

Dämmkurven von Gehörschutz-Otoplastiken

Gwenolé NEXER

g.nexer@hearingprotech.com

Mai 2011

Ins Deutsche übersetzt.

Wir haben es als interessant erachtet, die unterschiedlichen Dämmkurven von Gehörschutz-Otoplastiken näher zu betrachten.

Wie verhält sich die Dämmung in Abhängigkeit zur Frequenz?

Wie verhält sich ein Filter, der eine gleichwertige Dämmung hervorruft?

Welches sind die maximalen und minimalen Dämmwerte, die ein Gehörschutz aufweisen kann?

Die vorliegende Studie berücksichtigt drei Filterkategorien: Filter mit reguliertem Luftstrom, dichter Filter und Filter mit gleichwertiger Dämmung auf allen Frequenzbändern.

Nach der Erstellung der Dämmkurven, wird im zweiten Teil der Studie auf die minimalen und maximalen Dämmungswerte eingegangen, die mit CAPA (System zur Messung der Wirksamkeit von Gehörschutz, der im Ohr eingesetzt wird) messbar sind.

Sich gegen Lärm schützen
E-110.1



Inhaltsverzeichnis

1	DÄMMKURVEN NACH FILTERTYP DES GEHÖRSCHUTZES	3
1.1	Dämmkurve eines Gehörschutzes mit Mastered Leak „ML“ - Filter	4
1.2	Dämmkurve eines Gehörschutzes mit Sealed „SL“- Filter	5
1.3	Dämmkurve eines Uniform Attenuation „UA“ - Filters	6
2	MAXIMALE UND MINIMALE SCHALLDÄMMUNG	7
2.1	Maximale Schalldämmung	7
2.2	Minimale Schalldämmung	8
3	ZUSAMMENFASSUNG	8

1 Dämmkurven nach Filtertyp des Gehörschutzes

Die folgenden Kurven ermöglichen eine Unterscheidung zwischen drei unterschiedlichen Filtertypen zu machen. Die Gehörschützer (die Hülle) sind die gleichen, nur die Filter unterscheiden sich.

Die Werte wurden anhand der Messergebnisse von zehn Gehörschutzmodellen von COTRAL von der Zertifizierungsstelle CRITT ermittelt. Jeder Gehörschutz wurde anhand des gleichen eingescannten Ohrabdrucks angefertigt. Die Gehörschützer sind identisch, nur der akustische Filter ändert sich bzw. ist teilweise nicht vorhanden.

Folgende Gehörschutzmodelle wurden untersucht:

Sieben Gehörschutzmodelle mit „reguliertem Luftstrom“. Dabei handelt es sich um das Gehörschutzmodell Micra 3D XS5, XS7, XS11, XS18, XS21, XS30 und XS35.

Ein Modell mit einer gleichwertigen Dämmung auf allen Frequenzbändern. Hierbei handelt es sich um das Gehörschutzmodell Original White FT19.

Zwei Modelle, die ohne Bohrung (also dicht) sind, wurden ebenfalls analysiert. Dabei handelt es sich um die Gehörschutzmodelle Micra 3D XSP und XNP.

Jeder dieser zehn Gehörschützer wurde gemäß den Vorgaben der europäischen Norm DIN EN 24869 an 16 Testpersonen gemessen.

Bei dem Filter mit „reguliertem Luftstrom“ haben die Filter die Besonderheit, Luft durchzulassen, um einen Druckausgleich zu ermöglichen. Im Folgenden werden diese Filter „ML“ („Mastered Leak“) genannt. Es handelt sich hierbei um einen Durchschnitt von sieben mit klassischen Filtern ausgestattete Gehörschützer mit einem SNR von 20 bis 32 dB.

Bei dem luftundurchlässigen Filter, der im Folgenden „SL“ („Sealed“) genannt wird, handelt es sich im Durchschnitt um zwei „dichte“ Gehörschützer, die einen SNR von 32 dB haben.

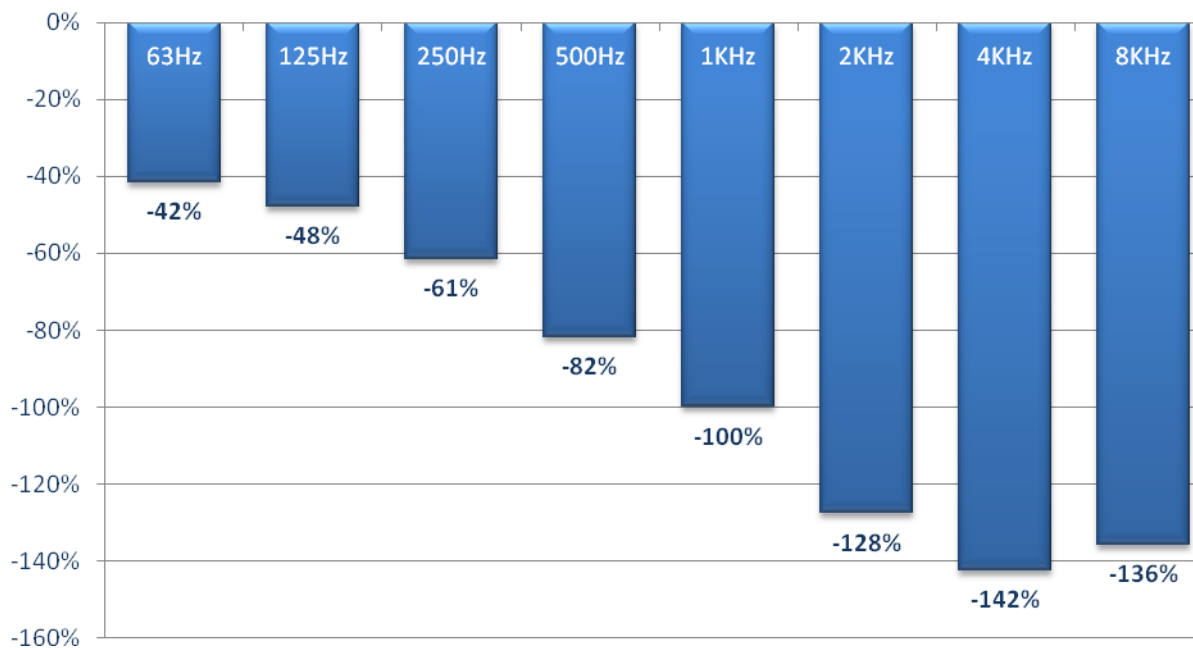
Bei dem Filter der eine gleichwertige Dämmung auf allen Frequenzbändern hervorruft und im Folgenden „UA“ („Uniform Attenuation“) genannt wird, wird nur ein einziger Gehörschutz analysiert.

Für jede Dämmkurve wird eine Durchschnittsdämmung anhand jeder Frequenz erstellt. Die Basis 100 liegt bei 1kHz, die Prozentangaben auf den anderen Frequenzen entsprechen den Abweichungen dieser „Basisfrequenz“ von 1kHz.

1.1 Dämmkurve eines Gehörschutzes mit Mastered Leak „ML“ - Filter

Der Gehörschutz ist mit einem „ML“ - Filter ausgestattet, der den Luftstrom reguliert und bei dem die Dämmung linear ist (gleiche Dämmung bei unterschiedlichen Lärmpegeln) und nicht gleichwertig (unterschiedliche Dämmung je nach Frequenz).

Der Filter ist offen und somit luftdurchlässig, um einen Druckausgleich zu ermöglichen. Aufgrund der unterschiedlichen Dämmwerte, kann dem Benutzer eine breite Auswahl geboten werden, die dazu dient, den für ihn geeignetesten Gehörschutz auszuwählen.



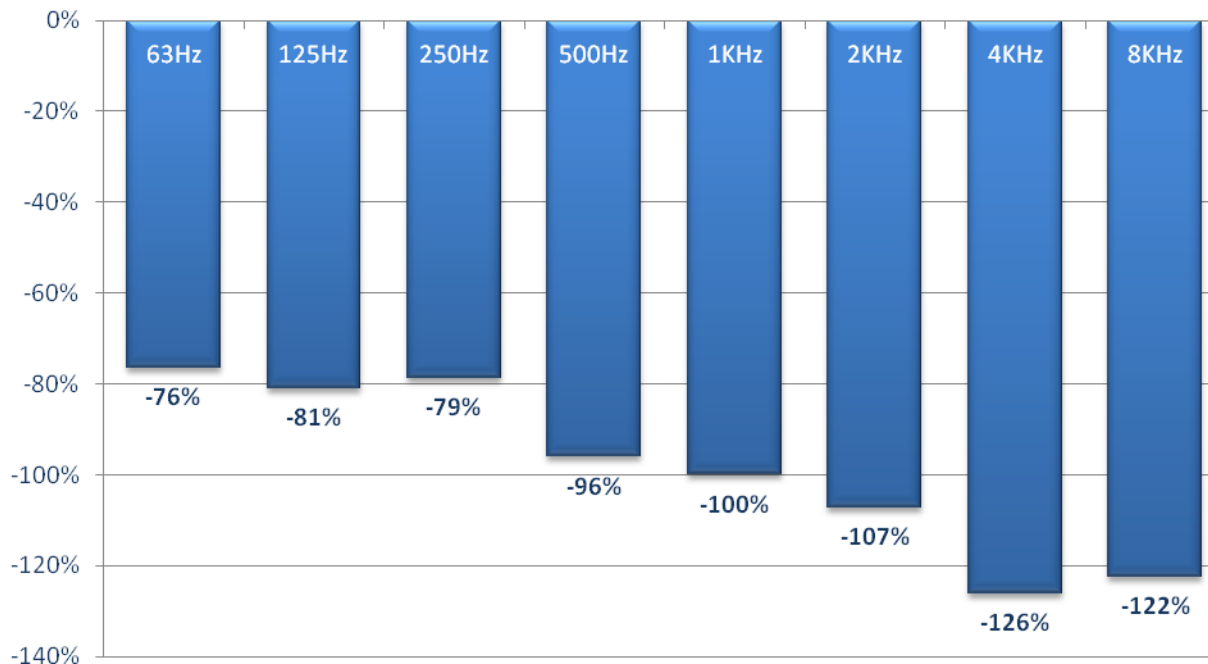
Grafik 1: Dämmkurve der „ML“-Filter (mit reguliertem Luftstrom)

Die gewollte Leckage, die durch die Öffnung des Filters hervorgerufen wird, verursacht einen Dämmungsabfall im tieffrequenten Bereich. Die starke Dämmung in den hohen Frequenzen liegt an der natürlichen Resonanz des menschlichen Ohres, die die hohen Frequenzen verstärkt. Wenn das Ohr hingegen durch den Gehörschutz verschlossen ist, so fehlt diese Verstärkung, die Dämmung wird jedoch in diesen Frequenzen erhöht.

Die Dämmung verläuft zunehmend von 63Hz bis 4000Hz, und nimmt bei 8000Hz wieder leicht ab.

1.2 Dämmkurve eines Gehörschutzes mit Sealed „SL“- Filter

Der Gehörschutz ist entweder mit einem „SL“-Filter oder ohne Filter (keine Bohrung) ausgestattet und ist somit luftundurchlässig. Ziel ist es, eine starke Dämmung hervorzurufen. Der Tragekomfort, der normalerweise durch den Druckausgleich verbessert wird, wird in diesem Fall nicht berücksichtigt, da hier das Hauptaugenmerk auf eine starke Dämmung gelegt wird, damit der wahrgenommene Lärmpegel des Benutzers, der einem sehr starken Lärmpegel ausgesetzt ist, stark reduziert wird.



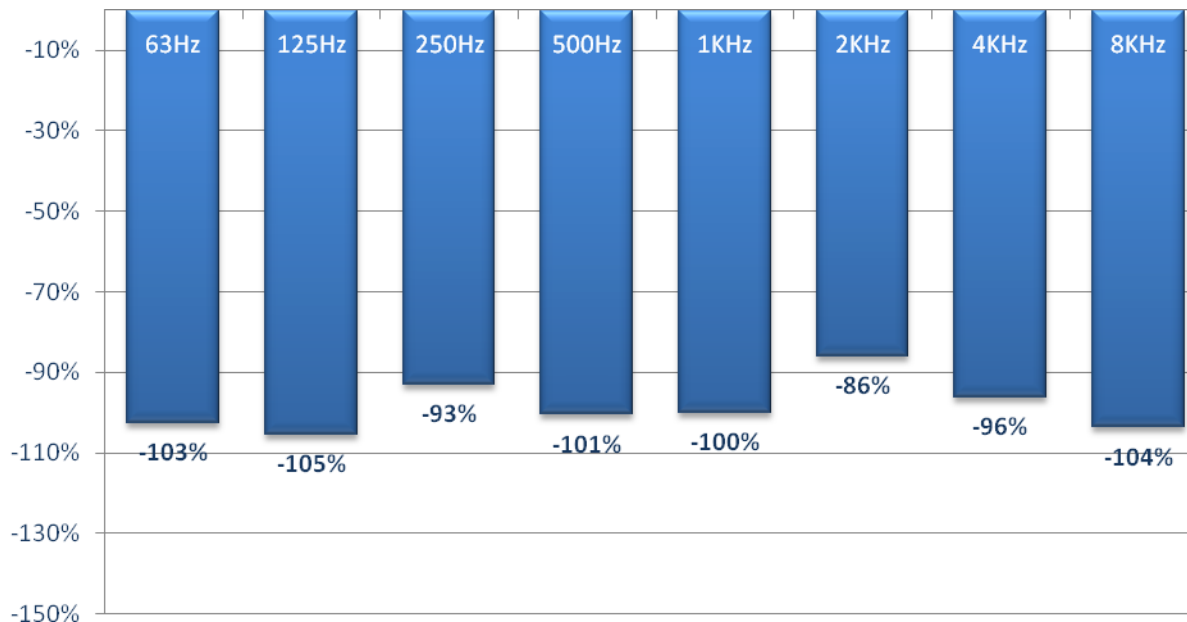
Grafik 2: Dämmkurve der „Sealed“-Filter, die luftundurchlässig sind. Diese Dämmkurve entspricht ebenfalls Gehörschützern, die ohne Filter ausgestattet sind und somit dicht sind.

Es gibt eine leichte Zunahme der Dämmung ab 500Hz. Die Abweichungen zwischen den tiefen und hohen Frequenzen ist limitiert im Vergleich zum „ML“-Filter mit reguliertem Luftstrom, der einen sofortigen Dämmungsverlust in den tiefen Frequenzen hervorruft.

Zu beachten ist außerdem, dass ein kleines „Dämmungsloch“ bei 250Hz vorhanden ist, das nicht bei den „ML“-Filtern (s. vorheriger Absatz) auftaucht. Der Ursprung liegt eventuell in dem Phänomen des knorpelartigen Teils des Gehörgangs (bei dem ein Teil des Schalls nicht akustisch, sondern mechanisch an das Trommelfell weitergeleitet wird), oder an dem Unbehagen der Testperson, hervorgerufen durch den physiologischen Lärm, der besonders in diesem Frequenzbereich aktiv ist.

1.3 Dämmkurve eines Uniform Attenuation „UA“ - Filters

Dieses spezifische Produkt ist für Personen geeignet deren Tätigkeit eine gedämmte, aber nicht verzerrte Wahrnehmung des Umfelds erfordert.



Grafik 3: Dämmkurve der „UA“-Filter: Die Dämmung ist auf allen Frequenzen gleich

In Grafik 3 ist die Besonderheit dieses Filtertyps erkennbar: Die Dämmung ist auf allen Frequenzen quasi gleich. Der Gehörschutz sowie der Filter sind dicht und dämmen somit gut den Bereich der tiefen Frequenzen. Die zu starke Dämmung, die bei den anderen Filtertypen im hochfrequenten Bereich auftritt, wird hier durch eine erneute Verstärkung des Signals mithilfe des Prinzips des Helmholtz-Resonators kompensiert.

Diese Dämmkurve ist für Personen geeignet, die einen hohen Kommunikationsbedarf haben, eine natürliche Wahrnehmung ohne Tonverzerrung des Umfelds benötigen (wie beispielsweise Musiker) oder für Personen, die bereits einen Hörverlust im hochfrequenten Bereich haben. Denn ein „ML“-Filter mit reguliertem Luftstrom würde die Wahrnehmung im hochfrequenten Bereich noch mehr erschweren.

2 Maximale und minimale Schalldämmung

Welches sind die minimalen und maximalen Werte, die eine Gehörschutz-Otoplastik erreichen kann?

2.1 Maximale Schalldämmung

Eine Messung der Dämmung wurde bei 9 Testpersonen durchgeführt, indem eine maximale Schalldämmung durch das Injizieren einer Ohrabdruckpaste ins Ohr simuliert wurde (komplette Dichtigkeit des Gehörganges).

Elf Testpersonen wurden mit Einwegstöpseln (SNR 31 dB) ausgestattet. Der richtige Sitz wurde überprüft und die Messung der Schalldämmung der beiden Gehörschützer wurde durchgeführt.

Anhand der Ergebnisse der Messungen ((9 + 11) x 2 = 40 Gehörschützer), wird ein Durchschnitt für jede Frequenz berechnet. Inkohärente Werte (zu starke Abweichung des Durchschnitts) wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse werden in Abbildung 1 veranschaulicht. Die maximalen Dämmwerte, die mit CAPA gemessen wurden, werden in dieser Abbildung dargestellt:

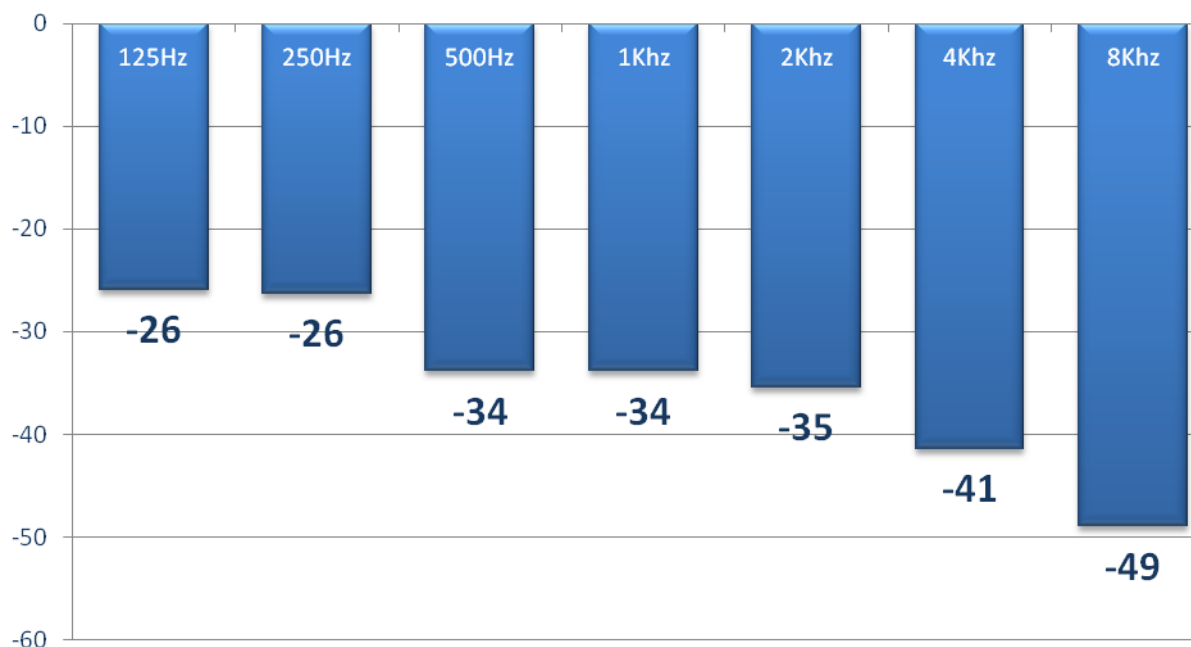


Abbildung 1: maximale Dämmkurve (die Frequenz 63 Hz wurde nicht berücksichtigt)

2.2 Minimale Schalldämmung

Um die minimalste Schalldämmung, die gemessen werden kann, ermitteln zu können, wurden 9 Testpersonen mit Gehörschutz-Otoplastik ausgestattet, die eine Bohrung mit einem Durchmesser von 3,5 mm aufweist. Zum Vergleich: eine Bohrung für einen Filter des Typs „ML“ hat einen Durchmesser von 0,3 bis 0,4 mm. In diesem Fall ist der Gehörschutz nicht funktionsfähig (außergewöhnlicher Fehler am Gehörschutz oder nicht korrektes Einsetzen). Für jede Frequenz wurde anschließend der Durchschnitt ermittelt, so dass ein Mindestwert ermittelt wurde, der von CAPA gemessen werden kann.

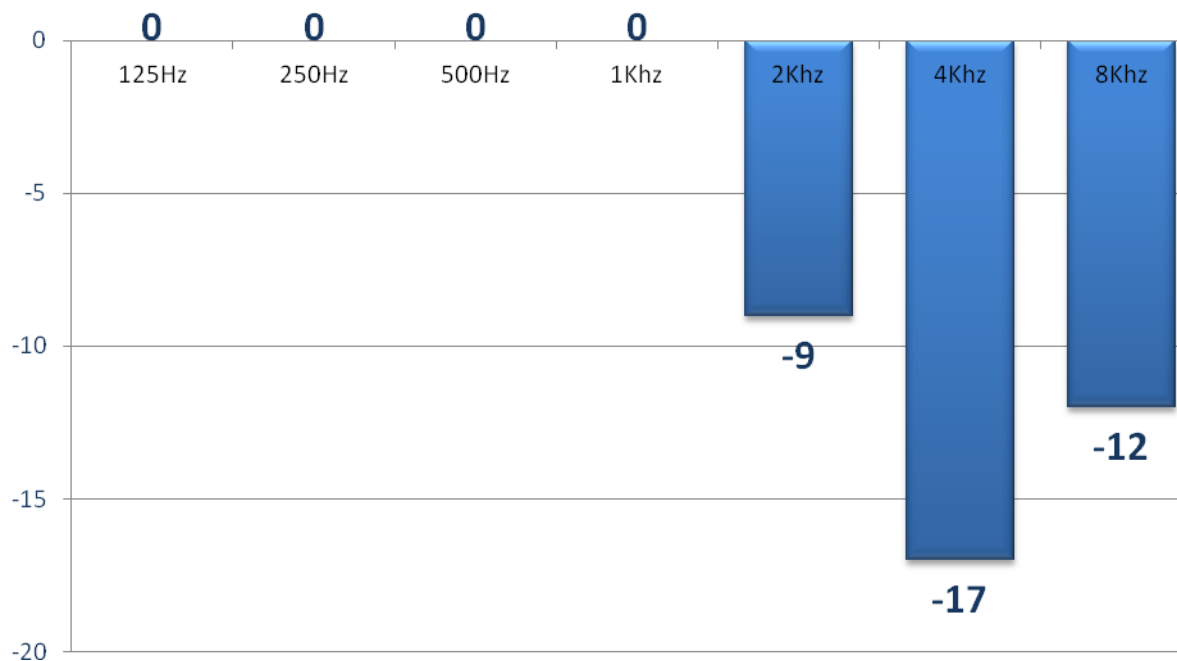


Abbildung 2: Minimale Dämmkurve (die Frequenz 63 Hz wurde nicht berücksichtigt)

In Abbildung 2 ist das Ergebnis der natürlichen Verstärkung des menschlichen Ohres im hochfrequenten Bereich sehr gut ersichtlich. Dies wird durch die simple Tatsache hervorgerufen, dass der äußere Gehörgang verschlossen, aber nicht komplett dicht ist.

3 Zusammenfassung

Diese Dämmkurven der Filter „MF“, „SL“ und „UA“ geben Aufschluss darüber, wie die Gehörschutz-Otoplastiken sich je nach Frequenz verhalten. Diese dienen uns als Grundlage für unterschiedliche wissenschaftliche Studien und Recherchen.