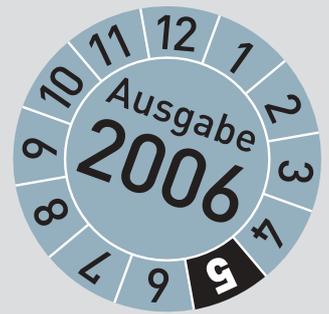


Sonderdruck aus

Sicherheits- ingenieur



VON DR. JÜRGEN H. MAUE



Bestimmen der Lärmexposition an Arbeitsplätzen

**– Messstrategien
und Messunsicherheit**

VON DR. JÜRGEN H. MAUE



Bestimmen der Lärmexposition an Arbeitsplätzen

– Messstrategien und Messunsicherheit



1. Einleitung

Zur Beurteilung der Lärmgefährdung an Arbeitsplätzen ist es sinnvoll, die Geräuschbelastungssituation durch geeignete Messungen objektiv zu erfassen. Die Durchführung entsprechender Messungen und die damit verbundenen Unsicherheiten haben gerade im Zusammenhang mit der neuen Europäischen Richtlinie zum Lärmschutz an Arbeitsplätzen 2003/10/EG [1] und den dort festgelegten, um 5 dB reduzierten Aktionspegeln eine große Bedeutung erlangt. Bezüglich der Messmethode bezieht sich die EG-Richtlinie auf die Internationale Norm ISO 1999 [2], die allerdings nur eine relativ grobe Beschreibung des anzuwendenden Lärm-Messverfahrens enthält. Sehr viel de-

taillierter wird die Lärmmessung am Arbeitsplatz in der DIN 45645-2 [3] beschrieben, auf die sich auch die BGV „Lärm“ [4] bezieht.

Als internationale Norm gibt es in diesem Bereich die ISO 9612, die nach Verabschiedung der neuen EG-Richtlinie zum Lärm am Arbeitsplatz vollständig überarbeitet wurde und nun als Komiteeentwurf ISO/CD 9612 „Messung und Berechnung der Lärmexposition am Arbeitsplatz“ [5] vorliegt. Wenn diese ISO-Norm auf einen entsprechenden Antrag hin und nach einer Abstimmung der Europäischen Länder als Europäische Norm (EN) übernommen werden sollte, würde sie auch für Deutschland gelten und die DIN 45645-2 müsste zurückgezogen werden. Um auf diese mögliche Entwicklung vorbereitet zu sein, empfiehlt es sich, die neue ISO/CD 9612 einmal etwas näher zu betrachten und mit der in Deutschland üblichen Messpraxis entsprechend der DIN 45645-2 zu vergleichen.

2. Lärmexpositionspegel bzw. Beurteilungspegel

Als wesentlicher Kennwert zur Beschreibung der Geräuschbelastung an Arbeitsplätzen verlangt die Europäische Richtlinie 2003/10/EG wie auch die ISO/CD 9612 die Bestimmung des Lärmexpositionspegels $L_{EX, 8h}$. Dieser Lärmexpositionspegel $L_{EX, 8h}$ entspricht dem bisher gebräuchlichen Beurteilungspegel L_{Ar} nach der BGV „Lärm“. Er beschreibt die durchschnitt-

liche Geräuschimmission am Arbeitsplatz und wird aus dem äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} einer typischen Arbeitsschicht unter Bezug auf die festgelegte Beurteilungszeit T_0 von 8 h entsprechende folgende Gleichung bestimmt:

$$L_{EX, 8h} = L_{pAeq} + 10 \lg \left[\frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB}$$

mit

L_{pAeq} äquivalenter Dauerschallpegel der typischen Arbeitsschicht

T_e Dauer der Arbeitsschicht

$T_0 = 8 \text{ h}$ Beurteilungszeit

Entsprechend ISO/CD 9612 wird dieser Lärmexpositionspegel jeweils personenbezogen ermittelt, d. h. er beschreibt die für einen einzelnen Beschäftigten oder eine Gruppe von gleichartig exponierten Beschäftigten anzunehmende Lärmbelastung. Eine ortsbezogene Beurteilung, die zum Beispiel für die Erstellung von Lärmkarten gefordert ist, um damit die Schalldruckpegelverteilung in einem Arbeitsraum zu beschreiben, wird in der ISO nicht behandelt. Die ortsbezogene Beurteilung ist in Deutschland auch die Grundlage für die Kennzeichnung von Lärmbereichen (ab 90 dB(A) bzw. zukünftig ab 85 dB(A)). Die entsprechenden Bereiche lassen sich damit unmittelbar durch örtliche Messungen erfassen und abgrenzen, ohne die Aufenthaltszeiten der Beschäftigten in diesen Bereichen berücksichtigen zu müssen. Für alle Personen, die sich auch nur zeitweilig in diesen gekennzeichneten Lärmbereichen aufhalten, gelten besondere Schutzmaßnahmen (Gehörschutz, Gehör-Vorsorgeuntersuchungen), auch wenn ihre personenbezogene Lärmexposition unter dem entsprechenden Grenzwert liegt. Abweichend von dieser Praxis werden in einigen europäischen Ländern Lärmbereiche offenbar ausgehend von den personenbezogenen Lärmexpositionspegeln ermittelt, so dass sich gegebenenfalls deutlich niedrigere Werte ergeben, falls sich die Beschäftigten nur kurzzeitig in diesen Bereichen aufhalten.

3. Ortsfeste und personengebundene Messung, Schallmessgeräte

Zur Erfassung der Lärmexposition können entsprechend ISO/CD 9612 – wie auch nach DIN 45645-2 – sowohl ortsfeste Messungen mit einem integrierenden Handschallpegelmessgerät nach DIN EN 61672 [6] als auch personengebundene Messungen mit einem

am Körper getragenen Personen-Schalldosimeter nach DIN EN 61252 [7] durchgeführt werden. Bei der ortsfesten Messung wird das Mikrofon in der Regel von Hand in Ohrnähe des Beschäftigten gehalten und gegebenenfalls seinen Bewegungen nachgeführt. Für die Messung mit dem Schalldosimeter gibt die ISO/CD 9612 die Mikrofonposition auf der Schulter (mittig) vor, wie es das Bild 1 zeigt.

In DIN 45645-2 werden drei alternative Mikrofonpositionen für Dosimetermessungen genannt: Auf der Schulter, am Helm über dem Ohr und direkt am Ohr. Die Position auf der Schulter hat sich wohl in der Messpraxis als die günstigste erwiesen und wurde deshalb in ISO/CD 9612 auch entsprechend festgelegt. Wie auch in DIN 45645-2 empfohlen, sollte das Mikrofon nach ISO möglichst in einem Abstand von mindestens 4 cm zum Körper fixiert werden, um die Störeinflüsse durch den Körper des Beschäftigten (Reflexion, Abschattung) zu verringern (siehe auch [8]). Da die Messgerätehersteller bisher keine geeigneten Mikrofonhalterungen anbieten setzt das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitsschutz-BGIA bei derartigen Messungen ein selbst entwickeltes Gurtsystem ein, das eine entsprechend ausgerichtete Befestigung des Mikrofons auf der Schulter mit Hilfe einer Klettverbindung ermöglicht (siehe Bild 1).

Da die Lärmexposition nach der ISO/CD 9612 mit hoher Genauigkeit ermittelt werden soll (engineering method) wird die Verwendung von Schallmessgeräten empfohlen, die der Genauigkeitsklasse 1 nach DIN EN 61672 entsprechen. Diese Empfehlung gilt auch für die eingesetzten Lärmdosimeter, die bisher fast ausschließlich nur die Anforderungen der Genauigkeitsklasse 2 erfüllen.

4. Messstrategien

Die ISO/CD 9612 beschreibt drei Messstrategien, die weitgehend mit DIN 45645-2 in Einklang sind, dort jedoch nicht so deutlich als Messverfahren neben ein-



Bild 1: Nach ISO/CD 9612 für Dosimetermessungen vorgegebene Mikrofonposition.

ander gestellt sind. Die Messstrategien der ISO sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

4.1 Aufgabenbezogene Messungen (Strategie 1)

Das in Deutschland wohl am weitesten verbreitete Messverfahren an Arbeitsplätzen wird in ISO/CD 9612 als Strategie 1 bzw. aufgabenbezogene Messung beschrieben. Dazu sind die Tätigkeiten eines Arbeitstages genau zu analysieren, so dass die Arbeitsschicht in mehrere typische Teilzeiten mit in sich gleichartiger Lärmexposition zerlegt werden kann. Bild 2 zeigt ein Beispiel für die Zerlegung einer Arbeitsschicht in drei Teilzeiten. Dieses aus der DIN 45641 [9] stammende Bild wurde in der ISO übernommen, weil es das Verfahren besonders gut veranschaulicht. Der Lärmexpositionspegel kann dann durch separate Messung in den einzelnen Teilzeiten unter Berücksichtigung der jeweiligen Zeitanteile berechnet werden:

$$L_{EX,8h} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_0} \sum_{i=1}^n T_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right] \text{ dB}$$

mit

- T_i Dauer der Teilzeit
- L_i äquivalenter Dauerschallpegel L_{Aeq} für die Teilzeit i
- $T_0 = 8 \text{ h}$ Beurteilungszeit

Dieses Verfahren hat den wesentlichen Vorteil, dass man in der Regel mit relativ kurzen Messzeiten innerhalb der Teilzeiten auskommt. Andererseits kann gegebenenfalls ein hoher Aufwand nötig sein, um die Arbeitsplatzsituation zu analysieren und die Zeitanteile für die einzelne Teiltätigkeiten mit ausreichender Sicherheit zu ermitteln.

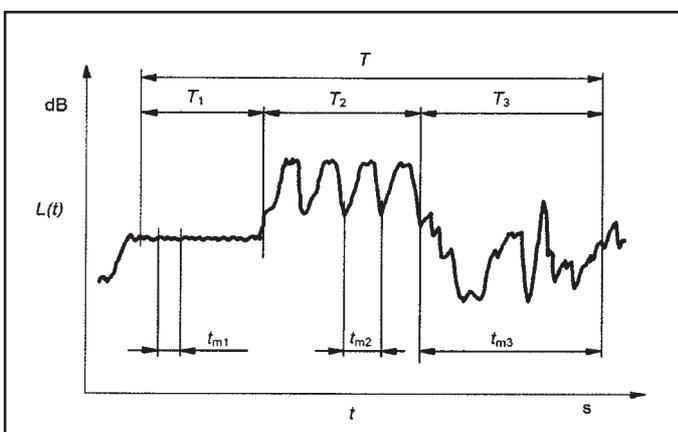


Bild 2: Zerlegung der Arbeitsschicht in Teilzeiten (Modifiziert nach DIN 45641).

4.2 Berufsbildbezogene Stichproben-Messungen (Strategie 2)

Als Strategie 2 bzw. berufsbildbezogene Messungen wird in ISO/CD 9612 ein Stichprobenverfahren beschrieben, das auf einem entsprechenden Vorschlag von französischer Seite basiert. Danach ist die Lärmexposition für eine möglichst homogene Gruppe eines bestimmten Berufsbildes durch zeitlich zufällige Stichprobenmessungen zu erfassen. Ein Stichprobenverfahren, wie es auch in DIN 45645-2 im Anhang B beschrieben wird, bietet sich vor allem für Berufsbilder mit vielfältigen Aufgaben von unbekannter Dauer an, so dass sich entsprechende Teilzeiten nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand ermitteln lassen. Man kann sich eine aufwändige Analyse der Arbeitsplatzsituation sparen, muss jedoch mit einem hohen Aufwand für die Durchführung der Messungen rechnen.

Das in ISO beschriebene Stichprobenverfahren erfordert für die einzelnen Stichprobenmessungen jeweils relativ lange Messdauern von mindestens 15 Minuten. Insgesamt ergeben sich nach diesem Verfahren Messzeiten über viele Stunden, wobei allein die Anzahl der Personen in der betrachteten Gruppe für die Gesamtmessdauer maßgebend ist. Es gibt jedoch kein vernünftiges Abbruchkriterium, das wie in DIN 45645-2 auch die Streuung der Messwerte berücksichtigt. Daraus resultiert gegebenenfalls ein mehrfach höherer Aufwand als nach der DIN 45645-2, ohne dass sich das statistisch begründen ließe. Deshalb ist das Stichprobenverfahren nach DIN auf jeden Fall vorzuziehen. Das Verfahren nach DIN 45645-2 sollte sich auch weiterhin anwenden lassen, da es einer allgemein anerkannten Methode der Datenerhebung durch Multimomentaufnahme entspricht und statistisch abgesicherte Ergebnisse liefert.

4.3 Ganztags-Messungen (Strategie 3)

Nach der in ISO/CD 9612 als Strategie 3 bzw. Ganztags-Messungen bezeichneten Messmethode ist die Lärmexposition durch Langzeitmessungen über mehrere, möglichst vollständige Arbeitsschichten zu erfassen. Diese Strategie wird vor allem für mobil eingesetzte Beschäftigte mit vielfältigen unterschiedlichen Tätigkeiten empfohlen. Da man diese Beschäftigten wohl kaum über die gesamte Zeit mit einem Handschallpegelmessgerät verfolgen kann, erfordert dieses Verfahren in der Regel personengebundene Messungen mit Schalldosimetern.

Die Messvorschrift sieht zunächst mindestens drei Ganztags-Messungen vor. Wenn sich die damit ge-

wonnenen Messwerte um weniger als 3 dB unterscheiden, kann daraus unmittelbar die anzunehmende durchschnittliche Lärmexposition berechnet werden. Unterscheiden sich die Messwerte von Tag zu Tag um 3 dB und mehr, sind drei zusätzliche Tagesmessungen erforderlich. Die einzelnen Tagespegel werden dann wie Stichprobenmesswerte behandelt und entsprechend der Strategie 2 statistisch ausgewertet. Je nach Streuung der gewonnenen Tagesmittelungspegel können sich daraus zusätzliche erforderliche Messungen ergeben.

Obwohl die Strategie 3 in DIN 45645-2 nicht so explizit als eigenes Verfahren beschrieben wird, hat sich dieses Verfahren in ähnlicher Form in der betrieblichen Praxis schon lange bewährt. So wird diese Messmethodik vom Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz seit mehr als 20 Jahren erfolgreich zur Erfassung der Lärmbelastungen in Baubereichen eingesetzt [10].

Wie man sich bei Ansicht eines entsprechenden Arbeitsplatzes in Bild 3 gut vorstellen kann, lässt sich die Schallexposition bei derartig mobil eingesetzten Beschäftigten nur mit einem am Körper getragenen Messgerät vernünftig erfassen. Für die einzelnen Berufsbilder wurden bis zu ca. 50 Tagesmittelungspegel gemessen, um daraus die durchschnittliche, längerfristig typische Belastung zu berechnen. Die Ergebnisse wurden jeweils entsprechend DIN 45645-2 Anhang B statistisch ausgewertet und abgesichert.

Bei der Erfassung der Schallexposition von Beschäftigten mit Schalldosimetern ist jedoch zu beachten, dass das am Körper getragene Mikrofon zusätzliche Messunsicherheiten mit sich bringt, z. B. aufgrund der Schallreflexion und Abschirmwirkung des Körpers der Person. Deshalb erfordert diese Messmethode eine besondere Sorgfalt, möglichst eine fortlaufende



Bild 3: Dosimetermessung an einem Baustellenarbeitsplatz (mit offensichtlichen Mängeln).

Beobachtung des Beschäftigten und die Verwendung eines Schalldosimeters, das die Pegel fortlaufend aufzeichnet, um sie später auf Plausibilität überprüfen zu können [8].

4.4 Vergleich der drei Messstrategien

Wie in den vorherigen Abschnitten erläutert, weisen die hier beschriebenen Strategien jeweils spezifische Vor- und Nachteile auf. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick in welchen Fällen die einzelnen Strategien anwendbar und wann sie besonders zu empfehlen sind. Danach bietet sich die Strategie 1 (aufgabenbezogene Messungen) immer dann an, wenn sich die Arbeitsschicht in eine überschaubare Anzahl von Teilzeiten zerlegen lässt. Wenn dies wegen der vielfältigen Aufgaben mit unbekannter Dauer nicht möglich ist, kommen die als Strategie 2 beschriebenen berufsbildbezogenen Stichprobenmessungen in Betracht. Bei mobilen Arbeitsplätzen mit einer großen Zahl an Aufga-

Arbeitsplatz	Aufgabe	Strategie		
		1 Aufgabenbezogene Messungen	2 Berufsbildbezogene Messungen	3 Gantagsmessungen
fest	einfach oder einzelne	+*		
	komplex oder vielfältig	+*	+	+
mobil	vorhersehbares Muster, kleine Zahl an Aufgaben	+*	+	+
	vorhersehbares Muster – große Zahl an Aufgaben oder komplexes Muster	+	+	+*
	unvorhersehbares Muster	nur zur Unterstützung von Strategie 3	+	+
fest oder mobil	vielfältige Aufgaben mit unbekannter Dauer		+*	+
	keine vorgegebenen Aufgaben		+*	+

+ = Strategie ist geeignet; * = empfohlene Strategie

Tabelle 1: Anwendungsmöglichkeiten und -empfehlungen für die drei Messstrategien nach ISO/CD 9612.

ben sind schließlich Ganztags-Messungen entsprechend der Strategie 3 zu empfehlen.

5. Messunsicherheit

Nach ISO/CD 9612 sind die Messunsicherheiten möglichst in Übereinstimmung mit dem ISO-Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen [11] zu bestimmen und anzugeben. Die dabei zu berücksichtigenden Einflussfaktoren sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Einflussfaktor	Erweiterte Messunsicherheit
Messgerät	U_1
Mikrofonposition (abweichend vom Idealfall)	U_2
Erfassung der kennzeichnenden Geräuschimmission	U_3

Tabelle 2: Bei der Ermittlung der Messunsicherheit zu berücksichtigende Einflussfaktoren (nach ISO/CD 9612).

Die jeweils anzunehmenden erweiterten Messunsicherheiten lassen sich nach ISO/CD9612 Anhang B mit Hilfe entsprechender Formeln berechnen oder Tabellen entnehmen. Aus den einzelnen erweiterten Messunsicherheiten U_i lässt sich nach dem Gesetz der Fehlerfortpflanzung die kombinierte, erweiterte Messunsicherheit U_c berechnen:

$$U_c = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2}$$

Diese Messunsicherheit U_c beschreibt einen Bereich um das Messergebnis ($L \pm U_c$), in dem man die Messgröße mit einer Wahrscheinlichkeit von 90% erwarten kann.

Nach DIN 45645-2 sind bei der Unsicherheitsbetrachtung nur zwei Einflussfaktoren zu berücksichtigen, und zwar die Genauigkeitsklasse des Messgerätes und die Unsicherheit bei der Erfassung der längerfristig typischen Geräuschbelastung (begrenzte Messzeit). Daraus wird zunächst die Genauigkeitsklasse des Beurteilungsergebnisses bestimmt, wobei zwischen Genauigkeitsklasse 1 (Präzisionsmessungen), 2 (Betriebsmessungen) und 3 (Orientierungsmessungen) unterschieden wird. Diesen Genauigkeitsklassen werden per Konvention Messunsicherheiten ΔL von 0 dB, 3 dB und 6 dB zugeordnet, die beim Grenzwertvergleich zu berücksichtigen sind. Damit hat man bei betrieblichen Messungen die Möglichkeit, mit dem entsprechend hohen Aufwand die Messbedingungen

der Genauigkeitsklasse 1 zu erfüllen und somit die Unsicherheit ΔL von 0 dB zu erreichen. Das hat bei Beurteilungsergebnissen im Bereich eines Grenzwertes den wesentlichen Vorteil, dass man damit eindeutig entscheiden kann, ob dieser Grenzwert eingehalten oder überschritten wird.

Beispiel zu Messunsicherheit:

Um die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Messunsicherheit nach ISO/CD 9612 zu veranschaulichen, sei hier ein einfaches Beispiel betrachtet:

• Messgerät:

Schallpegelmessgerät der Klasse 1

→ Nach ISO/CD 9612, Tabelle B2 ergibt sich eine erweiterte Messunsicherheit:

$$U_1 = 1,2 \text{ dB}$$

• Mikrofonposition:

ortsfeste Messung in Anwesenheit des Beschäftigten / stationäre Tätigkeit / Direktschallfeld nahe zu Schallquelle

→ Nach ISO/CD 9612, Tabelle B3 ergibt sich eine erweiterte Messunsicherheit:

$$U_2 = 2,5 \text{ dB}$$

• Kennzeichnende Geräuschimmission:

Stichprobenmessungen an mehreren Tagen/10 Stichprobenwerte mit einer Standardabweichung $s = 2,5 \text{ dB}$

→ Nach ISO/CD 9612, Tabelle B4 ergibt sich eine erweiterte Messunsicherheit:

$$U_3 = 1,9 \text{ dB}$$

Unter Berücksichtigung dieser drei Einflussfaktoren errechnet sich folgende kombinierte, erweiterte Messunsicherheit:

$$U_c = \sqrt{1,2^2 + 2,5^2 + 1,9^2}$$

$$U_c = 3,4 \text{ dB}$$

Nach DIN 45645-2 ließe sich das Beurteilungsergebnis unter Berücksichtigung des eingesetzten Schallpegelmessers der Klasse 1 und der Standardabweichung für die 10 Stichprobenmesswerte der Genauigkeitsklasse 1 zuordnen, so dass beim Grenzwertvergleich eine Unsicherheit ΔL von 0 dB anzunehmen wäre (Konvention). Sollte die ISO 9612 als Europäische Norm übernommen werden, müsste man geeignete Regelungen finden, um in Grenzfällen eindeutige Entscheidungen treffen zu können.

6. Zusammenfassung

Die neue Europäische Richtlinie 2003/10/EG zum Lärmschutz an Arbeitsplätzen hat den Anstoß zur Überarbeitung der Internationalen Norm ISO 9612

gegeben, um damit eine einheitliche Grundlage zur Messung und Berechnung des Lärmexpositionspiegels an Arbeitsplätzen zu schaffen. Da aus der ISO-Norm möglicherweise eine Europäische Norm entsteht, die dann in Deutschland anzuwenden wäre, wird der Inhalt der vorliegenden Entwurfsfassung ISO/CD 9612 kurz skizziert und mit den entsprechenden Festlegungen der heute noch maßgebenden DIN 45645-2 verglichen. Die ISO-Norm beschreibt 3 Messstrategien zur Bestimmung des Lärmexpositionspiegels, die sich weitgehend mit entsprechenden Festlegungen in der DIN 45645-2 vereinbaren lassen. Die ISO/CD 9612 enthält einen guten Ansatz zur Ermittlung der Messunsicherheit, der im Vergleich zur DIN-Norm zusätzliche Einflussfaktoren berücksichtigt, allerdings auch einen größeren Rechenaufwand erfordert. Wesentliche Inhalte der DIN 45645, wie etwa die Beurteilung von Geräuschen hinsichtlich Lästigkeit und Störwirkung, werden allerdings in der ISO nicht behandelt, so dass sie die bestehende DIN-Norm nicht vollständig ersetzen kann.

Schrifttum

- [1] 2003/10/EG : Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06. Februar 2003 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Lärm). Amtsblatt der EG Nr. L 42 vom 15.02.2003, S. 38-44
- [2] ISO 1999: Akustik-Bestimmung der berufsbedingten Lärmexposition und Einschätzung der lärmbedingten Hörschädigung. (Januar 1990)
- [3] DIN 45645-2: Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 2: Geräuschmissionen am Arbeitsplatz. (Juli 1997)
- [4] Unfallverhütungsvorschrift (UVV) „Lärm“ vom Dezember 1974, i. d. F. vom Januar 1990, BG-Vorschrift BGV B3, Carl Heymanns Verlag, Köln
- [5] ISO/CD 9612: Acoustics - Measurement and calculation of occupational noise exposure - Engineering method (Revision of ISO 9612:1997). (Juli 2005)
- [6] DIN EN 61672 : Elektroakustik, Schallpegelmesser - Teil 1: Anforderungen (Oktober 2003); Teil 2: Baumusterprüfung (August 2004); Teil 3: Periodische Einzelprüfung (Entwurf Februar 2005)
- [7] DIN EN 61252: Elektroakustik; Anforderungen an Personenschallexposimeter (Mai 2003)
- [8] Maue, J.H.: Ermittlung der Lärmexposition mit Hilfe von Schalldosimetern. Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 210 215. BIA-Handbuch 48 Lfg. 2006, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld
- [9] DIN 45641: Mittelung von Schallpegeln (Juni 1990)
- [10] Maue, J. H.: Lärmbelastung an Baustellenarbeitsplätzen - Einwirkung auf Maurer, Einschaler, Eisenflechter, Betonierer, Zimmerleute ... - Teil 1: Messmethodik, Messgerätetechnik, Messergebnisse. BIA-Report 1/87, BGIA, St. Augustin 1987
- [11] Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen. Deutsche Übersetzung des GUM. 1. Auflage 1995. DIN, Berlin

Anschrift des Verfassers:
 Dr.-Ing. Jürgen Maue
 Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BGIA
 53754 Sankt Augustin