

Messung und Beurteilung von Ultraschallgeräuschen am Arbeitsplatz

Dr. Jürgen H. Maue

IFA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, 53757 Sankt Augustin

E-Mail: juergen.maue@dguv.de

Einleitung

Ultraschall kommt heute in vielen Bereichen der industriellen Produktion zur Anwendung, zum Beispiel zum Reinigen, Schweißen, Bohren und Schneiden. Dabei entstehen an den zugehörigen Arbeitsplätzen in der Regel tonale Geräuschbelastungen mit mehr oder weniger bedeutenden Anteilen bei Ultraschallfrequenzen wie auch im Hörfrequenzbereich. Da handelsübliche Schallpegelmessgerätschaften nur für die Erfassung von Geräuschen im Hörschallbereich ausgelegt sind, sind diese Messgeräte nicht ohne Weiteres für entsprechende Messungen einzusetzen. Erfahrungsgemäß können sich je nach Schallpegelmessgerätschaft deutlich abweichende Messwerte ergeben.

Mit der VDI-Richtlinie 3766 [1] wurde nun der zweite Entwurf einer Richtlinie fertiggestellt, die die Durchführung entsprechender Messungen an Arbeitsplätzen und deren Beurteilung sowie geeignete Lärminderungsmaßnahmen beschreibt. Da die Meinungen bezüglich der Beurteilung von Ultraschallgeräuschen und der dabei anzusetzenden Grenzwerte stark divergierten, hat die Erarbeitung dieser Richtlinie mehr als 11 Jahre gedauert. Das Ergebnis ist als ein Kompromiss anzusehen, der von einigen Seiten kritisiert wird.

Im Rahmen dieses Beitrages werden die in der Richtlinie zur Vermeidung von Hörminderungen im Sprachfrequenzbereich angegebenen Richtwerte vorgestellt. Da die VDI 3766 keine Vorgaben für den oberen Hörfrequenzbereich und für Ultraschall macht, werden außerdem geeignete Höchstwerte zur Beurteilung der Schallexposition in diesem höheren Frequenzbereich vorgeschlagen.

Richtwerte nach VDI 3766

Die in dem VDI-Arbeitskreis zusammengetragenen umfangreichen Erläuterungen zur Wirkung von Ultraschall wurden leider im jetzigen Entwurf der VDI 3766 nicht übernommen, da keine Einigkeit erzielt werden konnte. Man kam jedoch überein, dass der luftgeleitete Ultraschall keine Hörminderungen im Frequenzbereich unterhalb von 8 kHz verursacht. Strittig war die Wirkung von Ultraschall bei Hörfrequenzen oberhalb von 8 kHz.

Zur Beurteilung der Schallbelastung im Sprachfrequenzbereich (100 Hz bis 8 kHz) verlangt die VDI 3766 die Bestimmung des AU-bewerteten Lärmexpositionspegels $L_{EX,AU,8h}$. Diese Kenngröße entspricht dem im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung üblicherweise ermittelten Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ nach DIN EN ISO 9612 [2] mit dem kleinen Unterschied, dass nach der VDI-Richtlinie 3766 der äquivalente Dauerschallpegel in der Frequenzbewertung „AU“ anstelle in „A“ gemessen wird. Die AU-Bewertung ergibt sich dabei aus der Kombination der A-Bewertung mit

der Frequenzbewertung „U“ nach DIN EN 61612 [3], die den Ultraschallanteil weitgehend unterdrückt.

Als zweite Kenngröße zur Beurteilung der Schallbelastung im Sprachfrequenzbereich ist der Z-bewertete Spitzenschalldruckpegel $L_{Z,peak}$ zu bestimmen. Um Hörminderungen im Sprachfrequenzbereich zu vermeiden, empfiehlt die VDI 3766 die Einhaltung der in Tabelle 2 genannten Richtwerte.

Tabelle 2: Messgrößen und Richtwerte nach VDI 3766

Messgröße	Richtwert
AU-bewerteter Lärmexpositionspegel $L_{EX,AU,8h}$	85 dB
Z-bewerteter Spitzenschalldruckpegel $L_{Z,peak}$	140 dB

Höchstwerte für Ultraschall

Die VDI 3766 nennt jedoch keine Richtwerte zur Vermeidung von Hörminderungen im Hörfrequenzbereich oberhalb von 8 kHz. Leider gibt es für diesen Frequenzbereich auch nur wenige Untersuchungsergebnisse, da sich die Audiometrie in der Regel auf die Frequenzen unterhalb von 8000 Hz konzentriert. Um die Geräuschwirkungen dieser hohen Frequenzen auf das Gehör genauer beschreiben und gut abgesicherte Richtwerte festlegen zu können, bedarf es weiterer Untersuchungen.

Auch für reine Ultraschallbelastungen, das heißt für Frequenzen oberhalb von 16 kHz, werden in der VDI 3766 keine Richtwerte gegeben. Dabei treten bei Ultraschallbelastungen mit höheren Schalldruckpegeln bekanntlich verschiedene Beeinträchtigungen auf, wie z.B. Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und Druckgefühl auf den Ohren.

Da die Betreiber von Ultraschallanlagen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung nach dem Arbeitsschutzgesetz [4] entscheiden müssen, ob eine Gefährdung für die Beschäftigten an diesen Arbeitsplätzen besteht und gegebenenfalls geeignete Schutzmaßnahmen notwendig sind, werden neben den in der Tabelle 2 zum Schutz des Gehörs im Sprachfrequenzbereich angegebenen Richtwerten auch entsprechende Werte für höhere Frequenzen bis in den Ultraschall-Frequenzbereich benötigt. Deshalb werden hier auf der Grundlage von entsprechenden Empfehlungen in der Literatur und in Richtlinien die in der Tabelle 3 zusammengestellten Terzbandpegel als Höchstwerte vorgeschlagen. Bei Einhaltung dieser Werte sollten sich zumindest die angesprochenen Ultraschallwirkungen, wie Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit und Druckgefühle, vermeiden lassen.

Die für den hochfrequenten Hörbereich von 10 kHz bis 16 kHz empfohlenen maximalen Terzbandpegel von 85 dB orientieren sich an den nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [5] zu beachtenden Auslösewerten von 80 dB(A) und 85 dB(A). Die A-Bewertung bewirkt bei diesen Frequenzen eine Dämpfung von 2,5 dB (10 kHz) bis zu 6,6 dB (16 kHz), so dass man bei entsprechend hohen

Terzbandpegeln in der Regel mit einer Überschreitung des unteren Auslösewertes rechnen muss. Falls in allen drei Terzbändern von 10 bis 16 kHz ein Pegel von 85 dB erreicht wird, ergibt sich bei entsprechender Dauerbelastung allein durch diesen hochfrequenten Geräuschanteil ein Lärmexpositionspiegel von mehr als 85 dB(A). Die Überschreitung des oberen Auslösewertes erfordert dann die Aufstellung eines Lärminderungsprogramms und die Durchführung geeigneter Schutzmaßnahmen.

Tabelle 3: Messgrößen und empfohlene Höchstwerte für Ultraschallquellen

Terzband- mittenfrequenz	Mittlerer Terzband-Schalldruckpegel $L_{eq, Terz}$ für lauteste 5 min-Phase
10 kHz	85 dB
12,5 kHz	85 dB
16 kHz	85 dB
20 kHz	110 dB
25 kHz	110 dB
31,5 kHz	110 dB
40 kHz	110 dB

Im Übrigen gilt für Geräuschbelastungen im Hörfrequenzbereich nach § 7 der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung unabhängig von der Höhe der Lärmexposition das Gebot, Lärmgefährdungen für die Beschäftigten zu vermeiden und die Lärmbelastungen an den Arbeitsplätzen so weit wie möglich zu verringern („Minimierungsgebot“). Die notwendigen Lärmschutzmaßnahmen orientieren sich dabei an dem Stand der Technik.

Für die Terzbänder ab 20 kHz, also für Belastungen im Ultraschall-Frequenzbereich, werden vielfach Höchstwerte von 110 dB empfohlen [6,7,8]. Die VDI-Richtlinie 3766 verweist in einer Anmerkung auf die VDI 2058 Blatt 2 [9] und den dort genannten Höchstwert von 110 dB für das Terzband von 20 kHz. Nach der VDI 2058 Blatt 2 lassen sich Beeinträchtigungen durch luftgeleiteten Ultraschall vermeiden, wenn der Wert von 110 dB nicht überschritten wird. Außerdem wird dort erwähnt, dass für höhere Frequenzen auch höhere Grenzwerte diskutiert werden.

Unter Berücksichtigung der o.g. Vorgaben wird in der Tabelle 3 für die Terzbänder von 20 kHz bis 40 kHz jeweils ein Pegel von 110 dB als Höchstwert angegeben. Dabei ist jedoch zu überlegen, ob man den Pegel für das Terzband von 20 kHz nicht besser etwas niedriger angesetzt, weil das Terzband unmittelbar an den Hörfrequenzbereich grenzt und entsprechende Frequenzen bei höherer Intensität von vielen Personen durchaus noch wahrgenommen werden. Außerdem gibt es Vorschläge für deutlich niedrigere Grenzwerte bei 20 kHz, weil man Hörminderungen im hochfrequenten Hörbereich oberhalb von 8 kHz befürchtet [10]. Schließlich sollten sich auch mit Blick auf die Fortschritte in der Lärminderungstechnik etwas niedrigere Werte bei 20 kHz begründen lassen.

Da die hier betrachteten Ultraschallwirkungen, wie Kopfschmerz, Schwindel, Übelkeit und Druckgefühl auf den Ohren, schon bei kurzzeitigen entsprechenden Belastungen auftreten können, sollten die in der Tabelle 3 genannten Höchstwerte nach Möglichkeit nicht über eine längere Zeit über-

sritten werden. Deshalb wird vorgeschlagen, als Terzbandpegel jeweils den in VDI 3766 definierten maximalen 5-Minuten-Terzschalldruckpegel zu bestimmen.

Schlussbemerkung

Da die VDI-Richtlinie 3766 keine konkreten Angaben macht, wie die für den oberen Hörfrequenzbereich und für die Ultraschallfrequenzen gewonnenen Messergebnisse zu bewerten sind, werden hier geeignete Höchstwerte vorgeschlagen, um damit die bekannten gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Ultraschall, wie z.B. Kopfschmerzen, Schwindelgefühle und Übelkeit, zu vermeiden. Die Werte orientieren sich an in der Literatur und in Richtlinien gegebenen Empfehlungen und sollten sich nach dem Stand der Technik problemlos einhalten lassen. Auf der Grundlage von kommenden neuen Erkenntnissen zur Wirkung von hochfrequenten Hörschall und Ultraschall und weiterer Fortschritte in der Lärminderungstechnik sind die vorgestellten Höchstwerte ggf. anzupassen.

Die in der VDI-Richtlinie 3766 zum Schutz des Gehörs im Sprachfrequenzbereich genannten Richtwerte können in Verbindung mit den hier für höhere Frequenzen festgelegten maximalen Terzbandpegeln als Grundlage für die Gefährdungsbeurteilung entsprechender Arbeitsplätze dienen. Die Hersteller von Ultraschallanlagen erhalten damit konkrete Vorgaben, an denen sie sich bei der Planung der Anlagen orientieren können.

Literatur

- [1] VDI 3766: Ultraschall; Arbeitsplatz; Messung, Bewertung, Beurteilung und Minderung. (Entwurf 2011)
- [2] DIN EN ISO 9612: Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz; Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren). (September 2009)
- [3] DIN EN 61012: Filter für die Messung von hörbarem Schall im Beisein von Ultraschall. (September 1998)
- [4] Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 7. August 1996, BGBl. I, S. 1246
- [5] Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung vom 6. März 2007, BGBl. I, S. 261, letzte Änderung v. 19. Juli 2010, BGBl. I, S. 964
- [6] Lips, W., Hohmann, B.: Ultraschallanlagen als Lärmquellen. Schweizerische Unfallversicherungsanstalt, Luzern 1997
- [7] Veit, I.: Betrachtungen über die bisher bekannten Wirkungen von Ultraschall auf das menschliche Gehör. Z. Lärmbekämpfung 27, S. 188-192 (1980)
- [8] Brendel, K. et al.: Leitfaden „Nichtionisierende Strahlung“ – Ultraschall. Fachverband f. Strahlenschutz, FS 97-89-AKNIR, September 1997
- [9] VDI 2058 Blatt 2: Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung. (Juni 1988)
- [10] Schust, M.: Biologische Wirkung von luftgeleitetem Ultraschall. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin, Literaturdokumentation 4, Berlin 1996