

Die Bedeutung des Spitzenschalldruckpegels für die Beurteilung industrieller Arbeitsplätze

Zur Beurteilung der Lärmbelastung an Arbeitsplätzen nach der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung [1] ist neben der Bestimmung des Tages-Lärmexpositionspegels $L_{EX,8h}$ ggf. zusätzlich die Bestimmung des C-bewerteten Spitzenschalldruckpegels L_{Cpeak} gefordert. Der Beitrag erläutert den Spitzenschalldruckpegel und vergleicht diesen mit dem Schalldruckpegel, der üblicherweise gemessen wird. Doch wo und wann muss welcher Pegel erfasst werden?

An den meisten Arbeitsplätzen ist der Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ das entscheidende Beurteilungsmaß und die Grundlage für die Festlegung von Lärmbereichen, die Auswahl von Gehörschutz und die Entscheidung über Gehör-Vorsorgeuntersuchungen. Nur an Arbeitsplätzen mit extrem hohen Schallimpulsen und Spitzenschalldruckpegeln L_{Cpeak} von 135 dB und mehr ist dieser Spitzenpegel als zusätzlicher Geräuschkennwert zu erfassen. Im Rahmen dieses Beitrages wird dieser Geräuschkennwert erläutert und mit den üblicherweise gemessenen zeitbewerteten Schalldruckpegeln verglichen. Beispielhaft werden Arbeitsplätze mit hohen Spitzenschalldruckpegeln zusammengestellt, um damit eine Orientierung zu geben, an welchen Arbeitsplätzen und bei

welchen Tätigkeiten diese hohen Impulslärmbelastungen mit Spitzen im Bereich von 135 dB und mehr auftreten können.

Geräuschimmissions-Kennwerte

Der Tages-Lärmexpositionspegel dient als Maß zur Beschreibung der Gehörgefährdung durch eine langjährigen Lärmbelastung. Er wird durch Erfassung der Geräuschimmission L_{Aeq} für den repräsentativen Arbeitstag (Zeitdauer T_e) und Bezug auf die festgelegte Zeitdauer T_0^e von 8 h bestimmt:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq,Te} + 10 \lg (T_e / T_0^e) \text{ dB(A)}$$

mit:

$L_{Aeq,Te}$ = äquivalenter Dauerschallpegel für den Arbeitstag

Die Durchführung der Geräuschmessungen zur Ermittlung des Lärmexpositionspegels ist in der in den letzten Jahren vollständig überarbeiteten Norm DIN EN ISO 9612 [2] beschrieben. Weitere Erläuterungen zu der Vorgehensweise bei entsprechenden Messungen finden sich auch im Lärmschutz-Arbeitsblatt 01-400 (BGI 5053) [3].

Der C-bewertete Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} entspricht dem absoluten Spitzenwert (Scheitelwert) des Schalldruckes eines Schallimpulses und dient als Maß für die mechanische Gehörbelastung durch ein einzelnes Schallereignis. Durch die Einhaltung des festgelegten maximal zulässigen Expositionswertes L_{Cpeak} von 137 dB sollten sich akute Gehörschäden durch einzelne extrem hohe Schallimpulse

vermeiden lassen. Diese Grenze bedeutet jedoch nicht, dass man mit einer einmaligen geringen Überschreitung des zulässigen Spitzenwertes nun mit einer unmittelbaren Schädigung des Gehörs (Knalltrauma) rechnen müsste. Nach der VDI-Richtlinie 2058 Blatt 2 [4] besteht diese Gefahr erst bei maximalen „Impuls“-bewerteten Pegeln $L_{A\text{max}}$ von mehr als 135 dB(A), was bei kurzen Schallereignissen Spitzenschalldruckpegeln $L_{C\text{peak}}$ von 155 bis 165 dB entspricht. Das kann man auch den in Tabelle 1 gezeigten Beispielen entnehmen. Abb. 1 zeigt die Erfassung des C-bewerteten Schalldruckspitzenwertes $p_{C\text{peak}}$ für ein Schallsignal im Vergleich zu den entsprechenden Schalldrucksignalen p in den Zeitbewertungen „F“ (fast) und „S“ (slow). Der Spitzenschalldruck lässt sich unmittelbar als Höchstwert (Scheitelwert) einer entsprechenden oszillografischen Aufzeichnung abgreifen, während sich die zeitbewertete Signale jeweils aus dem Effektivwert des Schalldruckes unter Berücksichtigung der definierten Anzeigetragheit „F“ bzw. „S“ ergeben (Zeitkonstanten 125 ms bzw. 1000 ms, siehe DIN EN 61672 [5]).

Die entsprechenden Pegelwerte L_p erhält man daraus durch Logarithmierung nach der folgenden Formel:

$$L_p = 10 \times \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 \text{ dB}$$

mit: $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ (Referenzwert)

Der Spitzenschalldruckpegel $L_{C\text{peak}}$ fällt bei einem konstanten Einzelton um 3 dB höher aus als die Effektivwerte in den Zeitbewertungen „F“ bzw. „S“ (3 dB entspricht im Verhältnis von Spitzenwert zu Effektivwert). Bei impulshaltigen Geräuschen ergeben sich jedoch jeweils sehr viel größere Unterschiede zwischen dem Spitzenschalldruckpegel $L_{C\text{peak}}$ und dem zeitbewerteten Effektivwert, wie die Beispiele im folgenden Abschnitt zeigen.

Beispiele von Arbeitsgeräuschen mit hohem Spitzenschalldruckpegel

Als ein Beispiel für ein Arbeitsgeräusch mit hohem Spitzenwert zeigt Abb. 2 die oszillografische Aufzeichnung des Schalldruckimpulses für ein Bolzensetzwerkzeug. Da-

rin erkennt man einen extrem kurzen Impuls mit einem Anstieg auf den Spitzenwert innerhalb von ca. einer Millisekunde und einem Abklingvorgang innerhalb von ca. 8 Millisekunden. Dieses Signal wird in der Zeitbewertung „Peak“ mit einem Wert $L_{C\text{peak}}$ von 149 dB erfasst, während sich der entsprechende Maximalwert in der Zeitbewertung „I“ („impulse“ – Zeitkonstante für Pegelanstieg 35 ms) zu 126 dB und in der Zeitbewertung „F“ („fast“ – Zeitkonstante 125 ms) zu 122 dB ergibt. Der Spitzenschalldruckpegel $L_{C\text{peak}}$ fällt in diesem Beispiel also um 23 dB bzw. 27 dB höher

aus als der entsprechende Maximalpegel in der Zeitbewertung „I“ bzw. „F“.

In der Tabelle 1 sind weitere Beispiele von Arbeitsgeräuschen mit hohen Spitzenschalldruckpegeln zusammengestellt. Neben dem C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel enthält diese Tabelle auch jeweils die maximalen Schalldruckpegel $L_{A\text{max}}$ und $L_{AF\text{max}}$ in den Zeitbewertungen „F“ (fast) und „I“ (impulse). Darüber hinaus wird der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel $L_{A\text{eq}}$ des entsprechenden Geräusches angegeben und gegebenenfalls zusätzlich der Einzelereignis-Schalldruck-

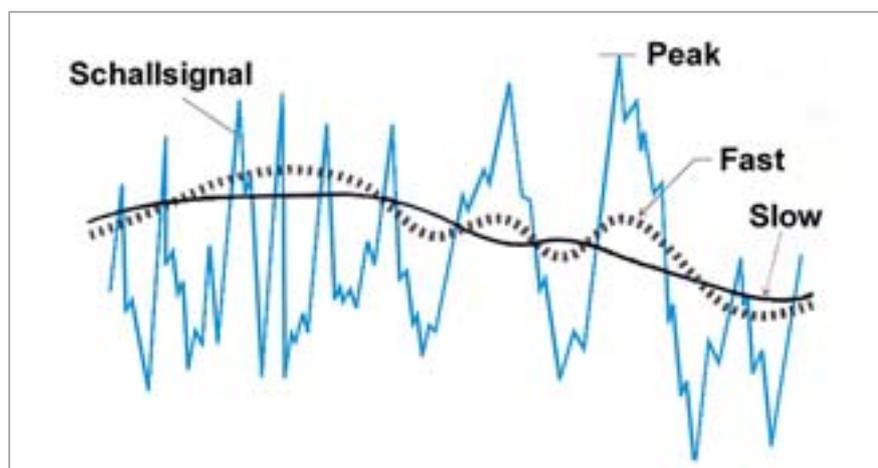


Abb. 1: Schallsignal in den Zeitbewertungen „F“, „S“ und „Peak“

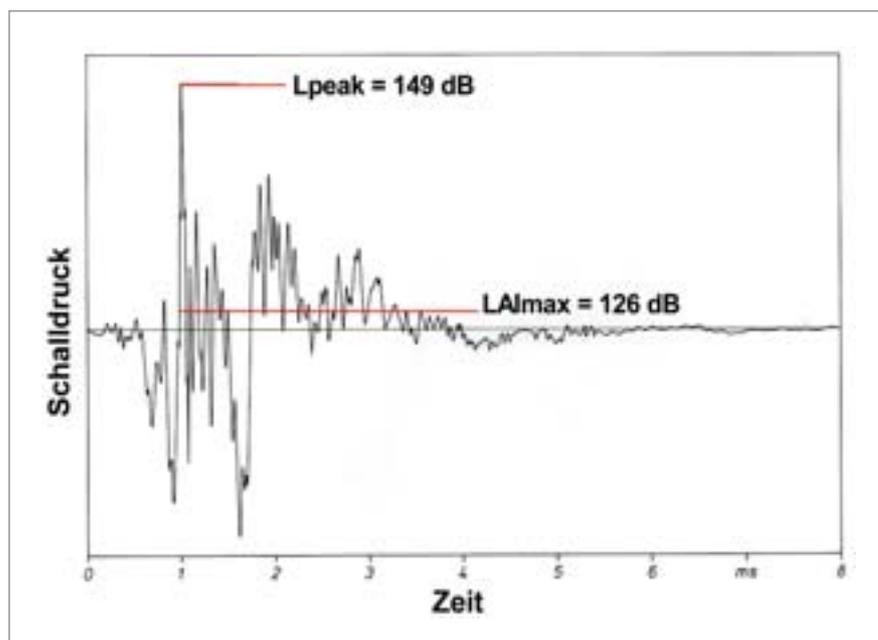


Abb. 2: Schallsignal eines Bolzensetzwerkzeuges

Lärmquelle	Schalldruckpegel [dB]				
	L _{Cpeak}	L _{Almax}	L _{AFmax}	L _{Aeq}	L _{AE}
Flaschenabfüllanlage	120	105	101	92	-
Schlagbohrmaschine	123	110	109	106	-
Bohrhammer	118 126	100 110	99 108	96 100	-
Stanzen, Exzenterpressen	115 123 129	102 107 118	97 102 113	91 91 101	
Druckluftnagler	127 130	104 108	102 105	91 92	94 97
Bolzensetzwerkzeug	130 137 149	108 120 126	104 115 122	-	96 108 112
Richtarbeiten: 4 mm VA-Flachstäbe VA-Gehäuse	134 140	114 126	111 123	96 107	103 115
Schwere Stahlprofile abwerfen (Sammelmulde)	136	127	125	-	120
Schlagschere (Schnittschlag + fallende Stahlplatte)	138	120	115	-	107
Schmiedehammer: Fallhammer Schnellschlaghammer	144 144	126 126	118 122	100 113	110 115
Schlag-Ramme: Leitplanken rammen Rohre rammen	140 139 142	118 120 121	115 117 118	104 108 110	- - -

Tabelle 1: Beispiele für industrielle Geräusche mit hohen Schalldruckspitzen

Lärmquelle	Schalldruckpegel [dB]				
	L _{Cpeak}	L _{Almax}	L _{AFmax}	L _{Aeq}	L _{AE}
Sprengung im Steinbruch (50m Abstand)	133	105	101	-	98
Schneefeldsprengung (2,5 kg, 20 m Abstand)	155	122	117	-	110
Pistole, Walther OSP (Munition 9x19), 2 Messungen in unterschiedlicher Umgebung	162 162	133 139	127 133	-	121 126
Gewehr, FN in Schießkanal (Munition 7,62x51)	161	144	139	-	130
Geschütz (rückstoßfreies Geschoss 106 mm)	178	151	145	-	136
Hände klatschen (0,3 m Abstand)	121 135	104 115	99 109	-	91 101
Autotür fest zuschlagen (0,3 m Abstand)	125 135	99 102	95 97	-	88 91
Platzen von Luftballon (1m Abstand)	138 145	117 121	112 116	-	104 108
Schlagzeug	131	113	109	101	-

Tabelle 2: Beispiele für Knallimpulse durch Waffen und Alltagsgeräusche

pegel L_{AE} (L_{Aeq} bezogen auf 1 s) für einen einzelnen Lärmimpuls. Zum Vergleich zeigt die Tabelle 2 entsprechende Ergebnisse für Sprengungen, einzelne Waffen und einige Schallereignisse aus dem Alltag. Dabei sei darauf hingewiesen, dass es sich bei allen Messwerten um mehr oder weniger zufällig ermittelte Stichproben-Messwerte handelt und sich bei anderen Betriebszuständen, anderen Maschinen der entsprechenden Art und anderen Räumlichkeiten deutlich abweichende Werte ergeben können. Schallreflexionen innerhalb eines Raumes wirken sich allerdings nicht auf den Spitzenschalldruckpegel aus, weil die höchste Pegelspitze immer durch den unmittelbar von der Geräuschquelle abgestrahlten Direktschall verursacht wird und die Pegelspitzen des Reflexionsschalls niedriger ausfallen.

Aus diesen Ergebnissen kann man ablesen, dass der Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} um ca. 15 bis 30 dB über dem maximalen „I“-bewerteten Schalldruckpegel L_{Almax} liegen kann. Die Differenz fällt umso größer aus, je kürzer die Impulse sind.

Die Ergebnisse zeigen außerdem, dass die in der Lärm- und Vibrations-Arbeitschutzverordnung genannten Auslösewerte für die Spitzenpegel L_{Cpeak} von 135 dB bzw. 137 dB an ganz wenigen industriellen Arbeitsplätzen erreicht werden. Damit rechnen muss man zum Beispiel bei extremen Richtarbeiten, beim Abwurf von schweren Stahlplatten oder Stahlprofilen, an Schmiedehämmern sowie bei Rammarbeiten.

Aus dem für einen Schallimpuls ermittelten Einzelereignis-Schalldruckpegel L_{AE} und der Anzahl der entsprechenden Impulse in einer Arbeitsschicht lässt sich jeweils der Lärmexpositionspegel L_{EX,8h} berechnen, wenn keine zusätzliche Lärmbelastungen durch andere Arbeiten zu berücksichtigen sind:

$$L_{EX,8h} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{28800} (N \cdot 10^{0,1 \cdot L_{AE}}) \right] \text{ dB}$$

mit:

N = Anzahl der Ereignisse

L_{AE} = Einzelereignis-Schalldruckpegel

Umgekehrt kann man sich damit auch ausrechnen, wie viel Impulse einer bestimmten Art (L_{AE}) erforderlich sind, um den Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ von 80 bzw. 85 dB zu erreichen. Dieser Zusammenhang ist in Abb. 3 grafisch dargestellt. Daraus lässt sich beispielsweise ablesen, dass bei einem Schmiedehammer mit einem Einzelereignispegel L_{AE} von 115 dB bereits 10 entsprechende Ereignisse zu einem Lärmexpositionspegel von 80 dB(A) führen. Bei einer großkalibrigen Waffe kann schon ein einzelner Knall einen entsprechend hohen Lärmexpositionspegel verursachen.

Bei den meisten Arbeitsplätzen mit hohen Spitzenschalldruckpegeln L_{Cpeak} von mehr als 135 dB werden sich durch Summation der Lärmexposition über die Arbeitsschicht Tages-Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$ entsprechend den Auslösewerten von 80 bzw. 85 dB(A) und mehr ergeben. In ganz wenigen Fällen dürfte allein der Auslösewert für den Spitzenschalldruckpegel erreicht werden, während der Lärmexpositionspegel noch unter 80 dB(A) liegt. Damit zu rechnen wäre evtl. an einem sehr ruhigen Arbeitsplatz, an dem nur wenige extrem hohe Lärmimpulse erzeugt werden, z.B. in einem Prüffeld für große elektrische

Schalter. An diesem Arbeitsplatz wäre es auf jeden Fall wichtig, den Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} zu erfassen, um eine mögliche Gefährdung durch extreme Einzelimpulse zu erkennen. An Arbeitsplätzen mit Impulslärmbelastung, an denen schon der Tages-Lärmexpositionspegel einen Auslösewert erreicht oder überschreitet liefert der Spitzenschalldruckpegel eine nützliche Zusatzinformation.

Zusammenfassung

Die Beurteilung der Lärmbelastung an Arbeitsplätzen entsprechend der Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung erfordert neben der Bestimmung des Tages-Lärmexpositionspegels $L_{EX,8h}$ ggf. zusätzlich die Bestimmung des C-bewerteten Spitzenschalldruckpegels L_{Cpeak} . Das ist vor allem für Arbeitsplätze mit extrem hohen Spitzenschalldruckpegeln L_{Cpeak} von 135 dB und mehr zu beachten.

Im Rahmen dieses Beitrages wird dieser Spitzenschalldruckpegel erläutert und mit den üblicherweise erfassten zeitbewerteten Schalldruckpegeln verglichen. Beispielhaft werden Arbeitsplätze mit hohen Spitzenschalldruckpegeln zusammengestellt. Anhand dieser Auflistung können Betriebe prüfen, ob bei ihnen ähnliche Arbeitsplät-

ze oder vergleichbar hohe Lärmimpulse vorkommen und sie hier die Spitzenschalldruckpegel erfassen müssen.

Autor:

Dr.-Ing. Jürgen H. Maue
Referatsleiter „Lärm“

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

E-Mail: Juergen.Maue@dguv.de
www.dguv.de/bia

Literatur

- [1] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch Lärm und Vibrationen (Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung) vom 06. März 2007, BGBl. I, S. 261
- [2] DIN EN ISO 9612: Akustik – Bestimmung der Lärmexposition am Arbeitsplatz – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 (Ingenieurverfahren). Juni 2009
- [3] LSA 01–400: Lärmschutzarbeitsblatt „Lärmesstechnik – Ermittlung des Lärmexpositionspegels am Arbeitsplatz. (BGI 5053) Carl Heymanns Verlag, Köln, Oktober 2007
- [4] VDI 2058 Blatt 2: Beurteilung von Lärm hinsichtlich Gehörgefährdung. Juni 1988
- [5] DIN EN 61672 : Elektroakustik, Schallpegelmessung – Teil 1: Anforderungen. (Oktober 2003)

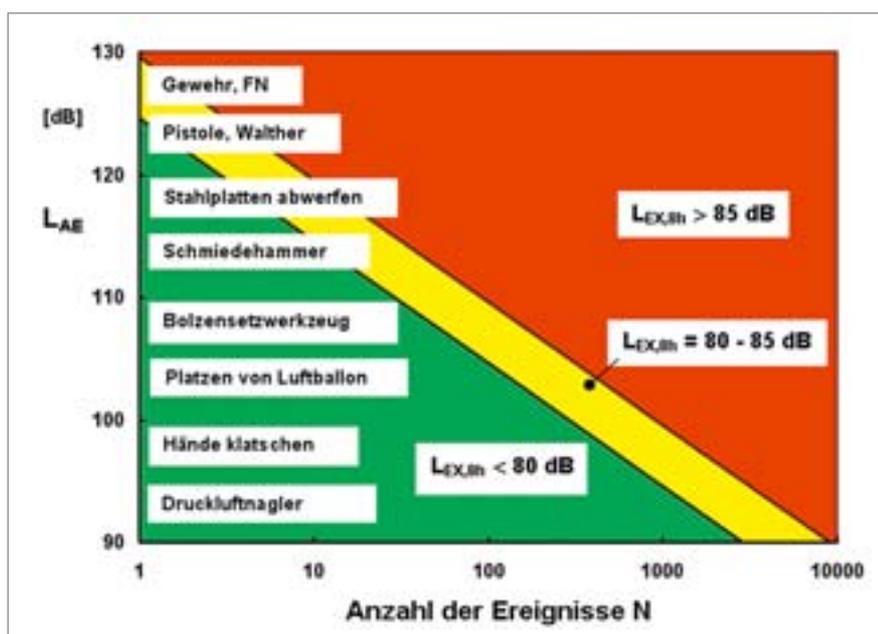


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Einzelereignispegel L_{AE} , der Anzahl der Impulse und dem Lärmexpositionspegel $L_{EX,8h}$