



8

DE

MAGAZINE

<http://osha.eu.int>

[Magazin der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz]

ISSN 1608-4160

LÄRM BEI DER ARBEIT



Titelfoto mit freundlicher Genehmigung von AkustikNet A/S **SoundEar**®

Europe Direct soll Ihnen helfen, Antworten auf Ihre
Fragen zur Europäischen Union zu finden

Gebührenfreie Telefonnummer (*):
00 800 6 7 8 9 10 11

(*) Einige Mobilfunkanbieter gewähren keinen Zugang
zu 00 800-Nummern oder berechnen eine Gebühr.

MAGAZINE

<http://osha.eu.int>

Zahlreiche weitere Informationen zur Europäischen Union sind verfügbar über Internet,
Server Europa (<http://europa.eu.int>).

Bibliografische Daten befinden sich am Ende der Veröffentlichung.

Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften, 2005

ISSN 1608-4160

© Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, 2005
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Printed in Belgium

GEDRUCKT AUF CHLORFREI GEBLEICHTEM PAPIER



Hans-Horst Konkolewsky

[VORWORT]



„Schluss mit Lärm!“ bei der Arbeit, so lautet die Botschaft zur Kampagne der Europäischen Woche für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit 2005, die in diesem Jahr zum sechsten Mal von der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz ⁽¹⁾ veranstaltet wird. Die Kampagne läuft parallel zu den letzten Vorbereitungen vor Einführung der neuen EU-Richtlinie gegen Lärm am Arbeitsplatz ⁽²⁾, die von den Mitgliedstaaten bis Februar 2006 in einzelstaatliches Recht umgesetzt sein muss.

Dass die Forderung „Schluss mit Lärm!“ stichhaltig ist, wird niemand bestreiten. Allein in Europa leiden mehrere Millionen Arbeitnehmer unter arbeitsbedingten Hörstörungen. Lärmbedingte Schwerhörigkeit zählt zu den häufigsten Berufskrankheiten in der Europäischen Union. Doch Lärm kann auch weitere Risiken nach sich ziehen: Durch Wechselwirkung mit bestimmten Gefahrstoffen kann das Gehör verstärkt geschädigt werden, und durch lärmbedingte Kommunikationsprobleme bei der Arbeit steigt die Unfallgefahr. Auch ist das Spektrum der Tätigkeiten und Arbeitsplätze, bei denen Lärmbelastung zum Problem werden kann, wesentlich größer, als gemeinhin angenommen. Die Landwirtschaft, das Baugewerbe, Fertigungsbetriebe und Schiffswerften sind davon ebenso betroffen wie Lehrer, Fahrer, Mitarbeiter von Clubs und Bars, Musiker und das Personal von Call-Centern.

Zur Unterstützung der Kampagne „Schluss mit Lärm!“ hält die Agentur umfangreiches Informationsmaterial für all diejenigen bereit, die in Europa für mehr Sicherheit und besseren Gesundheitsschutz bei der Arbeit sorgen – seien dies Arbeitnehmer, Arbeitgeber, Wissenschaftler oder politische Entscheidungsträger. Entsprechende Informationen können kostenlos in allen Amtssprachen der EU auf der Website der Agentur heruntergeladen werden unter <http://osha.eu.int>.

Als Teil dieses Begleitmaterials zur Kampagne werden in dem vorliegenden Magazin in einem Überblick verschiedene Aktivitäten zum Schutz der Arbeitnehmer in Europa vorgestellt. Diese Ausgabe enthält eine Darstellung der neuen Richtlinie und wie sie umgesetzt werden soll, und es werden neue Initiativen und Empfehlungen beschrieben, die dazu beitragen sollen, die durch Lärm verursachten Gefahren zu verringern. Das Magazin bringt Beispiele für die Auswirkungen von Lärm an Schulen, in Büroräumen und Konzertsälen; in weiteren Beiträgen wird geschildert, wie raumakustische Maßnahmen und persönlicher Gehörschutz wirksame Lärminderung ermöglichen.

Die Beiträge in diesem Magazin vermitteln damit einen Einblick in die aktuellen Aktivitäten auf dem Gebiet der Lärminderung und informieren über interessante Initiativen und Konzepte, die zeigen, wie man gegen die Lärmproblematik vorgehen kann.

⁽¹⁾ <http://osha.eu.int>.

⁽²⁾ Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). EU-Rechtsvorschriften zum Thema Sicherheit und Gesundheit finden Sie im Internet unter <http://europa.eu.int/eur-lex/>.





I N H A L T



SEITE 1

VORWORT

SEITE 3

EINE NEUE RICHTLINIE ZUM THEMA LÄRM

José Biosca de Sagastuy, GENERALDIREKTION BESCHÄFTIGUNG, SOZIALE ANGELEGENHEITEN UND CHANCENGLEICHHEIT DER EUROPÄISCHEN KOMMISSION

Bis zum 15. Februar 2006 bleibt den Mitgliedstaaten Zeit, die einzelstaatlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft zu setzen, die erforderlich sind, um der Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm) nachzukommen.

SEITE 5

HSE-PROGRAMM FÜR WENIGER LÄRM BEI DER ARBEIT IM VEREINIGTEN KÖNIGREICH

Androulla Michael, FACHBEREICH GEFAHREN UND TECHNISCHE POLITIK, HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE, VEREINIGTES KÖNIGREICH
Beschreibt, wie die Health and Safety Executive bei der Umsetzung der Richtlinie vorgeht.

SEITE 8

DER NEUE ITALIENISCHE LEITFADEN BEWÄHRTER PRAKTIKEN ZUR BEKÄMPFUNG VON LÄRM AM ARBEITSPLATZ

Pietro Nataletti, Abteilung Arbeitshygiene, ISTITUTO SUPERIORE PER LA PREVENZIONE E LA SICUREZZA DEL LAVORO (ISPESL), ITALIEN

Im Jahr 2005 wird ein Leitfaden bewährter Praktiken zur Begrenzung und Verringerung von Lärm am Arbeitsplatz veröffentlicht.

SEITE 11

EIN SCHRITTWEISES KONZEPT GEGEN LÄRM BEI DER ARBEIT

Tim Tregenza, PROJEKTLEITER, EUROPÄISCHE AGENTUR FÜR SICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ AM ARBEITSPLATZ

Zum Schutz von Arbeitnehmern gegen Schädigungen durch Lärm bei der Arbeit erweist sich ein schrittweises Vorgehen als sinnvoll, so der Tenor dieses Beitrags.

SEITE 14

RAUMAKUSTIK IN ARBEITSRÄUMEN

Ahmed Gaafar, ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT (AUVA) – ABTEILUNG FÜR UNFALLVERHÜTUNG UND BERUFSKRANKHEITENBEKÄMPFUNG (HUB), ÖSTERREICH

Dieser Beitrag erläutert, wie durch Untersuchung der Raumakustik an einem Arbeitsplatz eine konkrete Verminderung der Exposition von Arbeitnehmern gegenüber hohen Schalldruckpegeln erreicht werden kann.

SEITE 18

RAUMAKUSTISCHE MASSNAHMEN IN WERKSTÄTTEN FÜR BEHINDERTE

Eberhard Christ, FACHBEREICH ARBEITSGESTALTUNG UND PHYSIKALISCHE EINWIRKUNGEN, BERUFGESAMENSCHAFTLICHES INSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ (BGIA), DEUTSCHLAND

Bei der Untersuchung von Schutzmaßnahmen für Arbeitnehmer müssen die besonderen Anforderungen bestimmter Gruppen von Arbeitnehmern berücksichtigt werden. Arbeitnehmer mit Behinderungen sind eine dieser Gruppen.

SEITE 21

DIE AUSWIRKUNGEN VON LÄRM AUF KLASSISCHE MUSIKER

Esko Toppila, HELI LAITINEN UND ILMARI PYYKKÖ, FINNISCHES INSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ, UNIVERSITÄTSKLINIK TAMPERE, FINNLAND

Dieser Beitrag beleuchtet verschiedene Problemfelder im Zusammenhang mit der Lärmexposition von Musikern.

SEITE 23

LÄRM IN KINDERBETREUUNGSEINRICHTUNGEN

Palle Voss, AKUSTIKNET A/S, DÄNEMARK

Lärm in Kinderbetreuungseinrichtungen kann sich sowohl auf die Mitarbeiter als auch auf die betreuten Kinder auswirken.

SEITE 26

BÜROARBEIT OHNE LÄRMSTRESS

Patrick Kurtz, BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN (BAUA), DEUTSCHLAND

In diesem Beitrag werden Maßnahmen erläutert, mit denen sich die Auswirkungen von Lärm auf Büroarbeitskräfte verringern lassen.

SEITE 29

SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT BEI LÄRM UNTER VERWENDUNG VON GEHÖRSCHUTZ

Ewa Kotabińska und Emil Kozłowski, ZENTRALINSTITUT FÜR ARBEITSSCHUTZ – NATIONALES FORSCHUNGSLABOR, POLEN

Dieser Artikel beschreibt ein Projekt zur Ermittlung eines Verfahrens für die Prognose der Sprachverständlichkeit unter Verwendung von Gehörschutz. Die Ergebnisse der Prognose auf der Grundlage des SIL-Verfahrens (Speech Interference Level) werden vorgestellt und mit den Ergebnissen subjektiver Laborversuche verglichen.



José Biosca de Sagastuy

EINE NEUE RICHTLINIE ZUM THEMA LÄRM



Bis zum 15. Februar 2006 bleibt den Mitgliedstaaten Zeit, die einzelstaatlichen Rechts- und Verwaltungsvorschriften in Kraft zu setzen, die erforderlich sind, um der Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz der Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm) nachzukommen.

Hörverlust ist sicherlich die bekannteste und zugleich auch schwerwiegendste Folge von Lärm, doch leider nicht die einzige. Zu den weiteren negativen Folgewirkungen zählen Tinnitus, das so genannte „Klingeln im Ohr“, die Beeinträchtigung der Sprachkommunikation, verminderte Geräuschwahrnehmung, plötzlicher Abfall der Arbeitsleistung, aber auch Auswirkungen, die nicht das Gehör betreffen, wie psychische Störungen. Die schädlichen Folgen von Lärm verursachen nicht nur Leiden und soziale Ausgrenzung, vielmehr wird Lärmschwerhörigkeit auch in allen Mitgliedstaaten als einer der Hauptgründe für Entschädigungsleistungen der Sozialversicherungen geführt.

Der Schutz vor Lärmfolgen bildet seit ihren Anfängen einen der Schwerpunkte der Entwicklung der Arbeitsschutzpolitik auf der EU-Ebene. Bereits 1986 wurde vom Rat die Richtlinie 86/188/EWG über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz verabschiedet.

Schon diese Richtlinie legte neben Expositionsgrenzwerten für Arbeitnehmer die wesentlichen Elemente der von den Arbeitgebern anzuwendenden Präventionsmaßnahmen fest.

Am 8. Februar 1993 legte die Kommission ⁽¹⁾ einen Vorschlag über Mindestvorschriften zum Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen vor. Dieser Vorschlag setzte sich mit denjenigen physikalischen Einwirkungen auseinander, für die ausreichende wissenschaftliche Nachweise für ein Eingreifen der Gemeinschaft vorlagen – Lärm (Gefährdung des Gehörs),

Vibrationen (Gefährdung von Hand, Arm und gesamtem Körper), elektromagnetische Felder und optische Strahlung (Gefahren für die Gesundheit durch induzierte Ströme im Körper, Elektroschocks, Verbrennungen und Absorption von Wärmeenergie).

In Bezug auf die Lärmproblematik beabsichtigte die Kommission mit dem Vorschlag – als Antwort auf das in Artikel 10 der Richtlinie 86/188/EWG vorgesehene Ersuchen des Rates an die Kommission, eine überarbeitete Fassung des Vorschlags zum Thema Lärm vorzulegen –, die Bestimmungen der Lärmrichtlinie mit den in der Rahmenrichtlinie 89/391/EWG vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit formulierten Grundsätzen der Gefahrenverhütung in Einklang zu bringen.

Der Vorschlag der Kommission war 1999 erst auf Ebene des Rates erörtert worden, als vom deutschen Ratsvorsitz Gespräche über eine bestimmte Form der physikalischen Einwirkung, nämlich Vibrationen, aufgenommen wurden. Daraufhin wurde die Aufgliederung des Vorschlags und damit die separate Behandlung jeder physikalischen Einwirkung beschlossen und die Richtlinie zum Thema Lärm als zweiter Teil des ursprünglichen Vorschlags vom Europäischen Parlament und dem Rat als 17. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG angenommen, nämlich als Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). Durch die neue Lärmrichtlinie 2003/10/EG wird mit Wirkung ab dem 15. Februar 2006, der Frist für die Umsetzung der neuen Richtlinie, die Richtlinie 86/188/EWG aufgehoben.

Wichtigster Aspekt der neuen Lärmrichtlinie ist die Einführung einer eindeutigen und einheitlichen Präventionsstrategie, die geeignet ist, Sicherheit und Gesundheit von Arbeitnehmern, die Lärm ausgesetzt sind, zu schützen.

Um irreversible Hörschäden zu vermeiden, schreibt die Richtlinie als Expositionsgrenzwerte für Arbeitnehmer einen Lärmexpositionspegel von 87 dB(A) und einen Spitzenschalldruck von 200 Pa vor, die nicht überschritten werden dürfen; der Lärm, der das Ohr erreicht, sollte unter den Expositionsgrenzwerten bleiben. Weiter sieht die Richtlinie obere und untere Auslösewerte von 85 dB(A) (und 140 Pa) bzw. 80 dB(A) (und 112 Pa) vor, ab denen geeignete Maßnahmen getroffen werden müssen, um die Risiken für die betroffenen Arbeitnehmer auf ein Mindestmaß zu verringern. In diesem Zusammenhang ist die Feststellung wichtig, dass bei der Bestimmung der effektiven Exposition der Arbeitnehmer die lärmmindernde Wirkung des persönlichen Gehörschutzes des Arbeitnehmers berücksichtigt wird. Bei den Auslösewerten wird die Wirkung eines solchen Gehörschutzes nicht berücksichtigt.

Die in der Richtlinie festgesetzten Schutz- und Präventionsmaßnahmen stützen sich im Wesentlichen auf Messungen und Bewertungen von Gefährdungen, die vom Arbeitgeber mithilfe verschiedener Verfahren zur Bewertung der Exposition gegenüber Lärm vorzunehmen sind, und auf die Pflicht, Gefährdungen vorrangig am Entstehungsort auszuschließen oder so weit wie möglich zu verringern. In diesem Zusammenhang ist es für die korrekte Bewertung der Exposition von

⁽¹⁾ http://europa.eu.int/comm/dgs/employment_social/index_en.htm.





Arbeitnehmern gegenüber Lärm zweckmäßig, eine objektive Messmethode anzuwenden, wobei die Richtlinie auf die allgemein anerkannte Norm ISO 1999:1990 Bezug nimmt. Die bewerteten oder objektiv gemessenen Werte sind entscheidend für die Einleitung der im Zusammenhang mit den unteren und oberen Auslösewerten vorgesehenen Maßnahmen.

Auf der Grundlage der Risikobewertung muss der Arbeitgeber, sobald die oberen Auslösewerte überschritten werden, ein Programm mit technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen zur Verringerung der Exposition gegenüber Lärm ausarbeiten und durchführen.

Die Richtlinie enthält auch detaillierte Vorschriften für die Unterrichtung und Unterweisung von Arbeitnehmern, die bei der Arbeit einer Lärmbelastung in Höhe der unteren Auslösewerte oder darüber ausgesetzt sind, über die durch die Exposition gegenüber Lärm entstehenden Risiken, insbesondere in Bezug auf die Art derartiger Risiken; die ergriffenen Maßnahmen zur Beseitigung oder Minimierung der Gefährdung durch Lärm, einschließlich der Umstände, unter denen die Maßnahmen angewandt werden; die festgelegten Expositionsgrenzwerte und Auslösewerte; die Ergebnisse der Bewertungen und Messungen des Lärms zusammen mit einer Erläuterung ihrer Bedeutung und potenziellen Gefahr; die korrekte Verwendung des Gehörschutzes; das Erkennen und Melden der Anzeichen von Gehörschädigungen; die Voraussetzungen, unter denen die Arbeitnehmer Anspruch auf Gesundheitsüberwachung haben und den Zweck der Gesundheitsüberwachung sowie sichere Arbeitsverfahren zur Minimierung der Exposition gegenüber Lärm.

Die verstärkte Gesundheitsüberwachung bildet einen der Hauptpunkte der Richtlinie – gemäß der Richtlinie hat ein Arbeitnehmer Anspruch auf Untersuchung seines Gehörs durch einen Arzt oder durch eine dem Arzt unterstehende entsprechend qualifizierte Person, wenn er Lärm ausgesetzt ist, der die oberen Auslösewerte überschreitet. Vorbeugende audiometrische Untersuchungen stehen auch denjenigen Arbeitnehmern zur Verfügung, die über den unteren Auslösewerten liegendem Lärm ausgesetzt sind, sofern die Bewertung und Messung des Lärmexpositionsgrenzwertes auf ein Gesundheitsrisiko hindeutet.

Ziel der Untersuchungen ist es, eine Frühdiagnose jeglichen lärmbedingten Hörverlusts zu stellen und die Funktion des Gehörs zu erhalten. Ergibt die Überwachung des Gehörs, dass ein Arbeitnehmer an einer bestimmbarer Gehörschädigung leidet, so überprüft ein Arzt oder, falls dieser es als erforderlich erachtet, ein Spezialist, ob die Schädigung möglicherweise das Ergebnis der Einwirkung von Lärm bei der Arbeit ist.

Trifft dies zu, so gilt Folgendes:

1. Der Arbeitnehmer wird von dem Arzt oder einer anderen entsprechend qualifizierten Person über die ihn persönlich betreffenden Ergebnisse unterrichtet.
2. Der Arbeitgeber
 - (a) überprüft die vorgenommene Risikobewertung;
 - (b) überprüft die Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung;
 - (c) berücksichtigt den Rat des Arbeitsmediziners oder einer anderen entsprechend qualifizierten Person oder der zuständigen Behörde und führt alle erforderlichen Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der Gefährdung durch, wozu auch die Möglichkeit zählt, dem Arbeitnehmer eine andere Tätigkeit zuzuweisen, bei der kein Risiko einer weiteren Exposition besteht;
 - (d) trifft Vorkehrungen für eine systematische Gesundheitsüberwachung und sorgt für eine Überprüfung des Gesundheitszustands aller anderen Arbeitnehmer, die in ähnlicher Weise exponiert sind.

Die besonderen Merkmale des Musik- und Unterhaltungsektors erfordern einen praktischen Leitfaden, der eine wirksame Anwendung der Bestimmungen der Richtlinie gewährleistet. Die Mitgliedstaaten haben Anspruch auf einen Übergangszeitraum von maximal zwei Jahren zur Aufstellung eines Verhaltenskodex mit praktischen

Leitlinien, der den in diesen Sektoren tätigen Arbeitnehmern und Arbeitgebern hilft, die in der Richtlinie festgelegten Schutzniveaus zu erreichen.

Die Hauptunterschiede gegenüber der vorhergehenden Lärmrichtlinie 86/188/EWG bestehen in der Herabsetzung des Expositionsgrenzwertes von 90 dB(A) auf 87 dB(A) und in der Einbeziehung sämtlicher Wirtschaftszweige in den Geltungsbereich der Richtlinie, während Arbeitnehmer der Seeschifffahrt ausdrücklich vom Geltungsbereich der Richtlinie 86/188/EWG ausgenommen waren. Zur Berücksichtigung besonderer Umstände dieses Wirtschaftszweigs sieht die neue Lärmrichtlinie 2003/10/EG daher diesbezüglich eine optionale Übergangsfrist von fünf Jahren für die Umsetzung der Bestimmungen über die Einhaltung der Expositionsgrenzwerte auf die Besatzungen von Seeschiffen vor.

Die neue Lärmrichtlinie 2003/10/EG:

- bietet somit den Arbeitnehmern sämtlicher Wirtschaftszweige, einschließlich in See- und der Luftverkehr (die von der bisherigen Richtlinie 86/188/EWG ausgenommen waren), erhöhten Schutz;
- trägt den besonderen Merkmalen des Musik- und Unterhaltungsektors Rechnung, indem sie einen Übergangszeitraum von zwei Jahren zur Aufstellung eines Verhaltenskodex einräumt, der den in diesen Sektoren tätigen Arbeitnehmern und Arbeitgebern hilft, die in der Richtlinie festgelegten Schutzniveaus zu erreichen;
- senkt den in der Richtlinie von 1986 festgesetzten Expositionsgrenzwert von 90 dB(A) auf 87 dB(A), was einen deutlichen Fortschritt darstellt.

Den nächsten Schritt bilden die Umsetzung der Bestimmungen der neuen Lärmrichtlinie durch die Mitgliedstaaten in einzelstaatliches Recht, für die als Frist der 15. Februar 2006 festgesetzt wurde, und die Ausarbeitung eines Verhaltenskodex mit praktischen Leitlinien durch die Mitgliedstaaten in Absprache mit den Sozialpartnern, um Arbeitnehmern und Arbeitgebern im Musik- und Unterhaltungsektor zu helfen, den gesetzlichen Verpflichtungen der Richtlinie nachzukommen. Die Kommission wird in Konsultation mit dem Beratenden Ausschuss für Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz Leitlinien für die EU-Ebene erarbeiten, die den Mitgliedstaaten Anregungen für die Entwicklung eigener Leitlinien liefern könnten.

Die neue Richtlinie stellt – im Einklang mit der in der Rahmenrichtlinie formulierten Philosophie der Prävention – eine deutliche Verbesserung des Schutzes der Arbeitnehmer vor Lärm bei der Arbeit dar.

Allerdings lässt sich auch mit den besten Rechtsvorschriften nicht die beabsichtigte Wirkung im Hinblick auf die Verringerung von lärmbedingtem Verlust des Hörvermögens erreichen, wenn diese nicht bestimmungsgemäß umgesetzt und auch durchgesetzt werden. Es ist daher Aufgabe der Sozialpartner als wichtigste Akteure bei der Prävention von Lärm am Arbeitsplatz sowie der zuständigen Behörden, dafür zu sorgen, dass arbeitsbedingte Lärmschwerhörigkeit in der EU künftig kein Problem mehr darstellt.

Die Kommission wird die Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz ^(*) dazu ermutigen, ihre Aktivitäten im Hinblick auf die Sensibilisierung für dieses Thema und die Sammlung und den Austausch von bewährten Praktiken auf diesem Gebiet weiter zu verstärken, um Arbeitgeber und Arbeitnehmer bei der Verwirklichung dieses Ziels zu unterstützen.

WEITERE INFORMATIONEN

Weitere Informationen zu den Rechtsvorschriften der Europäischen Union finden sich auf der Website von EURLex ^(*), die unmittelbaren und kostenlosen Zugang zu sämtlichen Rechtsvorschriften der EU in allen Amtssprachen bietet.

^(*) <http://europe.osha.eu.int/>.

^(*) <http://europa.eu.int/eur-lex/>.



Androulla Michael

HSE-PROGRAMM FÜR WENIGER LÄRM BEI DER ARBEIT IM VEREINIGTEN KÖNIGREICH



Schon bald wird die neue EU-Lärmrichtlinie in den Mitgliedstaaten der EU in einzelstaatliches Recht umgesetzt. In diesem Beitrag schildert Androulla Michael, wie die Health and Safety Executive bei der Umsetzung der Richtlinie vorgeht.

Die britische Health and Safety Commission (HSC) (Kommission für Gesundheitsschutz und Sicherheit) und die Health and Safety Executive (HSE) ^(*) (Exekutivorgan für Gesundheitsschutz und Sicherheit) sind für die rechtlichen Regelungen zu nahezu allen arbeitsbedingten Gefahren für Sicherheit und Gesundheit im Vereinigten Königreich verantwortlich. Ihr gemeinsamer Auftrag ist es, die Gesundheit und Sicherheit der Bürger zu schützen, indem sie gewährleisten, dass Risiken in einer sich verändernden Arbeitswelt wirksam bekämpft werden. Die HSE ist für Sicherheit und Gesundheitsschutz an den Arbeitsplätzen der meisten Wirtschaftszweige zuständig, einschließlich Atomanlagen und Bergbaubetriebe, Industriebetriebe, landwirtschaftliche Betriebe, Krankenhäuser und Schulen sowie Offshore-Gas- und Ölbohranlagen. Die Durchsetzung der Rechtsvorschriften in Ämtern und Behörden, Einzelhandelsbetrieben und anderen Teilen des Dienstleistungssektors fällt in den Zuständigkeitsbereich lokaler Behörden. Dieser Beitrag schildert die Pläne der HSE zur Bekämpfung von Lärm am Arbeitsplatz im Vereinigten Königreich.

LÄRM AM ARBEITSPLATZ – DAS AUSMASS DES PROBLEMS IM VEREINIGTEN KÖNIGREICH

Berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit, hervorgerufen durch die Exposition gegenüber hohen Lärmpegeln bei der Arbeit, zählt im Vereinigten Königreich zu den häufigsten Erkrankungen. Diese Form der Behinderung hat sehr weit reichende soziale Folgen. Die Betroffenen leiden unter einem allmählichen Anstieg der Hörschwelle, der teilweise erst nach vielen Jahren bemerkt wird. Hinzu kommen die Folgen der natürlichen altersbedingten Verschlechterung des Hörvermögens, so dass ein erheblicher Teil des Hörfrequenzspektrums wegfällt. Die Betroffenen geraten zunehmend in soziale Isolation, ihre Lebensqualität ist erheblich beeinträchtigt. Und nicht zuletzt ist Hörverlust nicht reversibel.

Schätzungen zufolge sind im Vereinigten Königreich über 2 Millionen Menschen bei der Arbeit regelmäßig starkem Lärm ausgesetzt. Bei

rund 1,1 Millionen Menschen überschreitet die Lärmexposition 85 dB(A) und stellt damit eine erhebliche Gesundheitsgefahr dar.

Folglich sind rund 170 000 Menschen von Hörverlust, Tinnitus oder anderen Beeinträchtigungen des Gehörs betroffen. In der Altersgruppe der 35- bis 64-Jährigen leiden 153 000 Männer und 26 000 Frauen unter schweren durch Lärm bei der Arbeit hervorgerufenen Hörproblemen. Die Häufigkeit schwerer Hörprobleme liegt im Mittel über sämtliche Berufe bei 1,9 % (5 % im Baugewerbe). Bei den Berufshaftpflichtversicherungen der Arbeitgeber werden Jahr für Jahr in rund 60 000 Fällen Ansprüche wegen berufsbedingter Lärmschwerhörigkeit geltend gemacht; dies entspricht einem Anteil von 83 % aller Ansprüche aufgrund von berufsbedingten Krankheiten und Verletzungen, während dieser Anteil bei den Ansprüchen auf staatliche Finanzhilfe (im Rahmen des staatlichen Programms für Leistungen im Falle berufsbedingter Krankheiten und Verletzungen) 10 % ausmacht.

WIE SIEHT DAS NEUE PROGRAMM GEGEN LÄRM AM ARBEITSPLATZ AUS?

Die HSE bereitet derzeit die Umsetzung der jüngsten EU-Richtlinie zum Thema Lärm ^(?) in einzelstaatliches Recht im Vereinigten Königreich vor. Es wird davon ausgegangen, dass die Einführung der neuen Rechtsvorschriften im Jahr 2006 die Arbeitgeber veranlasst, geeignete Maßnahmen gegen Lärm zu ergreifen. Der HSE erscheint es sinnvoll, den Versuch zu unternehmen, die durch die neuen Rechtsvorschriften vermittelten Impulse zu nutzen. Daher wurde von der HSE ein Konzept für ein neues Arbeitsprogramm gegen Lärm entwickelt, mit dem Ressourcen und Anstrengungen gebündelt werden sollen, um maximale Wirkung zu erzielen ^(*).

Das Programm besteht aus verschiedenen Projekten, die drei Arbeitsbereichen zuzuordnen sind.

ARBEITSBEREICH 1. AUFKLÄRUNG, ZIELAUSRICHTUNG UND FÖRDERUNG VON LÖSUNGSANSÄTZEN

In diesem Arbeitsbereich werden die Vorarbeiten für die beiden anderen Bereiche geleistet. Hier geht es darum, zuverlässige Grundlagendaten zu sammeln, die Ausgangsbasis zu quantifizieren, Prioritäten zu bestimmen und Lösungsansätze zu erarbeiten und zu definieren. Wichtig ist, die zur Verfügung stehenden begrenzten Mittel gezielt für diejenigen Branchen und Tätigkeiten einzusetzen, bei denen das größte Potenzial für Verbesserungen im gesundheitlichen Bereich besteht, also etwa dort, wo

- besonders viele Krankheitsfälle auftreten;
- besonders viele Arbeitnehmer betroffen sind;
- die Exposition besonders hoch ist.

^(*) Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm).

^(*) Zu dem Zeitpunkt, zu dem dieser Beitrag verfasst wurde, war über die Mittelzuteilung für die Durchführung des Programms noch nicht endgültig entschieden.

^(*) <http://www.hse.gov.uk/>.





Die HSE entwickelt derzeit eine Wissensdatenbank für die betreffenden Branchen und Tätigkeiten, die einen gezielten Einsatz der Ressourcen ermöglichen soll. Daneben laufen Projekte auf folgenden Gebieten:

- Systeme zur Erfassung des von den Arbeitsinspektoren gesammelten Wissens;
- Verfahren zur Risikobewertung;
- Wissensmanagement: Abgleich und Weitergabe von Wissen sowie Erkennen und Schließen von Wissenslücken;
- Ermittlung und Verbreitung von praxisnahen Schutzmaßnahmen;
- wichtige Kernaussagen und Wege zu deren Verbreitung.

ARBEITSBEREICH 2. VERRINGERUNG VON GEFAHREN AM ENTSTEHUNGORT DURCH GEEIGNETE WERKZEUGE UND MASCHINEN

Die optimale Lösung zur Verringerung der Lärmexposition besteht darin, bereits an der Quelle gegen das Entstehen von Lärm vorzugehen, indem die Hersteller veranlasst werden, Maschinen und Werkzeuge mit verminderter Lärmemission zu entwickeln. Wenn zudem die Hersteller dazu gebracht werden, die Anwender besser über Lärmemission und die sachgerechte Handhabung von Maschinen und Werkzeugen zu unterrichten, haben auch die Arbeitgeber umfassendere Informationen für die Auswahl geeigneter Maschinen und Werkzeuge an der Hand und können die Lärmbelastung besser bewerten und Abhilfe schaffen. Zudem ist die Zahl der Hersteller und Lieferanten im Verhältnis zur Zahl der Arbeitgeber relativ gering, so dass es einfacher ist, mit dieser Zielgruppe in Kontakt zu treten und sie direkt anzusprechen, etwa indem man eine Konferenz veranstaltet, direkte Kontakte zwischen Herstellern und Anwendern fördert und nicht zuletzt die Durchsetzung der für die Lieferung von Maschinen geltenden Rechtsvorschriften (die ebenfalls auf eine EURichtlinie zurückgehen) vorantreibt.

Parallel hierzu muss die HSE auf die Erarbeitung geeigneter internationaler, europäischer und britischer Normen Einfluss nehmen, um sicherzustellen, dass die Anforderungen der maßgeblichen Rechtsvorschriften in die Normen einfließen und dass Einigkeit über realitätsnahe Emissionsprüfvorschriften für Maschinen und Werkzeuge besteht.

ARBEITSBEREICH 3. FÖRDERUNG DER EINHALTUNG DER RECHTSVORSCHRIFTEN DURCH BERATUNG, UNTERSUCHUNGEN UND DURCHSETZUNGSMASSNAHMEN

2006 treten neue Rechtsvorschriften zum Thema Lärm in Kraft, hinzu kommen Leitlinien für Arbeitgeber. Diese Rechtsvorschriften sind für den Erfolg des Programms entscheidend, denn sie setzen den Standard, den es einzuhalten gilt. Daneben beinhaltet dieser Arbeitsbereich folgende weitere Projekte:

- Die Einhaltung der Rechtsvorschriften wird unterstützt durch weitere Arbeiten an der Entwicklung eines Instrumentariums für Arbeitsinspektoren (siehe Textkasten 1) und die Durchführung von Inspektionen in den Zielbranchen; außerdem durch Gespräche mit maßgeblichen Branchenvertretern über gemeinsame Initiativen und durch die Erarbeitung von Beispielen für Maßnahmen zur Lärmbegrenzung.
- Zusammenarbeit mit den Sozialpartnern nach Maßgabe der neuen EU-Richtlinie über Lärm am Arbeitsplatz bei der Aufstellung praktischer Leitlinien für den Musik- und Unterhaltungssektor bis Februar 2008 (siehe Textkasten 2).
- Feststellen, wie einfache Botschaften an Arbeitnehmer vermittelt werden können, zusammen mit Gewerkschaften und Branchenverbänden. Die Arbeitnehmer können wesentlich zur Verringerung und Eindämmung vieler Aspekte der täglichen Exposition beitragen, z. B. durch Wahl, Verwendung und Wartung von Werkzeug und Maschinen und sachgerechte Verwendung von Gehörschutz.
- Untersuchung neuer Wege zur Vermittlung von Botschaften – die bisher üblichen Wege der Beratung und Unterstützung von Arbeitgebern müssen überdacht werden, um dem Wandel der

Erwerbsbevölkerung gerecht zu werden. Die HSE wird sich auch an der Europäischen Woche für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit beteiligen, die sich 2005 mit dem Thema Lärm auseinandersetzt.

- Ständige Aktualisierung der Webseiten ^(*) und des telefonischen Beratungsangebots der HSE.

ZIEL, ZIELVORGABEN UND EVALUIERUNG

Aufgrund der deutlichen Dosis-Wirkungskurve kann durch eine Verringerung der Lärmexposition in absehbarer Zeit direkt eine Verringerung der lärmbedingten Hörschäden erreicht werden.

Textkasten 1: Lärminspektion nach dem Konzept des „themenspezifischen Inspektionspakets“

Zweck der Inspektion ist, die Einhaltung der Vorschriften durch den Arbeitgeber zu bewerten, einen Anreiz für die ständige weitere Verbesserung zu schaffen und ggf. mit Durchsetzungsmaßnahmen die Einhaltung der Vorschriften zu gewährleisten. Das themenspezifische Inspektionspaket hilft Arbeitsinspektoren dabei, ihre Inspektion proaktiv gezielt auf eine bestimmte Gefährdung abzustellen. Im Hinblick auf Lärm sind die Gefahren einfach zu bestimmen, die Dosis-Wirkungskurve ist deutlich, es bestehen per Gesetz vorgeschriebene eindeutige Expositionsgrenzwerte, Lärm kann einfach gemessen werden, und es liegen bewährte Leitlinien vor.

Zur Vorbeugung von lärmbedingtem Hörverlust können Arbeitgeber ein System anwenden, dessen wesentliche Punkte sich wie folgt zusammenfassen lassen:

- Engagement der Unternehmensleitung;
- Risikobewertung;
- Vermeidung an der Quelle, wo immer dies möglich ist;
- Aufklärung, Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten;
- ggf. Umsetzung eines Gehörschutzprogramms;
- ggf. Gesundheitsüberwachung.

Entsprechend wurden drei Risikobegrenzungsindikatoren gewählt, anhand derer die Inspektoren die Leistung der Arbeitgeber messen können:

1. Lärmmanagementsystem – Effektive Organisation und wirksame Vorkehrungen, u. a. geeignete Lärmmessung, Aktionsplan gegen Lärm, Aufklärung, Unterrichtung, Unterweisung und Überwachung sowie ein System zur Gesundheitsüberwachung. Nachweis einer positiven Beschaffungspolitik und eines starken Engagements der Unternehmensleitung. Regelungen für die Überprüfung der Wirksamkeit des Systems.
2. Lärmbekämpfung an der Quelle – Angemessen praktikable Maßnahmen zur Lärmbegrenzung (außer Gehörschutz) werden angewandt und sachgemäß durchgeführt.
3. Gehörschutzprogramm – Gehörschutzzonen sind ausgewiesen und werden von allen Beschäftigten eingehalten. Tätigkeitsspezifischer persönlicher Gehörschutz ist vorhanden. Es existiert ein Pflege-/Austauschplan, der regelmäßige Überprüfungen durch qualifiziertes Personal vorsieht. Uneingeschränkte und sachgemäße Anwendung wird nachgewiesen.

Im Anschluss an die Inspektion wird eine Bewertung des Arbeitgebers anhand der Risikobegrenzungsindikatoren nach einer Skala von 1 bis 4 vorgenommen. Die Benotung 1 wird vergeben, wenn alle einschlägigen Aspekte für den betreffenden Indikator erfüllt sind und keine weitere Verbesserung möglich ist. Die Benotung 4 wird vergeben, wenn die Vorschriften unzureichend eingehalten werden und Durchsetzungsmaßnahmen erforderlich sind. Die Gesamtbewertung des Arbeitgebers basiert auf den für die einzelnen Indikatoren vergebenen Bewertungen. Die Gesamtnote dient als Ausgangspunkt für zukünftige Bewertungen und für die Beobachtung von Verbesserungen.

(*) <http://www.hse.gov.uk/noise>.



Den Inspektoren steht für die meisten Wirtschaftszweige Referenzmaterial über lärmintensive Tätigkeiten und Prozesse zur Verfügung, außerdem ein Leitfaden, in dem die bei der Inspektion zu prüfenden Problemfelder sowie Begrenzungsmaßnahmen, Informationen zu rechtlichen Aspekten der Lärmproblematik und Vorlagen für Durchsetzungsvermerke (Auflagen) enthalten sind.

Allerdings bestehen bei den chronischen Gesundheitsfolgen der Lärmexposition lange Latenzzeiten, so dass die Folgen in der Regel erst nach langen Jahren regelmäßiger Exposition auftreten. Das übergeordnete Ziel des Programms ist daher langfristig definiert: Bis 2030 soll das Problem von neu auftretenden lärmbedingten Hörschäden als Berufskrankheit beseitigt sein.

Durch die uneingeschränkte Einhaltung der neuen Rechtsvorschriften würde dies erreicht. Ziel muss daher eine möglichst weitreichende Einhaltung sein – insbesondere im höheren Expositionsbereich. Als Zwischenziel wird eine Einhaltung des Expositionsgrenzwerts von 90 % bis 2010 formuliert.

Der optimale Weg, Lärmexpositionen zu verringern ist die Vermeidung an der Quelle – allerdings ist dies vermutlich ein langwieriger Prozess. Viele Arbeitgeber setzen auf Gehörschutz, und es ist damit zu rechnen, dass diese Vorgehensweise mit Einführung der neuen Rechtsvorschriften und den damit verbundenen Auflagen für Maßnahmen des Arbeitgebers bei geringerer Lärmexposition noch wesentlich mehr Verbreitung findet. Jedoch ist Gehörschutz weniger wirksam als die Verringerung der Geräuschpegel. Somit bestünde ein weiteres Zwischenziel darin, bis 2010 den Rückgriff auf Gehörschutz insgesamt zu verringern.

In etwa fünf Jahren wird eine offizielle Bewertung der Wirkung der neuen Rechtsvorschriften vorgenommen; in Verbindung damit wird dann auch der Erfolg des Programms bis zu diesem Zeitpunkt bewertet. Bis dahin wird der Erfolg der einzelnen Arbeitsbereiche des Programms anhand von Peer Reviews, Auskünften über Durchsetzungsmaßnahmen und Zwischenprüfungen überprüft.

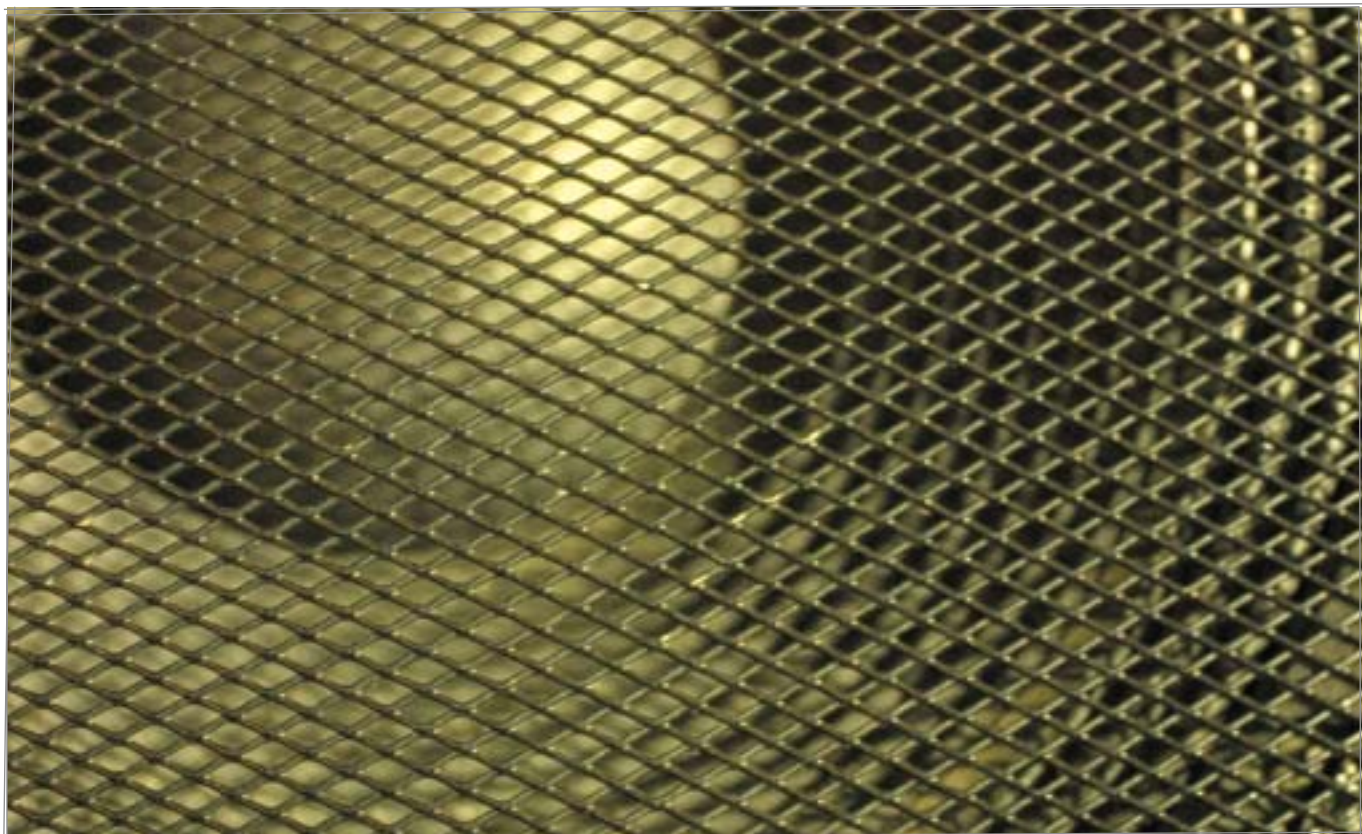
ZUSAMMENARBEIT

Die – trotz der beschränkten zur Verfügung stehenden Mittel – angestrebte kontinuierliche Verbesserung im Rahmen des Programms gegen Lärm am Arbeitsplatz lässt sich nur in der Zusammenarbeit mit wichtigen Partnern (Sicherheitsvertrauenspersonen, Handelsverbände, Versicherer usw.) verwirklichen. Zu bestimmten Themenbereichen wäre sicherlich auch der Austausch von Erfahrungen und spezifischen Sachkenntnissen unter den Mitgliedstaaten sinnvoll.

Ansprechpartner für weitere Informationen zu den in diesem Beitrag angesprochenen Themen ist Androulla (Andie) Michael – androulla.michael@hse.gsi.gov.uk.

Textkasten 2: Musik- und Unterhaltungssektor

Die neue EU-Richtlinie zum Thema Lärm am Arbeitsplatz verlangt von den Mitgliedstaaten, gemeinsam mit den Sozialpartnern praktische Leitlinien für den Musik- und Unterhaltungssektor auszuarbeiten, wie auch immer dieser in den einzelnen Mitgliedstaaten definiert sein mag. Darüber hinaus können die Mitgliedstaaten von einem Übergangszeitraum von maximal zwei Jahren Gebrauch machen, um die Ausarbeitung dieser Leitlinien zu ermöglichen. Im Vereinigten Königreich wurden von der HSE zwei Arbeitsgruppen (für Live-Musik und Musikaufzeichnungen) zur Ausarbeitung der praktischen Leitlinien eingesetzt, in denen die zuständigen Sozialpartner vertreten sind. Die HSE würde eine Zusammenarbeit mit anderen Mitgliedstaaten auf diesem Gebiet begrüßen. Da in der gesamten EU eine Vielzahl von Freizeiteinrichtungen und Orchestern existiert, sollte – unabhängig von den unterschiedlichen Rechtssystemen der Mitgliedstaaten – EU-weit auf eine gewisse Einheitlichkeit der Vorgehensweise geachtet werden.





Pietro Nataletti

DER NEUE ITALIENISCHE LEITFADEN BEWÄHRTER PRAKTIKEN ZUR BEGRENZUNG VON LÄRM AM ARBEITSPLATZ

Arbeitgeber und Arbeitnehmer brauchen Informationen darüber, wie durch die Einführung von Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung von Lärm am Arbeitsplatz die Einhaltung der einschlägigen Rechtsvorschriften gewährleistet und die Gefährdung der Beschäftigten gemindert werden kann. Im vorliegenden Beitrag wird ein 2005 veröffentlichter Leitfaden bewährter Praktiken zur Begrenzung und Verringerung von Lärm am Arbeitsplatz vorgestellt.



EINFÜHRUNG

Das Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro (staatliches Institut für Sicherheit und Prävention am Arbeitsplatz) in Italien als zuständige Fachinstitution des Gesundheitsministeriums veröffentlichte 2001 erstmals staatliche Leitlinien für betriebliche Risikobewertung und Lärmmanagement am Arbeitsplatz ⁽¹⁰⁾. Diese Leitlinien fanden bei allen Akteuren auf dem Gebiet des Arbeitsschutzes lebhaftes Interesse.

Die Abteilung Arbeitshygiene des ISPESL legte nun in enger Zusammenarbeit mit dem Technischen Ausschuss für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz der Regionen und autonomen Provinzen einen Leitfaden bewährter Praktiken zur Begrenzung und Verringerung von Lärm am Arbeitsplatz vor.

Der Leitfaden informiert u. a. über

- die für das Verständnis akustischer Erscheinungen in allen ihren Aspekten (Entstehung, Ausbreitung, Absorption und Isolation) notwendigen Grundlagen der physikalischen Akustik;
- die Klassifizierung der häufigsten Schallquellen in der Industrie und schalldämmender Materialien;
- die derzeit zur Verfügung stehenden Methoden zur Verringerung der Lärmbelastung am Arbeitsplatz und
- eine Datenbank mit Informationen über technische Maßnahmen zur Lärmverringern auf dem Gebiet sowie Ergebnissen in Bezug auf akustische Wirksamkeit und Kosten.

⁽¹⁰⁾ ISPESL, *Linee guida per la valutazione del rischio rumore negli ambienti di lavoro* [Leitlinien für die Risikobewertung in Bezug auf Lärm am Arbeitsplatz], Rom, 2001 (http://www.ispesl.it/linee_guida/fattore_di_rischio/rumore.htm). Auch in englischer Sprache erhältlich.

Mit der Ausarbeitung der Leitlinien ist eine vom ISPESL angeregte nationale Arbeitsgruppe anerkannter Sachverständiger des öffentlichen Sektors und der Privatwirtschaft befasst. Damit soll erreicht werden, dass Informationen und Methodiken, die ansonsten nur unter Experten weitergegeben werden, einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Der Leitfaden richtet sich vorrangig an Techniker und an die für Prävention und Überwachung auf diesem Gebiet zuständigen Einrichtungen des Gesundheitswesens, aber auch an Arbeitgeber, Berater, Arbeitnehmer und Arbeitsschutzfachleute.

Der Leitfaden wird in der Fachpresse und auf der Website des ISPESL ⁽¹¹⁾ und auf CD-ROM veröffentlicht, zusätzlich sind landesweit Workshops geplant, in denen sich alle interessierten Anwender eingehend informieren können.

GLIEDERUNG DES LEITFADENS BEWÄHRTER PRAKTIKEN

Der Leitfaden besteht aus drei Teilen. Der erste Teil, zugleich der Hauptteil, ist in neun leicht verständliche Kapitel aufgeteilt:

1. Zielsetzungen und Zielgruppe der Leitlinien
2. Von der Risikobewertung zu einer Strategie zur Risikominderung
3. Akustische Anforderungen an die Gestaltung gewerblicher Arbeitsstätten und an Programme zur Lärmverringern
4. Akustische Anforderungen an die Gestaltung spezifischer Arbeitsstätten und an Programme zur Lärmverringern
5. Akustische Kriterien für die Anschaffung von Maschinen, Anlagen und Systemen
6. Methoden zur Verringerung der Lärmemission von Maschinen, Anlagen und Systemen
7. Akustische Erprobung von Maßnahmen zur Lärmverringern
8. Literaturverzeichnis
9. Glossar

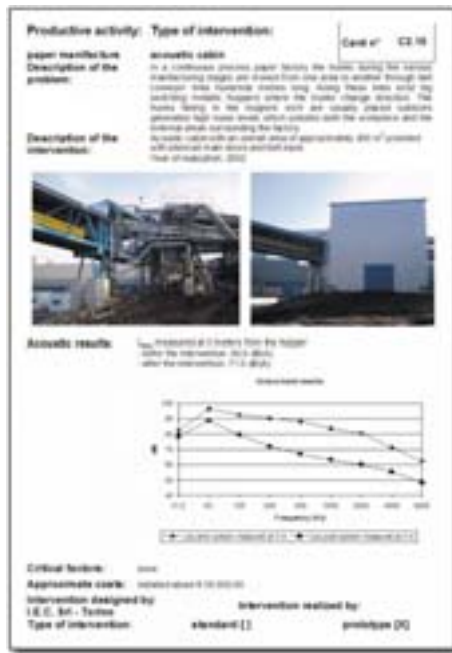
Neben Industriebetrieben liegt der Schwerpunkt des ersten Teils auf spezifischen Arbeitsumfeldern wie z. B. Schulen, Krankenhäuser, Ämter und Behörden, Handel und Freizeiteinrichtungen. Im Text findet der Leser Verweise auf den zweiten Teil, der über 25 Karten umfasst, auf denen technische Konzepte und praktische Aspekte in Bezug auf die derzeit auf dem Gebiet der Lärminderung angewandten Kriterien und Methodiken eingehend erläutert werden.

Im dritten Teil schließlich geht es um Datenbanken mit Informationen über:

- (nationale und EU-) Rechtsvorschriften;
- (nationale und internationale) technische Normen;
- Werkstoffe und Technologien zur Lärminderung (Schallabsorption, Schalldämmung und Schwingungsdämpfung).

Daneben enthält der Leitfaden eine Aufstellung mit über 50 Beispielen für Maßnahmen in verschiedenen Arbeitsumfeldern. Aus Platzgründen

⁽¹¹⁾ <http://www.ispesl.it>.



Beispiel aus dem Leitfaden

werden hier als Modelle lediglich ein Abschnitt aus Teil 1 und ein Beispiel aus der betrieblichen Praxis aus einer Datenbank in Teil 3 angeführt.

BEISPIEL FÜR EINEN „TYPISCHEN“ ABSCHNITT

Bei dem nachstehenden Text handelt es sich um eine zusammenfassende Darstellung eines typischen Abschnitts aus dem ersten Teil des Leitfadens zum Thema „Lärmbekämpfung am Entstehungsort“.

Zwar wird die Verringerung des von Maschinen, Arbeitsmitteln und Anlagen erzeugten Lärms am Entstehungsort primär als Konstruktionsproblem angesehen und daher in der Hauptsache auf neu zu bauende Maschinen bezogen, doch ist dieser Aspekt auch ein wichtiger Bestandteil von Programmen zur Lärmverringerung, die sich mit bestehenden Schallquellen auseinandersetzen.

Schlüsselbegriffe

Primärschallquellen sind mechanische oder fluidtechnische Bauteile, die in Verbindung mit physikalischen Erscheinungen Schallwellen erzeugen (z. B. Vibrationen an Bauteilen, Unregelmäßigkeiten im Strömungsverhalten von Gasen oder Flüssigkeiten usw.).

Sekundärschallquellen sind mechanische Bauteile, die zwar selbst keine Schallwellen erzeugen, jedoch durch die Übertragung von Schallwellen und Schwingungen über die Luft oder über eine mechanische Struktur akustische Energie abstrahlen können (z. B. Rohrleitungen).

Klassifikation der Primärschallquellen

Mechanische Ursachen

- Impulse – lassen sich auf bestimmte Bewegungen von Arbeitsmaterialien (z. B. beim Einsatz von Pressen oder Hämmern) oder auf fallende Bauteile zurückführen und sind eine der Hauptursachen für Lärm im verarbeitenden Gewerbe.
- Mikroimpulse – entstehen durch die Drehbewegung in Getrieben, die Abwälzbewegungen von Lagern, das Zusammenwirken von Werkzeugen und Werkteilen bei Arbeitsabläufen und durch Transportsysteme.

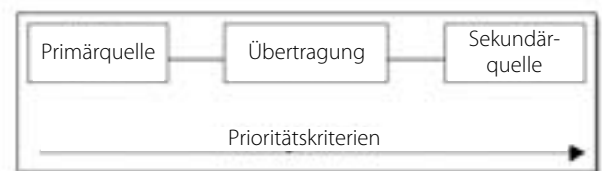
- Unwucht rotierender bzw. linear bewegter Massen.
- Reibung.
- Durch Magnetfelder bedingte Erscheinungen in rotierenden Elektromaschinen (ungleichmäßiges Magnetfeld) oder fest stehenden Maschinen (Magnetostriktion).

Durch die Bewegung von Flüssigkeiten oder Gasen bedingte Ursachen

- Turbulenzen – werden durch das Auftreffen eines Flüssigkeits- oder Gasstroms auf ein Hindernis (z. B. ein Gitter am Ende einer Rohrleitung) oder eine abrupte Veränderung der Strömungsbedingungen (z. B. Winkelabschnitte einer Rohrleitung, Druckluft-Austrittsstrahl) oder durch das Auftreffen einer Strömung auf einen Hohlraum oder auf Rillen ausgelöst.
- Pulsieren – Maschinen mit rotierenden Elementen erzeugen häufig regelmäßige Volumen- und Druckschwankungen des Fluidmediums (Gas oder Flüssigkeit), die mit Schallemissionen mit tonalen Komponenten einhergehen.
- Impulse – treten in der Regel dann auf, wenn ein unter Druck stehendes Fluidmedium abrupt freigesetzt wird (z. B. durch Öffnen von Ventilen); die Impulsfrequenz kann bei bestimmten Maschinen die Maschinendrehzahl oder ein Vielfaches der Drehzahl erreichen (z. B. Hochdruckpumpen).
- Kavitation – tritt bei Flüssigkeiten auf, wenn der Gasdruck unter die Oberflächenspannung der Flüssigkeit abfällt; dabei entstehen Blasen, die unter Druck implodieren.

Allgemeine Regeln

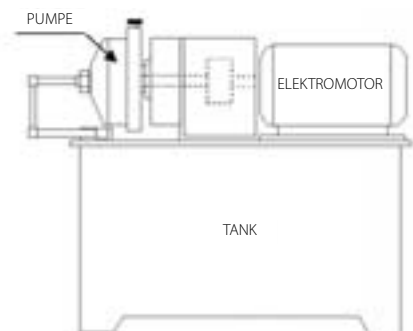
- Bestimmung der Primär- und Sekundärschallquellen sowie der Schallübertragungswege.
- Ermittlung des Anteils der einzelnen Schallquellen durch Messungen, Berechnungen und Versuche.
- Als erstes müssen Maßnahmen gegen die lautesten Schallquellen ergriffen werden.
- Wenn die Primärschallquelle über bestimmte Übertragungswege Schallemissionen von passiven mechanischen Bauteilen verursacht, ist der logische Ablauf für Lärmbegrenzung wie folgt:



Bestimmung der Prioritätskriterien für die Lärmbegrenzung

Fallbeispiel

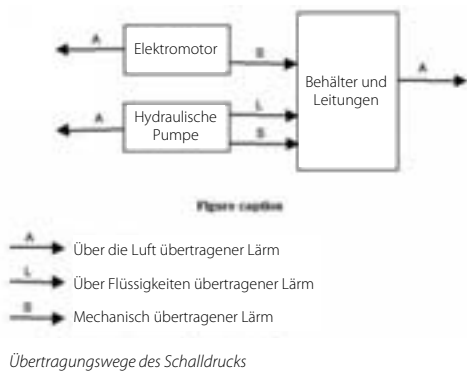
Bei dem nachstehend abgebildeten Hydraulikaggregat bestehen mit Pumpe und Elektromotor zwei Primärschallquellen.



Schallquellen an einem Hydraulikaggregat

Die von diesen Quellen erzeugte Schalldruck- bzw. Schwingungsbelastung wird entsprechend der nachstehenden Abbildung auf Tank und Rohrleitungen übertragen.





Der Anteil der einzelnen Quellen kann mit unterschiedlichen Verfahren bestimmt werden. Bei diesem Beispiel wurden verschiedene Tests durchgeführt und der Schalleistungspegel (L_{WA}) nach den einzelnen Schritten gemessen – siehe nachstehende Tabelle.

Maßnahmen zur Verringerung des Schalleistungspegels

	Maßnahme	L_{WA} dB(A)	Anmerkungen
	Maschine in Ausgangszustand	90	
Maßnahme A	Mechanische Isolierung von Motor und Pumpe vom Tank	86	Vorherrschend ist die mechanische Übertragung zwischen den Primärquellen und dem Tank
Maßnahme B	Maßnahme A + Abrücken des Tanks von den Primärquellen	86	Der Tank kommt als relevante Quelle nicht in Betracht, da die mechanische Übertragung unterbunden wurde
Maßnahme C	Maßnahme B + Ersetzen der Motorgebläsewicklung durch ein Wasserkühlungssystem	85	Der Anteil des Gebläses am Gesamtschalldruck ist geringer als der Anteil der übrigen Quellen
Maßnahme D	Maßnahme C + akustische Abschirmung des Motors	80	Die über die Luft übertragenen Schallemissionen des Motors sind ein wesentlicher Faktor

Abschließende Überlegungen

- Der Tank (ein passives Bauteil) ist aufgrund der mechanischen Übertragung der von Pumpe und Motor erzeugten Schwingungen die Hauptschallquelle, daher muss die Übertragung verringert werden.
- Der Motor und – in geringerem Umfang – das Gebläse sind weitere wichtige Schallquellen, an denen mithilfe der derzeit zur Verfügung stehenden Maßnahmen eine wirksame Schallminderung erzielt werden muss.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Auch 14 Jahre nach Einführung der in Gesetzeserlass Nr. 277/91 ⁽¹²⁾ festgelegten Bestimmungen stellt in Italien die Lärmbelastung am Arbeitsplatz nach wie vor die bedeutendste Gefährdung für die Gesundheit von Arbeitnehmern dar.

Zuverlässige statistische Daten zur Gesamtzahl der Arbeitnehmer, die Lärmbelastung ausgesetzt sind, liegen gegenwärtig nicht vor. Aufgrund der Meldungen zahlreicher Unternehmen an das ISPESL ist davon auszugehen, dass mindestens 100 000 Arbeitnehmer einem Tages-Lärmexpositionspegel ($L_{EX,8h}$) von mehr als 90 dB(A) ausgesetzt sind. Die vom Istituto Nazionale Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro ⁽¹³⁾ (INAIL – Staatliche Arbeitnehmer-Unfallversicherung) vorgelegten Daten über Fälle von Leistungen aufgrund berufsbedingter Schwerhörigkeit (Hypoakusis) in Industrie, Dienstleistungssektor und Landwirtschaft im Zeitraum 1989 bis 1999 ergaben insgesamt über 38 000 Fälle mit

abnehmender Tendenz (ca. 1 000 Fälle im Jahr 1999 gegenüber 7 000 Fällen im Jahr 1989). Dennoch ist lärmbedingte Schwerhörigkeit mit über 50 % der Gesamtzahl aller Entschädigungsfälle in Italien weiterhin die häufigste berufsbedingte Erkrankung. Während der letzten zwei statistisch erfassten Jahre (2000 und 2001) gingen rund 9 000 Meldungen über Fälle berufsbedingter Schwerhörigkeit ein.

In Italien sind rund 134 000 Arbeitnehmer aufgrund von lärmbedingter Schwerhörigkeit oder Taubheit dauerhaft erwerbsunfähig; dies entspricht etwa 56 % der vom INAIL ausgezahlten Erwerbsersatzentlohnungen. Der durchschnittliche Grad der Schwerhörigkeit beträgt 24,2 %, das Durchschnittsalter der Empfänger von Erwerbsersatzentlohnungen liegt bei 64 Jahren ⁽¹⁴⁾.

Ein Grund für diese Sachlage besteht darin, dass die Arbeitgeber Schwierigkeiten haben, die Risiken durch Lärmbelastung bei der Arbeit mithilfe der in Artikel 41 des Gesetzeserlasses Nr. 277/91 festgelegten technischen und/oder organisatorischen Maßnahmen zu beseitigen oder zu verringern.

Mit der Veröffentlichung der neuen EU-Richtlinie 2003/10/EG ⁽¹⁵⁾ über die Belastung durch Lärm am Arbeitsplatz, die bis zum 15. Februar

2006 von den Mitgliedstaaten umgesetzt werden muss, werden besondere Anstrengungen in dieser Richtung notwendig. Die Richtlinie enthält mehrere Neuerungen auf diesem Gebiet, so sieht sie u. a. die Herabsetzung des bisherigen Tages-Lärmexpositionspegels von bisher 90 dB(A) nach der alten Richtlinie ⁽¹⁶⁾ um 3 dB auf nunmehr 87 dB(A) vor.

DANKSAGUNG

Der Verfasser dankt allen Mitgliedern und Mitarbeitern der vom ISPESL und dem technischen Ausschuss der Regionen angeregten Arbeitsgruppe, die an der Ausarbeitung des in diesem Beitrag vorgestellten Leitfadens bewährter Praktiken mitgewirkt haben. Sein besonderer Dank für ihre hilfreichen und interessanten Beiträge gilt Omar Nicolini (kommunaler Gesundheitsdienst, Modena), Iole Pinto (kommunaler Gesundheitsdienst, Siena), Marco Pirozzi und Aldo Pieroni (ISPESL), Giuseppe Elia (Modulo Uno, Turin), Angelo Chiattella (Elektrotechnisches Institut „G. Ferraris“, Turin), Alessandro Peretti (Italienischer Akustikverband, Padua), Marco Vigone und Francesco Furnari (IEC, Turin) und Luigi Maffei (Universität Neapel).

⁽¹²⁾ Ministero della Salute (italienisches Gesundheitsministerium), Relazione sullo stato sanitario del Paese 2001–2002 (Nationaler Gesundheitsbericht 2001–2002), Rom, 2003 (<http://www.ministerosalute.it/>; http://www.ministerosalute.it/imgs/C_17_bacheca_32_listaelencodocumenti_elen).

⁽¹³⁾ Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm) (17. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 42 vom 15.2.2003).

⁽¹⁴⁾ Richtlinie 86/188/EWG des Rates vom 12. Mai 1986 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz (ABl. L 137 vom 24.5.1986, S. 28–34).

⁽¹²⁾ Gesetzeserlass Nr. 277/91 vom 15. August 1991 (Amtsblatt der Republik Italien Nr. 53 vom 27. August 2001).

⁽¹³⁾ <http://www.inail.it/>.



Tim Tregenza

EIN SCHRITTWEISES KONZEPT GEGEN LÄRM BEI DER ARBEIT

Zum Schutz von Arbeitnehmern gegen Schädigungen durch Lärm bei der Arbeit erweist sich ein schrittweises Vorgehen als sinnvoll, so der Tenor dieses Beitrags.



Europäische Agentur für
Sicherheit und Gesundheitsschutz
am Arbeitsplatz

Lärm wird definiert als unerwünschter oder störender Schall. Tag für Tag sind Millionen von Arbeitnehmern in Europa bei der Arbeit Lärm und den damit verbundenen Risiken ausgesetzt. Jeder fünfte Arbeitnehmer in Europa muss zumindest während der Hälfte seiner Arbeitszeit laut sprechen, um verstanden zu werden, und 7 % leiden infolge ihrer Arbeitstätigkeit an Gehörschäden ⁽¹⁷⁾. Lärmschwerhörigkeit zählt zu den häufigsten Berufskrankheiten in der EU ⁽¹⁸⁾. Im verarbeitenden Gewerbe und im Baugewerbe ist das Lärmproblem allgemein anerkannt, es tritt jedoch auch in anderen Arbeitsumgebungen auf, von Call Centern über Schulen und Orchestergräben bis hin zu Gastronomiebetrieben.

Das Gefährdungspotenzial durch Lärm am Arbeitsplatz wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Der offensichtlichste, die Intensität („Lautstärke“) wird in Dezibel (dB) gemessen. Eine große Rolle spielt aber auch die Dauer der Lärmexposition, außerdem weitere Faktoren wie Impulshaltigkeit, Frequenz (gemessen in Hertz) und die zeitliche Verteilung (d. h. wann und wie häufig das Geräusch auftritt).

WELCHE GEFAHREN GEHEN VOR LÄRM AUS?

Die Exposition gegenüber Lärm kann Arbeitnehmer ganz unterschiedlichen Gesundheits- und Sicherheitsrisiken aussetzen. Die Beschädigung der Haarzellen in der Innenohrschnecke infolge übermäßigen Lärms kann zu Taubheit führen. In vielen Ländern ist lärmbedingter Hörverlust die häufigste irreversible Berufskrankheit ⁽¹⁹⁾. Die Belastung durch Lärm hat nachweisliche Auswirkungen auf das Herzkreislaufsystem, in deren Folge Katecholamine freigesetzt werden und der Blutdruck steigt. Erhöhte Katecholamin-Blutwerte (hierzu zählt auch der Adrenalinspiegel) sind eine Begleiterscheinung von Stress. Arbeitsbedingter Stress geht selten auf eine einzelne Ursache zurück, sondern ergibt sich in der Regel aus dem Zusammenwirken mehrerer Risikofaktoren, u. a. Lärm in der Arbeitsumgebung. Zudem

erhöhen hohe Lärmpegel das Unfallrisiko, indem sie das Hören und die sprachliche Verständigung erschweren. Arbeitsbedingter Stress (u. a. infolge der Lärmbelastung) vergrößert dieses Problem.

Lärmquellen

Sektor	Tätigkeit	Lärmpegel
Landwirtschaft	Schweinefütterung	104–115 dB(A) ⁽²⁰⁾
Baugewerbe	Ungefähre Lärmexposition bei der Arbeit mit dem Presslufthammer	100 dB(A) LEP,d ⁽²¹⁾
Rettungsdienste	Impulslärm bei der Brandbekämpfung	über 115 dB(A) ⁽²²⁾
Bildungswesen	Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel in Kindertagesstätten	80,3 dB(A) ⁽²³⁾
Maschinenbau	Nieten	100–110 dB(A) ⁽²⁴⁾
Unterhaltungssektor	Orchester – Belastung des Dirigenten bei einer Aufführung von Schwanensee	88 dB(A) ⁽²⁵⁾
Fischerei	Typischer Expositionspegel im Maschinenraum	100–110 dB(A), mit Spitzen bis 115 dB(A) ⁽²⁶⁾
Gesundheitswesen	Abnehmen eines Gipsverbandes	88–95,2 dB(A) ⁽²⁷⁾
Verarbeitendes Gewerbe	Druckluftreinigung – Exposition für Arbeitnehmer	92 dB über 8 Stunden ⁽²⁸⁾
Textilindustrie	Näherei (Modeatelier)	90 dB(A) ⁽²⁹⁾
Transportgewerbe	Schwere Lkw – Exposition für Fahrer	78–89 dB(A) ⁽³⁰⁾

⁽²⁰⁾ Jackson, A., *Noise-induced hearing loss in the piggery* [Lärmbedingter Hörverlust im Schweinestall], DPI&F Note, Farmsafe Queensland, Australien, 2002.

⁽²¹⁾ Health and Safety Executive, *Noise in construction* [Lärm im Bausektor], 1996.

⁽²²⁾ Hilton, A. D., *Occupationally acquired hearing loss among civilian and active duty firefighters* [Arbeitsbedingter Hörverlust bei der zivilen und Einsatzfeuerwehr], 2002, USA.

⁽²³⁾ Voss und Hanson, *Noise exposure of staff in children's daycare centres in Denmark 1997 to 1998* [Lärmexposition der Mitarbeiter von Kindertagesstätten in Dänemark 1997–1998], Beitrag für die ICSV, Hongkong, 2001.

⁽²⁴⁾ Health and Safety Executive, *Noise in engineering* [Lärm im Maschinenbau], Engineering Sheet 256, 1998.

⁽²⁵⁾ Toppila, Laitinen, Olkinuora, Kuisma und Perälä, *Development of hearing conservation programme for the Finnish National Opera* [Erarbeitung eines Programms zur Gehörhaltung für die finnische Staatsoper], Beitrag zum International Congress and Exhibition on Noise-control Engineering 2001, Den Haag, Niederlande, 2001.

⁽²⁶⁾ Seafish: *Noise and fishing vessels* [Meeresfisch: Lärm und Fischerboote], 1988.

⁽²⁷⁾ Wiggins, C. E. und Brown, K. D., *Hearing protection and cast saw noise* [Gehörschutz und Lärm beim Gipssägen], Journal of the Southern Orthopaedic Association, 5, 1996, S. 1–4.

⁽²⁸⁾ World Health Organisation, *Occupational and community noise* [Lärm am Arbeitsplatz und in der Gemeinschaft], Factsheet 258, 2001.

⁽²⁹⁾ INRS, *Réduire le bruit dans l'entreprise* [Lärmreduzierung im Unternehmen], 2003.

⁽³⁰⁾ Van den Heever, D. J., und Roets, F. J., *Noise exposure of truck drivers: A comparative study* [Lärmexposition von LKW-Fahrern: Eine Vergleichsstudie], American Industrial Hygiene Association Journal, 57, 1996, S. 564–566.

⁽¹⁷⁾ Angaben für EU15 aus dem Eurostat-Bericht: *Work and health in the EU — A statistical portrait* [Arbeit und Gesundheit in der EU – Ein statistisches Portrait], ISBN 92-894-7006-2.

⁽¹⁸⁾ Angaben für EU15 aus dem Bericht der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz: *Data to describe the link between OSH and employability* [Daten zur Beschreibung der Verbindung zwischen Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit und Beschäftigungsfähigkeit], 2002, ISBN 92-95007-66-2.

⁽¹⁹⁾ World Health Organisation, *Prevention of noise-induced hearing loss* [Prävention von lärmbedingtem Hörverlust], 1997.





GEFÄHRDUNG FÜR ARBEITNEHMER VERRINGERN

Die Belastung der Beschäftigten durch Lärm am Arbeitsplatz zu beseitigen oder zu verringern, ist nicht nur eine Forderung des Gesetzgebers an den Arbeitgeber, sondern liegt auch im wirtschaftlichen Interesse von Unternehmen und Behörden. Je sicherer und je weniger gesundheitsschädlich die Arbeitsumgebung ist, desto geringer die Wahrscheinlichkeit kostenintensiver krankheitsbedingter Fehlzeiten, Arbeitsunfälle oder von Minderleistung. Zur Verringerung der Gefährdung von Arbeitnehmern durch Lärm am Arbeitsplatz empfiehlt sich ein Vorgehen in drei Schritten:

- Ermittlung und Bewertung der Gefahren;
- Verhütung und Begrenzung der ermittelten Risiken durch geeignete Maßnahmen;
- regelmäßige Überwachung und Überprüfung der getroffenen Maßnahmen.

RISIKEN BEWERTEN

Art und Umfang der Bewertung richten sich nach der Größenordnung und dem Ausmaß der Lärmbelastung an der Arbeitsstätte, in jedem Fall jedoch müssen sämtliche lärmbedingten Gefahren erfasst werden. Hier einige Beispiele:

- An sehr lärmintensiven Arbeitsplätzen (an denen z. B. mit Handnietmaschinen gearbeitet wird) muss ggf. eine detaillierte Untersuchung vorgenommen werden.
- In Betrieben mit hohem betrieblichem Verkehrsaufkommen muss ggf. der Schwerpunkt darauf gelegt werden, die Unfallgefahr zu verringern, die dadurch entstehen kann, dass Warnsignale nicht gehört werden.
- In bestimmten Organisationen (z. B. Feuerwehr und Rettungsdienste) geht es möglicherweise vorrangig darum, dass die Beschäftigten bei hohem, von ihnen kaum beeinflussbarem Umgebungslärm kommunizieren müssen.
- In manchen Arbeitsstätten (z. B. im Bildungs-, Sozial- oder Gesundheitswesen) ist der tätigkeitsbedingte Umgebungslärm möglicherweise nur einer von mehreren Stressoren, denen die Beschäftigten ausgesetzt sind; in diesen Fällen ist daher ein ganzheitliches Konzept zur Verringerung von arbeitsbedingtem Stress gefragt, bei dem die Lärminderung nur einen Teilaspekt darstellt.

Lärm – eine Gefahr für schwangere Arbeitnehmerinnen

Die Exposition schwangerer Arbeitnehmerinnen gegenüber hohen Lärmpegeln kann sich auf die Entwicklung des ungeborenen Kindes auswirken. „Bei längerer Exposition gegenüber Lärm kann es zu erhöhtem Blutdruck und Ermüdung kommen. Experimente belegen, dass sich eine längere Exposition des Kindes im Mutterleib gegenüber starkem Lärm während der Schwangerschaft später auf das Gehör auswirken kann und dass die Gefahr einer Schädigung bei niedrigen Frequenzen besonders groß ist.“⁽³¹⁾

Vom Arbeitgeber ist eine Beurteilung von Art, Ausmaß und Dauer der Exposition schwangerer Arbeitnehmerinnen gegenüber Lärm vorzunehmen⁽³²⁾. Ergibt die Beurteilung das Vorhandensein einer Gefährdung für Sicherheit oder Gesundheit sowie eine mögliche Auswirkung auf die Schwangerschaft, so sind vom Arbeitgeber die erforderlichen Maßnahmen zu treffen, um durch eine Umgestaltung der Arbeitsbedingungen der betreffenden Arbeitnehmerin auszuschließen, dass die Arbeitnehmerin dieser Gefährdung ausgesetzt ist. Auch wenn die Mutter persönliche Schutzausrüstung (z. B. Gehörschutz) trägt, ist das ungeborene Kind nach wie vor ungeschützt.

⁽³¹⁾ Mitteilung der Kommission über die Leitlinien für die Beurteilung der chemischen, physikalischen und biologischen Agenzien sowie der industriellen Verfahren, die als Gefahrenquelle für Gesundheit und Sicherheit von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen am Arbeitsplatz gelten (Richtlinie des Rates 92/85/EWG) – KOM(2000) 466 endg.

⁽³²⁾ Richtlinie 92/85/EWG des Rates vom 19. Oktober 1992 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von schwangeren Arbeitnehmerinnen, Wöchnerinnen und stillenden Arbeitnehmerinnen am Arbeitsplatz.

Bei der Risikobewertung müssen die verschiedenen lärmbedingten Gefahren und Risiken im Betrieb bestimmt werden, und es muss berücksichtigt werden, wer in welcher Form Schaden erleiden kann; hierbei sind auch Zeitarbeitskräfte und Teilzeitkräfte sowie besonders gefährdete Risikogruppen wie etwa schwangere Arbeitnehmerinnen zu berücksichtigen. Weiter ist eine Bewertung der bereits bestehenden Maßnahmen zur Begrenzung des Lärmpegels vorzunehmen und über weiterführende Maßnahmen zu entscheiden. Sämtliche Erkenntnisse aus der Bewertung sind aufzuzeichnen und der Belegschaft und deren Vertretern mitzuteilen.

Wenn nicht systematisch alle lärmbedingten Gefahren, denen die Arbeitnehmer ausgesetzt sein können, in die Bewertung einbezogen werden, kann es passieren, dass Risiken übersehen oder bestimmte Arbeitnehmer nicht berücksichtigt werden (etwa Arbeitnehmer, die nicht in der Produktion tätig sind, wie z. B. Reinigungspersonal). Für den Arbeitgeber kann eine ungeeignete Risikobewertung zur Folge haben, dass Geld für nicht zielgerichtete Maßnahmen ausgegeben wird und knappe Mittel ineffektiv verwendet werden.

SCHRITTE ZUR VERMEIDUNG ODER BEGRENZUNG VON GEFAHREN

Der Schutz von Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer richtet sich nach folgenden abgestuften Prioritäten:

- Beseitigung von Lärmquellen;
- Lärmbegrenzung am Entstehungsort;
- kollektive Schutzmaßnahmen durch geeignete Arbeitsorganisation und Arbeitsplatzgestaltung;
- persönliche Schutzausrüstung.

Beseitigung der Lärmquelle

Die Beseitigung von Lärmquellen ist der wirkungsvollste Gefahrenschutz für Arbeitnehmer und sollte bei der Beschaffung neuer Arbeitsmittel oder der Ausgestaltung neuer Arbeitsstätten bereits im Planungsstadium berücksichtigt werden. Eine Beschaffungspolitik, die dem Grundsatz der Lärmvermeidung folgt, ist die kostengünstigste Lärmprävention bzw. Lärmbegrenzung.

Lärmbegrenzung am Entstehungsort

Ist die Beseitigung von Lärmquellen nicht möglich, muss das zweite Ziel die Begrenzung von Lärm am Entstehungsort sein. Hierzu ist ggf. die Lärmquelle (nicht selten ein Arbeitsmittel) eingehend zu untersuchen, um die wichtigsten Lärmquellen (in der Maschine) zu ermitteln und zu prüfen, wie sich die Geräuscentwicklung verringern lässt.

Der Schwerpunkt jedes Lärmmanagements, das die Ausgestaltung von Arbeitsplätzen und die Wartung von Arbeitsmitteln umfasst, sollte auf der Lärmverringerung am Entstehungsort oder auf der Unterbrechung des Schallweges liegen. Hierfür kommen eine Reihe technischer Maßnahmen in Frage:

- Isolierung der Schallquelle durch räumliche Trennung, Kapselung oder Vibrationsdämpfung durch Metall-, Luft- oder Elastomerfederung;
- Lärmverringerung am Entstehungsort oder Unterbrechung des Schallweges durch Kapselungen und Lärmschutzwände, Auspuffschalldämpfer oder durch verringerte Schneide-, Ventilator- oder Aufprallgeschwindigkeiten;
- Ersatz oder Umbau von Maschinen, z. B. Verwendung eines Riemenantriebs anstelle lauterer Zahnradgetriebe oder elektrischer anstelle pneumatisch angetriebener Werkzeuge;
- Verwendung schalldämpfender Materialien, z. B. Gummibeschichtungen für Mülltonnen, Förderbänder und vibrierende Teile;
- aktive Lärmverringerung (durch „Gegen-Lärm“) unter bestimmten Umständen;
- vorbeugende Wartung: Mit der Abnutzung der Teile können sich die Lärmpegel verändern.

Kollektive Schutzmaßnahmen

Wenn keine hinreichende Begrenzung des Lärms am Entstehungsort möglich ist, kann die Lärmbelastung der Arbeitnehmer durch zusätzliche Maßnahmen gesenkt werden. Kollektive



Kontrollmaßnahmen sind breiter angelegt als die vorstehend beschriebenen Maßnahmen zur Verringerung der Lärmbelastung am Arbeitsplatz. Zu den kollektiven Kontrollmaßnahmen zählen Maßnahmen auf Arbeitsplatz- und Organisationsebene, mit denen die Zahl der betroffenen Arbeitnehmer, die zeitliche Dauer der Exposition und die Zahl der Expositionswege verringert werden.

Veränderungen sind in folgenden Bereichen denkbar:

- Arbeitsräume: Der Einbau schallabsorbierender Vorrichtungen (z. B. einer Lärmschutzdecke) kann die Lärmexposition der Arbeitnehmer deutlich senken, ebenso die Beschränkung des Zugangs zu bestimmten Arbeitsbereichen.
- Arbeitsorganisation (z. B. die Verwendung von Arbeitsverfahren mit geringerer Lärmexposition, Beschränkung der Arbeitszeit in lauten Arbeitsumgebungen sowie des Zugangs zu lauten Arbeitsbereichen).
- Arbeitsmittel: Art und Ort ihrer Installation haben bisweilen erheblichen Einfluss auf die Lärmexposition der Arbeitnehmer.

Auch die ergonomischen Folgen jeder einzelnen Lärmschutzmaßnahme müssen bedacht werden. Lärmschutzmaßnahmen, die Arbeitnehmer bei der Ausübung ihrer Tätigkeit behindern, büssen allzu leicht ihre Wirkung ein, weil sie um- oder abgebaut werden.

Persönliche Schutzausrüstung

Das letzte Mittel, wenn alle anderen Möglichkeiten zur Beseitigung oder Begrenzung einer Lärmquelle erschöpft sind, ist die persönliche Schutzausrüstung (PSA), zum Beispiel Ohrstöpsel oder Ohrenschrützer. Persönliche Schutzausrüstung kann sehr wirksam sein, doch kann sich die Auswahl des richtigen Gehörschutzes im konkreten Einzelfall als schwierig erweisen; zudem muss der Gehörschutz über längere Zeit ordnungsgemäß getragen und gepflegt werden, damit er seine Wirksamkeit behält. Leider erweist sich das Tragen von persönlicher Schutzausrüstung und auch von Gehörschutz gelegentlich als sehr unbequem.

Bei der Verwendung von PSA ist Folgendes zu beachten:

- die Wahl einer PSA, die der Art und Dauer des Lärms angepasst sein muss und mit anderer Schutzausrüstung kompatibel sein sollte;
- die Bereitstellung verschiedener geeigneter Gehörschutzmittel, aus denen die Arbeitnehmer die für sie angenehmste Lösung auswählen können;
- zur Gewährleistung einer klaren Verständigung und einer Minimierung der Unfallrisiken benötigen viele Arbeitnehmer, z. B. Fahrer, Polizisten, Piloten und Kameralente, einen mit Sprechfunkeinrichtungen versehenen Gehörschutz, der Hintergrundgeräusche unterdrückt (ANC-Technologie);
- die PSA muss ordnungsgemäß aufbewahrt und gewartet werden;
- die Arbeitnehmer müssen über die Notwendigkeit der PSA aufgeklärt und in ihre Anwendung, Aufbewahrung und Pflege unterwiesen werden.

INFORMATION UND UNTERWEISUNG

Die Arbeitnehmer müssen über lärmbedingte Risiken und deren Bewältigung informiert und entsprechend unterwiesen werden. Themen der Information und Unterweisung:

- bestehende Gefahren und geeignete Maßnahmen zu ihrer Beseitigung oder Verringerung;
- die Befunde der Gefahrenermittlung und jeglicher Lärmmessungen sowie Erläuterungen zu deren Bedeutung;
- Maßnahmen zur Lärmbegrenzung und zum Gehörschutz, darunter auch PSA;
- das Erkennen und Melden der Anzeichen von Hörschäden;
- das Recht der Arbeitnehmer auf Gesundheitsüberwachung und deren Zweck.

EINBEZIEHUNG DER ARBEITNEHMER

Die Anhörung der Belegschaft ist gesetzlich vorgeschrieben und trägt dazu bei, die Arbeitnehmer für die Einhaltung und Verbesserung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen zu gewinnen. Ihr Wissen kann genutzt werden, um Gefahren aufzuspüren und praktikable Lösungen zu finden. Den Belegschaftsvertretern kommt dabei eine wichtige Rolle zu. Vor der Einführung neuer Technologien oder Produkte müssen die Arbeitnehmer zu den zum Schutz von Gesundheit und Arbeitssicherheit getroffenen Maßnahmen angehört werden.

REGELMÄSSIGE ÜBERWACHUNG DER RISIKEN UND KONTROLLMASSNAHMEN

Die Arbeitgeber sollten in regelmäßigen Abständen überprüfen, ob die getroffenen Maßnahmen zur Lärmvermeidung oder -begrenzung noch wirksam sind. Je nach Lärmexposition haben Arbeitnehmer das Recht auf eine angemessene Gesundheitsüberwachung. In diesem Fall müssen individuelle Gesundheitsakten geführt und die Mitarbeiter informiert werden. Die aus einer solchen Überwachung gewonnenen Erkenntnisse sollten herangezogen werden, um die Risiken und Kontrollmaßnahmen zu überprüfen.

Um festzustellen, ob die getroffenen Maßnahmen zur Lärmbegrenzung tatsächlich funktionieren, müssen zudem externe Prüfungen vorgenommen werden. Art und Häufigkeit dieser Überwachung und Überprüfung hängen von der jeweiligen Arbeitsstätte und den dort auftretenden Risiken ab, außerdem von den nationalen Rechtsvorschriften, die ggf. besondere Bestimmungen zur Gesundheitsüberwachung enthalten können.





Ahmed Gaafar

RAUMAKUSTIK IN ARBEITSRÄUMEN

Dieser Beitrag erläutert, wie durch Untersuchung der Raumakustik an einem Arbeitsplatz eine konkrete Verminderung der Exposition von Arbeitnehmern gegenüber hohen Schalldruckpegeln erreicht werden kann.



SCHALLAUSBREITUNG

Bevor wir uns der Akustik in einem Raum zuwenden, ist es sinnvoll, kurz die Schallausbreitung im Freien zu betrachten.

Wird zum Beispiel von einem Gerät, das im Freien betrieben wird, Schall abgestrahlt, so muss man bedenken, dass hier ein Teil der dem Gerät zugeführten Leistung in Form von Schall, also die Schallleistung dieses Geräts, abgegeben wird. Weil der Vorgang im Freien stattfindet, kann sich diese in alle Richtungen ungehindert ausbreiten. Dies führt auch dazu, dass sie sich – je weiter man sich vom Gerät entfernt, auf einer umso größeren Fläche verteilt. Bewegt man nun ein Mikrofon von der Schallquelle weg, so wird es, weil ja seine Membran eine gegebene Größe hat und die Schalleinwirkung immer schwächer wird, ein immer geringeres Signal aufnehmen. Setzen wir das menschliche Ohr als Aufnehmer ein, so stellen wir fest, dass es leiser wird, je weiter wir uns von der Quelle entfernen.

Ein weiteres Merkmal der Schallausbreitung im Freien ist, dass bei Abschirmung eines Bereichs nur jene Anteile der abgestrahlten Schallleistung in dem Bereich hörbar sind, die über die Kanten des Schirms gebeugt werden, und solche, die – wenn der Schirm seinen Namen zu Recht trägt – deutlich abgeschwächt durch den Schirm dringen und vernachlässigbar sind. Der wahrnehmbare Schall hinter dem Schirm ist letztlich auf die Schallwellen beschränkt, die den Schirm treffen oder streifen. Von der in anderen Richtungen abgestrahlten Schallleistung ergibt sich hinter der Abschirmung keine Wirkung.

Hat die Schallquelle, wie z. B. das menschliche Sprachorgan, eine ausgeprägte Richtcharakteristik, so wird ein Zuhörer einen sehr deutlichen Lautstärkeunterschied wahrnehmen, je nachdem, wohin sich der Sprecher wendet.

Verlegt man die Schallquelle nun aber in einen Raum, so bedeutet dies, dass sich die abgestrahlte Schallleistung nicht mehr frei ausbreiten kann. Jeder Anteil, in welche Richtung er sich auch immer bewegen mag, trifft sehr bald auf eine Begrenzungsfläche. Wie bald, kann man sich leicht ausrechnen, wenn man die

Schallausbreitungsgeschwindigkeit in Luft einsetzt. Ein im Raum aufgestelltes Mikrofon registriert daher nicht nur jenen Leistungsanteil, der auf direktem Weg von der Schallquelle kommt, sondern auch alle Anteile, die ursprünglich in andere Richtungen als zum Mikrofon abgestrahlt wurden, bis sie auch beim Mikrofon – mit Verzögerung und abgeschwächt – ankommen. Der gemessene Wert ist daher größer als jener, der – bei ansonsten gleichen Bedingungen und in gleicher Entfernung – im Freien festgestellt wird, und nimmt auch mit zunehmender Entfernung des Mikrofons von der Schallquelle viel langsamer ab als im Freien.

Setzen wir nun wiederum das Ohr anstelle des Mikrofons ein, so werden wir feststellen, dass es – bei gleicher Entfernung von der Schallquelle – im Raum auch deutlich lauter ist als im Freien. Es wird ein Nachhall wahrgenommen, das akustische Geschehen erscheint „verwaschener“. Wenn sich viele Schallquellen im Raum befinden und die verschiedenen Geräusche nicht vertraut sind, so fallen das Orten der Schallquellen und das Zuordnen der Geräusche schwerer. Das Führen von Gesprächen ist mühsam und Lautsprecherdurchsagen sind oft kaum verständlich.

Versucht man, sich in einem Raum vor dem Lärm einer Schallquelle zu schützen, indem man sich hinter einen Schirm begibt, so wird das Ergebnis sehr oft enttäuschend sein. Hinter den Schirm gelangen nicht nur, wie im Freien, die Schallleistungsanteile, die über die Schirmkanten gebeugt werden oder noch durch den Schirm dringen, sondern auch die vielen Anteile, die von den Begrenzungsflächen des Raums in den abgeschirmten Bereich hinein reflektiert werden. Man könnte sagen, der Lärm schwappt über den Schirm.

Wie groß der Unterschied zwischen den Messwerten im Raum und jenen im Freien ist, hängt sehr stark davon ab, wie viel von der auf die Raumbegrenzungsflächen auftreffenden Schallleistung von diesen zurückgeworfen wird. Beton, verputzte Mauern, Glas, Blech oder Holz werfen den auftreffenden Schall zu mehr als 90 % zurück. In Arbeitsräumen üblicher Bauart werden daher die Schallpegelwerte sehr deutlich von den akustischen Eigenschaften der Begrenzungsflächen angehoben.

LÄRMMINDERUNG DURCH BESSERE RAUMAKUSTIK

Von der Österreichischen Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA) ⁽³³⁾ wird seit Jahrzehnten für Betriebe eine kostenlose Beratung zu Lärminderungsmaßnahmen angeboten. Aus dieser Tätigkeit ergibt sich die Erkenntnis, dass es kaum eine Arbeitssituation gibt, in der eine zusätzliche Schallabsorption nicht notwendig wäre. Manchmal sind Maßnahmen erforderlich, um den Beurteilungspegel unter dem kritischen Wert, einem Tages-Lärmexpositionspegel von 85 dB(A) zu halten, aber sehr viel häufiger, um bei niedrigeren Schallpegelwerten die unbefriedigende akustische Situation zu verbessern.

Als vor kurzem für die Mitwirkung der AUVA in einem nationalen Normungsgremium Daten über die Akustik von Arbeitsräumen

⁽³³⁾ <http://www.auva.at/>.



benötigt wurden, konnte aus der Beratungstätigkeit von drei Mitarbeitern im Lauf der vorangehenden drei bis vier Jahre auf die Ergebnisse von Nachhallmessungen in über 250 Räumen zurückgegriffen werden.

Das Volumen des Großteils der untersuchten Räume lag zwischen 50 m³ und 10 000 m³, wobei einzelne Räume ein noch größeres Volumen bis zu mehr als 150 000 m³ aufwiesen. Die mittlere Größe lag bei 1 500 m³, die Hälfte der Räume hatte ein Volumen zwischen 400 m³ und 5 000 m³. Siehe Diagramm 1.

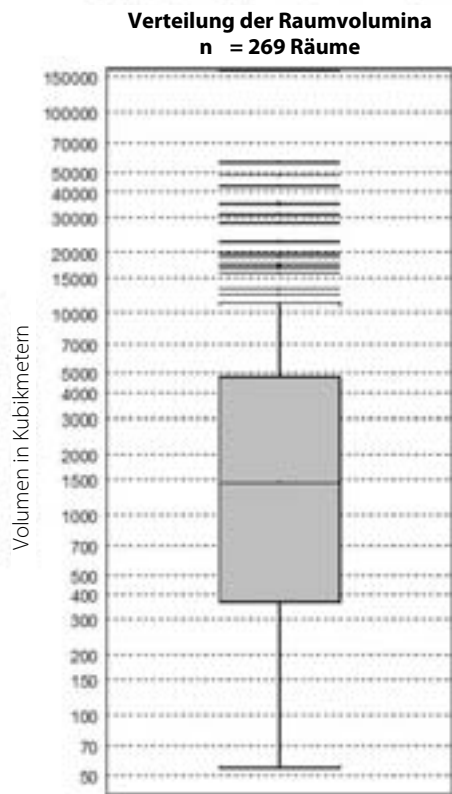


Diagramm 1: Verteilung der Volumina (in m³) von 269 Räumen

Um die Ergebnisse dieser Messungen beurteilen zu können, wird die Nachhallzeit bezogen auf das Volumen des betreffenden Raums gemessen.

Messung der Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist jene Zeitdauer, die vergeht, bis der Schallpegel gegenüber dem Ausgangswert bei Aussendung des Geräuschs um 60 dB abnimmt. In der Praxis wird der Pegelabfall um 30 dB oder um 20 dB beobachtet und die Nachhallzeit daraus hochgerechnet. Der Grund hierfür ist, dass es nicht leicht ist, mit praktikablen Schallquellen einen Ausgangsschallpegel zu erzeugen, der den im Raum herrschenden Grundpegel um 60 dB überschreitet.

Von den Fachleuten der AUYA werden in der Regel Schüsse aus einem Signalrevolver als Anregung bei Nachhallmessungen verwendet. Die Messausrüstung ist tragbar, und die Dauer der gesamten Messung ist so kurz, dass die Messung meist in einer Arbeitspause durchgeführt werden kann. Die Qualität der Messergebnisse kann anhand der Rückwärtsintegration (BI, Backward Integration) der Impulsantwort (ISO 3382) – entweder mithilfe entsprechender Software oder eines Messgerätes mit integrierter BI-Option – sichergestellt werden.

Für Räume, in denen eine gute Hörsamkeit erforderlich ist, wie Hörsäle oder Konzertsäle, wird auch tatsächlich eine dem Volumen entsprechende optimale Nachhallzeit als Kriterium vorgegeben. Optimal bedeutet in diesem Fall, dass die in solchen Räumen eingebrachte Schalleistung nicht zu wenig absorbiert, aber auch nicht zu stark gedämpft werden darf. In Arbeitsräumen wie Ladengeschäften, Büroräumen und Fabrikhallen ist aber nur ein sehr geringer Bruchteil der von den vielen Schallquellen eingebrachten Schalleistung als „Informationsträger“ nützlich. Der weitaus größere Anteil kann als überschüssiger akustischer Abfall betrachtet werden. In diesem Sinne ist es daher kaum möglich, einen Arbeitsraum zu „überdämpfen“.

Die Beurteilung des akustischen Zustands eines Arbeitsraumes aus der Nachhallmessung muss daher die Frage beantworten, ob ein ausreichender Abbau der „angestauten“ Schallmenge gegeben ist. Als Kriterium muss daher ein Mindestmaß an Schallabsorption herangezogen werden. Dazu wird aus der gemessenen Nachhallzeit, die mit T bezeichnet wird, die äquivalente Absorptionsfläche des Raums berechnet.

Man stelle sich vor, das gesamte im Raum befindliche Schallabsorptionsvermögen wäre auf einer Fläche zusammengefasst, von der überhaupt kein darauf treffender Schall zurückkommt. Wird der Raum als Behälter betrachtet, in den Schalleistung eingebracht wird, so ist die äquivalente Absorptionsfläche die einzige Öffnung im ansonsten innen völlig schallreflektierenden Behälter, aus der der Schall austreten kann.

Die äquivalente Absorptionsfläche A in m² wird berechnet nach der Formel

$$A = 0,16(V/T)$$

Dabei sind V das Volumen des Raums in m³ und T die Nachhallzeit des Raumes in Sekunden.

Wie die Nachhallzeit ist aber die äquivalente Absorptionsfläche eines Raums allein genommen nicht ausreichend um zu beurteilen, ob die Schallabsorption genügt. Größere Räume werden – wie eher längere Nachhallzeiten – auch eher größere äquivalente Absorptionsflächen haben als kleinere Räume. Wird nun die äquivalente Absorptionsfläche durch die Gesamtoberfläche des betreffenden Raums geteilt, so erhält man ein Verhältnismaß für die Schallabsorption des Raums. Wird als Bezugsfläche die Summe der Flächeninhalte der Begrenzungsflächen, also Boden-, Decken- und Wandflächen des Raums herangezogen, so erhält man den mittleren Schallabsorptionsgrad des Raums, der einem durchschnittlichen akustischen „Grauton“ der Begrenzungsflächen entspricht. Der mittlere Schallabsorptionsgrad (α_m) eines Raums ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\alpha_m = A/\Sigma S_i$$

wobei S_i der Flächeninhalt der i-ten Teilfläche der Raumbegrenzungsflächen in m² ist.

Der mittlere Schallabsorptionsgrad gibt unabhängig von der Größe des Raums Auskunft über das Ausmaß seiner Schallabsorption. Da die akustischen Eigenschaften aller Dinge frequenzabhängig sind, werden die Nachhallzeit und die davon abgeleiteten Größen entsprechend bestimmt und berechnet. Betrachtet werden die sechs Oktavbänder mit den Mittelfrequenzen 125 Hz bis 4 000 Hz.

Aus den erwähnten Nachhallmessungen ergibt sich das in den Diagrammen 2 und 3 dargestellte Ergebnis für die Werte des mittleren Schallabsorptionsgrades der untersuchten Räume.

Werden alle Räume betrachtet (Diagramm 2), so ergibt sich in den besonders bedeutenden Oktavbändern 500 Hz bis 2 000 Hz ein Medianwert des Schallabsorptionsgrads α_m von etwa 0,16 bis 0,17. Für 75 % der Räume liegen die Werte unter etwa 0,23.

Lässt man die Messergebnisse jener Räume aus, bei denen eindeutig nachvollzogen werden konnte, dass bereits raumakustische Maßnahmen durchgeführt wurden, so ergibt sich Diagramm 3.



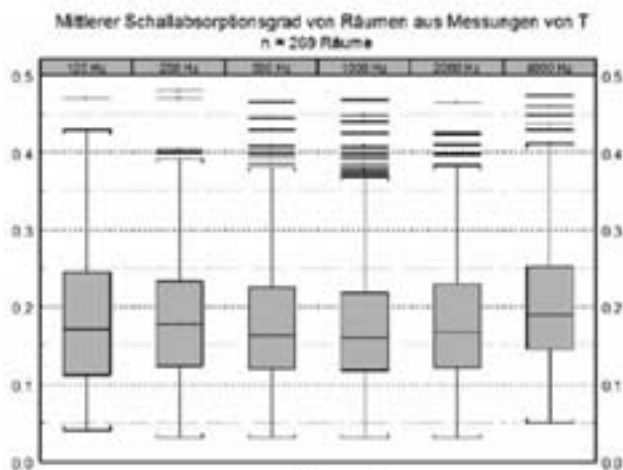


Figure 2

Diagramm 2: Mittlerer Schallabsorptionsgrad von Räumen aus Messungen von T (gemessene Nachhallzeit) für 269 Räume

Der Medianwert des mittleren Schallabsorptionsgrads in den Oktavbändern 500 Hz bis 2 000 Hz liegt nun bei 0,15 und in 75 % der Räume liegt er unter etwa 0,18. Die Erfahrung zeigt aber, dass eine für die Lärminderung ausreichende Schallabsorption erst bei einem Wert von α_m ab etwa 0,35 oder mehr zu erwarten ist.

Um diesen Wert zu erreichen, müssen Begrenzungsflächen des Raums, üblicherweise die Decke weitestgehend und eventuell Teilflächen der Wände, schallabsorbierend verkleidet werden. Oft scheitert daher eine nachträgliche Sanierung eines Arbeitsraums am unverhältnismäßig großen Aufwand, besonders wenn dieser auf die gerade gegebene Betriebssituation bezogen wird. Bei entsprechend frühzeitiger Berücksichtigung im Zuge der Planung des Raums hätte jedoch die ausreichende Schallabsorption mit geringem Mehraufwand bei dessen Errichtung hergestellt werden können. Daher wäre es sinnvoll, Mindestanforderungen an die Schallabsorption in Arbeitsräumen zu formulieren, die bereits vom Planer berücksichtigt werden können.

In der Norm EN ISO 11690 ⁽³⁴⁾ werden zur Beschreibung der Raumakustik z. B. die Schallpegelabnahme mit der



Figure 3

[Diagramm 3: Mittlerer Schallabsorptionsgrad von Räumen aus Messungen von T (gemessene Nachhallzeit) für 221 Räume „ohne Maßnahmen“]

⁽³⁴⁾ Acoustics – recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery [Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten].

Entfernungsverdopplung und die Nachhallzeit des Raums verwendet. Dazu müsste aber die äquivalente Absorptionsfläche des fertig eingerichteten Raums berechnet werden, um eine Voraussage treffen und die berechneten Werte mit den Empfehlungen vergleichen zu können. Das setzt aber voraus, dass bei der Planung jedes Arbeitsraums ein Fachmann für Akustik die entsprechenden, eher aufwändigen Berechnungen durchführt.

In der österreichischen Norm ÖNORM B 81153 ⁽³⁵⁾ wird die äquivalente Absorptionsfläche des Raums wie folgt definiert:

$$A = A_B + A_E + A_P + A_L$$

mit

A_B die äquivalente Absorptionsfläche der Begrenzungsflächen in m^2

A_E die äquivalente Absorptionsfläche der Einrichtung in m^2

A_P die äquivalente Absorptionsfläche der Personen im Raum in m^2

A_L die äquivalente Absorptionsfläche der Luft in m^2

Das Anspruchsvolle daran, den Wert von A eines Raumes vorzuberechnen, liegt darin, zutreffende Werte für alle vier hier genannten Bestandteile einzusetzen bzw. das Zusammenwirken dieser Bestandteile (z. B. nach EN ISO 12354-6) vorzuberechnen. Viel leichter ist es, allein die äquivalente Absorptionsfläche der Begrenzungsflächen A_B zu berechnen. Sie ergibt sich aus:

$$A_B = \sum S_i \cdot \alpha_i$$

mit

S_i der Flächeninhalt der i -ten Teilfläche der gesamten Raumbegrenzungsflächen in m^2

α_i der Schallabsorptionsgrad der i -ten Teilfläche der gesamten Raumbegrenzungsflächen

Für α_i werden die Werte des praktischen Schallabsorptionsgrads ⁽³⁶⁾ von geprüften schallabsorbierenden Konstruktionen oder die typischen Mindestwerte für Beton, Fenster oder Bodenbeläge ⁽³⁷⁾ eingesetzt. Mit der Auswahl der Beschaffenheit der Begrenzungsflächen des Raums ist A_B für den Planer berechenbar. Analog zur Berechnung des mittleren Schallabsorptionsgrads des gesamten Raumes α_m kann aus A_B ein mittlerer Schallabsorptionsgrad der Begrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ berechnet werden aus:

$$\alpha_{m,B} = A_B / \sum S_i$$

Sowohl die Erfahrung als auch umfangreiche von Frau Prof. Dr. Judith Lang durchgeführte Berechnungen zeigen, dass ein Wert von etwa 0,25 für $\alpha_{m,B}$ erforderlich ist, um einen Wert des mittleren Schallabsorptionsgrads α_m von etwa 0,35 im eingerichteten Arbeitsraum zu erreichen.

Bei der Fassung von ÖNORM B 81153 von 1996 und – soweit absehbar – auch in der derzeit in Bearbeitung stehenden Fassung dieser Norm werden für beide mittlere Schallabsorptionsgrade frequenzabhängig Mindestwerte für eine ausreichende Schallabsorption in Arbeitsräumen festgelegt. Der mittlere Schallabsorptionsgrad des Raums α_m ist besonders als Kriterium für die Beurteilung der Raumakustik bestehender Räume geeignet. Er könnte aber auch als bei der Planung zu erfüllendes Kriterium herangezogen werden, wenn die dafür notwendigen Berechnungen in Kauf genommen werden.

Für den Planer hat aber der mittlere Schallabsorptionsgrad der Begrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ als Kriterium den Vorteil, dass für seine Anwendung nur die Flächeninhalte der Teilflächen der Raumbegrenzungsflächen sowie die Werte ihres Schallabsorptionsgrads bestimmt werden müssen. Die dann notwendigen Berechnungen

⁽³⁵⁾ Schallschutz und Raumakustik im Hochbau – Raumakustik.

⁽³⁶⁾ EN ISO 11654.

⁽³⁷⁾ Angegeben in EN ISO 12354-6.



können als einfach bezeichnet werden und erfordern keinen Akustikfachmann.

Der mittlere Schallabsorptionsgrad der Begrenzungsflächen $\alpha_{m,B}$ würde sich auch als Kriterium für die Festlegung von Mindestwerten in gesetzlichen Vorschriften sehr gut eignen, weil damit die notwendige Grundlage für eine ausreichende Schallabsorption geschaffen wird, ein rechnerischer Nachweis über die entsprechende Auswahl der Konstruktionen und Bemessung der schallabsorbierenden Flächen erbracht und dieser Nachweis beim Einreichen von Unterlagen ebenfalls ohne besondere akustische Vorbildung überprüft werden kann. Eine Überprüfung im fertig gestellten Raum, die im Zweifelsfall notwendig sein könnte, müsste in jedem Fall von einem Fachmann durchgeführt werden, dem aber die eventuell erforderlichen aufwändigeren Berechnungen zuzumuten sind.

FALLSTUDIE – VERKÜRZUNG DER NACHHALLZEIT

Eine Firma, die Anhänger und Spezialaufbauten herstellt, errichtete eine neue Fertigungshalle. Es zeigte sich sehr bald, dass es darin sehr unangenehm laut war.

Auch wenn hauptsächlich Montagearbeiten durchgeführt werden, so kommen zwischendurch auch Winkelschleifer, Hammer, Bohrmaschine und Schlagschrauber zum Einsatz.

Die Schallabsorption der Halle war sehr gering. Der aus einer Nachhallmessung ermittelte mittlere Schallabsorptionsgrad in den

Oktavbändern 500 Hz bis 2 000 Hz lag zwischen 0,14 und 0,11. Bei Durchführung entsprechender raumakustischer Maßnahmen wäre eine Erhöhung der Schallabsorption durchaus möglich. Diejenigen Mitarbeiter, die mit Winkelschleifer, Hammer, Bohrmaschine und Schlagschrauber arbeiten, können sich aber trotzdem nur durch einen persönlichen Gehörschutz vor einer Gehörgefährdung schützen. Eine verbesserte Raumakustik kann ihnen bei diesen Arbeiten nicht helfen. Nutznießer wären aber alle anderen Personen, die sich in der Halle aufhalten, weil sie keinen Gehörschutz brauchen, wenn in einiger Entfernung jemand gerade ein Teil bearbeitet.

Zunächst wurden von der Decke würfelförmige Schallabsorber abgehängt, und es wurde eine zweite Nachhallmessung durchgeführt. Aufgrund der Ergebnisse dieser Messung wurde die Verkleidung einiger Wandflächen empfohlen, was mit schallabsorbierenden Mehrschichtplatten realisiert wurde. Die abschließende Nachhallmessung ergab den erwarteten mittleren Schallabsorptionsgrad von 0,30. Die Verbesserung ist so deutlich, dass von weiteren raumakustischen Maßnahmen abgesehen werden kann.

Eine mehr als ausreichende Schallabsorption kann bereits bei der Planung und Errichtung einer Halle verwirklicht werden. Um die Lärmsituation an sehr vielen Arbeitsplätzen wesentlich zu verbessern, manchmal sogar erst annehmbar zu machen, wäre die nachträgliche Sanierung durch entsprechende raumakustische Maßnahmen zweckmäßig oder gar unerlässlich. Noch wichtiger wäre es aber, wenn die Planer von Arbeitsräumen die Tatsache berücksichtigen würden, dass der Mensch nicht nur Augen, sondern auch Ohren hat.

Abbildungen der Fallstudie





RAUMAKUSTISCHE MASSNAHMEN IN WERKSTÄTTEN FÜR BEHINDERTE

Bei der Untersuchung von Schutzmaßnahmen für Arbeitnehmer müssen die besonderen Anforderungen bestimmter Gruppen von Arbeitnehmern berücksichtigt werden. Schwangere Arbeitnehmerinnen bilden eine Gruppe, die besondere Präventionsmaßnahmen benötigt, Arbeitnehmer mit Behinderungen sind eine weitere Gruppe.

EINLEITUNG

Zum Schutz der Arbeitnehmer gegen die Gefährdung von Gesundheit und Sicherheit durch Lärm am Arbeitsplatz existieren seit 1986 für die Mitgliedstaaten der EWG einheitliche Mindestvorschriften (Richtlinie 86/188/EWG) ⁽³⁸⁾. Zu diesem Zeitpunkt nahm die Lärmschwerhörigkeit bereits einen Spitzenplatz in der Statistik der jährlich neu registrierten beruflich verursachten Erkrankungen ein.

Die Arbeitgeber wurden verpflichtet, die Lärmeinwirkung auf die Beschäftigten zu ermitteln und hinsichtlich der festgesetzten Grenzwerte für die tägliche persönliche Exposition zu bewerten. Bei Überschreiten des Grenzwertes von 90 dB(A) muss der Arbeitgeber ein Programm technischer oder organisatorischer Maßnahmen zur Senkung der Lärmeinwirkung auf das in der Praxis erreichbare Niveau aufstellen und ausführen.

Die Richtlinie weist besonders auf die praktische Erfahrung hin, dass Lärminderung am effektivsten bereits in der Planungsphase von Arbeitsstätten durch die Auswahl lärmgeminderter Maschinen und Geräte, lärmärmer Arbeitsverfahren und -methoden und weniger lärmintensiver Materialien, bevorzugt direkt an den Lärmquellen, zu erreichen ist (kollektive Schutzmaßnahmen). Erlaubt der Stand der Lärminderungstechnik nicht die vollständige Beseitigung der Lärmgefährdung, so sollen Persönliche Schutzausrüstungen (Gehörschutz) die Exposition unter die Grenze von 85 dB(A) senken (individuelle Schutzmaßnahmen). Diese bereits 1986 für den Lärmschutz geltenden Prinzipien wurden 1989 als generelle Orientierung in die neue Rahmenrichtlinie 89/391/EWG zum Schutz der Sicherheit und der Gesundheit der Arbeitnehmer bei der Arbeit übernommen ⁽³⁹⁾.

Eine überarbeitete Fassung der Lärmschutzrichtlinie aus dem Jahre 1986 trat als 17. Einzelrichtlinie zur Rahmenrichtlinie im Jahre 2003 in Kraft (Richtlinie 2003/10/EG) ⁽⁴⁰⁾. Sie ist bis spätestens 2006 in nationales Recht umzusetzen und löst damit die bisher geltenden Vorschriften aus dem Jahre 1986 ab. Im Grunde wird sich außer den

herabgesetzten Grenzen auf 87 dB(A) als Expositionsgrenzwert und 85 dB(A) bzw. 80 dB(A) als oberer und unterer Auslösewert nichts Wesentliches verändern.

In Deutschland sind Lärmschutzvorschriften für Arbeitsplätze im Sinne der Richtlinie aus dem Jahre 1986 bereits 1974 in Kraft gesetzt worden. Auch hier gilt der Vorrang technischer und/oder organisatorischer Maßnahmen, bevorzugt an der Quelle, entsprechend dem Stand der Lärminderungstechnik. Außerdem wird verlangt, auch die Arbeitsräume durch raumakustische Maßnahmen in den technischen Lärmschutz einzubeziehen. Es ist allgemein bekannt, dass in herkömmlicher Bauweise errichtete Arbeitsräume die unmittelbar von den Maschinen ausgehende Lärmemission durch mehrfache Reflektion des Schalls an Wänden, Fußboden und Decke erhöhen. Die am Maschinenarbeitsplatz vom Hersteller ermittelten und (entsprechend Maschinenrichtlinie 98/37/EG) ⁽⁴¹⁾ angegebenen Kennwerte der Geräuschemission sind der Vergleichbarkeit wegen um diesen Raumeinfluss bereinigte Werte. Um bei der Planung abschätzen zu können, ob mit einem Lärm Arbeitsplatz zu rechnen ist, muss dieser Raumanteil wieder hinzu gerechnet werden. Er beträgt im Mittel für herkömmliche Arbeitsräume ca. 5 dB(A). Es ist das Ziel raumakustischer Verbesserungsmaßnahmen, diese durch Reflektion bewirkte Lärmerhöhung auf 1 bis 2 dB(A) zu reduzieren. Da in Werkstätten für Behinderte (Ausbildung und Produktion) ein besonderer Bedarf für die akustische Kommunikation besteht, kann die Benutzung von Gehörschutz Probleme bereiten. Deshalb hat dort die Anwendung wirksamer raumakustischer Maßnahmen eine besondere Bedeutung. Über diese Problematik und ein nachahmenswertes Modell effektiver raumakustischer Gestaltung von Werkstätten soll nachfolgend berichtet werden.

BESONDERE BEDEUTUNG VON RAUMAKUSTIK FÜR BEHINDERTENWERKSTÄTTEN

Die Ausbildung behinderter Menschen entsprechend ihren speziellen Fähigkeiten und die Ermöglichung einer späteren Berufstätigkeit sind eine hohe soziale Verpflichtung für die Gemeinschaft aller Menschen. Behinderte Menschen bedürfen der besonderen Förderung und des besonderen Schutzes gegenüber der Gefährdung ihrer Sicherheit und Gesundheit am Arbeitsplatz. Es ist deshalb gerechtfertigt, behinderte Menschen in den besonderen Schutz für Risikogruppen entsprechend Artikel 15 der Rahmenrichtlinie 89/391/EWG einzubeziehen. Die neue Lärmschutzrichtlinie 2003/10/EG verlangt mit Bezug auf diese Vorschrift in Artikel 5(5) vom Arbeitgeber die Anpassung der Lärmschutzmaßnahmen an die Erfordernisse der besonders gefährdeten Risikogruppen.

Was ist dem entsprechend beim Lärmschutz in den Werkstätten für Behinderte besonders zu beachten? Behinderte brauchen

⁽³⁸⁾ Richtlinie 86/188/EWG des Rates vom 12. Mai 1986 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Lärm am Arbeitsplatz (ABl. L 137 vom 24.5.1986, S. 28-34).

⁽³⁹⁾ Richtlinie 89/391/EWG des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit (ABl. L 183 vom 29.6.1989, S. 1-8).

⁽⁴⁰⁾ Richtlinie 2003/10/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm) (17. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 42 vom 15.2.2003, S. 38-44).

⁽⁴¹⁾ Richtlinie 98/37/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juni 1998 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten für Maschinen (ABl. L 207 vom 23.7.1998, S. 1-46).



wesentlich mehr Anleitung und Betreuung als nicht behinderte Beschäftigte.

Das bedeutet u. a. intensivere akustische Kommunikation. Der Lärm, wie er z. B. in Werkstätten der Metall- und Holzbearbeitung entsteht, behindert die akustische Kommunikation beträchtlich. Die Betreuer müssen mit erhöhtem Stimmaufwand sprechen und die Behinderten haben wesentlich mehr Schwierigkeiten, das Gesprochene zu verstehen. Für die Betreuer entsteht damit die Gefahr, ihre Stimme zu überlasten. Die vorzeitige Aufgabe der Betreuungstätigkeit wegen Sprechstörungen kann die Folge sein. Die Behinderten können Belehrungen und Anweisungen missverstehen. Die Folge davon sind häufigere Fehler in der Arbeitsausführung oder sogar Unfälle, wenn eine Gefährdung nicht rechtzeitig erkannt wurde. Raumakustisch nicht verbesserte Werkstätten werden infolge der Schallreflektion oft als „hallig“ empfunden. Kennzeichnend dafür ist eine große Nachhallzeit. Die Folge der Halligkeit ist eine Beeinträchtigung der akustischen Orientierungsfähigkeit. Vor allem unbekannte Geräuschquellen können weniger gut geortet werden. Ein Gefühl erhöhter Unsicherheit entsteht, das durch häufiges Umsichschauen kompensiert wird. Damit erhöht sich die Unfallgefahr durch Ablenkung. Die raumakustischen Verbesserungsmaßnahmen beseitigen auch diesen Nachteil. Die akustische Orientierungsfähigkeit wird verbessert und schafft damit das erforderliche Sicherheitsempfinden, auch ohne Sichtkontakt unbekannte Geräuschquellen räumlich zu orten.

Diese lärmbedingten Probleme entstehen nicht erst beim Erreichen des Gehörschädigungsgrenzwertes der Lärmschutzvorschriften, sondern bereits bei niedrigeren Schallpegeln oberhalb 70 dB(A). Es gilt deshalb, die Räume, in denen Behinderte tätig sind, generell raumakustisch so zu verbessern, dass optimale physikalische Voraussetzungen für die sprachliche Kommunikation und die akustische Orientierung bestehen. Dies ist für bereits existierende Werkstätten nachträglich mit relativ geringem zusätzlichem Aufwand erreichbar. Am wirtschaftlichsten ist es aber, wenn die raumakustischen Anforderungen schon im Planungsstadium vor der Errichtung der Werkstätten berücksichtigt werden.

Typische Lärmverursacher sind in den Behindertenwerkstätten Metall- und Holzbearbeitungsprozesse. Dort sollten generell raumakustische Maßnahmen, auch nachträglich bei bereits in Betrieb genommenen Arbeitsräumen, durchgeführt werden. Bei Neubauten ist zu berücksichtigen, dass sich die Art der Arbeitsaufträge für die Behindertenwerkstätten häufig ändert, so dass kurzfristig neue, lärmintensive Arbeitsplätze eingerichtet werden müssen. Erfahrungsgemäß werden dafür oft bisher ruhige Montageräume genutzt, ohne dass dort die notwendigen raumakustischen Anforderungen erfüllt sind. Mit Blick auf eine voraussehbare ca. 20-jährige Nutzung neu errichteter Werkstätten und unter Berücksichtigung einer möglichst flexiblen Anpassung an eine sich verändernde Auftragslage wird deshalb empfohlen, sämtliche Arbeitsräume, auch diejenigen, in denen zunächst keine lärmintensiven Arbeitsprozesse durchgeführt werden, entsprechend den nachstehend beschriebenen raumakustischen Anforderungen zu gestalten.

RAUMAKUSTISCHE GESTALTUNGSKRITERIEN FÜR BEHINDERTENWERKSTÄTTEN

In gemeinsamen Lärmschutzprojekten haben das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz (BGIA) ⁽⁴⁾ und die zuständige Unfallversicherung (Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege – BGW) in zahlreichen Behindertenwerkstätten raumakustische Verbesserungsmaßnahmen erprobt und daraus die Kriterien für eine optimale Gestaltung entwickelt.

⁽⁴⁾ <http://www.hvbg.de/d/bia/>.

Dem entsprechend sollte der mittlere Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha}$ in den Arbeitsräumen mindestens 0,3 erreichen. D. h., dass die Schallabsorptionswirkung der Raumbegrenzungsflächen Fußboden, Wände/Fenster und Decke gemeinsam im Mittel mindestens 30 % beträgt. In raumakustisch nicht behandelten Arbeitsräumen in herkömmlicher Bauart liegt dieser Wert erfahrungsgemäß bei ca. 8 % bis 10 % ($\bar{\alpha} = 0,08$ bis $\bar{\alpha} = 0,1$). Da weder der Fußboden, noch die Fensterflächen für eine Verbesserung der Schallabsorptionswirkung genutzt werden können, ist es üblich, zusätzliche hoch Schall absorbierende Flächen an der Decke anzubringen. Die dazu verwendeten Schallabsorptionsmaterialien sollten in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz und 4000 Hz einen Schallabsorptionsgrad $\bar{\alpha} \geq 0,9$ haben. Entsprechende Kennzahlen werden von den Lieferanten des Schallabsorptionsmaterials zur Verfügung gestellt.

In einer Werkstatt, die in dieser Weise raumakustisch optimiert wurde, kann zur Kontrolle die Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdoppelung mit einer punktförmigen Testschallquelle auf einem Messpfad von mindestens 6 Meter Länge (Messpunkte bei 0,75 m, 1,5 m, 3 m und 6 m Abstand von der Schallquelle) ermittelt werden. Sie sollte als Mittelwert über die drei Differenzen, die sich aus den vier Messwerten errechnen lassen, mindestens 4 dB(A) betragen. Führt man diese Messung in einem bereits vorhandenen, aber nicht mit zusätzlichem Schall absorbierenden Flächen ausgestatteten Raum durch, so betragen die Werte der Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdoppelung in der Regel nur 1,5 dB(A) bis 2 dB(A). Zum Vergleich: Bei der Messung der Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdoppelung im Freien, also ohne Schall reflektierende Raumflächen, liegt dieser Wert bei 6 dB(A).

Mit diesen Erfahrungswerten, die sich in zahlreichen Behindertenwerkstätten in Deutschland in der Praxis bereits bewährt haben, sind die erforderlichen Schall absorbierenden Flächen zu berechnen. Bei Neubauten sollten sie in die Decken- und Wandgestaltung direkt integriert bzw. bei existierenden Arbeitsräumen als abgehängte Decke angebracht werden.

BEISPIELE VERBESSERTER RAUMAKUSTIK IN BEHINDERTENWERKSTÄTTEN

Für Behindertenwerkstätten, sofern sie nicht in vorhandenen alten Fabrikgebäuden untergebracht sind, werden in der Regel flache, eingeschossige Hallen errichtet. Architektonisches Grundmuster sind häufig Beton- oder Stahlskelettkonstruktionen, die mit Stahltrapezblech-Dächern abgedeckt werden. Die Wandflächen werden mit Betonplatten oder Stahlpaneelen und Fenstern ausgefüllt.

Eine neu errichtete Holzbearbeitungs-Werkstatt (Abbildung 1; flache Industriehalle, Betonskelettbau, Decke aus Stahltrapezblech, Oberlichter in der Decke) erwies sich nach Inbetriebnahme als sehr hallig. Der Maschinenlärm lag oberhalb der Gehörschädigungsgrenze, so dass Gehörschutz benutzt werden musste. Die Messung der Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdoppelung ergab einen Mittelwert von 2 dB(A). Der vorhandene mittlere Schallabsorptionsgrad aller Raumbegrenzungsflächen wurde deshalb zu $\bar{\alpha} = 0,1$ (entsprechend 10 %) angenommen. Um den erforderlichen mittleren Schallabsorptionsgrad von $\bar{\alpha} = 0,3$ zu erreichen, musste demnach eine zusätzliche Schall absorbierende Fläche in der Größe von 20 % der Rauminnenfläche angebracht werden.

Als hoch Schall absorbierendes Material wurden selbst tragende Mineralwolleplatten mit Vliesoberfläche gewählt, die das Kriterium des Schallabsorptionsgrades $\alpha > 0,9$ im Frequenzbereich 500 Hz bis 4000 Hz (Oktavband-Mittenfrequenzen) erfüllen. Die Platten wurden in ein leichtes Aluminium-Schienenraster eingelegt und mit ca. 0,5 m Abstand von der Decke abgehängt.



Unterhalb der Oberlichter wurden lichtdurchlässige Kunststoffgitter an Stelle der Schallabsorptionsplatten in das Trägerraster eingelegt. Für die Rückführung der an den Maschinen abgesaugten



Abbildung 1: Abgehängte Schall absorbierende Deckenfläche in der Holzbearbeitungswerkstatt

Luft, die von der Decke aus nach unten erfolgte, stellt die Schall absorbierende Deckenabhangung kein Hindernis dar. Die anschließende Kontrolle der Schallausbreitungsminderung je Abstandsverdopplung ergab einen Mittelwert von 4 dB(A).

Kostengünstiger ist die Integration der zusätzlichen Schallabsorptionsflächen in die Deckengestaltung bereits in der Bauplanungsphase. Dies erfolgte für eine Metallbearbeitungswerkstatt für eine Halle in Stahlskelettausführung durch die Auswahl der Stahltrapezblechdecke in einer Schall absorbierenden Ausführung (Abbildung 2).

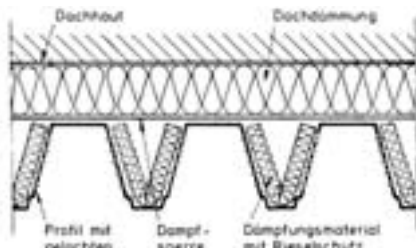


Abbildung 2

Schall absorbierende Stahltrapezblech-Deckenelemente: In diesem Querschnitt wird die Deckenisolierung zwischen das Dachblech und die Trägerschicht eingeführt. Darunter folgt das V-

förmige Profil mit gelochten Stegen, das das Schall absorbierende Material enthält, welches zum Schutz gegen das Herabrieseln von Fasern mit einer schalldurchlässigen Folie umwickelt ist.

Da wegen der Tragfunktion der Decke nur ein Teil der Metalloberfläche gelocht werden kann, hat die Deckenunterseite geringere Schallabsorptionsgrade zwischen $\alpha = 0,75$ bei 500 Hz und $\alpha = 0,55$ bei 4000 Hz. Dies ist aber, verglichen mit der nahezu vollständigen Schallreflektion bei der ungelochten Stahltrapezblechdecke, wie sie in der vorher beschriebenen Holzbearbeitungswerkstatt verwendet wurde, ein bedeutender Vorteil. Bereits ohne weitere, zusätzliche Schallabsorptionsflächen errechnet sich der mittlere Schallabsorptionsgrad in der flachen Halle zu $\alpha = 0,25$. Es sind nur noch wenige zusätzliche Schall absorbierende Flächen an den Wänden nötig, um den mittleren Schallabsorptionsgrad von $\alpha = 0,3$ zu erreichen.

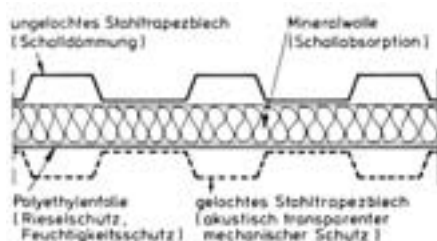


Abbildung 3

Mineralwolle zugleich zur Schallabsorption genutzt wird. Im Vergleich zur Stahltrapezblechdecke kann hier eine größere Fläche gelocht

werden, so dass die Schallabsorptionsgrade für die Wandausführung zwischen $\alpha = 0,9$ bei 500 Hz und $\alpha = 0,7$ bei 4000 Hz liegen. Abbildung 4 zeigt die fertig eingerichtete Metallbearbeitungswerkstatt mit der Schall absorbierenden Decke (Detailansicht der Deckenelemente in Abbildung 5).

Schall absorbierende Stahltrapezblech-Wandelemente: In diesem Querschnitt befindet sich das ungelochte Stahltrapezblech (Schalldämmung) über dem Abschnitt mit der Mineralwolle (Wärmeabdichtung, Schallabsorption), mit einer Schicht aus schalldurchlässiger Polyethylenfolie – Feuchtigkeitsschutz und Schutz gegen das Herabrieseln von Fasern – über dem gelochten Stahltrapezblech, das mechanischen Schutz bietet. Es kann eine größere Fläche dieser Wand perforiert gestaltet werden als im Falle der Stahltrapezblech-Deckenelemente, was bedeutet, dass mit dieser Art Wand ein mittlerer Schallabsorptionsgrad zwischen 0,9 bei 500 Hz und 0,7 bei 4 000 Hz erzielt wird.



Abbildung 4: Metallwerkstatt mit Schall absorbierender Stahltrapezblechdecke



Abbildung 5: Detailansicht der Schall absorbierenden Stahltrapezblechdecke

In beiden Fällen mit der zusätzlich abgehängten Schall absorbierenden Decke und bei der kostengünstigeren Wahl von Decken- und Wandelementen mit integrierter Schallabsorption konnten die für die Beschäftigung Behinderter in lärmintensiven Fertigungsbereichen angestrebten günstigen raumakustischen Bedingungen voll erreicht werden.



Esko Toppila, Heli Laitinen and Ilmari Pyykkö

DIE AUSWIRKUNGEN VON LÄRM AUF KLASSISCHE MUSIKER

In der heutigen Gesellschaft kommt der Sprachkommunikation wachsende Bedeutung zu. Hörprobleme erschweren die Verständigung – insbesondere in einer lauten Arbeitsumgebung. Für den klassischen Musiker ist das Gehör ein sehr wichtiger Sinn; selbst bei geringfügigen Beeinträchtigungen erhöht sich die Stressbelastung und sinkt die Arbeitszufriedenheit. Der Musik- und Unterhaltungssektor steht im Hinblick auf die Lärmbelastung der Arbeitnehmer insofern vor besonderen Herausforderungen, als die Aufgabe vieler Beschäftigter in diesem Sektor gerade darin besteht, Geräusche zu erzeugen. Der vorliegende Beitrag beleuchtet verschiedene Problemfelder im Zusammenhang mit der Lärmexposition von Musikern.



FINNISCHES INSTITUT FÜR
ARBEITSGESUNDHEIT

LÄRMBELASTUNG IM KLASSISCHEN MUSIKBETRIEB

Wenngleich „Lärm“ aus Sicht der Musiker sicherlich nicht die richtige Bezeichnung ist, wird der Begriff in diesem Beitrag durchgehend verwendet. Der Akustiker definiert Lärm als unerwünschten oder Störungen (am Gehör) verursachenden Schall. In diesem Sinne ist es durchaus berechtigt, auch bei klassischer Musik von Lärm zu sprechen. Unter Musikern herrscht allerdings die Überzeugung, dass klassische Musik keinen Hörverlust hervorrufen kann und deshalb auch nicht als Lärm zu bezeichnen ist.

Messungen haben ergeben, dass klassische Musiker recht hohen Lärmpegeln ausgesetzt sind (siehe Tabelle). Die Exposition tritt während Vorstellungen, Orchesterproben und Einzelproben auf. Messungen zeigen auch, dass all diese Faktoren gleichermaßen zur Gesamtexposition beitragen. Die typische tägliche Expositionsdauer beträgt bei Musikern etwa fünf bis sechs Stunden.

Typische Expositionspegel der Musiker eines Opernorchesters

Instrument	Exposition [dB(A)]
Violine	86
Cello	86
Kontrabass	83
Querflöte/Piccoloflöte	95
Sonstige Holzblasinstrumente	89
Blechblasinstrumente	92–94
Harfe	87
Schlaginstrumente	95

⁽⁴³⁾ <http://www.ttl.fi/internet/>.

⁽⁴⁴⁾ <http://www.tays.fi/>.

GEHÖRBEIINTRÄCHTIGUNGEN BEI MUSIKERN

Qualifizierte Studien zum Thema Hörverlust bei klassischen Musikern erbrachten widersprüchliche Ergebnisse. Zahlreiche Forschungsarbeiten ergaben, dass das Hörvermögen von Musikern in etwa dem der nicht exponierten Bevölkerung entspricht. Bei einigen Forschungsarbeiten wurden durch audiometrische Messungen Anzeichen eines lärmbedingten Hörverlusts festgestellt. Zusammenfassend lässt sich allerdings feststellen, dass der Hörverlust bei klassischen Musikern weniger stark ausgeprägt ist, als nach den Expositionsmessungen zu erwarten gewesen wäre.

Bei Musikern tritt ein Verlust der Hörfähigkeit häufig in Verbindung mit chronischem Tinnitus auf. Beide Symptome sind nicht heilbar. Manchmal sind von chronischem Tinnitus Betroffene allerdings nach Jahren plötzlich wieder symptomfrei. Mittlerer bis schwerer Hörverlust hat Sprachstörungen und verringerte Spracherkennungsfähigkeit zur Folge. Eingeschränkte Fähigkeit zu sprachlicher Verständigung stellt ein soziales Handicap dar. Zudem wird durch Hörverlust die Wahrnehmung von Warnsignalen, Umgebungsgeräuschen und Musik eingeschränkt. Hörverlust kann damit zu sozialer Isolation, verminderter Arbeitsproduktivität und Arbeitsmotivation sowie zu einer Zunahme von Arbeitsunfällen führen. Bei Hörverlust fällt es Musikern insbesondere schwer, bei Proben richtig zu spielen und das gesprochene Wort zu verstehen.

Hörverlust kann sich über Jahre hinweg verstärken, bis er wahrgenommen wird. In manchen Fällen treten Hörverlust und Tinnitus jedoch auch ganz plötzlich auf. In jüngster Zeit wurden in Finnland gleich mehrere Fälle von Musikern im klassischen Musikbetrieb bekannt, die nach dem Einsatz extrem hoher Geräuschvolumina als Begleiterscheinung unter Tinnitus litten.

Weniger Aufmerksamkeit wird den „geringfügigeren“ Gehörsymptomen wie chronischer Tinnitus, Hyperakusis und vorübergehender Tinnitus nach dem Musizieren gewidmet. Durch derartige Symptome kann jedoch die Arbeitsfähigkeit von Musikern beeinträchtigt werden, daher sollte diesen Symptomen als wichtigem Aspekt der Gesundheitsfürsorge bei Musikern Rechnung getragen werden.

Einer in Finnland durchgeführten Studie zufolge trat bei 41 % der befragten Musiker nach Orchesterproben und bei 18 % nach Einzelproben vorübergehender Tinnitus auf. Weitere 15 % litten unter chronischem Tinnitus. Gegenüber den Werten von Umfragen unter der Bevölkerung, bei denen 15 % angaben, gelegentlich unter Tinnitus zu leiden und 2 % über chronischen Tinnitus berichteten, erscheinen diese Zahlen recht hoch. Tinnitus ist zwar ein lästiges Symptom, verursacht aber nur selten Behinderungen; schlimmstenfalls kann Tinnitus Schlafstörungen verursachen.

Nahezu die Hälfte der befragten Musiker klagte über Hyperakusis (43 %). Als Symptome wurden scharfe, stechende Schmerzen, reißende, krächzende, kreischende Schmerzen, Druckgefühl, Geräuschverzerrung, Brummen im Kopf, Ohrdruck, Übelkeit und Wärmegefühl im Ohr angegeben.

Bis in die jüngste Zeit hinein galten Beeinträchtigungen des Hörvermögens unter Musikern als Tabuthema. Das erste allgemein anerkannte Symptom war Tinnitus. Zuvor musste allerdings eine Vielzahl an Informationen zusammengetragen werden. Heute äußern sich Musiker freimütig über Tinnitus, unter Kollegen wird jedoch nach





wie vor nur ungern über Hörverlust und andere Symptome gesprochen. Forschungsarbeiten über das Gehör von Musikern wurden daher erst spät in Angriff genommen.

DAS VERHÄLTNISS VON MUSIKERN ZU IHRER TÄTIGKEIT

Musiker lieben ihre Arbeit. Laut der Studie halten 78 % der befragten Musiker ihre Tätigkeit für inspirierend und bedeutsam, für 80 % ist Musik Passion. Trotzdem geben 40 % an, dass die Arbeit für sie anstrengend ist. Auch die Stressbelastung ist hoch – lediglich 5 % empfinden überhaupt keinen Stress, 33 % leiden erheblich unter Stress. Stress hat für Musiker viele Ursachen, wie enge Zeitpläne und Gesundheitsprobleme im Allgemeinen. Musiker, die mehr unter Stress leiden, fühlen sich gesundheitlich stärker angeschlagen als die weniger durch Stress belasteten.

Das Verhältnis von Musikern zu ihrer Tätigkeit

Die Studie ergab Folgendes:

- 38 % der Musiker empfanden Orchesterproben und Aufführungen als laut;
- 15 % der Musiker empfanden Einzelproben als laut;
- 70 % der Musiker machten sich Sorgen um ihr Gehör.

GEHÖRSCHUTZ FÜR MUSIKER

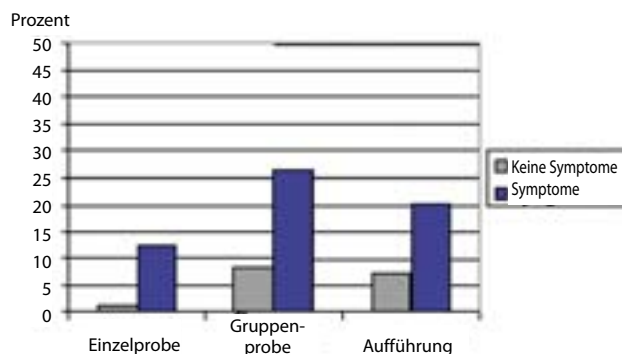
Speziell für Musiker wurde ein Gehörschutz mit flacher Dämpfungskurve entwickelt. Die meisten Ausführungen werden speziell an den Träger angepasst, es gibt allerdings auch wiederverwendbare Ohrstöpsel. Zwar stellen viele Orchester ihren Musikern kostenlos Ohrstöpsel zur Verfügung, doch werden diese meist schon nach kurzer Zeit nicht mehr getragen. Musiker, die Gehörschutz verwenden, gaben als Begründung an, sie fürchteten Hörverlust oder Tinnitus. Als weitere Gründe wurden die Vermeidung von Ohrenschmerzen, Schutz des Gehörs vor Ermüdung sowie Stressverringering und geringere Ablenkung angegeben.

Als Gründe gegen das Tragen von Gehörschutz wurden angeführt:

- Beeinträchtigung der individuellen Leistungsfähigkeit;
- Schwierigkeiten beim Hören der Mitspieler;
- unangenehmes Tragegefühl;
- Schwierigkeiten beim Einsetzen;
- bestehende Einschränkung des Hörvermögens erschwert die Verwendung;
- Verständigungsprobleme bei Proben;
- die Überzeugung, dass Musik keine Hörschäden verursachen kann.

Der wichtigste Hinderungsgrund für den Gebrauch von Gehörschutz besteht darin, dass die Musiker in der Lage sein müssen, auch leise Passagen (Pianissimo) und hohe Töne gut zu hören. Bei Hyperakusis ist das Hören im Hochtonbereich eingeschränkt; durch Verwendung von Gehörschutz kann dieses Symptom häufig ausgeschaltet werden. Allerdings beeinträchtigt das Tragen von Gehörschutz aufgrund der starken Dämpfung das Hören im Tieftonbereich, ein Effekt, der besonders dann auftritt, wenn das Gehör bereits geschädigt ist. Ein weiteres Problem beim Tragen von Gehörschutz hängt damit zusammen, wie Schallwellen auf das Gehör übertragen werden. Die Schallwellen, die der Musiker mit seinem eigenen Instrument erzeugt, werden zum Teil durch Knochenleitung übertragen. Die Folge ist, dass die vom eigenen Instrument und den von den Instrumenten der übrigen Orchestermusiker erzeugten Schallwellen in einem anderen Verhältnis auf das Gehör des Musikers übertragen werden als auf das des Publikums. Durch das Tragen von Gehörschutz wird dieses Verhältnis jedoch beeinträchtigt, die Knochenleitung tritt stärker in den Vordergrund. Ein Musiker, der Gehörschutz trägt, muss sich also zunächst an dieses veränderte Verhältnis im Klang zwischen den vom eigenen Instrument und den übrigen Musikern erzeugten Schallwellen gewöhnen. Dies erfordert einige Zeit und setzt ein hohes Maß an Motivation voraus. Durch Gehörschutz mit starker Dämpfung verschärft sich das Problem noch, deshalb sollten Musiker einen Gehörschutz mit möglichst geringer Dämpfung verwenden.

Symptome von Beeinträchtigungen des Hörvermögens sind für Musiker offenbar das überzeugendste Argument für das Tragen von Gehörschutz. Musiker, bei denen bereits Symptome auftraten, verwenden um bis zu 10 % häufiger einen Gehörschutz als symptomfreie Musiker (siehe Abbildung). Dies lässt darauf schließen, dass viele der genannten Hinderungsgründe überwunden werden können, wenn die Musiker mehr Zeit haben, sich an den Gehörschutz zu gewöhnen. Dennoch wird nur selten ein Gehörschutz getragen. Lediglich 20 bis 25 % der Musiker mit Symptomen für eine verminderte Hörfähigkeit tragen bei Orchesterproben und Aufführungen einen Gehörschutz. Bei Einzelproben ist dieser Anteil noch deutlich niedriger. Aufgrund der sehr geringen Anwendungsquote lässt sich die Wirkung von Gehörschutz kaum messen. Allerdings könnte eine höhere Anwendungsquote, wie im vorstehenden Abschnitt beschrieben, erreicht werden, wenn gute Gründe dafür sprechen, einen Gehörschutz zu tragen.



Die Auswirkung von Symptomen für Beeinträchtigungen des Hörvermögens auf die Verwendung von Gehörschutz durch Musiker bei verschiedenen Anlässen

Symptome für Verminderungen der Hörfähigkeit wirken sich eindeutig auf das Stressempfinden aus. Bei Musikern mit Hörverlust tritt Stress dreimal häufiger auf als bei Musikern mit intaktem Gehör. Bei Hyperakusis ist die Stressrate neunmal höher und bei Tinnitus fünfmal. Auch wird die Arbeitsumgebung von Musikern mit Symptomen drei- bis zehnmals lauter empfunden. Symptome für beeinträchtigtes Hörvermögen haben damit eindeutig negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden von Musikern bei der Arbeit.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die wirtschaftliche Grundlage unserer Gesellschaft und damit die Art und Weise, wie die Menschen ihren Lebensunterhalt erwirtschaften, hat sich in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts tief greifend verändert. Zu den wesentlichen Veränderungen zählen die wachsende Bedeutung von kommunikativen Fähigkeiten und die zunehmende Belastung durch Umgebungslärm. In der Vergangenheit verdienten die Menschen ihren Lebensunterhalt hauptsächlich durch manuelle Arbeit. Heute leben wir zunehmend in einer Dienstleistungsgesellschaft und sind dabei mehr und mehr auf kommunikative Fähigkeiten wie Hören, Sprechen und Sprache angewiesen. Rund 13 % der Einwohner Europas sind von Kommunikationsstörungen betroffen, die in aller Regel auf vermindertes Hörvermögen zurückzuführen sind. Schwerhörigkeit ist die am häufigsten auftretende Behinderung in der westlichen Welt. Sie beeinträchtigt Bildungs- und Arbeitsmarktchancen, Produktivität und Arbeitszufriedenheit und führt zu Isolation und einer deutlichen Minderung der Lebensqualität.

Musiker im klassischen Musikbetrieb bieten ein gutes Beispiel für Menschen, die in hohem Maße auf ihr Gehör angewiesen sind. Das Gehör vermittelt ihnen eine Rückkopplung über ihr Spiel. Außerdem müssen sie bei Proben auf die Anweisungen des Dirigenten hören.

Zurückkehrend zu der Fragestellung, ob klassische Musik als Lärm zu bezeichnen ist oder nicht, ist festzustellen, dass die Beweislage im Falle von Verlust des Hörvermögens zwar widersprüchlich ist, Tinnitus und Hyperakusis jedoch häufig auftreten. Diese Symptome wirken stressverstärkend und erhöhen dadurch das Lärmempfinden. Somit ist klassische Musik per Definition als Lärm zu bezeichnen.



LÄRM IN KINDERBETREUUNGSEINRICHTUNGEN

Palle Voss war in verantwortlicher Position bereits an zahlreichen nationalen und länderübergreifenden Projekten zu Lärm und Vibrationen am Arbeitsplatz beteiligt. Heute ist Palle Voss Chief Executive Officer von AkustikNet A/S, einem auf technische Beratung in Sachen Akustik, Lärm und Vibration spezialisierten Unternehmen. AkustikNet A/S ist das dänische Partnerunternehmen des Verbunds Associated European Acoustics Consultants.

Über Lärm in Kinderbetreuungseinrichtungen ist schon viel diskutiert worden – ironischerweise zumeist aus der Perspektive der Erwachsenen. Am häufigsten geht es dabei – zumindest in Dänemark – um die Lärmbelastung der Mitarbeiter. In Ärztekreisen wird erörtert, wie hoch das durch den Lärm zahlreicher Kinder auf engem Raum bestehende Risiko von Hörstörungen einzustufen ist. Unabhängig von diesen Risiken ist es eine Tatsache, dass wirtschaftliche Überlegungen im Zusammenhang mit veränderten Familienstrukturen zum Entstehen von Einrichtungen geführt haben, die Großbetrieben ähneln, in denen die Kinder nicht selten Tag für Tag über viele Stunden hinweg betreut werden, während ihre Eltern die beiden Volleinkommen erwirtschaften, ohne die junge Familien in der heutigen Zeit offenbar nicht mehr über die Runden kommen.

Wenn viele Kinder auf engem Raum aktiv sind, entsteht dabei ein Lärmpegel, den sicherlich die Mehrzahl der Fachleute als für die Betreuungspersonen schädlich einstufen würde. Allerdings wird nur selten darüber gesprochen, welche Auswirkungen diese tägliche Exposition gegenüber hohen Lärmpegeln auf die Kinder selbst hat.

UNTERSUCHUNG IN INNENRÄUMEN

Im Winter 1997/98 wurde im Auftrag der Gewerkschaft der Mitarbeiter von Kinderbetreuungseinrichtungen eine Untersuchung der Innenraumparameter in dänischen Kinderbetreuungseinrichtungen durchgeführt ⁽⁴⁶⁾. Für die Untersuchung wurde unterschieden nach Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder (1/2 bis 3 Jahre), Kindergärten (3 bis 6 Jahre) und so genannten SFO („skole og fritidsordning“), Einrichtungen, in denen die Kinder nach Schulschluss betreut werden.

Aufgrund der großen Zahl der einbezogenen Einrichtungen ergibt die Untersuchung ein statistisch repräsentatives Bild des Sektors für ganz Dänemark. Für die Beschreibung der Innenraumumgebung wurden folgende physikalische Parameter festgelegt:

- Lärm;
- Nachhallzeit;
- CO₂-Gehalt;
- relative Luftfeuchtigkeit;
- Raumtemperatur.

Der vorliegende Beitrag setzt sich speziell mit dem Lärmaspekt auseinander.

⁽⁴⁵⁾ <http://www.akustiknet.dk/>.

⁽⁴⁶⁾ Der vollständige Bericht mit dem Titel *Støj og indeklima* (in Dänisch) kann im Internet heruntergeladen werden unter <http://www.bupl.dk/web/internet.nsf/0/996CB7A911DA-CAB4C1256C0D004FA522?OpenDocument>.

MESSUNGEN VON AKUSTIK UND LÄRM

In jeder der 176 teilnehmenden Einrichtungen wurde ein bestimmter Raum für die Untersuchung ausgewählt. In diesem Raum wurden eine Woche lang Lärmmessungen vorgenommen. Parallel hierzu wurde der Lärm in einem weiteren Aktivitätsraum überwacht, um sicherzustellen, dass nicht alle mit Lärm verbundenen Aktivitäten in genau den Raum verlagert worden waren, in dem die Messungen hauptsächlich durchgeführt wurden.

Für die Lärmmessung wurden sowohl von den Mitarbeitern in dem ausgewählten Raum zu tragende individuelle Schalldosimeter (eine bis drei Dosismessungen pro Tag) als auch ein PC-gestütztes Überwachungssystem mit einem in dem betreffenden Raum fest installierten Mikrofon eingesetzt. Die Messungen mithilfe des fest installierten Mikrofons dienten zwei Zwecken:

1. als Vergleichswert für die Dosimetermessungen im Falle unerklärlicher Messergebnisse und
2. zur Ermittlung genauerer statistischer Hintergrunddaten zur Beschreibung der Lärmschwankungen sowohl an einzelnen Arbeitstagen als auch im Wochenverlauf.

Es wurde nicht versucht, bestimmte Zeiträume für die Messungen auszuwählen, in denen alle Kinder in dem Raum versammelt waren. Wenn die Kinder den Raum verließen (um beispielsweise im Freien zu spielen), verließ naturgemäß die mit dem Dosimeter ausgestattete Person den Raum, doch wurde anhand der Aufzeichnung über das fest installierte Mikrofon deutlich, dass in dem Raum zu diesem Zeitpunkt keine Aktivität stattfand.

Zusätzlich zu den Lärmmessungen führten die Betreuungspersonen ein Protokoll mit stündlichen Einträgen, in dem die Zahl der im Raum befindlichen Kinder, die Gesamtzahl der Personen im Raum und die Art der Aktivitäten notiert wurden.

Die Mitarbeiter wurden angewiesen, die normalen Verfahren beizubehalten, d. h., wenn sie an einem Tag nicht da waren, wurden keine Messungen durchgeführt. Diese Form der statistischen Erfassung wurde für notwendig erachtet, um ein möglichst vollständiges Bild der Lärmsituation zu erhalten.

Insgesamt wurden für die Untersuchung 10 PC-gestützte Schallüberwachungsmonitore und 35 Schalldosimeter eingesetzt. Zusätzlich wurde in allen für das Projekt ausgewählten Räumen (176 = ein Raum je Einrichtung) die Nachhallzeit gemessen.

An den Dosimetermessungen ließ sich direkt die Lärmexposition der betreffenden Person ablesen, die von den dänischen Behörden definiert ist als A-bewerteter energieäquivalenter Schalldruckpegel über einen 8-Stunden-Arbeitstag ($L_{A,eq,8h}$ in dB re 20 μ Pa). Bei beiden Arten von Messgeräten kann der Lärm über eine beliebig festgelegte Zeitdauer gemessen werden. Als Basisparameter für die Messung wurde $L_{A,eq,1min}$ festgelegt.

Das fest installierte Mikrofon wurde ebenfalls für die Messung von $L_{A,eq,1min}$ -Werten eingerichtet. Somit ermöglichen die beiden Arten von Messgeräten die Ermittlung von zeitlich abgeglichenen $L_{A,eq,1min}$ -Werten. Es wurden zeitlich abgeglichene $L_{A,eq}$ Werte für Zeiträume von jeweils einer Stunde ermittelt. Das Ergebnis der stationären Messungen dient dabei gewissermaßen zur Absicherung der Dosimetermessungen und Ergänzung der statistischen Daten für die betreffende Einrichtung.



NACHHALLZEIT

Die Nachhallzeit T ist im Folgenden definiert als das arithmetische Mittel der Nachhallzeiten über die Oktavbänder 125 bis 2 000 Hz. Die dänische Gebäudeverordnung schreibt für diesen Parameter einen Wert unter 0,6 s vor. Wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich, entsprachen 90 % aller Betreuungseinrichtungen den Vorgaben der dänischen Gebäudeverordnung.

Ergebnisse der Messung der Nachhallzeit

	Durchschnittliche Nachhallzeit (T)	Zahl der Überschreitungen der Vorgabe von 0,6 s
Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	0,45	7 von 49
Kindergärten	0,41	4 von 52
SFO	0,46	8 von 75

LÄRMEXPOSITION

Das Ergebnis der Dosimetermessungen kann auf die 8-Stunden-äquivalenten Lärmexpositionspegel bereinigt werden. Nach Ermittlung des Durchschnittswerts der Messergebnisse jeder Betreuungseinrichtung kann der Gesamtwert für die einzelnen Kategorien von Betreuungseinrichtungen berechnet werden.

Durchschnittliche Lärmexposition (8-Stunden-äquivalenter Lärmexpositionspegel)

	Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel	Standardabweichung (dB)
Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	80,3 dB re 20 μ Pa	3,1
Kindergärten	79,9 dB re 20 μ Pa	3,4
SFO	81,6 dB re 20 μ Pa	4,4

Ausgehend von der Normalverteilung kann eine Schätzung des Anteils der Einrichtungen mit einem durchschnittlichen Lärmexpositionspegel über 75, 80, 85 bzw. 90 dB vorgenommen werden.

Geschätzter prozentualer Anteil der Betreuungseinrichtungen mit einem durchschnittlichen Lärmexpositionspegel über 75, 80, 85 bzw. 90 dB

Durchschnittliche Lärmexposition in den Einrichtungen	Geschätzter prozentualer Anteil der Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	Geschätzter prozentualer Anteil der Kindergärten	Geschätzter prozentualer Anteil der SFO
> 75 dB	96	95	96
> 80 dB	54	50	67
> 85 dB	7	5	20
> 90 dB	0,1	0,1	1,7

Die dänischen Rechtsvorschriften für Lärmexposition am Arbeitsplatz schreiben für einen 8-Stunden-Arbeitstag einen Grenzwert von 85 dB vor. Ab einem Lärmexpositionspegel von 80 dB muss der Arbeitgeber für geeigneten Gehörschutz sorgen.

Prozentualer Anteil der Einrichtungen, in denen der durchschnittliche Lärmexpositionspegel den Grenzwert übersteigt

	Geschätzter prozentualer Anteil über dem Lärmgrenzwert	95 % Konfidenzintervall
Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	7	3–14 %
Kindergärten	5	2–12 %
SFO	20	13–28 %

Nach den vorstehenden Zahlen überschreitet bei dem in der vorherigen Tabelle ablesbaren Prozentsatz der Betreuungseinrichtungen der durchschnittliche Lärmexpositionspegel den Grenzwert.

ERGEBNISSE DER STATIONÄREN MESSUNGEN, GESCHÄTZTER LÄRMEXPOSITIONSPEGEL IM RAUM

Die Durchschnittswerte für die Einrichtungen (als Durchschnittswerte über die gesamte Öffnungszeit) wurden anhand des „umgerechneten“ Ergebnisses der Messungen mit dem stationären Mikrofon ermittelt. Bei der Umrechnung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass Kindergärten und Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder in der Regel von 6.00 bis 17.00 Uhr geöffnet sind, SFO hingegen erst nach der Schule, also von 12.00 bis 17.00 Uhr.

Mittlerer Lärmexpositionspegel im Raum

	Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel	Standardabweichung (dB)
Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	80,7 dB re 20 μ Pa	2,8
Kindergärten	80,3 dB re 20 μ Pa	2,2
SFO	82,0 dB re 20 μ Pa	2,2

Eine vergleichbare Tabelle mit Schätzwerten wie für die vorstehende Erörterung der Lärmexposition lässt sich anhand der Schätzung des durchschnittlichen Lärmexpositionspegels über die gesamte Öffnungszeit der jeweiligen Einrichtung erstellen.

Geschätzter prozentualer Anteil der Betreuungseinrichtungen mit einem durchschnittlichen Lärmexpositionspegel über 75, 80 bzw. 85 dB

	Geschätzter prozentualer Anteil der Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder	Geschätzter prozentualer Anteil der Kindergärten	Geschätzter prozentualer Anteil der SFO
Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel im Raum > 75 dB	98	99	99
Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel im Raum > 80 dB	60	55	73
Durchschnittlicher Lärmexpositionspegel im Raum > 85 dB	7	2	17

WEITERE SCHLUSSFOLGERUNGEN AUS DER STUDIE

Im Rahmen der Studie wurde die Korrelation zwischen der Nachhallzeit und dem resultierenden Lärmexpositionspegel im Raum untersucht. Diese Korrelation war nur bei Betreuungseinrichtungen für Kleinkinder statistisch nicht signifikant.

Außerdem wurde im Rahmen der Studie die Korrelation zwischen den Raum-Lärmexpositionspegeln für eine Stunde und der Zahl der anwesenden Kinder (Kinder je Quadratmeter Raumfläche) untersucht. Wenig überraschend war dabei das Ergebnis, dass die Korrelation bei allen drei Arten von Einrichtungen hochgradig signifikant war.

VERBESSERUNGSMASSNAHMEN

Nach der Veröffentlichung der Ergebnisse wurde ein dringender Verbesserungsbedarf festgestellt, woraufhin sich die beteiligten Interessenträger zusammensetzten, um mögliche Verbesserungsmaßnahmen zu diskutieren. Die Gespräche zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern wurden von politischer Seite begleitet. Die



Beteiligten einigten sich auf ein Programm zur Verbesserung der Situation, das vor allem auf drei Hauptfaktoren abgestellt ist:

- physisches Umfeld (Gebäude, Räumlichkeiten usw.);
- die Zahl der Kinder;
- das Sozialverhalten.

Aus den Gesprächen ging eine Reihe von Maßnahmen hervor.

Sozialverhalten

Die Branchengewerkschaft zeichnet für die Durchführung zielgerichteter Tests verantwortlich, mit denen ggf. eine Verhaltensänderung des Personals gegenüber den Kindern erprobt werden soll und mit denen die Lärmproblematik und mögliche Folgen von Lärm verstärkt in den Vordergrund gerückt werden sollen.

Leitfaden für Kinderbetreuungseinrichtungen

Von den zuständigen Arbeitsaufsichtsbehörden wurde ein offizieller Leitfaden für die Einrichtung von Kinderbetreuungseinrichtungen herausgegeben. In dem Leitfaden ⁽⁴⁷⁾ unter dem Titel *Leitfaden für die Einrichtung von Kinderbetreuungseinrichtungen* sind die einschlägigen Anforderungen sämtlicher Rechtsvorschriften für Kinderbetreuungseinrichtungen zusammengefasst; daneben

enthält der Leitfaden praxisbezogene Ratschläge zur Einhaltung der genannten Anforderungen.

Leitfaden für Mitarbeiter von Kinderbetreuungseinrichtungen

In Zusammenarbeit von Arbeitgebern und Arbeitnehmern wurde ein eher auf erzieherische Aspekte ausgerichtetes Handbuch mit Leitfaden zum Thema Lärm erarbeitet.

In dem Handbuch ⁽⁴⁸⁾ mit dem Titel *Nachts ist es hier ruhig, aber tagsüber ...* wird in leicht verständlicher Formulierung und mit anschaulichen Illustrationen erklärt, was man im Alltag gegen Lärm unternehmen kann.

FOLGEMASSNAHMEN IM NACHGANG ZU DER STUDIE

Im Jahr 2003 wurde entschieden, die Lärmmessungen zu wiederholen um festzustellen, ob Verbesserungen erreicht wurden. Zwar wurden nur bei einem kleinen Teil der ursprünglich 176 Einrichtungen Wiederholungsmessungen durchgeführt, doch konnten bei allen drei Arten von Einrichtungen deutlich niedrigere Messwerte nachgewiesen werden. Man gelangte allerdings auch zu dem Schluss, dass der Kampf gegen Lärm eine kontinuierliche Beobachtung der Lärmproblematik durch alle in der Kinderbetreuung Tätigen erfordert.



Das „Schallohr“. Ein Beispiel für ein Produkt, das für die erzieherische Arbeit in Kindergärten und Vorschulen entwickelt wurde und mit dem die Lärmproblematik verstärkt in den Vordergrund gerückt wird. Bei niedrigem Lärmpegel leuchtet das „Schallohr“ grün, steigt der Lärm wird es gelb, wird der Lärm zu laut, leuchtet das Ohr rot.

⁽⁴⁷⁾ Arbejds miljørådet, Branchevejledning: om indretning af daginstitutioner. In dänischer Sprache im Internet verfügbar unter <http://www.bupl.dk/web/internet.nsf/0/37AC4799A425245DC1256C0D00481819?OpenDocument>.

⁽⁴⁸⁾ Branchevejledning om støj i daginstitutioner, Om natten er her stille, men om dagen In dänischer Sprache im Internet verfügbar unter http://www.arbejdsmiljoweb.dk/Stoej_lys_og_luft/Stoej/Materiale_stoej/Om_natten_er_her_stille.aspx.



BÜROARBEIT OHNE LÄRMSTRESS

Lärm verursacht nicht nur Schwerhörigkeit. Lärm kann auch zu arbeitsbedingtem Stress beitragen. In diesem Beitrag werden Maßnahmen erläutert, mit denen sich die Auswirkungen von Lärm auf Büroarbeitskräfte verringern lassen.



EINLEITUNG

„Wenn Reynaldo Zavala an seinem Schreibtisch sitzt, dann kann er sehen, welche Farbe der Pullover seines Kollegen im Nebenbüro hat. Er kann hören, mit wem der Kollege telefoniert. Und wenn dieser beim Vorgesetzten zum Rapport antreten muss, dann ist Zavala bei der Standpauke live dabei. Denn bei Lucent angestellt zu sein heißt, in einem modernen und flexiblen Umfeld zu arbeiten, in dem es keine Barrieren gibt. Weder für das Auge noch für den Lärm. Die Wände sind aus Glas, und sie sind nur zwei Meter hoch. Das Raumkonzept ist neu, trendy und aus Amerika. ‚Es ist ein kompletter Schuss in den Ofen‘ sagt Lucent-Mitarbeiter und Betriebsratsvorsitzender Zavala.“ ⁽⁵⁰⁾

Dieses Zitat macht deutlich, was unter Lärmstress im Büro zu verstehen ist. Die dargestellte Situation steht hier stellvertretend für die akustischen Auswüchse moderner Büroplanung, die sich nicht mehr an den Bedürfnissen der Arbeitnehmer orientiert, sondern allein dem Zeitgeist absoluter Flexibilität, missverständlicher Transparenz und Designorientiertheit folgt. Dass in einem solchen Fall, wie in vielen solcher Mehrpersonenbüros, auch noch über Lautsprecher weißes Rauschen eingespeist wird, um die Hörbarkeit von Sprache aus angrenzenden Arbeitsbereichen durch Nutzung des Verdeckungseffekts zu reduzieren, bringt eine solche Büroplanung dann endgültig dahin, wo sie hingehört, nämlich auf den Müll.

GENERELLE ANFORDERUNGEN AN EINE SACHGERECHTE AKUSTISCHE BÜROPLANUNG

Büroarbeitsplätze, an denen Informationen erarbeitet, gesammelt, aufbereitet, gespeichert und vermittelt werden, sind heute in vielen Bereichen anzutreffen, so z. B. im Verwaltungsbüro, Schreibbüro, Konstruktionsbüro oder Verkaufsbüro.

Die Arbeit wird dabei durch moderne Kommunikationstechnologie unterstützt, womit der Arbeitsplatz in den meisten Fällen als Bildschirmarbeitsplatz angesehen werden kann ⁽⁵¹⁾. Gegenüber

früheren Zeiten ist damit die Arbeit anspruchsvoller geworden, mit höheren mentalen Anforderungen an die Arbeitnehmer. Dies bedeutet dann allerdings auch, dass an das Arbeitsumfeld ebenfalls höhere Anforderungen gestellt werden müssen, d. h. bezogen auf den Lärm: Geringere Schallemissionen müssen erreicht werden.

Eine sachgerechte Büroplanung umfasst damit:

- die Beschaffung leiser Geräte und Einrichtungen;
- eine Sicherstellung geringer Hintergrundgeräusche;
- eine raumakustisch günstige Auslegung des Büros;
- bei Mehrpersonenbüros einen größeren Abstand zwischen den einzelnen Arbeitsplätzen und/oder eine sachgerechte Abschirmung.

Dabei geht es im Gegensatz zur Lärminderung in der Produktion, in der es vorrangig um die Vermeidung von Gehörschäden geht, nicht nur um die Minderung der Schalldruckpegel, vielmehr spielt hier auch die Struktur des Lärms (Schalls) eine erhebliche Rolle, wenn eine Minderung von Konzentrationsbeeinträchtigungen und der stressauslösenden Wirkung von Lärm erreicht werden soll. So gilt:

- Weghören müssen stresst;
- tieffrequente Geräusche (Infraschall) von Klimaanlage führen zu Befindlichkeitsstörungen wie z. B. Schwindel;
- das Pfeifen von Festplatten, das Rauschen von PC-Lüftern nervt.

Die Folge ist, dass ein im Grundsatz leises, aber nicht umfassend geplantes Büro hinsichtlich solcher Probleme häufig abgewertet wird. So führen z. B. auch nachträgliche Lärminderungsmaßnahmen in vielen Fällen dazu, dass diese Geräusche erst hörbar werden.

Wie sollte deshalb ein lärmarmen Arbeitsplatz im Büro aussehen?

- Der vorhandene Schalldruckpegel sollte nicht von einer einzigen, eindeutig identifizierbaren Quelle verursacht sein, z. B. Kopierer, PC-Lüfter, Drucker.
- Sprache aus fremden angrenzenden Arbeitsbereichen darf nicht verstehbar sein.
- Der von allen Quellen außer von der betrachteten Person am Arbeitsplatz selbst verursachte Schalldruckpegel sollte so gering wie möglich sein.

Es ist nahe liegend, dass ein besonders leises Büro mit Hintergrundpegeln zwischen 20 dB(A) und 30 dB(A) ein für Arbeiten mit hohen mentalen Anforderungen ideales Arbeitsumfeld darstellt. So werden denn auch u. a. in der EN ISO 11690 Teil 1 ⁽⁵²⁾ folgende

Tabelle 1: Schalltechnische Qualifizierung von Bildschirmarbeitsplätzen

< 30 dB(A)	Optimal
30–40 dB(A)	Sehr gut
40–45 dB(A)	Gut
45–50 dB(A)	Im gewöhnlichen Umfeld akzeptabel
50–55 dB(A)	Ungünstig, aber noch zulässig
> 55 dB(A)	Zu hoch

⁽⁴⁹⁾ <http://www.baua.de/>.

⁽⁵⁰⁾ „Spiegel-Online“, 5. September 2002.

⁽⁵¹⁾ Richtlinie 90/270/EWG des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (Fünfte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 156 vom 21.6.1990, S. 14–18).

⁽⁵²⁾ ISO 11690-1 (1996), *Acoustics – Recommended practice for the design of low-noise workplaces containing machinery – Part 1: Noise-control strategies [Akustik – Richtlinien für die Gestaltung lärmarmen maschinenbestückter Arbeitsstätten – Teil 1: Lärminderungsmaßnahmen]*.



Qualitätsstufen für Büroarbeitsplätze empfohlen, unter der Annahme, dass die betroffene Person arbeitsbereit ist, also selbst keine Geräusche durch Tätigkeiten oder Gespräche erzeugt.

Die Tabelle macht auch deutlich, dass der bis vor kurzem in Deutschland geltende vorgeschriebene Höchstwert von $L_{pA} = 55$ dB(A) ⁽⁵³⁾ für Arbeitsplätze mit hohen Anforderungen an die Konzentration eine keinesfalls ausreichende Anforderung an die akustische Arbeitsumgebung darstellt. Trotzdem wurde von Arbeitgebern immer wieder dieser Grenzwert benutzt als Argument, dass weitere Lärminderungsmaßnahmen bei Unterschreitung dieses Wertes nicht notwendig seien. Die zusätzlichen Kosten für diese Maßnahmen werden dabei als sinnlose Ausgabe betrachtet. Dass eine weitere Senkung der Arbeitsumgebungspegel auf unter 45 dB(A) auch Kostenvorteile bringen kann, die sich aus einer verbesserten Arbeitsergebnisqualität, höherer Arbeitsgeschwindigkeit und geringeren stressverursachten Gesundheitskosten ergeben, wird dabei völlig übersehen. Wie Untersuchungsergebnisse der BauA gezeigt haben, sollte dieses Potenzial jedoch keinesfalls unterschätzt werden. So ergab z. B. allein eine Verringerung des Arbeitsumgebungspegels von 41 dB(A) auf 35 dB(A) bei simulierten Bürotätigkeiten unter Laborbedingungen eine Verringerung der Fehlerhäufigkeit bei typischer Computerarbeit (Textverarbeitung) von 52 % ⁽⁵⁴⁾.

URSACHEN FÜR LÄRM IM BÜRO

Betrachtet man nun die Ursachen des Lärms im Büro, so sind – lässt man einmal die von außen durch die Gebäudewände, Fenster, Lüftungsöffnungen eindringenden Geräusche und Geräusche durch Gebäudeeinrichtungen (Aufzüge, Klimaanlage) außen vor (hier lässt sich durch eine ausreichende Schalldämmung, akustisch entkoppelte Aufstellung und strömungstechnisch günstige Auslegung viel erreichen) – im Wesentlichen folgende Schallquellen zu nennen:

- sprechende Personen;
- klingelnde Telefone;
- PC-Lüfter, PC-Laufwerke, Tastaturen und Drucker;
- weitere Bürogeräte (Scanner, Kopierer, Faxgerät usw.).

Zur Beschreibung der akustischen Eigenschaften dieser als Emissionsquellen bezeichneten Schallerzeuger werden vor allem zwei Kenngrößen benutzt: Der Schallleistungspegel L_{WA} und der Emissionsschalldruckpegel L_{pA} .

Der Schallleistungspegel beschreibt dabei die von der jeweiligen Schallquelle an die Umgebung abgegebene Luftschallleistung. Dagegen ist der Emissionsschalldruckpegel der sich am Arbeitsplatz ergebende Schalldruckpegel, wenn man nur den von der Schallquelle dort direkt einwirkenden Schall berücksichtigt. Beide Kenngrößen sind somit von der Aufstellungsumgebung unabhängig, d. h. unabhängig von der Geräuschemission weiterer Schallquellen in der Umgebung und vom Reflexionsschall von Decken und Wänden. Damit ist die Angabe von Kenngrößen für die Kennzeichnung von Emissionsquellen möglich.

Um auf der Basis gemessener Emissionswerte möglichst leise Bürogeräte auswählen zu können, wurde die ISO-Norm 9296 ⁽⁵⁵⁾ erarbeitet, die beschreibt, wie Geräuschangaben aussehen müssen. Eine sachgerechte Geräuschemissionsangabe für Bürogeräte muss deshalb sowohl auf die Messnorm ISO 7779 ⁽⁵⁶⁾ als auch auf die Angabennorm ISO 9296 Bezug nehmen. Es ist natürlich nahe liegend, dass unter der Annahme gleich bleibender raumakustischer Eigenschaften die

Schallquelle mit dem niedrigeren Schallleistungspegel auch zu einem entsprechend niedrigeren Schalldruckpegel am Arbeitsplatz führt. Der Emissionsschalldruckpegel liefert zusätzlich Aufschluss darüber, inwieweit die Quelle in der Lage ist, unter „Freifeldbedingungen“, d. h. dem Schalldruckpegel, dem der Benutzer des Geräts normalerweise an dem betreffenden Arbeitsplatz in einer hochgradig schallabsorbierenden Arbeitsumgebung ausgesetzt ist, am Arbeitsplatz einen bestimmten Schalldruckpegel zu erzeugen.

VON DER EMISSION ZUR „IMMISSION“

Betrachtet man die Spanne für die Schallleistungspegel der wichtigsten Geräuscherzeuger im Büro (siehe Tabelle 2), wird das Potenzial für die Lärminderung durch die Auswahl vergleichsweise leiser Bürogeräte deutlich. Besonders deutlich wird dies, wenn man davon ausgeht, dass durch einen um 10 dB(A) verringerten Schallleistungspegel eines PC an dem direkt zugeordneten Arbeitsplatz eine Verringerung des Schallleistungspegels um die gleiche Höhe erreicht wird, wenn man den PC als Hauptschallquelle betrachtet.

Tabelle 2: Schallleistungspegel von Geräuschquellen im Büro

Quelle	L_{WA} typische Werte [dB(A)]
Telefongespräch	55–70
PC inaktiv	30–50
PC bei Zugriff auf die Festplatte	35–55
Tastatur	55–65
Laserdrucker inaktiv	30–40
Laserdrucker bei Druckvorgang	55–60
Fotokopiergerät inaktiv	50–60
Fotokopiergerät in Betrieb	60–70
Telefonklingeln	60–80

Der Schallleistungspegel als wichtigste Kenngröße der Emission eignet sich aber nicht nur für die Auswahl leiser Geräte, sondern auch als wichtigste Eingangsgröße für die akustische Planung von Arbeitsstätten. Er beschreibt nämlich die von der Schallquelle pro Sekunde in die Umgebung eingebrachte Schallenergie. Diese verteilt sich mit zunehmendem Abstand von der Schallquelle auf einer immer größeren Fläche, so dass die Schallintensität immer weiter abnimmt, es also zunehmend leiser wird. In einem normalen Raum wird diese Schalldruckpegelabnahme mit der Entfernung von der Schallquelle durch die Raumbegrenzungen eingeschränkt, und es stellt sich durch die vielen Schallreflexionen an den Raumbegrenzungsflächen und die vorhandene Absorption im Raum ein mehr oder weniger konstanter Schalldruckpegel ein.

Für eine akustische Bewertung der Emission eines einzelnen Geräts kann mithilfe der beiden Emissionskennwerte L_{WA} und L_{pA} für einen Bezugsraum mit der äquivalenten Absorptionsfläche von 10 m³ der sich am Arbeitsplatz einstellende Schalldruckpegel L_{AP} bestimmt werden. L_{AP} ergibt sich dabei aus

$$L_{AP} = L_{pA} + 10 \log \left[1 + 0,4 \cdot 10^{(L_{WA} - L_{pA})/10} \right] \text{ dB}$$

Durch Vergleich des so ermittelten Wertes mit den in Tabelle 1 angegebenen Werten ist dann eine Arbeitsplatzqualifizierung möglich.

Soll der Anteil einer einzelnen Schallquelle zum Gesamtpegel in einem Büroraum ermittelt werden, so lässt sich das mit Hilfe der Formel

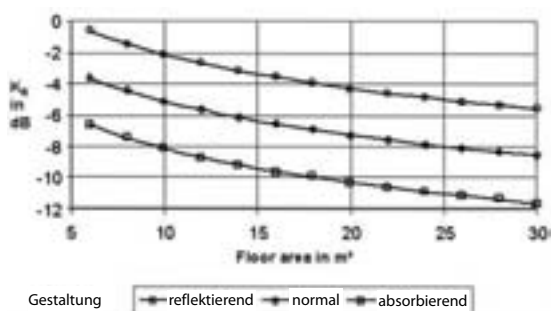
$$L_i = L_{WA,i} + K_R$$

⁽⁵³⁾ Vgl. auch VDI-Richtlinie 2058, Teil 3.

⁽⁵⁴⁾ Ising, H., Sust, C. A., und Rebentisch, E., „Lärmbeurteilung – Extra-aurale Wirkungen“, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnis Nr. 98, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.

⁽⁵⁵⁾ ISO 9296 (1988), *Acoustics – Declared noise emission values of computer and business equipment* [Akustik – Vereinbarte Geräuschemissionswerte für Rechner- und Geschäftseinrichtungen].

⁽⁵⁶⁾ ISO 7779 (1999), *Acoustics – Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment* [Akustik – Messung der von IT- und Telekommunikationsausrüstung ausgehenden Luftgeräusche].



Korrektur K_R zur Ermittlung des Raumschallpegels aus dem Schallleistungspegel der Quelle in Abhängigkeit von der Grundfläche des Raumes

berechnen, wobei sich K_R aus den mittleren raumakustischen Eigenschaften (reflektierend, normal bzw. absorbierend) und dem Flächeninhalt der Bodenfläche ergibt.

Mit Blick auf die drei Kategorien lässt sich K_R aus dem Wert für eine bestimmte Bodenfläche ableiten.

- Reflektierend – nur geringe textile oder schallabsorbierende Flächen, kein Teppichboden, Fußboden, Wände und Decke aus Beton, Rauputz, Glas oder lackiertem Holz.
- Normal – übliche Ausstattung, ggf. mit Teppichboden, Wände und Decke wie oben.
- Absorbierend – zusätzlich schallabsorbierende Decke.

Werden nun mehrere Schallquellen (Geräte) in den Raum eingebracht, ist jeweils die entsprechende Emission zu berechnen und daraus der sich im Raum ergebende Schalldruckpegel über die folgende Formel zu bestimmen:

$$L_{\text{total}} = 10 \cdot \log \left(\sum_{i=1}^n 10^{0.1 \cdot L_i} \right)$$

Detaillierte Informationen über die verschiedenen Berechnungsverfahren zur akustischen Planung sind den Veröffentlichungen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin ⁽⁵⁷⁾ ⁽⁵⁸⁾ ⁽⁵⁹⁾ zu entnehmen.

SCHALLTECHNISCH ORIENTIERTE RAUMAUSSTATTUNG

Neben der Verringerung der in den Raum eingebrachten Schallleistung ist es bei einer sachgerechten Planung wichtig, die Schallausbreitung von der Quelle zum Immissionsort Arbeitsplatz möglichst gering zu halten. Die dafür notwendigen Maßnahmen sind insbesondere

- der Einbau einer schallabsorbierenden Unterdecke mit einem Absorptionsgrad von mindestens $\alpha = 0,8$ bei Frequenzen oberhalb von 250 Hz;
- die Verlegung von Teppichböden, die neben einer Verringerung des Trittschalls zudem bei höheren Frequenzen den Eindruck einer erhöhten Schalldämpfung im Raum vermitteln;
- und schließlich die Aufstellung von Raumteilern und Abschirmwänden zur Entkopplung verschiedener Raumbereiche.

Dabei gilt für Abschirmwände:

- sie sollten mindestens so hoch sein wie zwei Drittel der Raumhöhe,
- sie sollten nur zusammen mit einer ausreichenden Deckenabsorption eingesetzt werden
- und sie sind möglichst beidseitig schallabsorbierend auszuführen.

Häufig wird verlangt, dass Trennwände transparent sein sollen, um den Blick im Großraumbüro nicht zu stören und das Gefühl des „Eingesperrtseins“ zu vermeiden. Die dann üblicherweise eingesetzten Trennwände aus Acrylglas oder Glas mögen zwar bei ausreichender Einbauhöhe lautere Arbeitsbereiche gegenüber leiseren abtrennen bzw. die akustische Sprachübertragung behindern, führen aber häufig wegen ihrer hohen Schallreflexion zur Erhöhung der Schallpegel direkt vor diesen Abschirmungen. Bei vollständiger Umschließung von Arbeitsplätzen steigt dann insbesondere auch die Nachhallzeit in diesen „Glaskästen“ auf ein Maß, welches eine normale sprachliche Kommunikation unmöglich macht. Häufig liegen dann die Nachhallzeiten bei weit mehr als einer Sekunde.

Hier werden sich bei Weiterentwicklung des Herstellungsprozesses der zur Zeit noch vergleichsweise teuren mikroperforierten Acrylglasplatten oder auch dünnen transparenten Folien (Stärke z. B. 0,5 mm) als Vorsatzschalen vor vorhandene Glasscheiben in Zukunft interessante Lösungen auftun. Diese Entwicklungen ⁽⁶⁰⁾ verdienen besondere Beachtung, weil derartige Materialien optische Transparenz, Schalldämmung gegenüber angrenzenden Raumbereichen und einen Absorptionsgrad von $\alpha > 0,7$ in einem für die Sprachverständlichkeit wichtigen Frequenzbereich von 125 bis 4 000 Hz erreichen. Denn neben dem Problem, Sprache aus angrenzenden Bereichen abzuschirmen, ist es in einigen Büroarbeitsbereichen notwendig, eine akustische Umgebung zu schaffen, die die Sprachkommunikation unterstützt. Hier kommt es darauf an, eine möglichst niedrige Nachhallzeit in Räumen mit weniger als 100 m³, z. B. weniger als 0,6 Sekunden, und in Räumen von 1 000 m³ weniger als eine Sekunde zu erreichen [siehe dazu DIN 18041 ⁽⁶¹⁾].

Ein wichtiger Faktor bei Mehrpersonenbüros ist die Frage nach der Anzahl der Arbeitsplätze im Raum. Grundsätzlich gilt: Je weniger Arbeitsplätze pro Quadratmeter, umso besser. Da dies bei der Planung eines Mehrpersonenbüros einen wesentlichen Kostenfaktor darstellt, muss hier ein Kompromiss zwischen dem Einsatz von raumteilenden Schallschirmwänden und der pro Arbeitsplatz verfügbaren Fläche gefunden werden.



⁽⁵⁷⁾ <http://www.baua.de/>.

⁽⁵⁸⁾ Probst, W., *Bildschirmarbeit – Lärminderung in kleinen Büros*, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnis Nr 123, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.

⁽⁵⁹⁾ Probst, W., *Bildschirmarbeit – Lärminderung in Mehrpersonenbüros*, Arbeitswissenschaftliche Erkenntnis Nr. 124, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund.

⁽⁶⁰⁾ Fuchs, H. V., Zha, X., und Zhou, X., *Raumakustische Gestaltung einer Glaskabine*, IBP Mitteilung 256, Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart, 1996.

⁽⁶¹⁾ DIN 18041 (Entwurf April 2003), *Hörsamkeit in kleinen bis mittelgroßen Räumen* [Reverberation time in small to medium-sized rooms].

*Ewa Kotabinska and Emil Kozłowski*

SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT BEI LÄRM UNTER VERWENDUNG VON GEHÖRSCHUTZ

Lärm schädigt nicht nur das Gehör von Arbeitnehmern, sondern kann auch Ursache von Arbeitsunfällen sein. Arbeitskräfte, die Gehörschutz tragen, sind unter Umständen nicht in der Lage, mündlich gegebene Anweisungen und Warnungen zu verstehen. In diesem Beitrag wird ein Projekt präsentiert, mit dem ein Verfahren zur Prognose der Sprachverständlichkeit bei Verwendung von Gehörschutz ausgearbeitet werden soll. Die Ergebnisse der Prognose auf Grundlage des SIL-Verfahrens (Speech Interference Level – Sprach-Störschall-Pegel) werden vorgestellt und mit den Ergebnissen subjektiver Laborversuche verglichen. Dabei wurde der prozentuale Anteil der richtig verstandenen Wörter bei vier verschiedenen Modellen von Gehörschützern ermittelt, die bei 53 Probanden in 20 verschiedenen „akustischen Situationen“ getestet wurden. Die Unterschiede zwischen den in der Theorie vorhergesagten Werten und dem gemessenen mittleren prozentualen Anteil der richtig verstandenen Wörter lagen unter den jeweils gemessenen Standardabweichungen. Diese Feststellung liefert den Nachweis, dass die Verifizierung des vorgeschlagenen Verfahrens zu einem positiven Ergebnis führte.



In der konkreten Arbeitsumgebung stellt die Sprachverständlichkeit nicht selten einen wichtigen Faktor für die Sicherheit der Arbeitskräfte dar. Es ist allgemein bekannt, dass durch die Verwendung von Gehörschutz bei Lärmexposition die Hörbarkeit von Warnsignalen und die Sprachverständlichkeit erheblich beeinträchtigt werden kann. Nach Maßgabe der Richtlinie über die Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen ⁽⁶³⁾ „muss eine persönliche Schutzausrüstung Schutz gegenüber den zu verhütenden Risiken bieten, ohne selbst ein größeres Risiko mit sich zu bringen“. In der ISO-Norm 9921 ⁽⁶⁴⁾ wird im Fall von Alarm- und Warnsituationen bei klar ausgesprochenen kurzen Mitteilungen eine Einstufung der Sprachverständlichkeit als „schwach“ für gerade angemessen gehalten; in kritischen Situationen, in denen im Allgemeinen kurze Mitteilungen ausgetauscht werden, wird mindestens eine „angemessene“ Verständlichkeit empfohlen ⁽⁶⁵⁾.

Im vorliegenden Beitrag soll ein einfaches Verfahren vorgestellt werden, mit dem sich die Sprachverständlichkeit bei Lärm bei Tragen von Gehörschutz vorhersagen lässt; die labortechnisch ermittelten Versuchsergebnisse werden mit den Daten der theoretischen Prognose verglichen.

⁽⁶²⁾ <http://www.ciop.pl>.

⁽⁶³⁾ Richtlinie 89/656/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (dritte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (ABl. L 393 vom 30.12.1989).

⁽⁶⁴⁾ ISO-Norm 9921 (2003), *Ergonomics – Assessment of speech communication* [Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation].

⁽⁶⁵⁾ Siehe auch Norm Standard PN-EN 458 (1999), *Hearing protectors — Recommendations for selection, use, care and maintenance — Guidance document* [Gehörschutz – Empfehlungen für Auswahl, Verwendung, Pflege und Instandhaltung – Leitfaden].

MESSGRÖSSEN FÜR DIE SPRACHVERSTÄNDLICHKEIT

Die Sprachverständlichkeit wird nach objektiven, aber auch nach subjektiven Messgrößen gemessen. Die objektiven Messungen basieren auf den physikalischen Eigenschaften des Übertragungswegs zwischen Sprecher und Hörer. Grundlage für die subjektiven Messgrößen sind subjektive Versuche mit Sprecher und Hörer.

Die objektive Methode zur Vorhersage der Sprachverständlichkeit bei direkter Kommunikation in lauten Umgebungen ist das SIL-Verfahren, das auf dem Verhältnis zwischen dem Spektrum des Sprachsignals einerseits und dem Spektrum des Umgebungsgeräuschs an der Position des Hörers andererseits basiert. Dieses Verhältnis wurde so angepasst, dass eine Prognose der Sprachverständlichkeit bei Lärm bei Tragen von Gehörschutz – SIL_h – möglich wird. Für die Berechnung von SIL_h müssen zunächst die Oktavbandcharakteristika des Geräuschs am Arbeitsplatz gemessen werden; die Geräuschkämpfungseigenschaften des Gehörschutzes müssen ebenfalls bekannt sein.

SIL_h wird nach folgender Formel berechnet:

$$SIL_h = L_{s,h} - L_{SIL,h}(\text{dB})$$

Hierbei ist:

$L_{s,h}$ der A-bewertete Sprachpegel unter dem Gehörschutz in den vier Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz und 4 000 Hz;

$L_{SIL,h}$ das arithmetische Mittel der Schalldruckpegel des Störgeräuschs unter dem Gehörschutz in den vier Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz und 4 000 Hz, gemessen an der Position des Arbeitnehmers.

Bei den Versuchen zur subjektiven Sprachverständlichkeit schreibt der Hörer die Wörter, die er hört und versteht, auf. Die Sprachverständlichkeit ist definiert als der korrekt verstandene Prozentsatz der Wörter. Aus Tabelle 1 sind die Verständlichkeitseinstufung sowie die Verhältnisse zwischen den objektiven und den subjektiven Messungen der Sprachverständlichkeit ersichtlich. Nach ISO 9921 wird für Hörer mit normalem Gehör in Alarm- und Warnsituationen die Einstufung „schwach“ für gerade angemessen gehalten.

Tabelle 1: Einstufung der Sprachverständlichkeit und Beziehungen zwischen subjektiver und objektiver Messung (gemäß ISO 9921)

Einstufung der Sprachverständlichkeit	Wörter mit Bedeutung (%)	SIL (dB)
Ausgezeichnet	> 98	21
Gut	93–98	15–21
Angemessen	80–93	10–15
Schwach	60–80	3–10
Schlecht	< 60	< 3

METHODIK

Die Versuche zur subjektiven Sprachverständlichkeit wurden mit 53 Hörern im Labor durchgeführt. Für die Versuche wurden fünf Listen mit



40 polnischen Wörtern verwendet, die für den Zweck der verbalen Audiometrie entwickelt wurden ⁽⁶⁾. Der A-bewertete Schalldruckpegel des Sprachsignals (gemessen an der Position des Hörers) wurde auf 78 dB(A) und 84 dB(A) festgelegt. Das Sprachsignal bei 78 dB(A) entsprach dabei sehr lautem Stimmumfang bei der „Kommunikation zwischen Personen“. Das Sprachsignal bei 84 dB(A) entsprach der elektroakustisch wiedergegebenen Wortnachricht. Die Sprachsignale wurden mit drei unterschiedlichen Hintergrundgeräuschen unterlegt. Der A-bewertete Schalldruckpegel des Hintergrundgeräuschs betrug dabei zwischen 68 dB(A) und 93 dB(A). Diagramm 1 zeigt das durchschnittliche Sprachsignalspektrum, Diagramm 2 das für die Versuche verwendete Hintergrundgeräuschkpektrum.

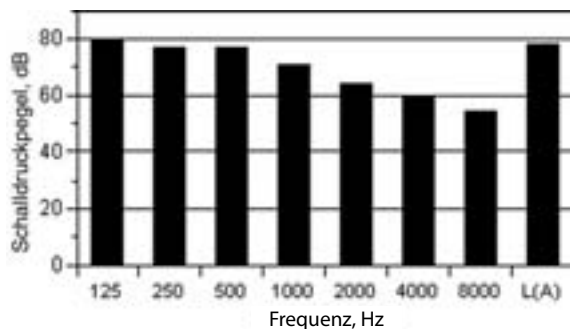


Diagramm 1: Sprachsignalspektrum

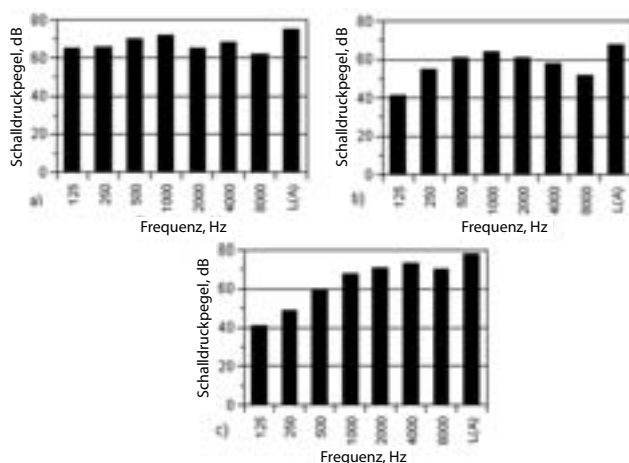


Diagramm 2: Hintergrundgeräuschkpektrum: (a) rosa Rauschen, (b) mittelfrequentes Rauschen, (c) hochfrequentes Rauschen

Als Probanden wurden hinsichtlich Alter, Geschlecht und Bildungsstand für die Arbeitskräftepopulation repräsentative Hörer ausgewählt, die im Alltag in ihrer Muttersprache Polnisch kommunizieren und nicht unter Hörstörungen leiden. Bei Frequenzen unter 2 000 Hz und über 2 000 Hz betrug ihr Hörverlust nicht über 20 dB bzw. 25 dB. Größe und Form von Kopf und Ohren der Probanden wurden nicht berücksichtigt.

Die Hörer trugen in Polen für gewerbliche Zwecke weit verbreitete Gehörschützer – Kapselgehörschutz Bilsom ⁽⁶⁷⁾ Loton 2401 und drei verschiedene Gehörstöpsel-Modelle – Howard Leight ⁽⁶⁸⁾ MAX-Lite, EAR Soft und EAR FlexiCap. Die einzelnen Gehörschutzmodelle unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Schalldämpfungswerte in den Oktavfrequenzbändern. Die mittlere Schalldämpfung der bei dem Versuch verwendeten Gehörschützer ist in Tabelle 2 aufgeführt.

⁽⁶⁶⁾ Prusiewicz, A., Demeńko, G., Richter, L., und Wika, T., Neue Wörterlisten für audiometrische Zwecke, Teil I und II, Otolaryngologia Polska, XLVIII, 1, 1994 (in Polnisch).

⁽⁶⁷⁾ <http://www.bilsom.com/>.

⁽⁶⁸⁾ <http://www.howardleight.com/>.

Tabelle 2: Mittlere Schalldämpfung der Gehörschützer (dB)

	Frequenz (Hz)							
Gehörschützer Modell	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Bilsom Loton 2401	14,8	12,9	15,2	24,8	34,2	32,0	36,1	28,4
Howard Leight MAX-Lite	26,6	26,6	27,6	29,7	27,4	32,6	42,7	43,0
E-A-R Soft	30,8	30,8	36,1	39,2	39,5	35,8	42,2	46,1
E-A-R FlexiCap	22,8	20,4	17,5	16,5	20,6	31,8	36,9	34,8

Das Sprachsignal mit 78 dB(A) wurde mit rosa Rauschen von 75, 78, 81 bzw. 84 dB(A) unterlegt, das Sprachsignal mit 84 dB(A) wurde mit Rauschen von 81, 84, 87 bzw. 90 dB(A) unterlegt. Die Messungen des prozentualen Anteils der korrekt verstandenen Wörter bei Tragen der Ohrstöpsel E-A-R Soft und E-A-R FlexiCap wurden für das Sprachsignal mit A-bewertetem Signalpegel 78 dB(A) vorgenommen. Bei Tragen der Ohrstöpsel E-A-R Soft wurde dem Sprachsignal eine Interferenz durch mittelfrequentes Rauschen mit einem A-bewerteten Schalldruckpegel von 68 dB und 83 dB unterlegt. Bei Tragen der Ohrstöpsel E-A-R FlexiCap wurde dem Sprachsignal eine Interferenz durch hochfrequentes Rauschen mit einem A-bewerteten Schalldruckpegel von 78 dB und 93 dB unterlegt.

ERGEBNISSE

Gemessen wurde der Prozentsatz der von den Hörern mit Gehörschutz bei Lärm korrekt verstandenen Wörter. Für jede „akustische Situation“ wurden die Messungen für jeden der 16 Probanden durchgeführt. Die Ergebnisse der Messungen wurden mit den theoretischen Prognosen der Sprachverständlichkeit anhand von SIL_h verglichen. Der Vergleich der Versuchsergebnisse – mittlere Sprachverständlichkeit mit Standardabweichungen und prognostizierte Sprachverständlichkeitswerte – ist in den Diagrammen 3 bis 7 dargestellt.

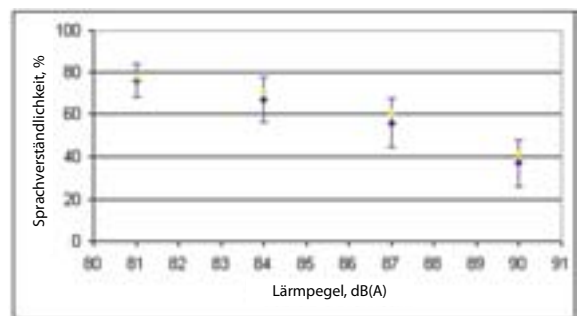


Diagramm 3: Sprachverständlichkeit bei rosa Rauschen mit Kapselgehörschutz Bilsom Loton 2401 im Verhältnis zum Schalldruckpegel [Sprachsignalpegel 78 dB(A), ● – prognostizierte Werte, ◆ – im Versuch ermittelte Werte]

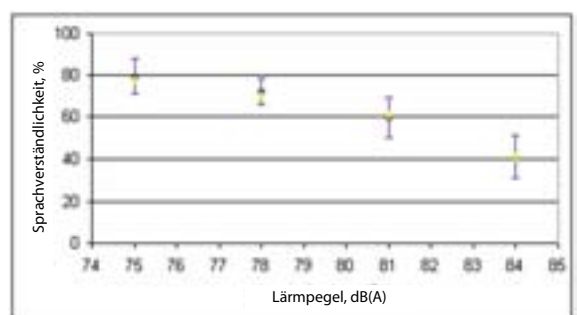


Diagramm 4: Sprachverständlichkeit bei rosa Rauschen mit Kapselgehörschutz Bilsom Loton 2401 im Verhältnis zum Schalldruckpegel [Sprachsignalpegel 84 dB(A), ● – prognostizierte Werte, ◆ – im Versuch ermittelte Werte]

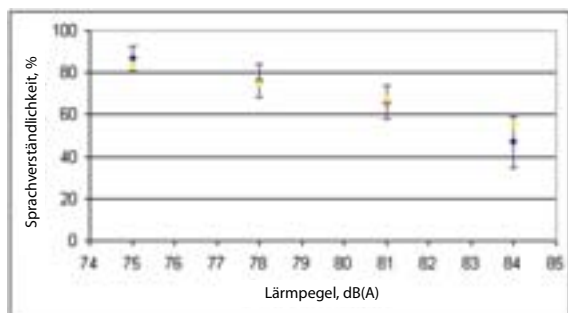


Diagramm 5: Sprachverständlichkeit bei rosa Rauschen mit Gehörschutzstöpseln MAX-Lite im Verhältnis zum Schalldruckpegel [Sprachsignalpegel 78 dB(A);
● – prognostizierte Werte, ◆ – im Versuch ermittelte Werte]

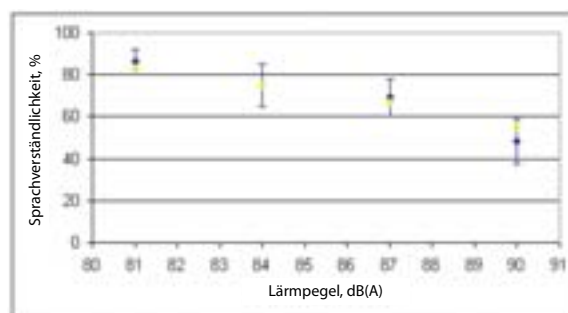


Diagramm 6: Sprachverständlichkeit bei rosa Rauschen mit Gehörschutzstöpseln MAX-Lite im Verhältnis zum Schalldruckpegel [Sprachsignalpegel 84 dB(A);
● – prognostizierte Werte, ◆ – im Versuch ermittelte Werte]

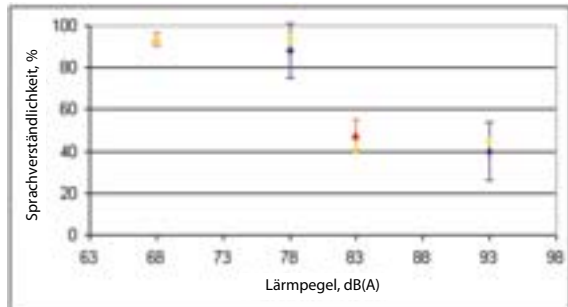


Diagramm 7: Sprachverständlichkeit mit Gehörschutzstöpseln im Verhältnis zum Schalldruckpegel [Sprachsignalpegel 78 dB(A); mittelfrequentes Rauschen von 68 und 83 dB, hochfrequentes Rauschen von 78 und 93 dB; ● – prognostizierte Werte, ▲ – im Versuch ermittelte Werte für Gehörschutzstöpsel E-A-R Soft, ◆ – im Versuch ermittelte Werte für Bügelgehörschutz E-A-R FlexiCap]

Bei allen untersuchten „akustischen Situationen“ lag die beobachtete Differenz zwischen der gemessenen und der theoretisch prognostizierten Sprachverständlichkeit in keinem Fall über der Standardabweichung der gemessenen mittleren Sprachverständlichkeit. Die geringsten Differenzen – zwischen 0,1 % und 1,5 % – traten beim Kapselgehörschutz Bilsom Loton 2401 in Verbindung mit rosa Rauschen und einem Sprachsignalpegel von 78 dB(A) auf. Die größten Differenzen – zwischen 6,3 % und 6,9 % – wurden bei Gehörschutzstöpseln E-A-R Soft und E-A-R FlexiCap in Verbindung mit mittelfrequenterem und hochfrequenterem Rauschen und einem Sprachsignalpegel von 78 dB(A) ermittelt. Die Sprachverständlichkeit bei hochfrequenterem Rauschen ist bei Tragen von E-A-R FlexiCap-Ohrstöpseln nahezu gleich der Sprachverständlichkeit bei mittelfrequenterem Rauschen bei Tragen von E-A-R Soft-Ohrstöpseln, obwohl beim hochfrequenten Rauschen der Pegel um 10 dB höher liegt als beim mittelfrequenten Rauschen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

In lauten Arbeitsumgebungen, in denen es aus Gründen der Sicherheit der Arbeitskräfte auf das deutliche Verstehen von kurzen Mitteilungen ankommt, sollte bei der Auswahl des Gehörschutzes auf die Sprachverständlichkeit geachtet werden. Wenn Gehörschutz getragen wird, hängt die Sprachverständlichkeit bei Lärm vom Verhältnis zwischen dem Geräuschspektrum und der Geräuschdämpfungsfrequenzcharakteristik des Gehörschutzes ab.

Das vorgestellte SIL_h-Verfahren zur Prognose der Sprachverständlichkeit bei Lärm bei Tragen von Gehörschutz liefert zufrieden stellende Ergebnisse. Die Versuche ergaben, dass in allen 20 untersuchten „akustischen Situationen“ die festgestellten Unterschiede zwischen der gemessenen und der theoretisch prognostizierten Sprachverständlichkeit nicht über der gemessenen Standardabweichung für die mittlere Sprachverständlichkeit lagen.

DANKSAGUNG

Die Studie ist Teil des Projekts „Untersuchung von Arbeitsunfällen mit Blick auf bessere Präventionsmaßnahmen“, die im Zeitraum 2001 bis 2004 vom polnischen staatlichen Komitee für wissenschaftliche Forschung ⁽⁶⁹⁾ unterstützt wurde.



⁽⁶⁹⁾ <http://www.kbn.gov.pl/>.

VERKAUF UND ABONNEMENTS

Die kostenpflichtigen Veröffentlichungen des Amtes für Veröffentlichungen sind bei unseren Verkaufsstellen in zahlreichen Ländern der Erde erhältlich oder dort zu bestellen. Das Verzeichnis dieser Stellen können Sie erhalten:

- über die Internet-Seite des Amtes für Veröffentlichungen (<http://publications.eu.int/>),
- über die Faxnummer (352) 29 29-42758.



Zielsetzung der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz gemäß ihrer Gründungsverordnung:

„Damit gemäß dem Vertrag und den nachfolgenden Aktionsprogrammen für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz die Verbesserung insbesondere der Arbeitsumwelt gefördert wird, um die Sicherheit und die Gesundheit der Arbeitnehmer zu schützen, verfolgt die Agentur das Ziel, den Gemeinschaftseinrichtungen, den Mitgliedstaaten und den betroffenen Kreisen alle sachdienlichen technischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Informationen auf dem Gebiet der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes am Arbeitsplatz zur Verfügung zu stellen.“

Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

<http://osha.eu.int>



Europäische Agentur für
Sicherheit und Gesundheitsschutz
am Arbeitsplatz

Gran Vía 33, E-48009 Bilbao
Tel. +34 944 794 360
Fax +34 944 794 383
E-Mail: information@osha.eu.int



Amt für Veröffentlichungen

Publications.eu.int