



zum Erhalt der Gesundheit festzulegen. Nach der Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ (GUV-V B3) besteht bereits bei einem Acht-Stunden-Beurteilungspegel von mehr als 85 dB(A) eine Gehörgefährdung. Da im konstruierten Fall dieser Wert überschritten wird, muss mir mein Arbeitgeber eine entsprechende persönliche Schutzausrüstung, z. B. Gehörschützer, zur Verfügung stellen. Nach der zur Zeit geltenden Rechtslage liegt es bei einem Wert von 86 dB(A) in meinem Ermessen, ob ich den Gehörschützer benutze. Dagegen ist bei einem Acht-Stunden-

Beurteilungspegel von mehr als 90 dB(A) das Tragen von Gehörschützern verbindlich vorgeschrieben, d. h. ich muss den Gehörschutz während der Arbeit mit Lärmeinwirkung konsequent tragen.

Ergänzend hierzu noch der Hinweis, dass grundsätzlich die Forderung besteht, ein betriebliches Lärmkataster zu führen. Dieses enthält die Lärmpegelwerte aller Maschinen, Werkzeuge, Anlagen, Fahrzeuge usw. Das Lärmkataster steht somit im Bedarfsfall für eine Gefährdungsbeurteilung für die Gefährdungsart „Lärm“ zur Verfügung und bil-

det die Grundlage für Berechnungen zur Abschätzung des Ausmaßes der Gehörgefährdung. Das Ziel aller Lärm-schutzmaßnahmen muss es sein, Gehörschäden durch Lärmeinwirkung zu verhindern und damit den Mitarbeitern, die bei der Arbeit Lärmeinwirkungen über 85 dB(A) ausgesetzt sind, auch nach vielen Arbeitsjahren die Lebensqualität zu sichern.

Günter Koch

Lärmmessungen – Geräte und Verfahren

Bei Begehungen in Mitgliedsunternehmen der Unfallkasse wurde oftmals eine große Verunsicherung bei Personen festgestellt, die sich in den Betrieben mit Lärmschutz befassen. Grund hierfür sind die verschiedenen Lärmmessverfahren in bezug auf Arbeits-, Umwelt- und Nachbarschaftsschutz in Verbindung mit den unterschiedlichen Beurteilungskriterien bezüglich Gehörgefährdung, vegetativer Belastung und Belästigung des Menschen. Die Vielzahl von Begriffen führt dann zwangsläufig zur Verwirrung bei den „Nichtfachleuten“. So wird die Lärmbekämpfung oft den „Spezialisten“ überlassen und die Eigeninitiative der Betroffenen selbst erstickt. Lärmmessungen und die entsprechenden Beurteilungskriterien der Fachleute müssen deshalb von den übrigen Beteiligten verstanden, aufgegriffen und in Eigeninitiative ergänzt werden.



Auf recht einfache Art macht eine Lärmampel die Lautstärke sichtbar. Die Ampel beinhaltet ein Messgerät mit einem frei einstellbaren Lautstärkebereich ab 65dB. Smile-Gesichter in rot, gelb-orange und grün zeigen die Lärmsituation im Raum an: grün = in Ordnung, gelb = Achtung, rot = zu laut. Durch das optische Signal erkennen die Kinder wann sie leiser werden sollen. Dadurch sinkt der Lärmpegel im Kindergarten.

Physikalische Grundlagen und Begriffe

Lärm	⇨	ist ungewollter Schall, der stört, belästigt, gefährdet und schädigt.
Frequenz	⇨	gibt die Zahl der Schwingungen pro Sekunde an. Sie wird in Hertz (Hz) angegeben.
Schall	⇨	ist eine Druckänderung durch die schwingende Bewegung der Luftteilchen. Der Schall breitet sich in der Luft mit einer Schallgeschwindigkeit von ca. 340 m/s aus. Beim Schall werden drei Bereiche unterschieden: Infraschall, Hörschall und Ultraschall.
Infraschall	⇨	beschreibt den Schall im unteren Frequenzbereich von 0 – 16 Hz. Unser Ohr „hört“ nichts, aber er ist manchmal „zu spüren“.
Hörschall	⇨	wird vom menschlichen Ohr wahrgenommen und liegt im Frequenzbereich von ca. 16 – 16000 Hz.
Ultraschall	⇨	beschreibt die Frequenzlage oberhalb von ca. 16000 Hz. Diese werden vom Menschen nicht mehr wahrgenommen. Messungen in diesem Bereich sollten dem Fachmann überlassen werden.
Geräusch	⇨	ist eine Mischung beliebiger Frequenzen. Je nach Hauptanteilen gibt es tieffrequente und hochfrequente Geräusche. In Abhängigkeit vom zeitlichen Verlauf wird unterschieden in: Dauergeräusch (mit annähernd gleichbleibender Intensität), schwanken- des Geräusch (mit ständig wechselnder Geräuschstärke), intermittierendes Geräusch (mit laufend umschaltenden verschiedenen Geräuschstärken) und Impuls- geräusch (z. B. ein Schuss).

Schalldruckpegel L_p

Kommen Luftteilchen durch Schallvorgänge ins Schwingen, baut sich zusätzlich zum wetterabhängigen Luftdruck ein Schallwechseldruck auf, der in Pa (Pascal) angegeben werden könnte. Beispielsweise bei extrem leisen Geräuschen (Hörschwelle) $P_0 = 0,00002$ Pa, bei gerade eben schmerzhaft lauten Geräuschen mit $P_{\text{Schmerz}} = 20$ Pa. Da diese Werte sehr unanschaulich und unpraktikabel sind, wurde das Dezibel (dB) eingeführt. Das Dezibel stellt nun den 20fachen Logarithmus vom Verhältnis zwischen P und P_0 dar.

$$L_p = 20 \lg P/P_0 \text{ dB}$$

Damit werden nunmehr aus 0,0002 Pa = 0 dB und aus 20 Pa = 120 dB.

Frequenzbewerteter Schallpegel

Das menschliche Ohr hört tiefe Töne sehr schlecht und hohe Töne etwas schlechter als mittlere Frequenzen. Diese Eigenart wird in Schallmessgeräten mit den genormten elektronischen Frequenzbewertungsfiltern A, B, C und D nachgeahmt. In der Regel kommt fast nur der A-Filter zur Anwendung. Damit liegt nun als wichti-

ges Ergebnis einer Schallmessung der A-bewertete Schalldruckpegel, kürzer gesagt der Schallpegel L_A in dB(A) vor.

Zeitbewerteter Schallpegel

Weder unser Gehör noch der Zeiger eines Schallpegelmessers können plötzliche Pegeländerungen trägeheitslos nachvollziehen. Die folgenden Zeitbewertungen (Einstellungen am Messgerät) sind genormte Maße für die Trägheit des Anzeigesystems und haben teils erheblichen Einfluss auf das Messergebnis.

„slow“ = (langsam) „S“ (Zeiger träge, nur für sehr gleichmäßige Geräusche geeignet)

„fast“ = (schnell) „F“ (Zeiger schnell, geeignet für Pegelschwankungen)

„Impuls“ = (Impuls) „I“ (Zeiger bewegt sich sehr schnell aufwärts)

„peak“ = (Spitze) „P“ (Zeiger bewegt sich extrem schnell aufwärts)

Mittelungspegel

Schwankt der Schallpegel oder liegt Impulsgeräusch vor, wird der „Durchschnittsschallpegel“, der Mittelungspegel L_m

als L_{Aim} in dB(A) oder L_{AFm} in dB(A) oder L_{ASm} in dB(A) benötigt. L_{AFm} und L_{ASm} werden auch als **äquivalenter Dauerschallpegel** L_{Aeq} in dB(A) bezeichnet. Der L_{Aim} wird zur Beurteilung von Impulsen verwendet und als **mittlerer Impulsschallpegel** L_{Aim} in dB(A) bezeichnet.

Beurteilungspegel

Zur Beurteilung der Lärmsituation eines Arbeitsplatzes bedarf es weiterer Vereinbarungen über die Mittelungszeit. Die Unfallverhütungsvorschrift „Lärm“ (GUV-V B3) definiert den für das Gehörschädigungsrisiko maßgeblichen Mittelungspegel als äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} über 8 Stunden Arbeitszeit, auch als „Acht-Stunden-Beurteilungspegel“ L_{Ard} bezeichnet.

Schallausbreitung

Im Freien breitet sich der Schall kugelförmig von einer Schallquelle aus, wobei der Schallpegel um 6 dB je Abstandsverdopplung abnimmt. In umschlossenen Räumen ist auf Grund der reflektierten Wellen mit einer Pegelabnahme von 2 bis 4 dB je Abstandsverdopplung zu rechnen.

Schallmessung

Bei den üblichen Messungen im Betrieb soll i.d.R. ermittelt werden, wie hoch das Gehörschädigungsrisiko an einem bestimmten Ort (z.B. Arbeitsplatz) ist. Dazu wird an diesem Punkt mit einem Schallpegelmessgerät der Schallpegel ohne Rücksicht darauf gemessen, von welchen Maschinen oder Tätigkeiten der Schall kommt. Nur die Summe der Schallpegel ist dabei interessant. Es handelt sich dann um eine Immissionsmessung. Demzufolge ist auch der Beurteilungspegel ein Immissionswert.

Auswahl der Schallpegelmessgerät

Der Markt hält heute ein breites Angebot an Schallpegelmessgeräten bereit, die sich in Genauigkeit und Vielseitigkeit unterscheiden. Im prinzipiellen Aufbau gibt es bei den Geräten unwesentliche Unterschiede. Sie bestehen in der Regel aus einem Mikrofon, einem Vorverstärker mit entsprechender Zeitbewertung, einem Frequenzbewertungsfilter, einem integrierenden Verstärker und einem Anzeigemodul, das digital oder analog ausgeführt sein kann. Gespeist werden die Geräte durch eine batteriebetriebene Stromversorgung.

Die wichtigsten Merkmale zur Unterscheidung von Schallpegelmessgeräten sind die Genauigkeitseigenschaften. Es werden drei Genauigkeitsklassen (Klasse 1 bis 3) unterschieden, wobei Geräte der Klasse 3 das Verfahren mit der geringsten Genauigkeit kennzeichnen. In Abhängigkeit von der Genauigkeitsklasse wird das jeweilige Mess- und Beurteilungsverfahren nach DIN 45 645 „Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen, Teil 2: Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz“ als Präzisionsmessung (Klasse 1), Betriebsmessung (Klasse 2) und Orientierungsmessung (Klasse 3) eingruppiert.

Schallpegelmessungen mit Geräten der Klasse 3 sind für grobe Orientierungsmessungen geeignet. Die Unsicherheit der Messung wird mit ± 6 dB angege-

ben. Dennoch kann ein solcher Schallpegelmessgerät dem Praktiker gute Dienste leisten, vor allem, wenn ihm durch gelegentliche parallele Präzisionsmessungen anderer Stellen genaue Vergleichswerte vorliegen.

Schallpegelmessgerät der Klasse 2 sind geeignet für Betriebsmessungen, bei denen eine Genauigkeitsklasse von ± 3 dB anzunehmen ist. Alle wichtigen Eigenschaften sind in der genannten DIN-Norm festgelegt. Viele Geräte in dieser Genauigkeitsklasse bieten die Möglichkeit, in der Zeitbewertung „Impuls“ zu messen und sowohl den äquivalenten Schallpegel L_{Aeq} als auch den Mittelwert als L_{Aim} zu erfassen. Liegen im Betrieb impulshaltige Geräusche vor, sollte ein Schallpegelmessgerät beschafft werden, das die L_{Aeq} -Messung und die Impulsbewertung eingebaut hat.

Für Präzisionsmessungen jeder Art von Geräuschen sind Geräte der Klasse 1 bestens geeignet. Einige Geräte können durch ansteckbare Funktionsmodule dem jeweiligen Anwendungsgebiet angepasst werden. Viele Schallpegelmessgerät bieten die Möglichkeit Messdaten digital an Rechner und Drucker auszugeben.





Kriterien für den Kauf

Welches Gerät in der Praxis letztendlich zum Einsatz kommt, muss vor Ort entschieden werden. Die Entscheidung ist abhängig von den Messaufgaben, der Häufigkeit von Messungen und nicht zuletzt den verfügbaren finanziellen Mitteln. Zur Erleichterung der Auswahl einige Kriterien:

- ❑ Möglichst keine universell einsetzbaren Schallpegelmesser beschaffen, wenn nur gelegentlich gemessen wird. Universelle Messgeräte besitzen eine Vielzahl von Voreinstellungen, so dass die Gefahr von Fehleinstellungen und damit verbundenen Fehlbedienungen besteht.
- ❑ Schallpegelmesser nach DIN IEC 651, Typ 2 oder DIN IEC 804, Typ 2 reichen für Betriebszwecke praktisch aus.
- ❑ Der Skalenumfang des Anzeigesystems soll möglichst 30, besser 50 dB betragen. Damit wird das Umschalten des Messbereichs während der Messung umgangen.
- ❑ Soll nur im Produktionsbetrieb gemessen werden, reicht ein Messbereich von 70 –120 dB(A) fast immer aus. Messungen in Büroräumen dagegen erfordern einen Messbereich ab ca. 45 dB(A).
- ❑ Bei stark schwankenden Pegeln und häufig erforderlichen Messungen sollte ein integrierendes Gerät angeschafft werden.

- ❑ Die Kalibriermöglichkeit sollte im Gerät vorhanden sein. Besser ist die gleichzeitige Beschaffung eines separaten Kalibrators.
- ❑ Das Gerät sollte mit handelsüblichen Batterien betrieben werden können.

Messdurchführung

Wer Schallmessungen durchführt, muss seinen Schallpegelmesser genau kennen. Vor jeder Messung sollte deshalb die Betriebsanleitung des Herstellers gründlich gelesen werden. Einige Probemessungen sind kritisch zu beurteilen und mit dem Gehörten zu vergleichen.

Nach dem Einschalten, dem Batterietest und einer kurzen Anlaufzeit von ca. 1 Minute ist das Gerät zu kalibrieren. Der Ablauf ist der Bedienanleitung zu entnehmen.

Die Bestimmung des Beurteilungspegels am Arbeitsplatz eines Mitarbeiters erfolgt in Kopfhöhe, in der Nähe der Ohren. Während der Messung dürfen Personen das Mikrofon nicht gegen den einfallenden Schall abschatten, was insbesondere bei hohen Frequenzen zu Fehlmessungen führen kann.

Bei einfachen Geräten liegt die Messgröße als momentaner Schallpegel L_{AF} meistens fest. Bei aufwändigeren Geräten wählt man die Frequenzbewertung „A“. Bevor die eigentliche Messung erfolgt, ist der Schallpegel mit der Einstellung „Fast“ oder falls notwendig in „Impuls“ zu beobachten, um so einen Überblick über den Messbereich zu erhalten. Liegt der Messbereich fest, kann auf Pegelmittelung geschaltet werden und die Messung kann beginnen.

Gleichmäßige Geräusche erfordern nur geringe Messzeiten von ca. 30 Sekunden. Bei regelmäßig schwankenden Geräuschen ist mindestens so lange zu messen, dass eine Schwankungsperiode erfasst wird. Liegt ein völlig regelloses Geräusch vor, muss so lange

gemessen werden, bis der Mittelungspegel sich so eingependelt hat, dass er vom weiteren Geräuschverlauf nicht mehr beeinflusst wird. Liegt das Ergebnis nahe beim Grenzwert von 85 dB(A) bzw. bei 90 dB(A), sollte die Messzeit möglichst noch verlängert werden, um klare Verhältnisse zu bekommen.

Für den Vergleich mit einem Grenzwert ist die Ermittlungsunsicherheit zu beachten. Grundlage hierfür bildet die Klasse der verwendeten Geräte. Durch mehrfache Messung können höhere Genauigkeiten erreicht werden.

Für jede Lärmmessung sollte ein Messbericht geschrieben werden, in dem die Messwerte, Messergebnisse und Randbedingungen einzutragen sind. Bei den wichtigsten Messwerten handelt es sich um L_{Alm} , L_{Aeq} , L_{Almax} jeweils in dB(A) und L_{Peak} in dB.

Die endgültige Beurteilung eines Messpunktes erfolgt durch das Messergebnis, also meistens durch den Acht-Stunden-Beurteilungspegel L_{Ard} . Er kann unmittelbar als Messwert vorliegen oder aus mehreren Pegelwerten durch Mittelung errechnet worden sein. Im letzteren Fall müssen die Berechnungen als Anlage beim Messbericht verbleiben. Der Messbericht sollte folgenden Inhalt haben:

- ❑ Firma, Abteilung, Datum
- ❑ Teilnehmer an der Messung
- ❑ Messgerät Typ und Einstellungen
- ❑ Angaben zur Kalibrierung
- ❑ Beschreibung der Messpunkte
- ❑ Art der Lärmquellen
- ❑ subjektiver Geräuscheindruck
- ❑ Bemerkungen zu Fremdgeräuschen
- ❑ Messwerte, Messfehler
- ❑ Ermittlungsunsicherheit
- ❑ Messergebnisse
- ❑ Bemerkungen zur technischen Lärminderung bzw. zu PSA
- ❑ Beurteilungspegel
- ❑ Unterschrift des Messenden

Wolf Bönisch