

Das Sachgebiet „Gehörschutz“ im Fachbereich „Persönliche Schutzausrüstungen“ (FB „PSA“) informiert:

AUTOR:

DIPL.-PHYS. PETER SICKERT
Leiter des „SG Gehörschutz“ des
FB „Persönliche Schutzausrüstungen“ der DGUV
Peter.Sickert@bghm.de

Einführung

Bereits im Jahr 1938 meldete F.D.F. Walters in den USA ein Patent für Ohrpassstücke nach Maß an, welche für Hörgeräte genutzt werden sollten und der Form des menschlichen Ohres nachgebildet wurden. Auch heute noch finden sowohl hinter dem Ohr zu tragende Hörgeräte (HdO) als auch im Ohr getragene Hörgeräte (IdO) ihren Halt durch diese Passstücke. Allerdings strebt man aktuell bei der Hörgeräteversorgung an, eine immer tiefer im Gehörgang sitzende und damit kaum zu erkennende Otoplastik zu verwenden oder man verwendet sogenannte Schirmchen, die den Gehörgang nicht abdichten (offene Versorgung).

Ohrpassstücke wurden als Gehörschutz-Otoplastiken zuerst in den Niederlanden ab etwa 1980 eingesetzt. Dort ist der Verbreitungsgrad dieses Gehörschutztyps heute sehr hoch. In Deutschland wurden Otoplastiken als persönliche Schutzausrüstung ab etwa 1995 verwendet. Heute hat sich dieser Gehörschutz, der entsprechend DIN EN 352-2 als Gehörschutzstöpsel eingestuft wird, etabliert und wird häufig als bester Gehörschutz bezeichnet. Es erscheint deshalb notwendig, die Möglichkeiten, die Vor- aber auch Nachteile von Gehörschutz-Otoplastiken aus Sicht der Unfallversicherungsträger zusammenzufassen.

Bauformen und konstruktive Möglichkeiten

Grundsätzlich kann man folgende Bauformen von Gehörschutz-Otoplastiken unterscheiden:

- ▶ Concha-Otoplastiken
- ▶ In-Ohr-Otoplastiken
- ▶ Otoplastiken mit passivem Filter
- ▶ Otoplastik mit elektronischer Zusatzausrüstung
- ▶ Otoplastiken mit Verbindungsschnur
- ▶ detektierbare Otoplastiken mit Metallinlage.

Zur Abdichtung des Gehörganges ist die In-Ohr-Otoplastik besser geeignet als die Concha-Form, da sie auf Verformungen des Ohres durch Bewegungen

Sind Gehörschutz-Otoplastiken die besseren Gehörschützer?

weniger reagiert. In jedem Fall sollte die Otoplastik einen in den tieferen Gehörgang reichenden Teil besitzen, weil dort die Kontaktbereiche als Abdichtfläche liegen. Benutzt man Otoplastiken, verändert sich wie bei allen Gehörschutzstöpseln der Höreindruck. Da z.B. das Spielen von Holzblasinstrumenten dadurch nicht möglich ist, versuchen die Hersteller durch spezielle Konstruktionen diesen sogenannten Okklusionseffekt zu minimieren. Anerkannte Tatsache ist, dass tief im Gehörgang sitzende Otoplastiken einen geringeren Okklusionseffekt erzeugen.

Wesentlicher Unterschied zwischen Gehörschutz-Otoplastiken und anderen Gehörschutzstöpseln (vor Gebrauch zu formende Schaumstoffstöpsel, Lamellenstöpsel) ist die individuelle Größe und Form. Während bei letzteren von Durchschnittswerten der Gehörganggröße (Durchmesser ca. 7–11 mm) ausgegangen wird, nimmt man für die Otoplastik einen Abdruck vom Gehörgang (Gehörgang-Abformung) des späteren Otoplastik-Nutzers. Dabei muss die Otoplastik so gefertigt werden, dass sie an der Dichtfläche möglichst eng anliegt, ohne einen störenden Druck zu erzeugen oder den Gehörgang zu verformen. Schaumstoffstöpsel liegen großflächig an und benötigen zur Abdichtung einen geringeren Druck auf die Gehörgangswandung.

Die Otoplastik wird somit individuell nach der Größe und der Form des späteren Nutzers produziert (Ohrabformung, Abguss, Handschleifverfahren, Lasersintern oder auch 3D-Druck). Diese individuelle Produktion bringt Besonderheiten mit sich, die weiter unten diskutiert werden.

Akustische Filter zur Festlegung der Schalldämmung sind markante Merkmale der Gehörschutz-Otoplastiken. Eine Otoplastik kann im Unterschied zum Schaumstoffstöpsel durch den Einsatz unterschiedlich dämmender Filter für ganz verschiedene Lärmsituationen geeignet sein. Prinzipiell kann man diese Filter jederzeit austauschen.

Gehörschutz-Otoplastiken werden aus verschiedenen Materialien hergestellt. Man unterscheidet zwischen Si-

likon-Otoplastiken (Silikonkautschuk), Acryl-Otoplastiken (Polymethylmethacrylat) und Otoplastiken aus lasergesintertem Nylonmaterial. Dabei ergeben sich unterschiedliche Härtegrade, was bezüglich Tragekomfort, Dichtheit bei Änderung der Gehörgangform oder beim Alterungsverhalten von Bedeutung sein kann.

Die Konstruktion von Otoplastiken begünstigt deren Kombination mit elektronischen Zusatzeinrichtungen. So gibt es Otoplastiken, die den ankommenden Schall je nach Pegel verstärkt am Ohr wiedergeben (pegelabhängig dämmender Gehörschutz) oder Headsets, bestehend aus elektronischem Bausatz und Gehörschutz-Otoplastiken, die eine Kommunikation über ein Mobiltelefon ermöglichen. Es ist auch möglich, Gespräche durch Stimmaufnahme im Gehörgang und speziellen Signalverarbeitungs-Algorithmen bis zu einem Umgebungslärmpegel von 115 dB zu führen.

Eigenschaften von Gehörschutz-Otoplastiken

Otoplastiken besitzen üblicherweise Bohrungen (Vents), in die Filterelemente eingesetzt werden. Ohne Bohrung können Gehörschutz-Otoplastiken (Fullblock-Otoplastiken) Schalldämmwerte bis 40 dB erreichen. Dichtet die Otoplastik den Gehörgang vollständig ab, wird die Schalldämmung hauptsächlich durch den eingesetzten Filter bestimmt. Üblich sind Kanalfilter (Kunststoff-, Keramik- oder Metallröhrchen unterschiedlicher Länge, Durchmesser und Form), Membranfilter (gespannte Membran mit zusätzlichem Hohlraum (Hohlraumresonator-Prinzip)) oder Schraubventile als verstellbare Filter.

Bekannte Membranfiltertypen haben frequenzunabhängige Schalldämmungen von minimal 9 dB bis etwa 20 dB. Es gibt jedoch auch Otoplastiken, deren Filter 33 dB Schalldämmung besitzen. Man kann davon ausgehen, dass alle relevanten Lärmsituationen mit Otoplastiken abgedeckt werden können.

Das Frequenzverhalten wird bei Kanalfiltern durch Abweichungen von der zylindrischen Bohrungsform bestimmt. Dagegen besitzen Membranfilter eine eher

frequenzunabhängige Dämmung. Solche Filter, die ursprünglich für Musiker konstruiert wurden (ER 15), sind teurer als normale Kanalfilter und besitzen eine nahezu frequenzunabhängige Schalldämmung.

Ein Frequenzverhalten, welches eine hohe Schalldämmung bei tiefen Frequenzen und eine niedrige Schalldämmung bei hohen Frequenzen zur Folge hat, gibt es bei Gehörschutz-Otoplastiken ebenso wenig wie bei anderen Gehörschutztypen. Noch weniger kann man Sprachfrequenzen den Gehörschutz ungedämmt passieren lassen und nur den Industrieschall wegfiltern. Solche Effekte erreicht man zurzeit nur durch die hochentwickelte Elektronik von teuren Hörgeräten.

Aus den Filtereigenschaften ergibt sich die Qualität der Otoplastik hinsichtlich sprachlicher Kommunikation. Je flacher die Dämmkurve verläuft, umso besser ist bei typischen Lärmsituationen (Frequenzverteilung des zu mindernden Geräusches) die sprachliche Kommunikation mit Gehörschutz. Schallfilter und Belüftungskanäle werden jedoch auch in serienmäßig hergestellte Stöpsel eingebaut (z. B. Lamellenstöpsel UltraTech). Deshalb können auch diese Produkte eine gute Kommunikation zulassen oder für musikalische Darbietung geeignet sein. Neben Lamellenstöpseln gibt es auch vor Gebrauch zu formende Stöpsel (Schaumstoffstöpsel), die eine geringe Abhängigkeit der Schalldämmung von der Frequenz zeigen (Anstieg der Dämmung pro Oktave maximal 2 dB) und gut für erhöhte Anforderungen an die Kommunikation z. B. von Personen mit Hörminderung geeignet sind (Kennzeichen „X“ in der IFA-Positivliste).

Ist das Arbeitsgeräusch eher hochfrequent (z. B. Aufprallgeräusche von Lagerringen in der Wälzlagerfertigung), hat ein steiler Frequenzgang (ansteigende Schalldämmung mit der Frequenz) eine gute Sprachkommunikation zur Folge. Auch das kann man sowohl mit Otoplastiken, als auch mit andern Gehörschutztypen erreichen.

Will man Musik hören, kann man davon ausgehen, dass diese umso natürlicher klingt, je frequenzunabhängiger die Schalldämmung ist. Auch ist es notwendig, die Höhe der Schalldämmung so gering wie möglich zu halten. Eine Dämmung von 9 dB reicht bei vielen

Musikern schon aus, wenn sie sicher eingehalten wird. Eine erhebliche Störgröße bei der Benutzung jeder Art von Gehörschutz ist der bekannte Okklusionseffekt. Insbesondere Bläser leiden unter der Veränderung der Schallwahrnehmung mit verschlossenem Gehörgang. Für diese Einsatzfälle bieten Otoplastiken deutlich mehr Optimierungsmöglichkeiten als Gehörschutzstöpsel.

Beim Hören von Warnsignalen folgt die Hörbarkeit (Mithörschwelle) aus der akustischen Kombination von Störgeräusch (Arbeitslärm), Warnsignalspektrum und -pegel und dem Frequenzverhalten der Gehörschützer. Otoplastiken bieten hier die Möglichkeit der nachträglichen Anpassung der Schalldämmung.

Die Vielfalt der Eigenschaften der Otoplastiken folgt aus dem Konstruktionsprinzip und der individuellen Herstellung. Aus der individuellen Fertigung folgt jedoch auch, dass Abweichungen bei der Herstellung unmittelbar zur Leistungsminderung führen können. Deshalb ist eine Funktionsprüfung nach der Auslieferung erforderlich, die sich aus der PSA-Richtlinie 89/686/EWG ergibt und die auch in den Technischen Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (TRLV Lärm Teil 3) und den Regeln der Unfallversicherungsträger (DGUV Regel 112–194) vom Hersteller gefordert wird. Bei fehlerhafter Ohrabformung oder Weiterverarbeitung (Bearbeitung des Rohlings von Hand oder am PC) kann es zu Leckagen kommen. Ein Nachlassen der Schalldämmung der Otoplastik selbst ist im Laufe der Nutzungsdauer aber nicht zu erwarten. Sowohl Polyacrylat als auch Silikonkautschuk zeigen keine Strukturveränderungen, die zur Verringerung der material-spezifischen Schalldämmung führen. Allerdings kann sich die Form des Ohrkanals über einige Jahre hinweg verändern, so dass die Otoplastik nicht mehr richtig sitzt, weshalb wiederkehrende Funktionskontrollen vorgeschrieben sind.

Bekannt sind Alterungseffekte bei PVC-Stöpseln, aus denen der Weichmacher im Laufe der Zeit entweicht. Das hat zur Folge, dass diese Gehörschutzstöpsel sich schwerer rollen lassen und eine extrem lange Zeit zur Ausdehnung und damit Anpassung an den Gehörgang benötigen. Gehörschutzstöpsel, die aus Polyurethan gefertigt werden, zeigen dagegen keine merklichen Alterungseffekte.

Spezifik des Einsatzes von Gehörschutz-Otoplastiken

Jede Otoplastik muss, wenn sie dicht schließen soll, in einem bestimmten Areal im Gehörgang des Benutzers einen geeigneten Druck auf die Gehörgangswand ausüben. Dadurch weitet sich der Gehörgang im Laufe von Jahren. Deshalb sind regelmäßige Wiederholungen der Funktionskontrolle erforderlich. Die Vorschriften verlangen momentan Wiederholungsprüfungen im Abstand von zwei Jahren. Die Möglichkeit der Integration dieser Kontrolle in die arbeitsmedizinische Vorsorge nach G 20 wird zurzeit geprüft (Kontrollabstand drei Jahre).

Das Problem der Gehörgangweitung kann bei nicht individuell angepassten Gehörschutzstöpseln nicht auftreten, da

- ▶ Lamellenstöpsel keine definierte Position haben, sondern bis zum dichten Sitz in den Gehörgang eingeführt werden und
- ▶ zu formende Stöpsel außerdem großflächig die Gehörgangswand berühren. Andererseits liefert die Otoplastik durch ihre angepasste Formgebung neben der bevorzugten Sitzposition im Gehörgang geringere Abweichungen der Schalldämmung in der Praxis im Vergleich zur Baumusterprüfung.

Wenn man die Vor- und Nachteile von Gehörschutz-Otoplastiken hier untersucht, muss zuerst grundsätzlich festgestellt werden, dass man auch mit allen anderen Gehörschutzarten einen vollständigen Schutz des Gehörs vor Lärm erreichen kann. Sowohl hinsichtlich der möglichen Lärmsituationen, als auch der Funktion des Gehörschutzes besteht kein Zweifel an der Leistungsfähigkeit von Kapselgehörschutz und Standard-Gehörschutzstöpseln. Jedoch hat jeder dieser Typen seine Spezifik. Der Hauptvorteil der Otoplastik besteht in ihrer persönlichen Anpassung, Bereitstellung bzw. Übergabe und der offensichtlich höheren Wertschätzung der PSA und des Benutzers. Daneben kann der Tragekomfort in vielen Situationen deutlich besser sein. Das alles führt zu einer höheren Trageakzeptanz und damit natürlich langfristig höheren Schutzwirkung. Allerdings kann sich eine höhere Trageakzeptanz auch daraus ergeben, dass wegen einer Leckage (und damit unzureichenden Schutzwirkung) das Gefühl einer geringeren Abschottung entsteht.

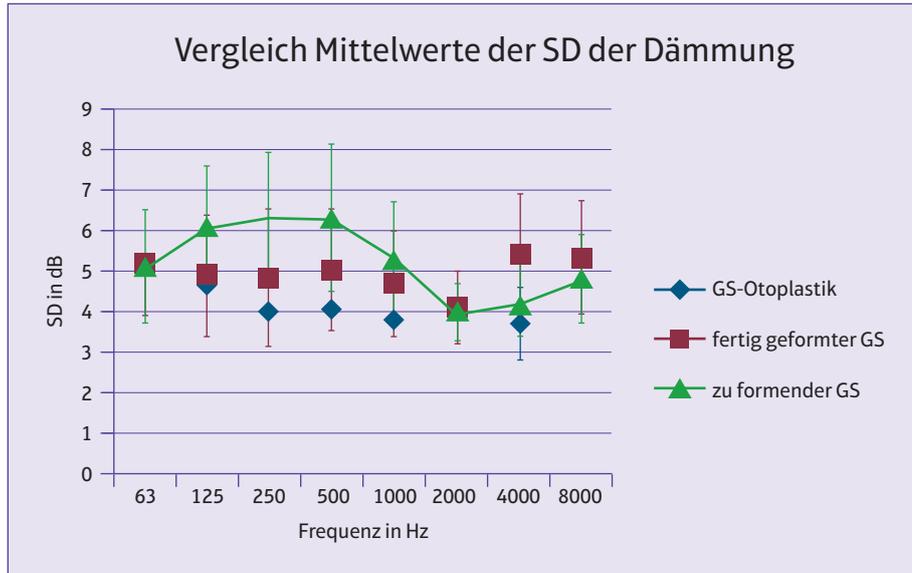


Abb. 1: Vergleich der Mittelwerte der Standardabweichung (SD) aller dem IFA gemeldeten Gehörschützer (Positivliste, Stand Juli 2015) in der Baumusterprüfung. Die Fehlerbalken zeigen die Standardabweichung über die gemittelten Werte.

© Dantscher, IFA

Eine weitere Spezifik der Otoplastik: Die Ohrabformung ist zwar im Normalfall völlig unproblematisch. Es bleibt jedoch ein gewisses Restrisiko. Es sind einzelne Fälle bekannt, in denen die Abgussform nicht problemlos aus dem Gehörgang entfernt werden konnte und der HNO-Arzt aufgesucht werden musste.

Besondere Anwendungsbereiche von Gehörschutz-Otoplastiken

Spezielle Anwendungssituationen ergeben sich aus dem Herstellungsverfahren und der Konstruktion der Otoplastiken.

1. Die individuelle Herstellung lässt die Anpassung an stark vom Durchschnitt oder kreisförmigen Durchmesser abweichende Ohrkanäle zu. So können Personen versorgt werden, die übliche Gehörschutzstöpsel nicht benutzen können.
2. Personen, die ein Hörgerät benötigen, können einen speziellen Hörgerätetyp verwenden, der am Arbeitsplatz benutzt werden darf, weil er den Arbeitslärm durch eine gut dämmende Otoplastik abschirmt und der Schallpegel des Hörgerätes durch spezielle Software so begrenzt werden kann, dass kein Risiko der lärmbedingten Hörverschlechterung besteht.
3. Gehörschutz-Otoplastiken werden von den Unfallversicherungsträgern empfohlen und teilweise auch finanziert, wenn ein besonderer Schutz (z.B.

für Personen mit beginnender Lärmschwerhörigkeit) erforderlich ist.

4. Werden besondere akustische Anforderungen gestellt, wie etwa der erforderliche Schutz des Gehörs eines Musikers, können Gehörschutz-Otoplastiken mit flacher Dämmkurve, geringer Schalldämmung und geeignetem Filter (z.B. ER 9) die Lösung sein.

Sind Otoplastiken die besseren Gehörschützer?

Oft wird behauptet, dass Otoplastiken die besseren Gehörschützer sind. Ist das so?

Eine Studie des Health and Safety Executive (HSE) aus dem Jahr 2009 [1] untermauert die These, dass sich Gehörschutz-Otoplastiken bezüglich ihrer Schalldämmung von anderen Gehörschutztypen nicht unterscheiden. Dazu wurde die Schalldämmungsmessung analog zur Baumusterprüfung mit käuflich erworbenen Produkten wiederholt. Es wurden Produkte gefunden, die für diese Prüfmuster im Unterschied zur Baumusterprüfung die Mindestschalldämmung der EN 352-2 nicht erfüllten, und auch im Mittel zeigten die überprüften Otoplastiken deutlich geringere Dämmwerte als in den Benutzerinformationen der Hersteller angegeben.

Eine Langzeitstudie der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) [2] zeigt dagegen eine verzögerte Gehörverschlechterung einer Gruppe von Personen, die Otoplastiken verwenden,

gegenüber einer Vergleichsgruppe, die serienmäßig hergestellte Gehörschutzstöpsel benutzt. Dabei wird von einer höheren Trageakzeptanz und konsequenteren Benutzung ausgegangen.

Es lässt sich sagen, dass eine Marge fehlerfreier Gehörschutz-Otoplastiken bei Benutzung durch trainierte Personen (Probanden der Baumusterprüfung) eine geringere Streuung als andere Gehörschutzstöpsel zeigt. Das belegen die langjährigen Ergebnisse der Baumusterprüfungen. Zwischen 250 und 2000 Hz liegt der Wert konstant bei etwa 4 dB. Die größte Streuung besitzen vor Gebrauch zu formende Gehörschutzstöpsel. Allerdings gibt es Frequenzen, bei denen die Streuung für alle drei Arten von Gehörschutzstöpseln gleich groß ist (Abb.1).

Das Bild ändert sich jedoch, wenn untrainierte Personen Otoplastiken verwenden und keine Funktionskontrolle durchgeführt wird. Dann bestimmen andere Faktoren die Streuung einer Gruppe von Otoplastiken.

Untrainierte Personen können auch Otoplastiken fehlerhaft in den Gehörgang einsetzen oder verwechseln sogar die Seiten (linke Otoplastik wird auf im rechten Ohr getragen).

Die Produkte werden individuell hergestellt und Fehler in der Produktion (z.B.: Ohrabformung, Schleifarbeiten, Bearbeitung am PC, Materialprobleme) können dazu führen, dass die Otoplastiken eine Leckage haben. Dann hat die betreffende Person auf dem Ohr im Extremfall keine Schutzwirkung.

Wie Messungen zur Praxisschalldämmung gezeigt haben [3], liegt die mittlere Schalldämmung von Gehörschutz-Otoplastiken ohne Funktionskontrolle etwa 6 dB unter dem Mittelwert der bei der Baumusterprüfung (überprüfte Muster, definierte Messbedingungen, erfahrenen Versuchspersonen) gemessenen Werte. Deshalb wurde mit der TRLV Lärm die Durchführung von Funktionskontrollen bei der Auslieferung (bis 6 Monate danach in Verantwortung des Herstellers) und beim Einsatz von Gehörschutz-Otoplastiken (Wiederholungsprüfung unter Verantwortung des Unternehmers im Abstand von zwei Jahren) eingeführt.

Zu beachten ist außerdem, dass bei der Anschaffung von Gehörschutz-Otoplastiken höhere Kosten entstehen, die

sich jedoch kompensieren lassen, wenn das Produkt längere Zeit benutzt wird, der Mitarbeiter also längere Zeit im Betrieb beschäftigt bleibt und dasselbe Paar Otoplastiken verwendet.

Vom Standpunkt der Ergonomie wird wegen der direkten Gehörgangabformung schnell deutlich, dass gut sitzende Otoplastiken als bequem empfunden werden. Hat die Otoplastik jedoch Passprobleme oder muss der Kopf häufig gedreht oder gehoben werden, kann das neben Leckagen auch zu erheblichen Druckscheinungen beim Benutzer führen. Dies betrifft insbesondere Gehörschutz-Otoplastiken, die aus Hartmaterial hergestellt sind.

Zusammenfassung:

Nach den bisherigen Erfahrungen haben Gehörschutz-Otoplastiken eine höhere Akzeptanz als andere Gehörschützer, was die Tragequote deutlich erhöht [4]. Obwohl sich die Akustik von Otoplastiken von anderen Gehörschützern nicht unterscheidet, kann man folglich rein statistisch von einer höheren Schutzwirkung sprechen, was jedoch nicht für jede Einzelperson gilt. Für den Einzelnen sind das persönliche Trageverhalten und die Durchführung der Funktionskontrollen der Otoplastiken entscheidend, wobei festgestellte Leckagen zum kurzfristigen Austausch führen müssen. ■

LITERATUR:

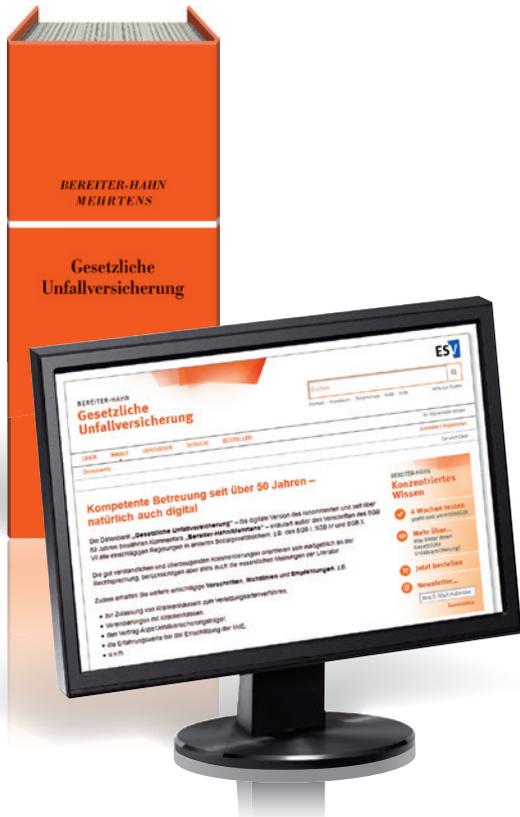
[1] Shanks, E.; Patel, J.: Market surveillance of custom-moulded earplugs, Health and Safety Executive (HSE) Report RR727, Health and Safety Laboratory 2009

[2] Weiß, R.: Studie zur Gehörentwicklung von lärmexponierten Beschäftigten mit Gehörschutz-Otoplastiken; Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) 2014

[3] Dantscher, S.; Sickert, P.; Liedtke, M.: Schalldämmung in der betrieblichen Praxis – Studie von 2005–2009; BGIA Report 4/2009; Hrsg.: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin 2009

[4] Sickert, P. Der Weg zum passenden Gehörschutz, HNO-Nachrichten 2011; 41 (6), 27–32

Ihre Versicherung für die Rechtspraxis



BEREITER-HAHN/MEHRTENS

Gesetzliche Unfallversicherung Siebtes Buch Sozialgesetzbuch Handkommentar

Bearbeitet von Prof. Dr. jur. Gerhard Mehrtens,
Direktor der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege a. D.,
Honorarprofessor Hochschule Fresenius, Idstein
Begründet von Dr. jur. Werner Bereiter-Hahn

Datenbank, ISBN 978-3-503-13827-2

CD-ROM, ISBN 978-3-503-11691-1

Loseblattwerk, Grundwerk 2.016 Seiten, ca. 4 Ergänzungslieferungen pro Jahr, ISBN 978-3-503-04068-1

Weitere Informationen:

 www.UNFALLVERSICHERUNGdigital.de/info/

ESV ERICH
SCHMIDT
VERLAG

Auf Wissen vertrauen

Erich Schmidt Verlag GmbH & Co. KG · Genthiner Str. 30 G · 10785 Berlin · Tel. (030) 25 00 85-265 · Fax (030) 25 00 85-275 · ESV@ESVmedien.de · www.ESV.info