

Dämmeigenschaften bei kombiniertem Einsatz von 3M™ PELTOR™ Gehörschützer und 3M™ Schutzbrillen

Beschreibung

Lärmbelastung am Arbeitsplatz und lärminduzierter Hörverlust stellen weltweit ein erhebliches Probleme am Arbeitsplatz da. Bis zu einem Drittel der Arbeitskräfte in Europa ist mindestens 25 % der Zeit einem hohen Lärmpegel am Arbeitsplatz ausgesetzt.¹ Schätzungen für die Vereinigten Staaten zufolge waren „etwa 25 % aller Arbeitnehmer gefährlichem Lärm ausgesetzt, 14 % (22 Millionen) davon im letzten Jahr.“² Hörverlust, der durch gefährlichen Lärm verursacht wird, ist weit verbreitet und betrifft Berichten zufolge schätzungsweise 5 % der Bevölkerung weltweit.³ Zusätzlich zu den Auswirkungen auf die körperliche Gesundheit ist Lärmbedingter Hörverlust auch mit Stress und Isolation verbunden, was zu psychischen, sozialen und sozioökonomischen Auswirkungen sowohl auf individueller als auch auf gesellschaftlicher Ebene führt.³ Es gibt keine Heilung oder pharmakologische Behandlung für lärmbedingten Hörverlust (NIHL, Noise-Induced Hearing Loss). Um lärmbedingten Hörverlust zu verhindern, ist es unerlässlich, die Exposition gegenüber gefährlichem Lärm zu reduzieren.

Gehörschützer spielen eine wichtige Rolle in einem Gehörschutzprogramm, indem sie die Lärmbelastung für die Träger reduzieren. Gehörschützer müssen richtig sitzen, angemessenen Schutz bieten und bequem genug sein, um sie während der gesamten Arbeitsschicht zu tragen. Viele Arbeitstätigkeiten erfordern den kombinierten Einsatz von Gehörschutz und anderer persönlicher Schutzausrüstung (PSA). Kapselgehörschützer werden häufig zusammen mit Schutzbrillen verwendet, die zu möglichen Interferenzen zwischen den Bügeln der Brille und der Abdichtung der Polster führen. Dies kann zu einer verminderten Schalldämmung führen. Die Kompatibilität von Kapselgehörschützern mit Schutzbrillen ist unerlässlich, um die richtige Passform, Form und Funktion der kombinierten PSA zu gewährleisten.

Einführung

Diese Studie untersucht die Veränderung der Dämmung, wenn verschiedene Arten von 3M™ Schutzbrillen (Brillen) in Kombination mit verschiedenen 3M™ PELTOR™ Kapselgehörschützern (X-Serie und Optime-Modelle™) getragen werden. Die 3M Kapselgehörschützer umfassten sowohl Modelle mit Kopfbügel (A) als auch mit Helm (P3E). Die Dämmung wurde durch Messung des Personal Attenuation Rating (PAR) unter Verwendung des 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation Systems für Studienteilnehmer bewertet, die verschiedene PSA-Kombinationen trugen.

Methodologie

Dreißig Freiwillige wurden rekrutiert, um sich einer Gehörschutz-Dichtsitzprüfung zu unterziehen, um den Dämmungswert, gemessen durch PAR, zu quantifizieren, während sie eine 3M™ Schutzbrille mit 3M™ PELTOR™ Kapselgehörschützern trugen. Diese Studie wurde in den Vereinigten Staaten durchgeführt. Jeder Freiwillige füllte eine Einverständniserklärung, ein Screening-Tool zur Bestätigung der Erfüllung der Einschlusskriterien der Studie und fünf anthropometrische Messungen zur Beurteilung der Kopf- und Gesichtsgrößen aus, um sicherzustellen, dass das Probandenpanel ein breites Spektrum an Größen repräsentierte. Unmittelbar danach folgte der Gehörschutz-Anpassungstest, der für jeden Probanden etwa 60 Minuten dauerte. Jeder Freiwillige wurde mit 42 Kombinationen von Kapselgehörschützern mit und ohne Schutzbrille in einer randomisierten Testreihenfolge einem Anpassungstest unterzogen. Die Freiwilligen wurden vor dem Anpassungstest mündlich in die richtigen Aufsetz- und Absetz Techniken für die PSA eingewiesen.

Die sechs in der Studie verwendeten Kapselgehörschützer-Modelle stehen stellvertretend für die breite Produktpalette von 3M. Diese Auswahl basierte auf ihren Ähnlichkeiten in Material, Konstruktion und Spezifikationen (siehe Tabelle 1). Die am Helm montierten P3E-Kapselgehörschützer wurden mit dem 3M™ SecureFit™ Schutzhelm der X5000-Serie getestet. Zusätzliche Labortests vor dieser Studie ergaben, dass dieser Schutzhelm auch die 3M™ SecureFit™ Schutzhelme H-700 Serie und 3M™ Schutzhelm G3000 Serie repräsentiert. Die Verwendung der ANOVA mit einem Tukey-Mehrfachvergleichsverfahren zeigte mit einer

¹ Weltgesundheitsorganisation. World Report on Hearing [Welthörreport]. 2021.

² National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [Nationales Institut für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin]. Gesamtstatistik – alle US-Branchen. Abgerufen aus dem Internet, November 2024: <https://www.cdc.gov/niosh/noise/surveillance/overall.html>

³ Natarajan, N., Batts, S. und Stankovic, K.M. Noise-Induced Hearing Loss. Journal of Clinical Medicine, 2023, 12, 2347.

Sicherheit von 95 %, dass sich die PAR-Werte dieser Helme/Schutzhelme statistisch nicht signifikant unterschieden. Daher diente der 3M™ SecureFit™ Schutzhelm der X5000-Serie als repräsentatives Kopfschutzprodukt für die Studie.

Die ausgewählten Schutzbrillenmodelle repräsentieren den Großteil der 3M™ Schutzbrillen. Zusätzliche Tests im Vorfeld der Studie zeigten, dass sechs Modelle die Kernproduktlinie der Schutzbrillen darstellten (siehe Tabelle 1). Die Verwendung der ANOVA mit einem Tukey-Mehrfachvergleichsverfahren zeigte mit einer Sicherheit von 95 %, dass die PAR-Werte dieser sechs Schutzbrillenmodelle keine statistisch signifikanten Unterschiede zu den anderen in derselben Gruppe aufwiesen.

Das in dieser Studie verwendete 3M™ E-A-Rfit™ Dual-Ear Validation-System ist eine objektive Methode für die individuelle Passformprüfung von HPDs. Die Dämpfungsmessung für das 3M-System wird als Personal Attenuation Rating (PAR₈₄ oder "PAR") dargestellt, d. h. die Dämpfung, die von einem HPD-Benutzer auf der Grundlage des ausgewählten Gehörschutzes und der persönlichen Passform erreicht wird. PAR₈₄ stellt die Schutzleistung über den Prozentsatz der Situationen dar, in denen das gewünschte Schutzniveau erreicht oder überschritten wird, wobei eine Situation als eine einzigartige Kombination aus Schutz-, Träger- und Geräuschkombination definiert wird. Zum Beispiel gibt PAR₈₄ an, dass Individuen über verschiedene Anpassungen hinweg in der Lage sein sollten, den resultierenden PAR-Wert in 84 % der Fälle zu erreichen oder zu übertreffen.

Tabelle 1 zeigt die getesteten Produkte und die entsprechenden Modelle, die sie repräsentieren. Damit können die Ergebnisse von 42 getesteten Kombinationen auf 160 mögliche Kombinationen von 3M-Produkten erweitert werden. Hinweis: Die Verfügbarkeit dieser PSA-Produkte kann je nach Region variieren.

Tabelle 1: PSA-Test und repräsentative Modelle

Kategorie	Testmodell	Zusätzliche Modelle, die durch das Testmodell dargestellt werden
Schutzbrillen	SF400	SF100, SF200, SF300, SF400X, SF600, Virtua
	Solus 2000	Virtua AP
	SF500	SF3700
	Solus 1000	Privo
	Solus CCS	Virtua CCS
	SF3700 mit Lesefenster	N/A
Ohrenschützer	X1A	H510A, H510B, H510F, H6A, H6B, H6F, X2A
	X4A	X4B
	X5A	X5B
	H520P3E	H9P3E, X2P3E/P5E, X3P3E/P5E
	X4P3E	X4P5E
	X5P3E	X5P5E
Kopfschutz	X5000 Schutzhelm	SFH-700 Serie Schutzhelm, SFH-700T Serie Schutzhelm, G3000 Serie Schutzhelm, G3501 Serie Schutzhelm, X5500 Serie Schutzhelm

Ergebnisse

Mit den verschiedenen Kombinationen von Kapselgehörschutz und Schutzbrille wurden insgesamt ca. 1300 PAR-Werte über alle Teilnehmer erhoben. Es wurden Vergleiche zwischen den PAR-Werten des Zustands des Kapselgehörschützers allein und des entsprechenden Zustands des Kapselgehörschutzes plus Brille durchgeführt. Die Gesamtergebnisse zeigten eine Abnahme des PAR im Bereich von 2 dB bis 9 dB, abhängig von den Produktkombinationen, dem Design der Schutzbrille und der individuellen Passform. Um die Anwendung zu erleichtern, wurde der Dämmverlust in drei Gruppen eingeteilt: a) PAR-Abnahme um 3 dB oder weniger; 2)

PAR-Abnahme um 4 – 6 dB; 3) PAR-Abnahme um 7 – 9 dB. Die PSA-Kombinationen und die daraus resultierende Abnahme der PAR sind in Tabelle 2 nach diesen Gruppen aufgeführt.

Alle Kombinationen von Kapselgehörschutz und Brille zeigten eine Abnahme des PAR im Vergleich zu Kapselgehörschutz allein. Keine Kombination ergab eine Abnahme des PAR-Werts um mehr als 9 dB. Von den 160 möglichen Kombinationen führten 76 oder 47,5 % zu einem Verlust von 3 dB oder weniger; 60 Kombinationen oder 37,5 % ergaben einen Verlust von 4 – 6 dB; und 24 Kombinationen, also 15 %, ergaben einen Verlust von 7 – 9 dB.

Die Menge der PAR-Änderung in Abhängigkeit vom Brillenmodell deutet darauf hin, dass die meisten 3M™ SecureFit™ Schutzbrillen (SF100, SF200, SF300, SF400, SF400X, SF600) mit 3M™ PELTOR™ Kapselgehörschützern zeigten einen geringeren Dämmverlust (2-3 dB) als andere Kombinationen aus 3M™ PELTOR™ Kapselgehörschutz und 3M™ Schutzbrille. Dieser minimale Verlust lässt sich durch das spezielle Design der 3M™ SecureFit™ Schutzbrillen erklären, die mit der 3M Pressure Diffusion Temple Technology ausgestattet sind. Das flexible, flache Bügeldesign minimiert Interferenzen mit der Dichtung des Kapselgehörschutzpolsters.

Die 3M™ Solus Schutzbrillen der CCS-Serie und die 3M™ Virtua Schutzbrillen der CCS-Serie verzeichneten einen PAR-Verlust von 4 – 6 dB. Diese Brillenprodukte verfügen über ein Cord Control System (CCS), das dabei hilft, Brillen und Gehörschutzstöpsel angebracht, entwirrt und einsatzbereit zu halten. Das Gehörschutzstöpselband kann auch als Halsband verwendet werden, wenn es nicht in Gebrauch ist. Der Verlust von PAR ist wahrscheinlich größer als bei der SecureFit-Brille, was auf die Unterschiede in Größe, Form und Flexibilität der Bügel zurückzuführen ist.

Die größte Veränderung des PAR trat bei Kapselgehörschützer- und Brillenkombinationen auf, zu denen Solus CCS und Virtua CCS bei den meisten Kapselgehörschutzmodellen und der SF3700 mit Lesegeräten in Kombination mit allen Kapselgehörschutzmodellen gehörten.

Tabelle 2: Abnahme des PAR für Kombinationen von Kapselgehörschützern, die zusammen mit einer Schutzbrille getragen werden, im Vergleich zu Kapselgehörschützern allein

3M™ Protective Eyewear	3M™ PELTOR™ Earmuffs (X Series and Optime)									
	X1A X2A	H510A H510B H510F	H6A H6B H6F	X4A X4B	X5A X5B	H520P3E*	H9P3E*	X2P3E* X2P5E* X3P3E* X3P5E*	X4P3E* X4P5E*	X5P3E* X5P5E*
SF100	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF200	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF300	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF400	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF400X	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
SF600	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Virtua	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Solus 2000	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••
Virtua AP	•	•	•	••	••	••	••	••	••	••
SF500	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
SF3700	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Solus 1000	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Privo	••	••	••	••	••	••	••	••	••	••
Solus CCS	••	••	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
Virtua CCS	••	••	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••
SF3700 w/readers	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••

Key	
•	PAR loss of 3 dB or less
••	PAR loss of 4 – 6 dB
•••	PAR loss of 7 – 9 dB

^a Getestet auf dem 3M™ SecureFit™ Schutzhelm der Serie X5000. Dieser Helm repräsentiert auch den 3M™ SecureFit™ Schutzhelm der Serie X5500, den 3M™ SecureFit™ Schutzhelm der Serie H-700/H-700T sowie den 3M™ Schutzhelm der Serie G3000/G3501.

^b Die 3M™ SecureFit™ Schutzbrille der Serie 3700 wurde mit einer Standard-Lesebrille getestet, die als repräsentativ für Korrektionsbrillen gilt. Diese Ergebnisse variieren wahrscheinlich je nach Bügeldicke und Design der Korrektionsbrille.

^c Die Ergebnisse in der Tabelle können nicht von den angegebenen Dämmwerten wie Single Number Rating (SNR) abgezogen werden.

Diskussion

In der Vergangenheit hat die Forschung gezeigt, dass eine Interferenz mit der Dichtung des Kapselgehörschutzpolsters zu einem Verlust der Dämmung führt.^{4 5 6 7 8} Zu wissen, wie viel Dämpfungsverlust auftritt, wenn Kapselgehörschützer zusammen mit Schutzbrillen getragen werden, kann den Benutzern helfen, Produkte auszuwählen, die miteinander kompatibel sind, und festzustellen, ob die Dämpfung kombinierter Produkte den Benutzer angemessen schützt. Diese Studie bestätigt, wie wichtig es ist, bei der Verwendung von Kapselgehörschützern in Kombination mit einer Schutzbrille eine Dichtsitzprüfung durchzuführen. Wenn ein Träger beispielsweise eine Option für einen Augenschutz über dem Glas benötigt, sollten Sie die 3M™ SecureFit™ Schutzbrillen der Serie 3700 in Betracht ziehen und den Passformtest durchführen, während der Benutzer seine verschreibungspflichtige Brille trägt. Die Identifizierung der Änderung des PAR, während der Benutzer die gewählte Kombination von Geräten trägt, hilft bei der Bestimmung, ob der Benutzer in einer bestimmten Lärmumgebung angemessen geschützt ist.

Die Studie belegt, dass bei der Auswahl der Produkte bei Kombinationen mit dünnen, flexiblen Bügeln, wie z. B. den 3M™ SecureFit-Modellen™, nur ein minimaler Dämpfungsverlust auftritt, die Kombination von Kapselgehörschützern mit verschreibungspflichtigen Brillen jedoch einen Verlust von 7-9 dB zeigte. Die zusätzliche Dicke der Bügel, die die akustische Dichtung des Kapselgehörschutzpolsters durchbricht, führt zu einer größeren Verringerung der Dämmung. Diese Ergebnisse variieren wahrscheinlich je nach Bügeldicke und Design der Korrektionsbrille. Die PAR-Abnahme ist eine Kennzahl, die Benutzern bei der Auswahl von Produktkombinationen hilft, um den Dämpfungsverlust zu minimieren. Darüber hinaus sollte eine Bestimmung über die Gesamtwirkung des Dämpfungsverlusts und dessen Auswirkungen auf die geschützte Exposition des Benutzers getroffen werden. Die Praktikabilität von Änderungen des PAR sollte bewertet werden, um Benutzer zu identifizieren, bei denen das Risiko besteht, dass sie bei der Verwendung eines Kapselgehörschutzes in Kombination mit einer Brille geschützt sind. Entscheidend ist, ob der Benutzer bei der Verwendung der PSA-Kombination das angestrebte Maß an geschützter Exposition erreicht. Tabelle 2 gibt Aufschluss darüber, welche Kombinationen möglicherweise einen geringeren Einfluss auf die Gesamtdämmung haben.

Der PAR-Wert kann direkt von der A-bewerteten Lärmbelastung des Arbeiters abgezogen werden. Es wird empfohlen, den Passformtest durchzuführen, während der Benutzer sowohl Kapselgehörschützer als auch eine Brille trägt, und dann den PAR von der Lärmbelastung des Benutzers am Arbeitsplatz abzuziehen. Wenn der PAR ausreichend ist, liegt das Ergebnis unter dem angestrebten Expositionsgrenzwert. Wenn der PAR nicht ausreicht, sollten zusätzliche Optionen ausprobiert werden, um eine höhere Dämmung zu erzielen. Wenn keine Dichtsitzprüfung verfügbar ist, können die Werte in Tabelle 2 zur Abschätzung des Dämmverlusts verwendet werden.

Beachten Sie, dass PAR getrennt ist und sich von den Dämmwerten des Gehörschutzes unterscheidet, wie z. B. Noise Single Number Rating (SNR). Die Ergebnisse von Tabelle 2 gelten nicht für diese mit einzelnen Zahlen beschrifteten Werte, d. h., die Änderungen in Tabelle 2 können nicht von den angegebenen SNR- oder anderen Werten subtrahiert werden, um vorherzusagen, wie sich der beschriftete Wert ändern würde.

Das Tragen der richtigen Schutzbrille für eine bestimmte Augengefahr ist genauso wichtig wie die Auswahl der Dämmung des Kapselgehörschutzes. Während sich diese Studie auf die Veränderung der Dämmung konzentrierte, gab es keine spezifische Bewertung der Passform der Brille. In der Praxis empfiehlt sich eine Dichtsitzprüfung sowohl des Gehörschutzes als auch der Brille.

Schlussfolgerungen

Diese Studie zeigt, dass eine Brille, die unter Kapselgehörschützern getragen wird, den persönlichen Dämmwert des Benutzers verringert, wobei der Bereich der Abnahme vom Produktstil, den Funktionen und der persönlichen Passform abhängt. Es zeigt, wie wichtig es ist, die Passform von Gehörschützern zu testen, insbesondere wenn Kombinationen von Kapselgehörschützern und Brillen erforderlich sind. Achten Sie bei der Dichtsitzprüfung darauf, dass die angrenzenden PSA- oder Kleidungsstücke an ihrem Platz sind. Weitere Vorteile der Dichtsitzprüfung, wie z. B. individuelle Schulungen, unmittelbares Feedback an den Träger, die Identifizierung

⁴ Biabani, A., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Farhadian, M. Individual fit testing of hearing protection devices based on microphone in real ear. Safety and Health at Work 8, 364-370. 2017.

⁵ Macedo, Gorman, Berger. Bewertung der Auswirkungen verschiedener PSA und Kleidungsstücke auf die Leistung von Kapselgehörschutz. Australian Institute of Occupational Hygienists Inc. [Australisches Institut für Arbeitshygieniker], 34. Jahreskonferenz und Ausstellung 2016.

⁶ Caporali Filho, S.A. Effects of selected eyewear on insertion loss of select earmuffs. The Center for Construction Research and Training (CPWR). 2015. Abgerufen aus dem Internet, November 2024: https://www.cpwrt.com/wp-content/uploads/publications_CaporaliEarmuffKF_5.pdf.

⁷ Wells, L.L., Berger, E.H., Kieper, R. Dämpfungseigenschaften von passgenauen Kapselgehörschützern und verschiedenen nicht standardmäßigen Gehörschützern. Präsentation der Plattform auf dem Internationalen Kongress für Akustik, Montreal, 6-2013.

⁸ Abel, S.M., Sass-Korstak, A., Bruce, S. Die Wirkung der Schalldämpfung durch Kapselgehörschützer oder andere Sicherheitsausrüstungen, die in Kombination getragen werden. Kanadische Akustik. Band 28 Nr. 3, 150-151. 2000.

potenzieller Probleme mit PSA-Kompatibilität und die Bereitstellung genauer Dämmergebnisse, wurden ebenfalls in anderen Studien identifiziert.^{9 10 11} Der in dieser Studie beobachtete Rückgang der PAR-Werte kann dem Gesundheits- und Sicherheitsexperten bei der Auswahl von Produktkombinationen helfen, den Dämmverlust des Kapselgehörschutzes zu minimieren. Diese Ergebnisse können auch bei der Abschätzung der praktischen Auswirkungen von Dämmverlusten für eine bestimmte Lärmumgebung hilfreich sein.

Dieser Kompatibilitätstest wurde durchgeführt, um die Durchführbarkeit dieser Kombinationen und den Gesamtdämmverlust bei 3M Schutzbrillen und 3M PELTOR Kapselgehörschützern zu zeigen. Diese Daten können als Anhaltspunkt verwendet werden, um bei der Auswahl der Kombinationen aus 3M-Schutzbrillen und 3M-Kapselgehörschützern zu helfen. Die Auswahl der richtigen PSA für die Gefahr, die Aufgabe und die Arbeitsumgebung ist von entscheidender Bedeutung. Die Auswahl von PSA, die gut zusammenpasst, ohne Kompromisse bei Passform, Komfort oder Schutz einzugehen, ist von entscheidender Bedeutung.

⁹ Macedo, Gorman, Berger. Assessment of the Effects of Various PPE and Apparel in the Performance of Earmuffs. Australian Institute of Occupational Hygienists Inc. [Australisches Institut für Arbeitshygieniker], 34. Jahreskonferenz und Ausstellung 2016.

¹⁰ Murphy, W. J., Gong, W., Karch, S.J. Persönliche Dämpfungswerte im Vergleich zu reduzierten Geräuschreduzierungsdaten für Gehörschutzgeräte. Das Journal der Acoustical Society of America. 2022.

¹¹ Liu Y und Yang M. Bewertung der Wirkung von Schulungen zusammen mit Passformtests auf Kapselgehörschützer-Benutzer in einer chinesischen Textilfabrik. Zeitschrift für Arbeits- und Umwelthygiene, 15:6, 518-526. 2018.



**Personal Safety Division
- Arbeitsschutz**

3M Deutschland GmbH
Carl-Schurz-Straße 1
41453 Neuss
Telefon +49 (0) 2131 14 26 04
E-Mail arbeitsschutz.de@mmm.com
www.3m.de/arbeitsschutz

**Personal Safety Division
- Arbeitsschutz**

3M Österreich GmbH
Am Europlatz 2
1120 Wien
Tel.: +43 1417 00 52
E-Mail: arbeitsschutz-at@mmm.com
www.3maustria.at/arbeitsschutz

**Personal Safety Division
- Arbeitsschutz**

3M (Schweiz) GmbH
Eggstrasse 91
8803 Rüschlikon
Tel.: +41 4350 896 58
arbeitsschutz-ch@mmm.com
www.3mschweiz.ch/arbeitsschutz

Bitte recyceln. Gedruckt im Vereinigten
Königreich. © 2025, 3M. 3M ist eine Marke
der 3M Company. Alle Rechte vorbehalten.