

# SAPAN

Select the Appropriate Protection Against Noise

## Methode

**Gwenolé NEXER**

[g.nexer@hearingprotech.com](mailto:g.nexer@hearingprotech.com)

September 2012

Aus dem Französischen übersetzt und  
mit landesspezifischen Besonderheiten  
ergänzt.

Die Wahl eines persönlichen Gehörschutzes ist ein wichtiger Schritt, denn so wird der Dämmwert für jeden Benutzer bestimmt.

Diese Auswahl muss mit hoher Sorgfalt vorgenommen werden, um sicher zu gehen, dass der Benutzer keinem Risiko aufgrund einer nicht geeigneten Dämmung ausgesetzt ist.

Arbeitsumfeld sowie Anforderungen des Mitarbeiters müssen in Betracht gezogen werden, um ein oder mehrere Gehörschützer auszuwählen, der oder die am ehesten diesen Anforderungen gerecht wird bzw. werden.

Die SAPAN-Methode ermöglicht die Lärmexposition des Mitarbeiters, die notwendige Schallwahrnehmung, einen eventuellen Hörverlust, andere getragene Schutzausrüstungen, die eventuell die Wirksamkeit des Gehörschutzes verringern könnten, zu berücksichtigen.

Die Auswahl eines geeigneten Gehörschutzes wird mit Hilfe einer Software angeboten, die den gleichen Namen trägt, wie die vorliegende Methode, gemäß den unterschiedlichen Richtlinien, der Gesetzgebung, Empfehlungen der Normen oder der Zertifizierungsstellen (INRS, IFA etc.).

**Sich gegen Lärm schützen**

E-125.1



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>DAS PRINZIP</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DIE LÄRMEXPOSITIONSPEGEL</b>	<b>5</b>
2.1	Vier Berechnungsmethoden	5
2.1.1	Oktavbandmethode	6
2.1.2	HML-Methode	6
2.1.3	HML-Check	7
2.1.4	SNR-Methode	8
2.2	Zugang zu den Daten Beruf/Lärm der SUVA	8
2.3	Impulsschall	8
<b>3</b>	<b>DIE BERÜCKSICHTIGTEN GEHÖRSCHÜTZER</b>	<b>9</b>
3.1	Der zu formende Gehörschutzstöpsel	10
3.2	Der vorgeformte Gehörschutzstöpsel	10
3.3	Die Gehörschutz-Otoplastik	10
3.4	Der Bügelgehörschutz	10
3.5	Der Kapselgehörschutz	10
<b>4</b>	<b>ANPASSUNG AN ANFORDERUNGEN UND BESONDERHEITEN DES BENUTZERS</b>	<b>12</b>
4.1	Notwendigkeit, Warnsignale im Lärm zu hören oder im Lärm sprechen zu müssen	12
4.1.1	Sprechen im Arbeitsumfeld	13
4.1.2	Kommunikation per Telefon	13
4.1.3	Wahrnehmung ohne Tonverzerrung	13
4.1.4	Wahrnehmung von Warnsignalen	14
4.1.5	Bedarf an Isolierung	14
4.2	Besonderheiten des Benutzers	14
4.2.1	Dämmung des derzeit verwendeten Gehörschutzes	14
4.2.2	Lärmempfindlichkeit des Benutzers	15
4.2.3	Medizinische Auffälligkeiten	15
4.2.4	Körperliche Aspekte und Arbeitsumfeld	16
<b>5</b>	<b>DIE LEISTUNG DES GEHÖRSCHUTZES KANN DIE ANGEGEBENEN WERTE, DIE WÄHREND DES ZERTIFIZIERUNGSVERFAHRENS ERMITTELT UND VERÖFFENTLICHT WURDEN, UNTERSCHREITEN.</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>SCHULUNG / SENSIBILISIERUNG</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>DIE AUSWAHLMETHODE</b>	<b>21</b>
7.1	Gehörschützer filtern	21
7.2	Auswahl der Berechnungsmethode	21
7.3	Berechnung des effektiven Schalldruckpegels am Ohr	21

7.4	Abschläge gemäß der Empfehlungen	21
7.5	Verwaltung von Impulsschall	22
7.6	Gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern	22
7.7	Festlegung des „idealen“ Schalldruckpegels	22
7.8	Endgültige Rangordnung	23
<b>8</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>26</b>
	<b>ANHANG 1</b>	<b>27</b>
	<b>ANHANG 2</b>	<b>29</b>
	<b>ANHANG 3</b>	<b>32</b>

# 1 Das Prinzip

Anhand der Kriterien bzgl. des vor Lärm zu schützenden Benutzers (Lärmexposition, Besonderheiten, Arbeitsumfeld etc.), wird die Dämmung ermittelt bei der die Gesetzgebung, die Normen, sowie die Empfehlungen der Zertifizierungsstellen berücksichtigt werden. Anschließend wird ein für den Benutzer geeigneter Gehörschutz angeboten.

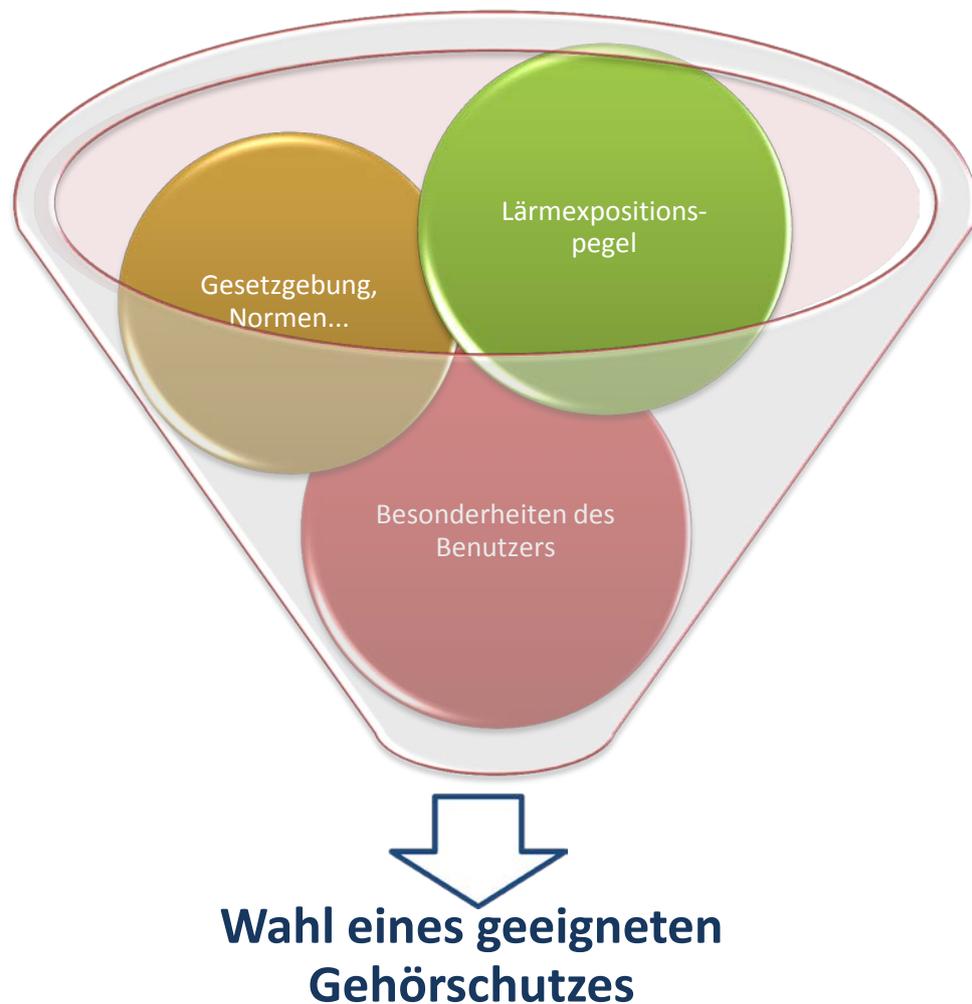


Abbildung 1: Funktionsprinzip der SAPAN-Methode

Während dieser Auswahl werden folgende Parameter berücksichtigt:

- Lärmexpositionspegel
- Frequenzspektrum des Lärmpegels
- Eigenschaften des Impulsschalls
- Kommunikationsbedarf
- Bedarf an Wahrnehmung von Warnsignalen
- Besonderheiten des Benutzers (weitere PSA, medizinische Auffälligkeiten etc.)
- Dämmleistung des Gehörschutzes, die schwächer als die genormten und veröffentlichten Messungen des Herstellers sein kann.

## 2 Die Lärmexpositionspegel

Um das Risiko, dem der Benutzer ausgesetzt ist, zu ermitteln, ist es notwendig, dass die Lärmbereiche sowie der individuelle Lärmexpositionspegel identifiziert werden.

Auszug aus der Lärm-Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 06. März 2007:

Abschnitt 2, Paragraph 3, Absatz 4:

*„Der Arbeitgeber hat die Gefährdungsbeurteilung unabhängig von der Zahl der Beschäftigten zu dokumentieren. In der Dokumentation ist anzugeben, welche Gefährdungen am Arbeitsplatz auftreten können und welche Maßnahmen zur Vermeidung oder Minimierung der Gefährdung der Beschäftigten durchgeführt werden müssen. Die Gefährdungsbeurteilung ist zu aktualisieren, wenn maßgebliche Veränderungen der Arbeitsbedingungen dies erforderlich machen oder wenn sich eine Aktualisierung auf Grund der Ergebnisse der arbeitsmedizinischen Vorsorge als notwendig erweist.“*

Abschnitt 2, Paragraph 5:

*„Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass die Gefährdungsbeurteilung nur von fachkundigen Personen durchgeführt wird. Verfügt der Arbeitgeber nicht selbst über die entsprechenden Kenntnisse, hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Fachkundige Personen können insbesondere der Betriebsarzt und die Fachkraft für Arbeitssicherheit sein.“*

Im Anhang 1 werden ähnliche Elemente aus dem Beschluss vom 19. Juli 2006 (Umsetzung der europäischen Richtlinie ins französische Recht) näher beschrieben.

### 2.1 Vier Berechnungsmethoden

Vier Berechnungsmethoden ermöglichen es, den effektiven Lärmpegel mit Frequenzbewertung A am Ohr des Benutzers mit Gehörschutz vorherzusagen. Diese werden in der Norm EN 4869-2 im Detail vorgestellt und dürfen ausschließlich in dieser Reihenfolge, je nach verfügbaren Informationen, benutzt werden:

1. Oktavband-Methode, besteht darin, direkt die Dämmung zu berechnen, indem die am Arbeitsplatz gemessenen Lärmpegel pro Oktavband mit den Dämmangaben pro Oktavband der zu beurteilenden Gehörschützer verglichen werden.
2. HML-Methode, erfordert die Lärmpegel mit einer Frequenzbewertung C und A sowie die H, M und L-Werte der Dämmung der zu beurteilenden Gehörschützer.
3. HML-Check, vereinfachte Version der HML-Methode. Für diese Methode wird nur eine Messung in dB(A) benötigt. Sie muss durch eine Information bzgl. der Lärmeigenschaft vervollständigt werden (mittlere bis hohe Frequenzen oder tiefe Frequenzen).
4. SNR-Methode, diese erfordert nur einen Dämmwert, den SNR. Dieser wird vom Lärmpegel mit der Frequenzbewertung C, die gemessen wurde, abgezogen.

Empfohlene Methode	Notwendige Informationen	Priorität
Oktavband-Methode	Lärmpegel pro Oktavband	1
HML-Methode	Lärmpegel in dB(A) und dB(C)	2
HML-Check	Lärmpegel in dB(A) und Information über die Lärmeigenschaft	3
SNR-Methode	Lärmpegel in dB(C)	4

Tabelle 1: Notwendige Informationen für jede einzelne Berechnungsmethode bzgl. der Gehörschutzdämmung

Die Auswahl der Berechnungsmethode wird je nach verfügbaren Informationen und nach Prioritätsrang gemäß den Empfehlungen der Norm (EN 458, 2005) getroffen.

Jede angewendete Methode hat zum Ziel den  $L'_A$  zu ermitteln, der dem Lärmpegel mit Frequenzbewertung A mit Gehörschutz entspricht.

$L_A$  entspricht dem Lärmpegel mit Frequenzbewertung A

$L_C$  entspricht dem Lärmpegel mit Frequenzbewertung C

Dabei handelt es sich nur um eine Bewertung, die auf von im Labor gemessenen Dämmwerten des Gehörschutzes beruht. Nur eine Messung, die effektiv am Ohr des Trägers durchgeführt wird, kann sicherstellen, dass die getragenen Gehörschützer tatsächlich geeignet und wirksam sind.

### 2.1.1 Oktavbandmethode

$$L'_A = 10 \cdot \log \sum_{f=125}^{8000} 10^{0,1(L_f + A_f - APV_f)}$$

Oder:

$f$  : ist die Mittelfrequenz des Oktavbandes in Hz

$L_f$  : ist der Oktavband-Schalldruckpegel  $L_{oct}$  des Geräuschs in dB im Oktavband  $f$

$A_f$  : ist die Frequenzbewertung A in dB für die Mittelfrequenz des Oktavbandes

$APV_f$  : ist der Wert der angenommenen Schutzwirkung des Gehörschutzes in dB

Die Berechnung auf der Frequenz von 63 Hz ist freigestellt.

### 2.1.2 HML-Methode

Diese Methode basiert auf drei Schalldämmwerten: H, M und L (die anhand der Oktavband-Schalldämmwerte ermittelt wurden). Diese Werte werden in Verbindung mit den Lärmpegeln mit Frequenzbewertung A und C benutzt, um die vorhergesagte Minderung des Geräuschpegels (PNR) zu berechnen.

$$\text{Wenn } (L_C - L_A) \leq 2\text{dB} \text{ dann } PNR = M - \frac{H-M}{4} (L_C - L_A - 2).$$

Wenn nicht dann  $PNR = M - \frac{M-L}{8} (L_C - L_A - 2)$ .

Der ermittelte Wert wird anschließend auf die nächste ganze Zahl gerundet.

Es wird ein effektiver Lärmpegel mit Frequenzbewertung A am Ohr mit Hilfe folgender Gleichung berechnet:  $L'_A = L_A - PNR$ .

### 2.1.3 HML-Check

Bei dieser Methode handelt es sich um eine vereinfachte Version der HML-Methode, bei der es nicht notwendig ist, den Lärmpegel mit Frequenzbewertung C zu kennen. Es ist jedoch notwendig, die Lärmeigenschaft zu charakterisieren, d.h. ob dieser als mittel oder hoch ( $L_C - L_A < 5$ ) oder als tief ( $L_C - L_A \geq 5$ ) eingestuft wird.

Beispiele für Geräusche im mittleren bis hohen Frequenzbereich ( $L_C - L_A < 5$ )	
Brennschneider	Gussputzarbeiten
Dieselmotor	Holzbearbeitungsmaschinen
Dragiertrommel	Hydraulikpumpen
Rollenrotations-Hochgeschwindigkeitspresse	Zahnradlappmaschine
Rüttelformmaschine	Klopf- und Brechmaschine
Schlagschrauber	Fallhammer
Druckluftdüsen	Spinnmaschinen
Elektro-Nagler	Strick- und Wirkmaschinen
Falzmaschine	Trennschleifmaschinen
Getränkeabfüller	Zentrifugen

Beispiele für Geräusche im tiefen Frequenzbereich ( $L_C - L_A \geq 5$ )	
Bagger	Erdbaumaschinen
Kompressor-Anlagen	Hochofenanlagen
Konverter-Anlagen	Strahlanlagen
Elektro-Umformersatz	Kollergänge
Elektro-Schmelzöfen	Metall-Druckgießmaschinen
Kupolöfen	Feuerungen
Verbrennungsanlagen	

Wenn es sich um ein Geräusch handelt, das sich hauptsächlich im „mittleren“ bis „hohen“ Frequenzbereich befindet ( $L_C - L_A < 5$ ):

Den „M“- Wert vom Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A abziehen: ( $L'_A = L_A - M$ ).

Wenn  $L'_A > L_{act}$ :

Den „H“-Wert vom Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A abziehen: ( $L'_A = L_A - H$ ).

Wenn es sich um ein Geräusch handelt, das sich hauptsächlich im „tiefen“ Frequenzbereich befindet ( $L_C - L_A \geq 5$ ):

Den „L“-Wert vom Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A abziehen: ( $L'_A = L_A - L$ ).

## 2.1.4 SNR-Methode

Die Berechnung ist folgende: ( $L'_A = L_C - SNR$ )

Der *SNR* ist der Durchschnittsdämmwert des Gehörschutzes.

## 2.2 Zugang zu den Daten Beruf/Lärm der SUVA

Falls es nicht möglich sein sollte, die Lärmpegel zu ermitteln oder präzise Messungen durchzuführen, bietet das SAPAN-System einen Zugang zu der Datenbank „Liste mit Lärmtabellen“ der SUVA. Diese Datenbank gibt den Schalldruckpegel nach Branchen und Tätigkeit für mehr als 1500 Berufe wieder. Die SUVA ist die größte Trägerin der obligatorischen Unfallversicherung in der Schweiz.

## 2.3 Impulsschall

Impulsschall besteht aus einem oder mehreren akustischen Energieimpulsen, die jeweils eine Dauer unter einer Sekunde aufweisen und durch Intervalle von über 0,2 Sekunden voneinander getrennt sind. Impulsschall, der plötzlich und unvorhergesehen erscheint, ist gefährlicher als ein stabiler und fortlaufender Lärm.

Dieser Impulsschall wird in drei Arten gegliedert, je nach Frequenzbereich des Lärms: tiefe, mittlere und hohe Frequenzen bis hin zum hohen Frequenzbereich.

Hier nun einige Beispiele für Impulsschall:

1. Tiefer Frequenzbereich: Stanze, Presse, Sprengstoff
2. Mittlerer bis hoher Frequenzbereich: Druckluftnagler, Hammer, Gewehr, Beschussprüfung
3. Hoher Frequenzbereich: Pistole

Die Berechnung wird folgendermaßen durchgeführt:

$L_{pc}$ : gemessener Spitzenschalldruckpegel

$d_m$ : modifizierter Wert der Schalldämmung des Gehörschutzes

$L'_{pc}$ : effektiver Spitzenschalldruckpegel am Ohr

Je nach Geräushtyp erhält  $d_m$  folgende Werte:

1. Tiefer Frequenzbereich:  $d_m = L - 5$
2. Mittlerer bis hoher Frequenzbereich:  $d_m = M - 5$
3. Hoher Frequenzbereich:  $d_m = H$

Die Werte  $H$ ,  $M$  und  $L$  werden den Angaben des Herstellers entnommen.

Demzufolge entsteht Folgendes:  $L'_{pc} = L_{pc} - d_m$

$L'_{pc}$  wird anschließend mit dem nationalen Aktionspegel verglichen. Der Gehörschutz wird als geeignet angesehen, wenn  $L'_{pc} < L_{act,pc}$

$L_{act,pc}$  liegt aktuell\* bei 137dB (RICHTLINIE 2003/10/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES).

\* Mai 2012

## 3 Die berücksichtigten Gehörschützer

In dieser ersten Version der SAPAN-Methode werden nur die Gehörschützer der Kategorie des Typs „passiv“ berücksichtigt.

Es ist wichtig, dass der ausgewählte Gehörschutz über die „CE“-Kennzeichnung verfügt. Wenige Hersteller ermöglichen es, diesen Punkt zu überprüfen. Um diese sehr große Auswahl nicht einzuschränken, wird die erste SAPAN-Version diesen Parameter nicht berücksichtigen. Die Hersteller können uns für die nächste Version diese Informationen mitteilen. Währenddessen wird den Benutzern der SAPAN-Methode empfohlen, diese fehlenden Informationen bei dem oder den Herstellern anzufordern, bevor sie ihre endgültige Wahl treffen. Die Gehörschützer, die die geforderten Mindestdämmwerte der Norm (EN352, 2003) nicht einhalten, bleiben in der SAPAN-Datenbank erhalten, werden allerdings als nicht geeignet eingestuft, da sie nicht die „CE“-Kennzeichnung erhalten haben.

Jeder Gehörschutz muss nach der Norm zertifiziert sein:

- (EN352-1, 2003) für Kapselgehörschutz
- (EN352-2, 2003) für Gehörschutzstöpsel

Des Weiteren ist es notwendig, sich zu vergewissern, dass der Hersteller, der den Gehörschutz anbietet auch derjenige ist, der die Zertifizierung erhalten hat. Sein Name muss auf der CE-Zertifizierung erscheinen.

### Dämmwerte

Die Dämmwerte jedes Gehörschutzes, die die Basis der Datenbank der SAPAN-Software bilden, wurden anhand der vom Hersteller angegebenen Werte in die SAPAN-Software eingetragen. Obwohl dies mit einer sehr großen Sorgfalt durchgeführt wurde, übernimmt HearingProTech.com keine Verantwortung bei eventuellen Fehlinformationen. Diese Daten dienen ausschließlich zu Informations- und Orientierungszwecken. Wir empfehlen den Benutzern vor endgültiger Auswahl des Gehörschutzes, die Daten zu überprüfen. Des Weiteren bitten wir die Hersteller jede Anomalie oder Veränderung mitzuteilen, damit aktuelle und zuverlässige Daten angeboten werden können.

### Doppelschutz

Ein sehr starker Lärmexpositionspegel kann dazu führen, einen Gehörschutz mit stärkerer Dämmung tragen zu müssen als der angebotene Gehörschutz. Die Kombination von Kapselgehörschutz und Gehörschutz, der im Ohr getragen wird, ermöglicht es, in manchen Fällen die Dämmung zu erhöhen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Dämmwerte beider Gehörschutzarten sich nicht addieren lassen. Ein Berechnungstool „Ermittlung der Schalldämmung bei Doppelschutz“ steht kostenlos auf der Internetseite HearingProTech.com zur Verfügung und ermöglicht diese Situation zu simulieren. Dieser Punkt wird in der vorliegenden Methode nicht berücksichtigt.

## **Tragekomfort**

Der Tragekomfort ist ein wichtiger Parameter bei der Auswahl eines geeigneten Gehörschutzes. Bei den Kapselgehörschützern ist es der Druck der Dichtungskissen, bei den Einwegstöpseln ist es das einfache Ein- und Aussetzen, was den Tragekomfort für den Benutzer beeinflussen kann. Je bequemer der Gehörschutz zu tragen ist, desto besser wird er akzeptiert und getragen. Das Ziel bei Gehörschutz ist es, ein dauerhaftes Tragen während der gesamten Lärmexpositionszeit zu erreichen. Denn bereits ein Nicht-Tragen des Gehörschutzes von nur 2 Minuten über einen gesamten Arbeitstag, verringert die Wirksamkeit des Gehörschutzes um 25%.

Die Eigenschaft des Tragekomforts wird in der SAPAN-Methode nicht berücksichtigt, da sie sehr schwer einzuschätzen ist und dieses Gefühl bei jedem Benutzer unterschiedlich ist. Demzufolge ist es empfehlenswert, den Benutzer bei der Wahl seines zukünftigen Gehörschutzes mitwirken zu lassen.

## **3.1 Der zu formende Gehörschutzstöpsel**

Diese Stöpsel bestehen aus Schaumstoff, der die Besonderheit hat, sich nach dem Zusammendrücken und dem Einsetzen im Gehörgang auszudehnen. Somit wird der Gehörgang „verschlossen“. Diese Art des Gehörschutzes ist mit geringen Kosten verbunden, er sollte aber nach jeder Benutzung ausgetauscht werden.

## **3.2 Der vorgeformte Gehörschutzstöpsel**

Der vorgeformte Gehörschutzstöpsel kann ohne weitere Bearbeitung in den Gehörgang eingesetzt werden. Dieser ist in unterschiedlichen Formen und aus unterschiedlichen Materialien (Silikon, Gummi, PVC etc.) auf dem Markt zu finden und wird in zwei bis drei Größen angeboten.

## **3.3 Die Gehörschutz-Otoplastik**

Dieser Gehörschutz wird anhand des Ohrabdrucks des zukünftigen Benutzers angefertigt und ist somit bequem zu tragen. Die Lebensdauer (fünf Jahre im Durchschnitt) im Verhältnis zur Anfangsinvestition steht in einem guten Verhältnis. Dieser Gehörschutz ist in einem weichen Material (Silikon) oder in einem harten Material (Kunstharz) erhältlich.

## **3.4 Der Bügelgehörschutz**

Hierbei handelt es sich um bereits vorgeformte oder zu formende Stöpsel, die mit einem Bügel verbunden sind. Die Stöpsel sitzen entweder im oder auf dem Gehörgang.

## **3.5 Der Kapselgehörschutz**

Dieser besteht aus zwei Kapseln mit Dichtungskissen, die mit einem federnden Band (Kopfbügel) verbunden sind. Die Dichtungskissen sind oftmals mit einem Material gefüllt, das die Dämmung absorbiert. Der Kopfbügel dient dazu die Kapseln am Ohr des Benutzers zu platzieren, die Dichtungskissen (aus PVC oder Polyurethan) liegen mit einem angenehmen

Druck am Ohr an. Die Größe kann je nach Kopfumfang des Benutzers eingestellt werden, eine normale und kleinere Größen werden angeboten. Manche Dichtungskissen können ausgetauscht werden. Dies muss alle 24 Monate erfolgen, damit weiterhin eine gute Dichtigkeit gewährleistet ist.

## 4 Anpassung an Anforderungen und Besonderheiten des Benutzers

Eine Variable „V“ bewertet die erforderliche Dämmung, um die unterschiedlichen Hindernisse und Besonderheiten des Benutzers und des Arbeitsumfelds zu berücksichtigen. Diese Variabel darf unter keinen Umständen den Benutzer in eine kritische Situation bringen (Über- bzw. Unterprotektion). Die Standardauswahlmöglichkeiten sind unterstrichen.

### 4.1 Notwendigkeit, Warnsignale im Lärm zu hören oder im Lärm sprechen zu müssen

Im Bereich der Industrie sind Warnsignale keine Seltenheit. Sie unterscheiden sich je nach Funktion. Ob plötzliche Warnsignale oder informationshaltige Signale, diese müssen von den Arbeitnehmern, die in der Nähe einer solchen Anlage arbeiten, wahrgenommen werden.

Wenn der Schalldruckpegel zu stark ist, so wird das Ohr überreizt und kann somit die wahrgenommenen Informationen nicht mehr richtig einordnen. Das Tragen eines Gehörschutzes unterstützt größtenteils eine bessere Verständigung im Lärm, indem eine Überreizung des Ohres verhindert wird (Casali J. G., Robinson G. S., 2000).

Ein Gehörschutz mit einer gleichwertigen Dämmung auf allen Frequenzbändern (eine Dämmung, die auf allen Frequenzen ähnlich ist), verbessert nicht nur die Wahrnehmung, sondern auch die Verständlichkeit, in der eine Verzerrung der Töne, im Gegensatz zu klassischen Gehörschützern, verhindert wird (NEXER, Auswahl eines persönlichen Gehörschutzes mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern, 2011). Dies gilt besonders bei Personen, die bereits einen Hörverlust im hochfrequenten Bereich haben. In der zitierten Studie wird ein Gehörschutz erst dann als ein Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern bezeichnet, wenn die Standardabweichung „ $\sigma$ “ 3 dB auf dem Oktavband nicht überschreitet. Dieser Wert wird als Standardeinstellung angezeigt, kann jedoch in der SAPAN-Software umgestellt werden.

*„Ist die Erkennbarkeit von Signalen, wie z. B. Sprache und Warnsignale, kritisch, sind Gehörschützer mit einer frequenzunabhängigen Schalldämmcharakteristik zu bevorzugen.“* (EN 458, 2005).

Es werden fünf Parameter ermittelt, die einen Einfluss auf die geforderte Dämmung und somit auf den Restschallpegel am Ohr haben können:

## 4.1.1 Sprechen im Arbeitsumfeld

„Sprechen aus einer Distanz von weniger als 2 Metern“

Drei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Nie / Selten / Häufig*.

Wenn „**Nie**“:  $V = V$

Wenn „**Selten**“:  $V = V - 2dB$

wenn  $\sigma_f > 10dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Wenn „**Häufig**“:  $V = V - 3dB$

wenn  $\sigma_f > 4 dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

wenn  $\sigma_f > 10dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „akzeptable“ Auswahl angezeigt.

$\sigma_f$ : entspricht der Standardabweichung auf dem Oktavband (125 bis 8 KHz)

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{\sum(f - \bar{f})^2}{n}}$$

## 4.1.2 Kommunikation per Telefon

„Kommunikation per Telefon mit dem Hörer am Ohr“

Drei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Nie / Selten / Häufig*

Wenn „**Nie**“:  $V = V$

Wenn „**Selten**“: Wenn  $V < 0$  Dann  $V = V$  Sonst  $V = V - 1 dB$

Wenn  $\sigma_f > 6 dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Wenn „**Häufig**“: Wenn  $V < 0$  Dann  $V = V$  Sonst  $V = V - 2 dB$

Wenn  $\sigma_f > 4 dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Bei der Auswahl „*Selten*“ und „*Häufig*“ ist folgendes empfehlenswert:

- darauf zu achten, dass der Gehörschutz kein stark herausragendes Teil besitzt (Griff, Befestigung), das dazu führen kann, dass der Benutzer den Hörer vom Ohr versetzen muss
- die Gehörschützer des Typs Kapsel- und Bügelgehörschutz auszuschließen

## 4.1.3 Wahrnehmung ohne Tonverzerrung

„Wiedergabe des Arbeitsumfelds ohne Tonverzerrung (Musiker, Maschineninstandhalter, Toningenieur etc.)“

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Wenn  $\sigma_f > 3 dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Wenn  $\sigma_f > 6 \text{ dB}$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „akzeptable“ Auswahl angezeigt

#### 4.1.4 Wahrnehmung von Warnsignalen

*„Wahrnehmung von Warnsignalen bei extremer Gefahr zwingend erforderlich.“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Wenn  $\sigma_f > 4 \text{ dB}$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Wenn  $\sigma_f > 6 \text{ dB}$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „akzeptable“ Auswahl angezeigt

#### 4.1.5 Bedarf an Isolierung

*„Der Benutzer möchte gut vor Lärm isoliert sein“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“:  $V = V + 3 \text{ dB}$

## 4.2 Besonderheiten des Benutzers

### 4.2.1 Dämmung des derzeit verwendeten Gehörschutzes

Je nachdem welcher Gehörschutztyp bisher verwendet wurde, wird eine Bewertung auf die Dämmung angewendet, um sicher zu gehen, dass der neue Gehörschutz wirksam ist.

Aus Erfahrung ist bekannt, dass bei einem Benutzer, der bisher einen Gehörschutz mit einer starken Dämmung getragen hat, wie beispielsweise einen Kapselgehörschutz (SNR 35 dB), obwohl die geforderte Dämmung viel geringer ist (SNR 22 dB beispielsweise), die Wahrscheinlichkeit besteht, dass der Benutzer seinen neuen Gehörschutz nicht annimmt. Der große Unterschied in der Dämmung gibt dem Benutzer das Gefühl nicht mehr richtig vor Lärm geschützt zu sein.

In diesem Fall ist eine Eingewöhnungsphase erforderlich. Ein Gehörschutz, der eine mittlere Dämmung aufweist, würde in diesem Beispiel eine interessante Alternative bieten.

*„Dämmung des aktuellen Gehörschutzes“*

Drei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Keine oder schwache / Normale / Starke*:

Wenn „**Keine oder schwache**“:  $V = V - 1 \text{ dB}$ .

Wenn „**Normal**“:  $V = V$

Wenn „**Stark**“: Wenn das Bedürfnis nach Isolierung besteht = „Ja“ DANN  $V = V + 1 \text{ dB}$   
SONST  $V = V + 3 \text{ dB}$ .

## 4.2.2 Lärmempfindlichkeit des Benutzers

Die Lärmempfindlichkeit variiert von Person zu Person. Es ist wichtig, dies bei der Auswahl der Dämmung des zukünftigen Gehörschutzes zu berücksichtigen. Denn sonst wird dieser nicht vom Benutzer angenommen, da eine zu starke (Gefühl der Isolation) oder eine zu schwache Dämmung geleistet wird.

*„Lärmempfindlichkeit des Benutzers (Bsp.: der Benutzer kann keinen Lärm ertragen: Starke Lärmempfindlichkeit)“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Leicht* oder *mittel* / *Stark*

Wenn „**Leicht** oder **mittel**“:  $V = V$

Wenn „**Stark**“: WENN („Bedürfnis nach Isolation“ = „**JA**“ ODER „Dämmung des aktuellen Gehörschutzes“ = „**stark**“) DANN  $V = V + 1 \text{ dB}$  SONST  $V = V + 3 \text{ dB}$

## 4.2.3 Medizinische Auffälligkeiten

### 4.2.3.1 Ohrprobleme

Wenn ein Gehörschutz ausgewählt wird, so ist es notwendig zu erfahren, ob der Benutzer derzeit oder in der Vergangenheit an Ohrproblemen leidet/gelitten hat (Entzündungen, starker Ohrenschmalzfluss, in Behandlung bzgl. einer Haut- oder Ohrenerkrankung etc.). Sollte einer dieser Fälle zutreffen, so ist es empfehlenswert den behandelnden Arzt zu Rate zu ziehen, um den geeignetsten Gehörschutz auszuwählen. In der Regel sollte in der Behandlungszeit der Benutzer einen Kapselgehörschutz tragen. Gehörschützer, die im Ohr getragen werden (Gehörschutzstöpsel, die im Gehörgang sitzen) müssen vom Arzt verschrieben werden.

*„Der Benutzer leidet an Ohrproblemen (Entzündungen etc.)“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja* / *Nein*

Wenn „**Ja**“:  $V = V$  mit Ausnahme aller Gehörschützer, die im Gehörgang sitzen

### 4.2.3.2 Bei Hörverlust

Bei Personen, die an Hörverlust leiden, wird beim Tragen eines Gehörschutzes diese Situation verstärkt. Im Falle eines Hörverlustes im hochfrequenten Bereich (ca. 4000 Hz), der häufig aufgrund einer Lärmaussetzung oder aufgrund des Alters hervorgerufen wird, ist es empfehlenswert einen Gehörschutz anzubieten, der eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern aufweist. Denn ein klassischer Gehörschutz hat zur Folge, dass der bereits vorhandene Hörverlust verstärkt wird, dadurch die Verständigung des Benutzers mit seinem Arbeitsumfeld gar nicht mehr gewährleistet wird und dieser in manchen Situationen

Gefahren ausgesetzt werden kann. Der Hörverlust wird als solcher gesehen, wenn eine leichtgradige Schwerhörigkeit erreicht oder bereits überschritten ist. Dieser Grad der Schwerhörigkeit wird charakterisiert durch ein irreversibles Hördefizit auf den Frequenzen von 4000 Hz über 30 dB.

*„Der Benutzer leidet an Hörverlusten, bedingt durch Alter oder starke Lärmexposition“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Wenn  $\sigma_f > 4dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „ideale“ Auswahl angezeigt

Wenn  $\sigma_f > 10dB$ , so wird der persönliche Gehörschutz nicht als „akzeptable“ Auswahl angezeigt

## 4.2.4 Körperliche Aspekte und Arbeitsumfeld

### 4.2.4.1 Tragen eines Bartes, einer Brille oder langer Haare

Das Tragen eines Bartes, einer Brille oder langer Haare kann beim Tragen eines persönlichen Gehörschutzes des Typs Kapselgehörschutz schaden. Denn beim Tragen können kleine bis große akustische Leckagen entstehen, die dadurch hervorgerufen werden, dass die Dichtungskissen nicht bündig zum Kopf abdichten. Damit es zu keiner Verringerung der Schalldämmung kommt, müssen die Dichtungskissen unbedingt dicht am Kopf sitzen und die Ohren komplett abdecken.

*„Der Benutzer trägt einen Bart, lange Haare, eine Brille“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Gehörschützer des Typs Kapsel- / Bügelgehörschutz werden ausgeschlossen

### 4.2.4.2 Tragen einer weiteren PSA

Das Tragen eines persönlichen Gehörschutzes, insbesondere Kapselgehörschutz ist oftmals mit anderen persönlichen Schutzausrüstungen nicht kompatibel.

Es können Schwierigkeiten bei der Einstellung des Kopfbandes auftreten, wenn gleichzeitig der Benutzer einen Gesichtsschutz, einen Schutzhelm oder eine Haube tragen muss.

*„Der Benutzer trägt zusätzlich zu seinem Gehörschutz eine weitere Schutzausrüstung, wie eine Haube, einen Schutzhelm, ein Atemschutzgerät, eine Schutzbrille, einen Gesichtsschutz“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Gehörschützer des Typs Kapselgehörschutz werden ausgeschlossen

Es muss beachtet werden, dass es Kapselgehörschützer gibt, die so hergestellt sind, dass diese mit einem Schutzhelm problemlos getragen werden können oder bereits einen

Schutzhelm integriert haben. Diese Modelle wurden nicht analysiert und nicht in die SAPAN-Software einbezogen.

#### **4.2.4.3 Aussetzung von Hitze und Feuchtigkeit**

Körperliche Arbeit, ein warmes oder feuchtes Arbeitsumfeld können eine erhöhte und unangenehme Schweißabsonderung im vom Kapselgehörschutz bedeckten Bereich hervorrufen. In diesem Fall wird ein Gehörschutzstöpsel empfohlen.

Manche Kapselgehörschutzmodelle bieten Dichtungskissen an, die den Schweiß aufnehmen. Allerdings kann dies die Wirksamkeit des Gehörschutzes verringern.

*„Der Benutzer arbeitet in einem warmen ( $T > 25^{\circ}\text{C}$ ), in einem feuchten ( $HR > 80\%$ ) Arbeitsumfeld oder muss eine starke körperlich anstrengende Tätigkeit ausüben).“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Gehörschützer des Typs zu formender Gehörschutz werden ausgeschlossen

#### **4.2.4.4 Tätigkeiten in schmutzintensiven Bereichen**

Es ist zu empfehlen bei Benutzern, die mit einem zu formenden Stöpsel ausgestattet sind, sicherzustellen, dass diese saubere Hände haben, damit die Stöpsel ohne Infektionsrisiko geformt und in den Gehörgang eingesetzt werden.

*„Der Benutzer muss seine Gehörschützer mit schmutzigen Fingern bearbeiten?“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Gehörschützer des Typs Kapselgehörschutz werden ausgeschlossen

#### **4.2.4.5 Unauffälligkeit**

Manche Tätigkeiten können gleichzeitig das Tragen eines persönlichen Gehörschutzes erfordern und die Eigenschaft eines unauffälligen Gehörschutzes benötigen (Bademeister beispielsweise). In diesen Fällen werden die Kapsel- bzw. Bügelgehörschützer aus der Auswahl ausgeschlossen.

*„Aufgrund der Tätigkeit des Benutzers wird ein unauffälliger Gehörschutz benötigt“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: Gehörschützer des Typs Kapsel- bzw. Bügelgehörschutz werden ausgeschlossen.

#### 4.2.4.6 Kurze und wiederholende Lärmexposition

Wenn der Benutzer wiederholt kurze Zeit Lärm ausgesetzt ist, ist es zu empfehlen, sich nicht für zu formende Stöpsel zu entscheiden, sondern Kapsel- bzw. Bügelgehörschutz, vorgeformte Stöpsel oder eine Gehörschutz-Otoplastik zu wählen, da diese das schnelle und häufige Ein- und Aussetzen vereinfachen.

*„Der Benutzer ist immer wieder für einen kurzen Zeitraum Lärm ausgesetzt“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „**Ja**“: zu formende Gehörschutzstöpsel werden ausgeschlossen

## 5 Die Leistung des Gehörschutzes kann die angegebenen Werte, die während des Zertifizierungsverfahrens ermittelt und veröffentlicht wurden, unterschreiten.

Zahlreiche Studien haben gezeigt, dass es Diskrepanzen zwischen den Messungen, die während des Zertifizierungsverfahrens und den Werten, die tatsächlich in der Praxis (In Situ) ermittelt wurden bei allen Gehörschützern gibt.

Diese Unterschiede variieren je nach Gehörschutztyp und der Schulung, die der Benutzer erhält und ihm beim Einsetzen hilfreich ist.

Die Studie von Alain Kusy vom INRS (Kusy, 2008) gibt eine interessante Zusammenfassung von allen Studien wieder, bei der festgestellt wird, dass ein Abschlag für jeden Gehörschutz vorgenommen werden muss, um die effektive Schalldämmung zu ermitteln. Es ist demzufolge ratsam, diesen Abschlag vor jedem Vergleich bei der Auswahl des Gehörschutzes durchzuführen.

Eine Zusammenfassung mit den unterschiedlichen Abschlägen (NEXER, Auswahl eines persönlichen Gehörschutzes, 2011) wird in Tabelle 2 dargestellt. Diese Tabelle gibt vereinfachte und allgemeine Werte aus unterschiedlichen Ländern wieder. Es wird empfohlen, den Empfehlungen der Institute für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz des jeweiligen Landes zu folgen.

Empfehlungen: Wert, den es vom angegebenen Wert des Herstellers abzuziehen gilt.					
Empfehlungen vom	INRS - Frankreich		IFA - Deutschland		NIOSH - USA
Parameter Gehörschutztyp	Mit Schulung	Ohne Schulung	Mit Wirksamkeitstest	Ohne Wirksamkeitstest	
Kapselgehörschutz	- 5 dB	- 10 dB		- 5 dB	- 25 %
Zu formender Stöpsel	- 5 dB	- 15 dB		- 9 dB	- 50 %
Vorgeformter Stöpsel	- 5 dB	- 15 dB		- 5 dB	ND*
Gehörschutz- Otoplastik	- 5 dB	- 10 dB	- 3 dB	**	ND*

Tabelle 2: Abschlag, der von den Instituten für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz empfohlen wird.

\*ND: Nicht dokumentiert

\*\* Gemäß „Technische Regel Lärm und Vibration (TRLV Lärm)“ vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) darf keine Gehörschutz-Otoplastik ohne Funktionsprüfung getragen werden.

Die SAPAN-Methode berücksichtigt diese Empfehlungen bei der Auswahl des Gehörschutzes. Die sichersten Werte der deutschen und französischen Empfehlungen wurden berücksichtigt; die Empfehlungen der NIOSH werden nicht berücksichtigt. Der Aspekt der Schulung, so wie es das INRS (Frankreich) empfiehlt, wird beibehalten.

Folgende Werte werden somit ermittelt:

Wert, den es vom angegebenen Wert des Herstellers abzuziehen gilt.			
Gehörschutztyp	Parameter	Empfehlungen SAPAN	
		Mit Schulung	Ohne Schulung
Kapselgehörschutz		- 5 dB	- 10 dB
Zu formende Stöpsel		- 9 dB	- 15 dB
Vorgeformte Stöpsel		- 5 dB	- 15 dB
Gehörschutz-Otoplastik		- 5 dB	- 10 dB

Tabella 3: Abschläge, die von der SAPAN-Methode berücksichtigt werden.

Der Abschlag wird anschließend auf den effektiven Schallpegel am Ohr vorgenommen. Beispiel: Der effektive Schallpegel mit Frequenzbewertung „A“ am Ohr im Falle des Tragens eines Gehörschutzes liegt bei 76 dB(A). D.h. theoretisch kann der Gehörschutz als „ideal“ eingestuft werden.

Der Abschlag wird direkt am effektiven Schallpegel am Ohr durchgeführt, so dass die Berechnungen der vier Methoden somit nicht „kompliziert“ werden. Bei dem vorliegenden Beispiel ist der Gehörschutz ein zu formender Stöpsel, bei dem keine Schulung durchgeführt wird und bei dem es einen Abschlag von 15dB auf den Dämmwert (SNR) vorzunehmen gilt. Somit ergibt dies  $76 \text{ dB} + 15 \text{ dB} = 91 \text{ dB}$  an effektivem Schallpegel am Ohr. Der Gehörschutz wird in diesem Fall als „nicht geeignet“ eingestuft.

Dieser Abschlag wird auf den  $L'_A$  und  $L'_{pc}$  angewendet.

Der Wirksamkeitstest (Überprüfung des eingesetzten persönlichen Gehörschutzes bei seinem Benutzer), der von manchen Herstellern durchgeführt wird, ermöglicht es den notwendigen Dämmwert vorherzusagen, so wie es die SAPAN-Methode durchführt. Dieser Test ermöglicht es danach zu überprüfen, ob der Gehörschutz konform ist und die tatsächliche Dämmung den Bedürfnissen des Benutzers entspricht.

## 6 Schulung / Sensibilisierung

Im vorherigen Kapitel konnte bereits festgestellt werden, dass die Schulung zum Ein- und Aussetzen des Gehörschutzes, sowie die Sensibilisierung zum Thema Lärm wichtige Bestandteile sind, um die Wirksamkeit des Gehörschutzes zu beeinflussen.

Die SAPAN-Methode berücksichtigt diesen Parameter und je nachdem, ob der Benutzer eine Schulung erhält oder nicht, werden die vorgeschlagenen Dämmwerte des Gehörschutzes nach Tabelle 3 des vorherigen Kapitels verringert oder nicht.

*„Eine Sensibilisierung bzgl. des Tragens und des richtigen Einsetzens des Gehörschutzes wurde durchgeführt“*

Zwei Auswahlmöglichkeiten stehen zur Verfügung: *Ja / Nein*

Wenn „Ja“: kein zusätzlicher Abschlag

Wenn „Nein“: Abschlag gemäß Tabelle 3

## 7 Die Auswahlmethode

Es folgen acht Schritte, um den geeignetsten Gehörschutz anhand der bereits eingetragenen Kriterien auszuwählen.

### 7.1 Gehörschützer filtern

Die nicht kompatiblen Gehörschützer werden aussortiert.

### 7.2 Auswahl der Berechnungsmethode

Je nach den Parametern der Lärmexposition wird die Berechnungsmethode, die nach Wichtigkeitsgrad gemäß der Norm (EN 458, 2005) geordnet ist, ausgewählt.

### 7.3 Berechnung des effektiven Schalldruckpegels am Ohr

Der effektive Schalldruckpegel  $L'_A$  wird nach der festgesetzten Methode in 7.2. für jeden Gehörschutz berechnet.

### 7.4 Abschläge gemäß der Empfehlungen

Ein Abschlag wird auf den Dämmwert des Gehörschutzes gemäß Tabelle 3 vorgenommen. Dieser hängt vom Gehörschutztyp und von einer durchgeführten oder nicht durchgeführten Schulung ab. Sollte nach erfolgtem Abschlag keine ausreichende Dämmung ( $L'_A < L_{act}$ ) vorhanden sein, so werden diese Gehörschützer ausgeschlossen.

## 7.5 Verwaltung von Impulsschall

Sollte Impulsschall vorhanden sein, so wird der  $L'_{pc}$  berechnet. Sollten die Gehörschützer keine ausreichende Dämmung ( $L'_{pc} < L_{act,pc}$ ) aufweisen, so werden diese ausgeschlossen.

## 7.6 Gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern

Sollte ein Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung benötigt werden, so wird automatisch ein Filter eingesetzt, der nur die Gehörschutzmodelle mit dieser Eigenschaft berücksichtigt.

## 7.7 Festlegung des „idealen“ Schalldruckpegels

Der „ideale“ Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A, der für das Gehör mit Gehörschutz wirksam ist, ist festgelegt.

Gemäß Tabelle 2 der Norm (EN 458, 2005), sind die drei großen Bereiche folgende:

„idealer“ Bereich:  $L'_A > (L_{act} - 10)$  UND  $L'_A \leq (L_{act} - 5)$

„akzeptabler“ Bereich:  $L'_A \geq (L_{act} - 15)$  UND  $L'_A \leq (L_{act} - 10)$   
ODER  $L'_A > (L_{act} - 5)$  UND  $L'_A \leq L_{act}$

„nicht geeigneter“ Bereich:  $L'_A > L_{act}$  ODER  $L'_A < (L_{act} - 15)$

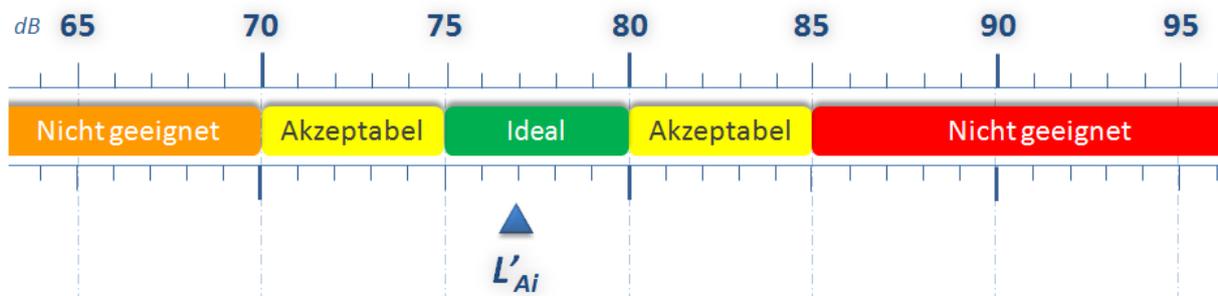


Abbildung 2: Beurteilung der Schalldämmung gemäß  $L'_A$  (Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A, der beim Tragen eines Gehörschutzes am Ohr wirksam ist) mit Berücksichtigung der Empfehlungen der Tabelle A2 der Norm EN 458. Dieses Beispiel beurteilt  $L_{act} = 85dB$  gemäß der RICHTLINIE 2003/10/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES.

Der „ideale“ Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A am Ohr beim Tragen des Gehörschutzes, der hier  $L'_{Ai}$  genannt wird, befindet sich somit im mittleren Bereich:

$$L'_A > (L_{act} - 10) \text{ UND } L'_A \leq (L_{act} - 5)$$

Wenn  $L_{act} = 85dB$  dann liegt der Pegel bei:  $77,5dB$

Der Wert wird auf die untere ganze Zahl gerundet, d.h.  $L'_{Ai} = 77dB$

Anschließend wird die für den Benutzer spezifische Bewertung, die bereits durch die Variable  $V$  definiert wurde, angewendet. Diese Variable berücksichtigt somit die Anforderungen und Besonderheiten bzgl. des Benutzers. Die erhaltenen Ergebnisse geben den „idealen“ Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A an, der am Ohr des Trägers mit

Gehörschutz gewünscht wird und bei dem die Bewertung  $V$  berücksichtigt wird, hier als  $L'_{AiV}$  bezeichnet.

Man erhält somit  $L'_{AiV} = L'_{Ai} - V$

## 7.8 Endgültige Rangordnung

Bei der endgültigen Rangordnung wird eine Einteilung in zwei Kategorien „ideal“ und „akzeptabel“ durchgeführt. Der Wert  $L'_A$  (Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A, der beim Tragen eines Gehörschutzes am Ohr wirksam ist) wird von  $L_A$  (Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A) abgezogen.

Wenn das Ergebnis gleich  $L'_{AiV}$  ist, so wird der Gehörschutz als am geeignetsten eingestuft und nimmt somit den „1.“ Rang ein. Wenn die Differenz zwischen  $L_A$  und  $L'_A$  gleich 1 im absoluten Wert ist, so liegt oder liegen die betroffenen Gehörschützer auf Rang „2“ und so weiter. Das Ziel ist es, sich dem „idealen“ Bereich  $L'_{AiV}$  zu nähern.

Die Gehörschützer in der Kategorie „ideal“ sind beispielsweise folgendermaßen eingestuft:

Rang 1 – Gehörschutzmodell A wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv}|$

Rang 1 – Gehörschutzmodell B wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv}|$

Rang 2 – Gehörschutzmodell C wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 1|$

Rang 2 – Gehörschutzmodell D wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 1|$

Rang 3 – Gehörschutzmodell E wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 2|$

Rang 3 – Gehörschutzmodell...

Die Gehörschützer in der Kategorie „akzeptabel“ sind beispielsweise folgendermaßen eingestuft:

Rang 6 – Gehörschutzmodell R wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 3|$

Rang 6 – Gehörschutzmodell S wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 3|$

Rang 6 – Gehörschutzmodell T wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 3|$

Rang 7 – Gehörschutzmodell U wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} + 4|$

Rang 8 – Gehörschutzmodell V wie  $L_A - L'_A = |L'_{Aiv} - 5|$

Rang 8 – Gehörschutzmodell...

Anmerkung: ein Gehörschutz, der als „nicht geeignet“ eingestuft wurde, wird bei dieser Rangordnung nicht aufgeführt, da diese Einordnung nur mit den Gehörschützern durchgeführt wird, die als „ideal“ oder „akzeptabel“ eingestuft wurden.

### Beispiel 1:

$L_A = 92 \text{ dB(A)}$

$L'_{Ai} = 77 \text{ dB(A)}$

$V = -3 \text{ dB}$

- Lärmexpositionspegel mit Frequenzbewertung A des Benutzers
- „idealer“ Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A, der am Ohr des Trägers wirksam ist. Hierbei handelt es sich um den Median des „idealen“ Bereichs, der von der Norm (EN 458, 2005) festgelegt wurde
- Bewertung, die anzuwenden gilt, um die Anforderungen und Besonderheiten bzgl. des Benutzers zu berücksichtigen

$$L'_{AiV} = L'_{Ai} - V$$

- „idealer“ Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A bei der die Bewertung  $V$  berücksichtigt wird

$$L'_{AiV} = 77 - (-3)$$

$$L'_{AiV} = 80 \text{ dB(A)}$$

Der „ideale“ Bereich befindet sich somit zwischen:

$$L'_A > (L_{AiV} - 2,5) \quad \text{UND} \quad L'_A \leq (L_{AiV} + 2,5)$$

Der „akzeptable“ Bereich befindet sich zwischen:

$$L'_A \geq (L_{act} - 15) \quad \text{UND} \quad L'_A \leq (L_{AiV} - 2,5) \quad \text{ODER}$$

$$L'_A > (L_{AiV} + 2,5) \quad \text{UND} \quad L'_A \leq L_{act}$$

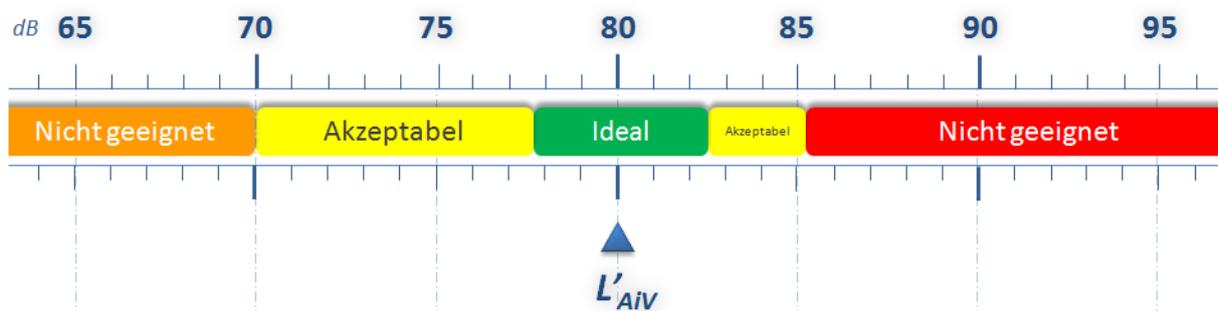


Abbildung 3: Nach dem Beispiel 1, wurden die Bereiche von + 3dB nach rechts verschoben, um den Bedürfnissen des Benutzers gerecht zu werden. Dabei liegt der ideale Bereich bei 80 dB(A). Der „akzeptable“ Bereich, der sich rechts vom „idealen“ Bereich befindet, darf 85 dB(A), das dem  $L_{act}$  entspricht, nicht überschreiten und ist um 2,5 dB verringert worden.

## 8 Zusammenfassung

Um den geeignetsten Gehörschutz für einen Benutzer auszuwählen, müssen zwei Hauptparameter berücksichtigt werden:

- 1- Die Dämmung muss so gewählt werden, dass der Benutzer vor Lärm geschützt ist, aber gleichzeitig auch nicht isoliert wird.
- 2- Diese Dämmung muss anschließend angepasst werden, in dem der Parameter Nr. 1 berücksichtigt wird, damit eine durchgängige Tragequote erreicht wird und den Anforderungen sowie Besonderheiten des Trägers gerecht wird.

Die SAPAN-Methode in die gleichnamige Software umgesetzt, vereint alle Informationen und Parameter, die den zukünftigen Benutzer des Gehörschutzes betreffen, um die zur Verfügung stehenden Produkte auf dem Markt anzubieten, die am ehesten allen beschriebenen Spezifikationen entspricht.

## 9 Bibliographie

- NF S 31-084. (2002, Oktober). *Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz*.
- EN352. (2003). *Gerhörschützer - Allgemeine Anforderungen*.
- EN352-1. (2003). *Gerhörschützer - Allgemeine Anforderungen - Teil 1: Kapselgehörschutz*.
- EN352-2. (2003). *Gerhörschützer - Allgemeine Anforderungen - Teil 2: Gehörschutzstöpsel*.
- EN 458. (2005). *Gehörschützer - Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung-Leitfaden*.
- Lärm- Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 06. März 2007 (2007). *Abschnitt 2, Paragraph 3, Absatz 4 und Abschnitt 2, Paragraph 5*.
- DIN EN ISO 4869-2. (2006, September). *Akustik - Gehörschützer - Teil 2: Abschätzung der beim Tragen von Gehörschützern wirksamen A-bewerteten Schalldruckpegel*
- Casali J. G., Robinson G. S. (2000). *Speech communications and signal detection in noise*. Auditory Systems Laboratory.
- RICHTLINIE 2003/10/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES. (2003, 6. Februar). *Über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm)*. Amtsblatt der Europäischen Union.
- Kusy, A. (2008). *Affaiblissement acoustique in situ des protecteurs individuels contre le bruit*. INRS.
- NEXER, G. (2011). *Auswahl eines persönlichen Gehörschutzes*. HearingProTech.
- NEXER, G. (2011). *Auswahl eines persönlichen Gehörschutzes mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern*. HearingProTech.

# Anhang 1

## Bestimmung des Lärmexpositionspegels der Mitarbeiter

Gemäß dem Beschluss vom 19. Juli 2006 (französische Gesetzgebung)

### Artikel 1 – Ermittlung der physikalischen Parameter der Risikoindikatoren

1 – Der Tageslärmexpositionspegel,  $L_{ex,8h}$  ist der Wert des Dauerschalldruckpegels mit Frequenzbewertung A, der über eine tatsächliche Gesamtdauer über einen Arbeitstag  $T_e$ , die durch die Referenzdauer von 8 Stunden genormt ist, ermittelt wird. Dieser wird in dB(A) mit folgender Formel ermittelt:

$$L_{ex,8h} = L_{Aeq,T_e} + 10 \cdot \log\left(\frac{T_e}{T_0}\right)$$

Oder:

- $T_e$  ist die tatsächliche Zeitdauer des Arbeitstages;
- $T_0$  ist die Tages-Bezugszeitdauer von 8 Stunden;
- $L_{Aeq,T_e}$  ist der Dauerschalldruckpegel mit Frequenzbewertung A.

2 – Der Spitzenschalldruckpegel  $L_{pc}$  wird in Dezibel mit Frequenzbewertung C anhand dieser Formel wiedergegeben:

$$L_{pc} = 10 \cdot \log\left(\frac{P_c}{P_0}\right)^2$$

Oder:

- $P_c$  ist der maximale Wert während eines Arbeitstages des momentanen Schalldruckpegels, der mit Frequenzbewertung C bei dem Ohr des Mitarbeiters gemessen wird, ohne das eventuelle Tragen eines Gehörschutzes zu berücksichtigen.

3 – Der Wochen-Lärmexposition,  $L_{ex,40h}$ , wird anhand des Tageslärmexpositionspegels ermittelt. Dieser wird in dB(A) mit folgender Formel berechnet:

$$L_{ex,40h} = 10 \cdot \log\left(\frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^S 10^{0,1 \cdot (L_{ex,8h})_i}\right)$$

Oder:

- $S$  ist die Anzahl der Arbeitstage pro Woche;
- $L_{ex,8h}$  ist der Tageslärmexpositionspegel eines Arbeitstages X.

### Artikel 2 – Festlegung der physikalischen Parameter der Risikoindikatoren

1 – Um die eventuelle Überschreitung der Auslösewerte für Präventionsmaßnahmen zu bewerten, werden der Spitzenschalldruckpegel, der Tageslärmexpositionspegel und, gegebenenfalls, der Wochen-Lärmexpositionspegel, gemäß den Vorschriften der französischen Norm NF S 31-084 „Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz“, bestimmt.

Die angewandten Methoden sowie Geräte sind den bestehenden Bedingungen unter Berücksichtigung der zu messenden Lärmcharakteristik, der Lärmexpositionsdauer, den Umfeldfaktoren und der Beschaffenheit des Messgeräts angepasst.

Die angewandten Methoden können eine Stichprobenerhebung sein, die für die Lärmexposition des Mitarbeiters repräsentativ ist.

Die Bewertung der Messergebnisse berücksichtigt die Messunsicherheit, die gemäß den Praktiken des Messwesens festgelegt wurde.

2 – Um die maximal zulässigen Expositionswerte beim Tragen von persönlichem Gehörschutz zu bewerten, wird die tatsächliche Lärmexposition des Mitarbeiters gemäß den Vorschriften der DIN EN ISO 4869-2 „Akustik - Gehörschützer - Teil 2: Abschätzung der beim Tragen von Gehörschützern wirksamen A-bewerteten Schalldruckpegel“ festgelegt.

# Anhang 2

## Beispiel Nr. 1

Die Testperson unseres Beispiels ist einem Lärmpegel von 91 dB(A) ausgesetzt. Sie arbeitet in einer Glasfabrik. Die Frequenzen liegen eher im mittleren bis hohen Bereich. Die Testperson arbeitet morgens an Maschine A und nachmittags an Maschine B. Maschine A erzeugt einen Lärmpegel von 93 dB(A) und Maschine B 89 dB(A), was ein  $L_{ex,8h}^1$  von 91 dB(A) ergibt. Sie trägt einen Bart und aufgrund ihrer Kurzsichtigkeit muss die Person eine Brille tragen, um die Anzeigen an der Maschine A zu sehen. Außer Sicherheitsschuhen trägt sie keine weitere PSA. Seit Jahren schützt sie sich vor Lärm und trägt Einwegstöpsel. Bisher hatte sie keine Schwierigkeiten, diese einzusetzen. Der Betriebsarzt hat seit 6 Jahren, seitdem sie in diesem Betrieb arbeitet, keinen Hörverlust feststellen können. Die Testperson arbeitet allein an ihrer Maschine und sieht nur wenige Leute am Tag.

### **1. Kontrolle des effektiven Schalldruckpegels am Ohr des Benutzers mit Gehörschutz**

Die verwendete Methode, um den effektiven Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A am Ohr des Benutzers mit persönlichem Gehörschutz anzugeben, ist die HML-Methode, da folgende Angaben vorhanden sind:

- Lärmpegel in dB(A): 91 dB(A)
- Lärmtyp: mittel- bis hochfrequent

Für jeden Gehörschutz wird der Wert  $L'_A$  berechnet.

### **2. Abschlag der Dämmwerte der Gehörschützer**

Der  $L'_A$  wird für jeden Gehörschutz unter Berücksichtigung der Abschläge auf die Dämmung gemäß Tabelle 3 neu ermittelt.

### **3. Spitzenschalldruckpegel**

Die Person in dem oben genannten Beispiel ist keinem Spitzenschalldruckpegel ausgesetzt.

### **4. Mündliche Verständigung oder Kommunikation per Telefon**

Die Testperson kommuniziert sehr wenig:  $V = V$

### **5. Wahrnehmung ohne Tonverzerrung, Wahrnehmung von Warnsignalen**

Wird nicht benötigt:  $V = V$

### **6. Wunsch nach Isolierung**

Nein, die Testperson ist bereits ausreichend isoliert:  $V = V$

### **7. Aktueller Gehörschutz**

Die Testperson hat Einwegstöpsel getragen:  $V = V$

## 8. Lärmempfindlichkeit

Leicht bis mittel:  $V = V$

## 9. Medizinische Auffälligkeiten

Keine:  $V = V$

## 10. Körperliche Aspekte

Die Testperson trägt einen Bart und eine Brille.

Hier werden die Kapselgehörschützer aus der Auswahl ausgeschlossen.

### Ergebnis

Es wird keine Variable berücksichtigt ( $V = V$ ).

Alle Gehörschützer werden in drei Listen eingeteilt:

Gehörschützer entsprechen genau den beschriebenen Bedürfnissen:  $n$  Modell(e)

Gehörschützer sind für die beschriebenen Bedürfnisse „akzeptabel“:  $n$  Modell(e)

Gehörschützer sind für die beschriebenen Bedürfnisse nicht geeignet:  $n$  Modell(e)

## Beispiel 2

Die zweite Testperson arbeitet in einer Druckerei. Sie koordiniert die unterschiedlichen Drucklinien und ist für den Ablauf verantwortlich. Bisher wurde noch nie eine Lärmmessung durchgeführt und die Testperson hat sich nie richtig vor Lärm geschützt. Sie hat die Einwegstöpsel nie richtig in ihren Gehörgang bekommen und was den Kapselgehörschutz angeht, empfand sie ihn als zu schwer und zu warm. Die Person kann sich nicht daran gewöhnen. Der Betriebsarzt hat ihr jedoch erklärt, dass es sehr wichtig ist, sich vor Lärm zu schützen. Das letzte Audiogramm, bei dem klar ersichtlich ist, dass die Testperson an einem Hörverlust leidet, hat ihr die Augen geöffnet: sie möchte sich von nun an vor Lärm schützen, wenn er den für sie passenden Gehörschutz findet.

Mithilfe der Datenbank der SUVA (verfügbar in der SAPAN-Software), wird der Beruf der Testperson „Billetdruck“ ausgewählt; Sie druckt den ganzen Tag Millionen von Euro.

Das System gibt an, dass der  $L_{ex,8h}$  bei 86 dB(A) liegt.

Die Frequenzen liegen im mittleren bis hohen Bereich.

### 1. Kontrolle des effektiven Schalldruckpegels am Ohr des Benutzers mit Gehörschutz

Die eingesetzte Methode, um den effektiven Schalldruckpegel mit Frequenzbewertung A am Ohr des Benutzers mit persönlichem Gehörschutz anzugeben, ist die HML-Methode, da folgende Angaben vorhanden sind:

- Lärmpegel in dB(A): 86 dB(A)

- Lärmtyp: mittel- bis hochfrequent

Für jeden Gehörschutz wird der Wert  $L'_A$  berechnet.

## 2. Abschlag der Dämmwerte der Gehörschützer

Der  $L'_A$  wird für jeden Gehörschutz unter Berücksichtigung der Abschlüsse auf die Dämmung gemäß Tabelle 3, neu ermittelt.

## 3. Spitzenschalldruckpegel

Die Person in dem oben genannten Beispiel ist keinem Spitzenschalldruckpegel ausgesetzt

## 4. Mündliche Verständigung oder Kommunikation per Telefon

Die Testperson muss den ganzen Tag kommunizieren, mündlich oder telefonisch.

Somit erhält man:  $\sigma_f \leq 4dB$

Die Standardabweichung über die gesamten Frequenzen darf die 4dB nicht überschreiten, um der Testperson eine sichere Kommunikation zu gewährleisten. Das geforderte Produkt ist somit ein Gehörschutz mit einer gleichwertigen Dämmung auf dem gesamten Oktavband ohne Tonverzerrung.

## 5. Wahrnehmung ohne Tonverzerrung, Wahrnehmung von Warnsignalen

Wird nicht benötigt:  $V = V$

## 6. Wunsch nach Isolierung

Nein:  $V = V$

## 7. Aktueller Gehörschutz

Die Testperson trägt keinen Gehörschutz:  $V < 2$  also  $V = V - 3dB$

## 8. Lärmempfindlichkeit

mittel:  $V = V$

## 9. Medizinische Auffälligkeiten

Leichter Hörverlust:  $V = V$

## 10. Körperliche Aspekte

Keine Besonderheit

## Ergebnis

$V = -3dB$

$\sigma_f \leq 4dB$ : Gehörschutz mit gleichwertiger Dämmung auf dem Oktavband

Alle Gehörschützer werden in drei Listen eingeteilt:

Gehörschützer entsprechen genau den beschriebenen Bedürfnissen:  $n$  Modell(e)

Gehörschützer sind für die beschriebenen Bedürfnisse „akzeptabel“:  $n$  Modell(e)

Gehörschützer sind für die beschriebenen Bedürfnisse nicht geeignet:  $n$  Modell(e)

<sup>1</sup> Ein Berechnungstool zur Ermittlung des  $L_{ex,8h}$  steht kostenlos auf der Internetseite [hearingprotech.com](http://hearingprotech.com) zur Verfügung.

## Anhang 3

Die SAPAN-Methode steht in Form einer Software sowie im Web zur Verfügung. Wie bereits in Kapitel 3 erwähnt, besteht die Datenbank, die in der SAPAN-Software benutzt wird, ausschließlich aus Angaben von Herstellern bzw. Lieferanten. Diese Angaben wurden auf ihre Kohärenz geprüft, allerdings kann HearinProTech nicht bzgl. der realen Dämmwerte, die für jeden persönlichen Gehörschutz angegeben werden, verantwortlich gemacht werden.

Bei dem deutschen Hersteller Egger beispielsweise, werden alle angegebenen Dämmwerte über die Durchschnittsdämmwerte und nicht über den APV (Durchschnitt bei dem die Standardabweichung abgezogen wird) angegeben. Dieser Hersteller nutzt Zertifizierungen anderer Hersteller, um die eigenen Produkte in den Vordergrund zu stellen. Bei dem Filter des Typs Clearsound, wurden die Zertifizierungsangaben von anderen Herstellern übernommen. Die Firma Egger besitzt außerdem eigene Filter, da jedoch keine zertifizierten APV-Werte für diese Filter vorliegen, wurden diese nicht in die Datenbank integriert.

Wie bereits erwähnt, gibt es zahlreiche Hersteller, die eine Zertifizierung nutzen, die von anderen Herstellern durchgeführt wurde, um den gleichen Filter in ihrem eigenen und somit in einem anderen Gehörschutz zu vermarkten. Man geht davon aus, dass die Dämmeigenschaft eine andere ist. Jedem Nutzer der SAPAN-Software wird die Wertung über diese Situation selbst überlassen. Es reicht aus, bevor ein Hersteller ausgewählt wird, sicher zu gehen, dass dieser eine CE-Zertifizierung in seinem Namen für die Produkte, die dieser anbietet, besitzt. Das bekannteste Beispiel heute ist in diesem Fall die Firma Jrenum, dessen Filter in ganz Europa durch Hersteller vertrieben werden, deren Herstellungsmethode vermutlich eine andere ist, als die von der Firma Jrenum bei der Zertifizierung ihrer Produkte, die nun älter als 20 Jahre ist.

Wenn ein gleiches Produkt (eine einzige Zertifizierung) durch mehrere Händler/Hersteller vertrieben wird, so wird nur ein einziges Modell in der SAPAN-Methode angezeigt. Um zu erfahren, wer dieses Produkt ebenfalls vertreibt, muss das besagte Modell ausgewählt werden.