

Methoden zur Einhaltung von Auslöse- und maximalen Expositionswerten zum Lärm

Manfred Schmidt

Müller-BBM GmbH, 82152 Planegg, E-Mail: Manfred.Schmidt@MuellerBBM.de

Einleitung

Die nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung (LärmVibrationsArbSchV) [1] zu verwendenden Messgrößen zur Beurteilung der Lärmexposition am Arbeitsplatz sind der Tageslärmaxpositionspegel $L_{EX,8h}$ und der Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$. Entsprechend § 4 der LärmVibrationsArbSchV sind die Messungen dieser Größen nach dem Stand der Technik durchzuführen. Dabei sind die Messverfahren und -geräte den vorhandenen Arbeitsplatz- und Expositionsbedingungen anzupassen.

In [1] wird festgelegt, dass die Größen zur Lärmexposition nach dem Stand der Technik zu ermitteln sind, jedoch wird kein genormtes Messverfahren zur Ermittlung der Lärmexposition genannt.

Zur zuverlässigen Erfassung der Lärmexpositionen an Arbeitsplätzen und in Ergänzung zum Ingenieurverfahren nach DIN EN ISO 9612 [2] werden geeignete effiziente Messverfahren für die Betriebspraxis vorgeschlagen.

Methoden zur Messung

Es wird von einem modularen physikalischen Lösungsansatz ausgegangen, der seinen Ursprung in der Kategorisierung der Schallpegel-Zeitverläufe hat und von vier Lärmtypen I, II, III und IV ausgeht, wie sie üblicherweise an Arbeitsplätzen in der Industrie, dem Gewerbe und der Landwirtschaft vorkommen. Die Messpraxis hat gezeigt, dass hauptsächlich die vier folgenden Lärmkonstellationen unterschieden werden können:

Lärmtyp I: zeitlich gleichförmige konstante Lärmexposition mit einer Schallpegel-Variationsweite

$$\Delta L_V = L_{pAmax} - L_{pAmin} \leq 5 \text{ dB(A)} \quad (1)$$

Lärmtyp II: zeitlich stark veränderliche Lärmexposition mit einer Schallpegel-Variationsweite

$$\Delta L_V = L_{pAmax} - L_{pAmin} > 5 \text{ dB(A)} \quad (2)$$

Lärmtyp III: zeitlich periodisch veränderliche Lärmexposition mit einer Schallpegel-Variationsweite

$$\Delta L_V = L_{pAmax} - L_{pAmin} > 5 \text{ dB(A)}.$$

Lärmtyp IV: zeitlich stark veränderliche Lärmexposition, die sich in der Regel aus den Lärmtypen I bis III zusammensetzt und aus erkennbaren festen Betriebszuständen besteht. Die Schallpegel-Variationsweite beträgt $\Delta L_V = L_{pAmax} - L_{pAmin} > 5 \text{ dB(A)}$.

Für die Ermittlung von $L_{EX,8h}$ können folgende voneinander abgrenzbare Methoden verwendet werden.

Messmethode 1: kontinuierliche Messung über einen Gesamtmesszeitraum (z. B. Arbeitsschicht).

Messmethode 2: kontinuierliche Messung in Teilmesszeiten innerhalb der Arbeitsschicht.

Messmethode 3: Stichprobenmessung innerhalb einer Arbeitsschicht.

Messmethode 4: kombinierte Messung im Gesamtmesszeitraum (Kombination aus den Messmethoden 2 und 3).

Bestimmung der Messunsicherheit

Die Messunsicherheit der maßgeblichen Eingangsgröße L_{pAeqi} und ihre spektrale Verteilung ist eine Funktion vieler verschiedener Einflusskomponenten (X_i). Die Messunsicherheitsbeiträge für die Bestimmung des äquivalenten Dauerschallpegels L_{pAeqi} lassen sich in folgender Art und Weise beschreiben:

$$L_{pAeqi} = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_N) = L_{pAeqi, \text{Messwert}} + \Delta L_{i, \text{Messmethode}} + \Delta L_{i, \text{Messgerät}} + \Delta L_{i, \text{Messobjekt}} + \Delta L_{i, \text{Messumgebung}} + \Delta L_{i, \text{Messender}} \quad (3)$$

mit

ΔL_i Unsicherheitsbeiträge für den L_{pAeqi} .

Die Messunsicherheit bei Lärmmessungen wird im Zusammenhang mit der Ermittlung des Lärmexpositionspegels $L_{EX,8h}$ und des Spitzenschalldruckpegels $L_{pC,peak}$ in Pegelschreibweise in folgender Art und Weise auf der Grundlage des Leitfadens „Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement“ (GUM) angegeben:

$$\Delta L_U(L_{EX}, L_{pC,peak}) = \sqrt{\Delta L_{U-Methode}^2 + \Delta L_{U-Messgerät}^2} \quad (4)$$

mit

$\Delta L_{U-Methode}$ durch die Messmethode und dem Messobjekt mit all ihren Einflussfaktoren verursachte Unsicherheit ($k = 1,7$)

$\Delta L_{U-Messgerät}$ durch das Messgerät + Kalibrierung verursachte Unsicherheit ($k = 1,7$)

$\Delta L_U(L_{EX,8h}, L_{pC,peak})$ Messunsicherheit für die Ergebnisgröße der Messung ($k = 1,7$)

Zur Berechnung der erweiterten Messunsicherheit ΔL_U wird nach GUM der Erweiterungsfaktor „ k “ benötigt. Der Wert für den Erweiterungsfaktor wird in [3] aus der t-Verteilung begründet abgeleitet. Empfohlen wird $k = t_{1-\alpha;30} = 1,70$ ($P = 95\%$).

Die Angabe des Lärmexpositionspegels mit der Messunsicherheit erfolgt dann in einfacher Weise durch $L_{EX,8h} \pm \Delta L_U$ in dB(A) und die Angabe des Spitzenschalldruckpegels durch $L_{pC,peak} \pm \Delta L_U$ in dB(C).

Bestimmung der Unsicherheit der Methode - $\Delta L_{U-Methode}$

Die *Methodenunsicherheit* $\Delta L_{U-Methode}$ setzt sich aus den Unsicherheitsbeiträgen der Messmethode $\Delta L_{\text{Messmethode}}$ und dem des Messobjektes $\Delta L_{\text{Messobjekt}}$ zusammen. In der Regel

ist jedoch über die Unsicherheit der Messmethode nichts oder nur wenig bekannt. Beide Beiträge werden daher im Unsicherheitsbeitrag $\Delta L_{U\text{-Methode}}$ zusammengeführt. Zur Berechnung der Methodenunsicherheit $\Delta L_{U\text{-Methode}}$ werden die Unsicherheitsbeiträge der einzelnen beteiligten Merkmalsgrößen aus den Unsicherheitstabellen in [3] und die nach Formeln berechenbaren Beiträge verwendet.

Bestimmung der Unsicherheit des Messgerätes und des Kalibrators - $\Delta L_{U\text{-Messgerät}}$

Die Unsicherheiten $\Delta L_{U\text{-Messgerät}}$ von Schallmessgeräten in Verbindung mit der Lärmart wurden berechnet und in Tabellen zusammengestellt. Dabei wird als „Messgerät“ ein Schallpegelmessgerät der Klasse 1 in Verbindung mit einem Schallkalibrator der Klasse 1 und ein Schallpegelmessgerät der Klasse 2 in Verbindung mit einem Schallkalibrator der Klasse 2 betrachtet.

Tabelle 1: Messunsicherheit $\Delta L_{U\text{-Messgerät}}$ von Messgeräten und Kalibratoren der Klasse 1 und 2 in Abhängigkeit von verschiedenen Lärmarten

Lärmart	Messunsicherheit Messgerät u. Kalibrator Klasse 1 $k = 1,7$ $\Delta L_{U\text{-Messgerät}}$ in dB	Messunsicherheit Messgerät u. Kalibrator Klasse 2 $k = 1,7$ $\Delta L_{U\text{-Messgerät}}$ in dB
Industrielärm	1,0	1,4
Impulshaltiger Industrielärm	1,8	2,4
Impulslärm (Einzelimpulse)	2,2	3,3
Hochfrequenter schmalbandiger Industrielärm	1,7	3,7

Bewertungskriterien für die Einhaltung bzw. Überschreitung der Lärmexposition

Bei den Messungen zur Überprüfung der Einhaltung bzw. der Überschreitung der Auslösewerte zur Vermeidung von Lärmschwerhörigkeiten der Arbeitnehmer ist in jedem Fall die Messunsicherheit ΔL_U zu ermitteln und anzugeben.

Um eine sichere Kenntnis darüber zu gewinnen, ob der Auslösewert eingehalten oder überschritten wird, ist eine Prüfung unter Einbeziehung der Messunsicherheit ΔL_U durchzuführen.

Beurteilung des Lärmexpositionspegels $L_{EX,8h}$

Es gelten die Auslösewerte als eingehalten für $L_{EX,8h} + \Delta L_U < \text{Auslösewert}(80 \text{ dB(A) und } 85 \text{ dB(A)})$ und als überschritten für $L_{EX,8h} - \Delta L_U \geq \text{Auslösewert}(80 \text{ dB(A) und } 85 \text{ dB(A)})$

Kann auf Grund der Prüfung auf Einhaltung bzw. auf Überschreitung nicht eindeutig eine Entscheidung herbeigeführt werden und liegt damit der Auslösewert zwischen der unteren und der oberen Schranke des Lärmexpositionspegels

$$L_{EX,8h} - \Delta L_U < \text{Auslösewert} \leq L_{EX,8h} + \Delta L_U \quad (5)$$

so ist für eine Entscheidung zu überprüfen, ob die

Messunsicherheit folgende Bedingung erfüllt: $\Delta L_U \leq 2,5 \text{ dB}$.

Ist das der Fall, dann gilt für eine Entscheidung
 Einhaltung $L_{EX,8h} < \text{Auslösewert}$,
 Überschreitung $L_{EX,8h} \geq \text{Auslösewert}$.

Für den Fall, dass $\Delta L_U > 2,5 \text{ dB}$ ist

und der Auslösewert vom Messunsicherheitsbereich nach Gleichung (5) eingeschlossen wird, so ist durch die Verbesserung der Klasse des Messgerätes und/oder durch einen erhöhten Untersuchungsaufwand die Messunsicherheit ΔL_U solange zu verringern, bis eine Entscheidung möglich ist.

Beurteilung des Spitzenschalldruckpegels $L_{pC,peak}$

Zur Bewertung ist der höchste vorkommende Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ in der Arbeitsschicht auszuwählen. Auch ein einzelner Messwert stellt ein Ergebnis dar. Somit wird der einzelne gemessene Spitzenschalldruckpegel mit einer Messunsicherheit versehen.

Für die Angabe der Messunsicherheit gilt: $L_{pC,peak} \pm \Delta L_U$ in dB(C).

Die Auslösewerte gelten als eingehalten für $L_{pC,peak} + \Delta L_U < \text{Auslösewert}(135 \text{ dB(C) und } 137 \text{ dB(C)})$ und als überschritten für $L_{pC,peak} - \Delta L_U \geq \text{Auslösewert}(135 \text{ dB(C) und } 137 \text{ dB(C)})$.

Liegt der Auslösewert zwischen der unteren und der oberen Schranke des Spitzenschalldruckpegels

$$L_{pC,peak} - \Delta L_U < \text{Auslösewert} \leq L_{pC,peak} + \Delta L_U \quad (6)$$

so wird wegen der möglichen akuten Schädigungsgefahr des Innenohres und der statistischen Aussage, dass mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % der Spitzenschalldruckpegel $L_{pC,peak}$ auch an der oberen Grenze des Unsicherheitsbereiches liegen kann, vorgeschlagen, das Messergebnis als eine „Überschreitung“ einzustufen, auch wenn der gemessene Spitzenschalldruckpegel unterhalb des Auslösewertes liegt und der um die Messunsicherheit erhöhte Wert des Spitzenschalldruckpegels über dem Auslösewert.

Literatur

[1] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung – LärmVibrations ArbSchV) vom 6. März 2007. BGBl. I vom 8. März 2007, S. 261 – 277

[2] DIN EN ISO 9612: Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz, Verfahren der GK 2 (Ingenieurverfahren), September 2009

[3] Schmidt, M.; Ebersold, M.; Gralla, G.; Geißler, P.: Methoden zur Einhaltung von Auslöse- und maximalen Expositionswerten zum Lärm. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben F1898, Dortmund/Berlin/Dresden 2011