Pro Silver	Audilo	Alpine	?	24,00 €		14,8	15,8	15,7	18,7	26,6	24,4	18,9	21	23	19	15	4,23	■	11,80
15	PartyPlug	Auditive.fr	Alpine	?	13,00 €		14,8	15	15,7	18,7	26,6	24,4	18,9	21	23	19	15	4,33	■	11,80
16	Earpad Universel	Earsonic	Earsonic	?	24,00 €	5,3	6,9	8,1	10,1	12,1	18,1	17,8	13,4	15	16	12	10	4,48	■	12,80
17	MusicSafe Pro Gold	Audilo	Alpine	?	24,00 €		18,8	15,6	16	18,5	27,7	28,9	22	22	25	19	16	4,98	■	13,30
18	MusicSafe Pro Blanc	Audilo	Alpine	?	24,00 €		10,2	11,2	14,3	17,9	24	23,4	18	20	22	17	13	5,06	■ ■	13,80
19	QuietEar	Ear Plug Superstore	HearTech	CE	5,95 €		5,1	6,3	9,9	11,6	17	27,2	28,9	16	18	12	9	8,92	■ ■ ■	23,80

Tabelle 3: Rangliste an angepassten Gehörschutzes des Typs vorgeformte Stöpsel, geordnet nach der gleichwertigen Dämmung auf allen Frequenzbändern.

Produkt: Vorgeformte Gehörschützer						Dämmung in Hz								Durchschnitt				Bewertung		
	Modell	Vertrieben von	Hergestellt von	CE	Preis €	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	SNR	H	M	L	σ	Note	Max. Abweichung
1	PRO17	ACS	ACS	CE	160,14 €		17,9	17,9	15,9	15,8	14,7	17,4	16,5	17	16	16	16	1,12	*****	3,20
2	Original White FT19	Cotral	Cotral	CE	155,00 €	19,1	19,6	17,3	18,7	18,6	16	17,9	19,3	19	17	18	18	1,12	*****	3,60
3	ER15	Elacin	Elacin /Etymotic	CE	151,00 €		13,7	14,6	15,2	13,7	14,7	13	16,9	16	14	14	14	1,18	*****	3,90
4	Clearsound RC19	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		19	19,2	19,7	20	19,4	16,4	22,3	20	18	19	19	1,61	***	5,90
5	ER15	Acs	ACS	CE	189,52 €		15,7	14,7	12,7	13	12,5	12,3	16,8	15	13	13	13	1,65	***	4,50
6	ER25	Acs	ACS	CE	189,52 €		22,3	22	20	20	20	20	25	22	20	20	18	1,77	***	5,00
7	Clearsound RC18	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		14,4	16	17,8	18,3	19,1	18,6	14	19	17	18	17	1,93	***	5,10
8	PRO15	Acs	ACS	CE	160,14 €		11,1	11,6	11,9	12,2	12,7	15,3	17,2	15	14	13	12	2,08	**	6,10
9	ER25	Elacin	Elacin /Etymotic	CE	153,00 €		17,9	19,5	22,5	20,7	21,1	25,2	20,9	23	22	21	21	2,13	**	7,30
10	Original White FT24	Cotral	Cotral	CE	155,00 €	18,3	19,4	19,6	22,5	23,8	22	20,1	26,2	24	22	22	21	2,47	**	7,90
11	ER9	Acs	Acs	€€	189,52 €		12	11,6	9,2	9,2	6,7	8	14,5	10	8	9	9	2,47	**	7,80
12	Safe Sound RC19	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		19,4	20,9	21,4	20,8	15,6	23,5	23,8	21	18	19	20	2,55	**	8,20
13	Solocom	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		20,5	19,4	21,1	20,2	26,7	25,6	23,1	24	25	22	21	2,63	**	7,30
14	FlexComfort ML1	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		26,1	24,2	23,5	25,4	28,5	32,6	25,8	28	28	26	25	2,86	**	9,10
15	ER9	Elacin	Elacin /Etymotic	€€	150,00 €		10,4	9,4	5,8	6,8	10,3	9,2	15,5	10	10	8	7	2,89	**	9,70
16	Clearsound RC17	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		9,5	12	16,7	16,7	20,6	16,4	14,3	18	17	17	14	3,35	*	11,10
17	Safe Sound RC18	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		16,3	18,3	17,4	18	15,8	22,1	26,4	20	18	18	18	3,50	*	10,60
18	PRO20	Acs	Acs	CE	160,14 €		13	14	17	17	21	20,5	24,5	20	21	18	17	3,79	*	11,50
19	Original White FT15	Cotral	Cotral	CE	155,00 €	9,2	8,5	9,5	10,3	12,1	14,9	17,3	20	15	16	12	11	3,96	*	11,50
20	FlexComfort MM02	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		18,9	21,8	20,8	24,6	26,8	31,8	25,9	27	27	24	22	4,01	■	12,90
21	Phonor Select	Infield Safety	Infield Safety	CE	196,74 €		21,2	19,8	21,7	22,9	29,3	26,5	31,4	27	28	24	22	4,10	■	11,60
22	Clearsound RC15	Elacin	Elacin	CE	115,00 €		7,3	9,6	13,7	14,4	19,7	19,6	12,3	17	17	15	12	4,33	■	12,40
23	High-fit flex LS27	Uvex	Uvex	CE		16	18,9	21,3	23,6	23,6	27,2	30,9	25,1	27	27	25	23	4,37	■	14,90
24	LD 24	Jrenum	Jrenum	CE		25,2	27,3	25,2	28,6	29	33,7	37,6	35,2	33	34	30	28	4,39	■	12,40
25	PRO27	Acs	Acs	CE	160,14 €		21,8	21,9	22,9	22,5	24,8	31,9	33,7	27	27	24	23	4,64	■	11,90
26	Moderato25	Auditech	Auditech	CE	110,00 €	15,2	18,9	18,9	21,5	21,1	29	27,1	30,1	26	27	23	21	5,04	■ ■	14,90
27	Tuttissimo RC13	Protac	Protac/Elcea	€€			4,1	6,7	10,8	12,8	18,1	19,3	12,8	15	16	13	9	5,12	■ ■	15,20
28	Serenity XC92WH	Phonak	Phonak	CE			18,5	20,4	22,2	30,2	33,6	31,6	27,2	29	31	27	22	5,48	■ ■	15,10
29	Muzik EP2	Surdifuse	Surdifuse	CE	150,00 €	24	27	26	30	32	34	41	40	30	33	28	19	5,89	■ ■	17,00
30	Moderato15	Auditech	Auditech	CE	110,00 €	6,5	7,1	10,3	14,6	17,5	23,2	20,5	23,6	20	22	17	12	6,45	■ ■ ■	17,10

Tabelle 4: Rangliste an individuellen Gehörschützes des Typs angepasster Gehörschutz, geordnet nach der gleichwertigen Dämmung auf allen Frequenzbändern.



Grafik 4: Positionierung der Gehörschützer nach der Standardabweichung (σ) und des Verkaufspreises. Für ein besseres Verständnis dieser Grafik: nur die Gehörschützer mit einer Standardabweichung unter 6 werden hier dargestellt.

3.2 Analyse der Ergebnisse

Drei Gehörschützer, die sich ein Kopf an Kopf – Rennen liefern.

Drei Gehörschützer stehen auf dem Siegerpodest mit ganz ähnlichen Ergebnissen: Das Modell PRO17 von ACS sowie das Modell Original White von Cotral stehen ganz vorne in der Auswertung, nah gefolgt von dem Modell ER15 von Elacin mit Standardabweichungen von 1,12 und 1,18.

Kein „5 Sterne“ - Gehörschutz

Kein Gehörschutz gewährt eine Dämmung, die wirklich zu 100% gleichwertig ist (Standardabweichung < 1) und somit werden die 5 Sterne von keinem Modell erreicht.

Die angepassten Gehörschützer sind besser als die Standardgehörschützer

Die zwölf besten Gehörschützer sind Modelle, die angepasst wurden. Diese Technologie, auch wenn sie mit höheren Kosten verbunden ist, bringt gleichwertigere Ergebnisse im Vergleich zu den Standardmodellen. Es kann ebenfalls festgestellt werden, dass die Standardgehörschützer oftmals „geschlossen“ sind und keinen Filter beinhalten. Das gute Ergebnis bzgl. ihrer gleichwertigen Dämmeigenschaft erhalten sie aufgrund ihrer Dichtigkeit. Sie zeichnen sich durch geringe Kosten und durch hohe Dämmwerte aus, die selten zum Musik hören oder zur Sprachwahrnehmung geeignet sind. Nur das Modell ER20, entwickelt von Etymotoc Research, das unter dem Namen ER20 oder S20 vertrieben wird, bietet einem Standardgehörschutz eine Wahrnehmung ohne Tonverzerrung. Bei dem Gehörschutzstöpsel des Typs „Push-In“ von 3M kann hier weniger von Sprachwahrnehmung gesprochen werden, da dieser Gehörschutz einen sehr hohen Dämmwert aufweist (SNR von 38 dB).

Achtzehn Gehörschützer mit sehr enttäuschenden Ergebnissen

Achtzehn Produkte wurden als „schlecht“ bzw. „mangelhaft“ eingestuft und verdienen den Namen „mit gleichwertiger Dämmung“ nicht.

Bewertung je nach Benutzungsart des Gehörschutzes

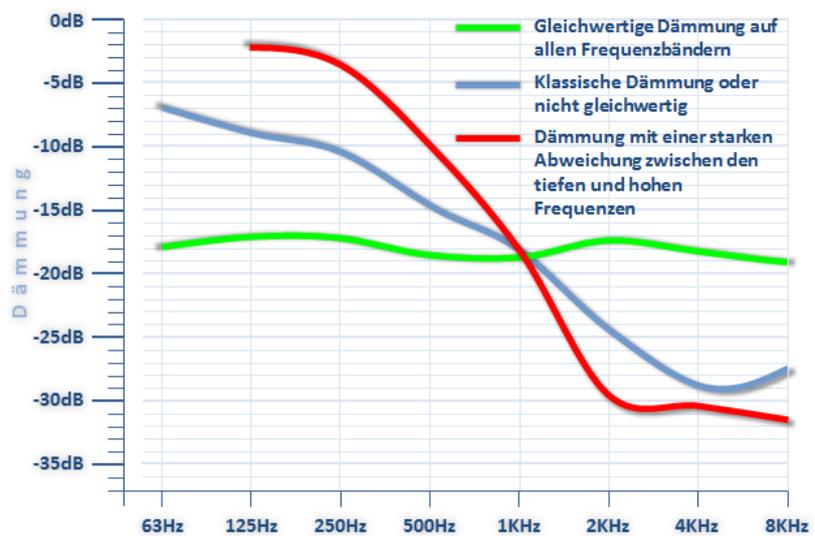
Der Standardgehörschutz schneidet bei den Standardabweichungen besser ab, als einige angepasste Gehörschützer. Im Falle eines punktuellen Einsatzes (Konzert, Besichtigung eines lärmreichen Umfelds) gibt es keine Zweifel: der vorgeformte Stöpsel ER 20 von Etymotic bietet das beste Preis-Leistungsverhältnis.

Für einen ständigen Gebrauch ist eine Investition in einen angepassten Gehörschutz komfortabler, ermöglicht ein ständiges Tragen und gewährt somit 100% Schutz für das Gehör. Die angepassten Gehörschützer ermöglichen des Weiteren eine gleichwertigere und somit eine getreuere Dämmung für die besseren Modellen unter ihnen.

Irreführende Assoziationen bzgl. der gleichwertigen Dämmung bzw. der natürlichen Klangwiedergabe

Auch wenn ca. dreißig Gehörschützer ein zufriedenstellendes Ergebnis erhalten, so stellen einige Hersteller die natürliche Klangwiedergabe, ihre Effizienz für Musiker, ihren Vorteil bei der Kommunikation in den Vordergrund, ohne dabei wirklich eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern vorweisen zu können

Die rote Kurve, die in der Grafik 5 zu sehen ist, gibt die höchste Standardabweichung eines Gehörschutzes wieder. Es ist einfach den Unterschied zwischen einem Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung bei dem die Standardabweichung unter 2 liegt (grüne Kurve) und einem Gehörschutz mit einer nicht gleichwertigen Dämmung bei dem die Standardabweichung bei 10 liegt (rote Kurve) zu erkennen.



Dies verdeutlicht wie wichtig es ist, bevor ein Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung ausgewählt wird, sich nicht auf die Argumente des Herstellers zu verlassen, sondern die Dämmung pro Frequenz zu prüfen.

Im Falle, dass der Gehörschutz in einem Betrieb eingesetzt werden soll, so muss darauf geachtet werden, dass dieser das CE-Label besitzt. Die Gehörschützer, die CE zertifiziert sind, werden in der Kolonne „CE“ der Tabellen 3 und 4 erwähnt.

3.3 Welchen Dämmwert wählen?

Der SNR-Wert steht für die „Stärke“ der Dämmung des Gehörschutzes.

Die erste Frage, die bei der Auswahl gestellt werden muss ist: „Bin ich ausreichend vor Lärm geschützt?“. Die Eigenschaft der gleichwertigen Dämmung wird erst danach berücksichtigt. Um herauszufinden, ob der Gehörschutz seine Pflicht erfüllt, so ist es wichtig zu wissen, welchem Lärmpegel der zukünftige Benutzer ausgesetzt ist. Ist dieser ermittelt, so reicht es 80 abzuziehen (Dezibelzahl, bei der das Gehör keinen Schaden erleidet). Das erhaltene Ergebnis, ist die notwendige Dämmung, die anschließend mit dem SNR-Wert der unterschiedlichen Gehörschützer verglichen wird.

Beispiel 1

Sie arbeiten im Lärm und sind 93 dB(A) über einen Zeitraum von 8 Std./ Tag ausgesetzt.
 $93 \text{ dB(A) Lärmexpositionspegel} - 80 \text{ dB(A) Sicherheitspegel} = 13 \text{ dB}$
 Der Gehörschutz muss mindestens einen SNR-Wert von 13 dB aufweisen.

Beispiel 2

Sie nehmen oft an Konzerten teil und Sie sind immer so platziert, dass Sie sich nicht direkt an den Lautsprechern befinden. Dennoch ist der Lärmpegel noch sehr hoch und liegt bei ca. 110

dB. Die Dauer der Konzerte liegt in der Regel bei 2 Std. (ohne das erste Beispiel zu berücksichtigen). Dies entspricht einer Lärmexposition von 103 dB(A) bei 8 Stunden.
103 dB(A) Lärmexpositionspegel – 80 dB(A) Sicherheitspegel= 23 dB

3.4 Im Fokus: Drei Gehörschutzmodelle

Die drei Gehörschutzmodelle mit gleichwertiger Dämmung sollen nun näher betrachtet werden.

1. Einer der beiden besten Gehörschützer im Bereich der gleichwertigen Dämmung ist das Modell Original White FT 19 von Cotral
2. Das verbreitetste Modell ist das Modell ER 15 angepasst von Etymotic, der im vorliegenden Fall von Elacin hergestellt wird.
3. Der beste Standardgehörschutz im Bereich gleichwertige Dämmung ist der ER 20 von Etymotic.

1. Das Modell Original White FT 19 von Cotral

Dieser angepasste Gehörschutz wird aus einem weißen Kunstharz (Crylit) hergestellt.

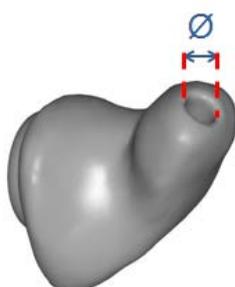
Dank des 3D-Herstellungsverfahrens, wird dieser laut Hersteller mit einer Präzision von 50 Mikrometer angefertigt in Verbindung mit einem Filter der neuesten Generation mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern. Diese Elemente im Zusammenspiel ermöglichen dem Modell als erster in der Rangliste zu erscheinen.



Der Gehörschutz ist ganz einfach einzusetzen und bietet einen hohen Tragekomfort. Bis heute wird dieser nur in Unternehmen und an Musikspezialisten (Musiker, Toningenieure, DJ etc.) vertrieben. Der Preis liegt ungefähr bei 155 €. Dieses Produkt wurde im Februar 2011 vom CRITT (Frankreich) durch Cotral gemäß der Norm En 352-2 zertifiziert.

2. Das angepasste Gehörschutzmodell ER15, hergestellt von Elacin

Dieses Modell wird aus einem hautfarbenden Silikon hergestellt, ist durchsichtig und wird manuell angefertigt. Dieses Modell bietet einen guten Tragekomfort und das Einsetzen ist einfach.



Der Filter ER 15 wird von Etymotic Research vertrieben und hat sich über die Jahre bewährt.

Diese Filter der ersten Generation können für Personen mit engen Gehörgängen nicht geeignet sein. Dies wird durch Mead Killion (Killion and al, 1988) in dem Dokument *Earplug with 15dB attenuation* [3] beschrieben. Die Bohrung, die durch den Gehörschutz geht und der

Auswahl eines angepassten Gehörschutzes mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern/ 20

dazu führt, dass der Ton ins Mittelohr weitergeleitet wird, muss einen Durchmesser von mindestens 3,5 bis 4 mm aufweisen, wenn der Gehörgang rund ist und 3 bis 5 mm wenn der Gehörgang eher oval ist.

Der Preis des Gehörschutzes liegt ungefähr bei 151 €. Das Produkt wurde 1993 von der BIA (Deutschland) durch Elacin gemäß der Norm En 352-2 zertifiziert.

Die Filter ER 15 und ER 25 von Etymotic (US) werden in zahlreichen Gehörschützern eingesetzt, die in Europa durch ACS, ALS, Audilo, Dreve, Elacin, Egger, Elcea, Exinor Protac (Pianissimo), Infield, Weston (Musicians style 49), unabhängige Hörgeräteakustiker etc. vertrieben werden.

Bis heute, so scheint es, können nur die Unternehmen Elacin (NL) und ACS (UK) eine Zertifizierung dieser Filter ER 15 und ER 25 mit den hergestellten Gehörschützern vorweisen.

3. Das Modell ER 20 vorgeformter Stöpsel, hergestellt von Etymotic

Dieser Gehörschutz wird in Serie hergestellt. Das Teil, das in den Gehörgang eingesetzt wird, wird aus einem weichen (undefiniertem) Material angefertigt. In dem harten Griff zum leichteren Einsetzen, befindet sich der Filter. Es gibt zwei unterschiedliche Größen, die den meisten Größen der Gehörgänge entspricht.



Das Einsetzen ins Ohr erfordert ein bisschen Übung. Es ist oftmals notwendig das Ohr ein wenig nach oben zu ziehen, um es richtig im Ohr zu platzieren. Der Tragekomfort ist für eine kurze Benutzung gut.

Der Preis variiert zwischen 10 bis 20 € je nach Händler. Das Produkt ist anscheinend von CIOP-PIB (Polen) durch Etymotic (?) gemäß der Norm EN 352-2 zertifiziert worden.

4 Fazit

Das erste Ziel bevor festgestellt werden kann, ob ein Gehörschutz eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern aufweist, ist es, sich davon zu überzeugen, dass der Gehörschutz das Gehör ausreichend vor Lärm schützt.

Das kritische Niveau bei dem ein Risiko für das Gehör besteht, liegt bei 80 Dezibel während einer Lärmexposition von 8 Stunden (EG – Lärmrichtlinie 2003/10/EG). Es ist wichtig zu wissen, dass je stärker die Lärmpegel, desto kürzer wird die Expositionszeit. Eine Lärmaussetzung bei 95 Dezibel darf nicht länger als 15 Minuten ohne Gehörschutz erfolgen.

Bei einigen Tätigkeiten muss das Gehör geschützt werden. Dabei darf die Wahrnehmung des Umfelds jedoch nicht leiden. Dies ist der Fall bei Personen, die im Lärm kommunizieren müssen, die Maschinen bei Wartungsarbeiten hören müssen oder die Töne in einem Orchester ohne Verzerrung wahrnehmen müssen.

Das menschliche Ohr hat die Besonderheit die hohen Töne auf natürliche Weise zu verstärken. Ergebnis: Die herkömmlichen Gehörschützer haben eine starke Dämmung in den hohen Frequenzen, so dass eine Verzerrung zwischen den tiefen und den hohen Frequenzen entsteht. Diese Gehörschützer sind somit nicht für Personen geeignet, die eine natürliche Wiedergabe der Töne wahrnehmen müssen.

Es gibt zwei Gehörschutz-Typen mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern: die Standardsysteme sowie die Systeme an angepasstem Gehörschutz. Wenn der Standardgehörschutz durch seine Herstellungsweise eine gleichwertige Dämmung aufweist, so kann das Einsetzen im Gehörgang in manchen Fällen problematisch werden. Bei der Herstellung eines angepassten Gehörschutzes muss sehr sorgfältig gearbeitet werden, damit der Gehörschutz genau dem Gehörgang angepasst ist.

Der Wert, mit dem eine Vergleichsstudie zwischen den unterschiedlichen Gehörschützern durchgeführt wird, ist die Standardabweichung, die auf jeden Dämmwert pro Frequenzband von 63 Hz bis 8 KHz berechnet wird.

Die Ergebnisse variieren von 1 für Gehörschützer, die eine der gleichwertigsten Dämmungen auf allen Frequenzbändern aufweisen bis 12 für Gehörschützer, die dies nicht aufweisen können. Es kann festgestellt werden, dass drei Modelle an angepassten Gehörschutz, sich den ersten Platz teilen und dass ein Modell bei den Standardmodellen sich nicht durch seine gleichwertige Dämmung der angepassten Gehörschützern durchsetzt, jedoch durch seinen Preis überzeugt, der sieben Mal geringer ist und somit ein herausragendes Preis-Leistungsverhältnis bietet.

5 Literaturverzeichnis

Berger, H. (1983). Occlusion Effect on the Measurement of Real-Ear Attenuation at Threshold.

EG – Lärmrichtlinie 2003/10/EG

Killion and al. (1988). Earplug with 15dB attenuation

6 Anhang: Kontaktdaten der Hersteller und Lieferanten

Name	Adresse	Land	Telefon	Internet
Acoufun	75012 Paris	France		http://www.acoufun.com
ACS	Oxfordshire, OX16 1TG	United Kingdom	01295 266665	http://www.acscustom.com/uk/
Alpine	Hulbert, OK 74441	United States of America	(918) 512-4188	http://alpineearplugs.com
Audilo	75009 Paris	France	01 40 82 90 78	http://www.audilo.com/
Auditech	76161 Danétal	France	02 35 60 57 24	http://www.audipack.fr/
Auditive.fr	75015 Paris	France	09 81 11 62 61	http://www.auditive.fr/
Laboratoire Cotral	14110 Condé sur Noireau	France	02 31 69 36 36	http://www.cotral.com/
EAR	<i>Voir sites locaux selon pays sur site Internet</i>			http://www.3m.com/
Ear Plug Superstore	Hulbert, OK 74441	United States of America	918 478 5500	http://www.earplugstore.com
EarSonics	34830 Clapiers	France	04 67 59 36 20	http://www.earsonics.com/
Elacin	5100 AE Dongen	Netherlands	31 162 372526	http://www.elacin.com
Etymotic	Elk Grove Village, IL 60007	United States of America		http://www.etymotic.com/
HearTech	RA'ANANA 43101	Israel	972 9 7445636	http://www.heartech.co.il
Protac	30111 Congenies	France	04 66 80 22 89	http://www.interson-protac.com/
Surdifuse	75462 Paris	France	01 47 70 97 11	http://www.surdifuse.com/

Tabelle A4: Liste der genannten Hersteller und Lieferanten