

Lärmexposition und Lärmschwerhörigkeit

- berufliche und außerberufliche Faktoren -

Paul J. Jansing, Düsseldorf

Übersicht über das BK-Geschehen

Die berufsbedingte Lärmschwerhörigkeit ist eine der wichtigsten Berufskrankheiten (BK) überhaupt. In der deutschen Berufskrankheitenverordnung fällt sie unter die Gruppe der durch physikalische Einwirkungen verursachten Krankheiten (Gruppe 2). Dazu gehören auch Erkrankungen durch mechanische Einwirkungen, Erkrankung durch Druckluft und strahlenbedingte Erkrankungen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Berufskrankheiten Gruppe 2

<i>Mechanische Einwirkungen</i>
• Sehnenscheiden
• Meniskusschaden
• Druckluftwerkzeuge
• Vibrationsbedingte Durchblutungsstörung
• Schleimbeuteldruck
• Nervendruckschädigung
• Abrissbrüche
• Heben und Tragen, Rumpfbeugung LWS
• Heben und Tragen HWS
• Ganzkörperschwingung LWS
• Zahnabrasionen
<i>Druckluft</i>
<i>Lärmschwerhörigkeit</i>
<i>Strahlen</i>
• Wärmestar
• Ionisierende Strahlen

Die physikalisch bedingten Berufskrankheiten stellen die zahlenmäßig größte Untergruppe aller BK dar. Über 40 % aller angezeigten und anerkannten sowie knapp 30 % aller neuen Rentenfälle entfallen auf diese Gruppe. Etwa 16 % aller angezeigten Berufskrankheiten betreffen die Lärmschwerhörigkeit, von den anerkannten bzw. neuen Rentenfällen entfallen auf diese Erkrankung knapp 40 % bzw. 15 %. Dies bedeutet, dass die Lärmschwerhörigkeit nach den Hauterkrankungen die zweithäufigste gemeldete und die häufigste anerkannte Berufskrankheit ist. Die hohe wirtschaftliche Relevanz dieser Erkrankung basiert auf der in der Regel langen Entschädigungsdauer, die oft mehrere Jahrzehnte beträgt und pro BK-Fall Kosten von mehreren Hunderttausend Euro nach sich zieht.

Auch historisch gesehen ergeben sich interessante Aspekte. Bis etwa 1970 spielt die Lärmschwerhörigkeit (damals noch als Lärmtaubheit oder an Taubheit grenzende Schwerhörigkeit bezeichnet) eine untergeordnete Rolle. Danach führten Änderungen in der Berufskrankheitenliste und damit der rechtlichen Grundlage zu einer großen Anzahl gemeldeter Fälle (Ende der 70er Jahre) mit einem Maximum von 22.000 gemeldeten Verdachtsfällen und über 3.000 neuen Rentenfällen. Dies war vor allem auf Nachholeffekte durch die Änderung der Anerkennungsvoraussetzungen.

Danach kam es zu einem scheinbar asymptotisch verlaufenden Abfall. Allerdings zeigt sich seit den 90er Jahren ein etwa gleichbleibend hohes Niveau von ca. 12.000 jährlich gemeldeten Fällen bei etwa 1.000 neuen Renten. Dies bedeutet, dass es trotz erheblicher technischer Verbesserungen und der Möglichkeit, praktisch jede Lärmexposition auf ein für das menschliche Hören ungefährliches Maß abzusenken, nicht gelungen ist, die Berufskrankheit „Lärm“ nahezu zum Verschwinden zu bringen. Die Gründe hierfür sind vielschichtig. Zum einen führen schleicher Beginn und zunächst nur geringe Belästigung zu einer unzureichenden persönlichen Motivation, die teilweise beeinträchtigenden Schutzmaßnahmen konsequent anzuwenden. Zum anderen zeigt das veränderte, lärmintensive Freizeitverhalten Auswirkungen auf das Hörvermögen gerade der jüngeren Jahrgänge. Von der Natur der Schädigung ist jedoch eine durch außerberuflichen Lärm entstandene Schwerhörigkeit nicht von einer beruflichen Lärmschwerhörigkeit zu differenzieren, so dass auch hierdurch vor allem künftig ein nicht unerheblicher Anteil von beruflichen Lärmschwerhörigkeiten mitbeeinflusst werden wird.

Physikalisch-technische Grundlagen, Physiologie

In einem kurzen Repetitorium werden die physikalischen Grundbegriffe des Schall in Erinnerung gerufen.

Hinsichtlich Physiologie bzw. Pathophysiologie ist wichtig, dass sich der menschliche Wahrnehmungsbereich für Schall zwischen der Hör- und der Schmerzschwelle über etwa 6 Zehnerpotenzen hinsichtlich der Schallintensität erstreckt: Zwischen 20 μPa und 20 Pa. Um diesen weiten Wahrnehmungsbereich mit einer handhabbaren Messgröße abbilden zu können, wendet man als Messgröße das Bel bzw. Dezibel (dB) an. Hierbei wird der jeweils gemessene Schalldruck in Beziehung zu einem Bezugsschalldruck, das ist die Hörschwelle des menschlichen Ohres bei 1 kHz, gesetzt und das Ergebnis logarithmiert. Daraus ergibt sich ein Bereich zwischen 0 dB (Hörschwelle) und etwa 100 dB (Schmerzschwelle). Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die Empfindlichkeit des menschlichen Ohres stark frequenzabhängig ist, so dass der Schalldruck für ein gehörrichtiges Lautheitsmaß frequenzbewertet werden muss. Dazu gibt es verschiedene Bewertungs- bzw. Filterkurven (A, B und C). Dem menschlichen Hören am Nächsten kommt die Bewertungskurve C. Für technische Zwecke hat sich jedoch die Anwendung der A-bewerteten Kurve durchgesetzt. Als gehörrichtiges Lautheitsmaß wird demnach die Lautstärke in dB (A) angegeben.

Lärmdefinition

Lärm ist eine besondere Erscheinungsform des Schalls. Definitionsgemäß wird Lärm als Schall bezeichnet, der stört oder schädigt. Hierfür verantwortlich sind sowohl schallabhängige als auch personenabhängige Faktoren. Schallabhängige Faktoren sind beispielsweise Lautstärke, Frequenz und Impulshaltigkeit. Zu den personenabhängigen Faktoren zählen die individuelle Geräuschempfindlichkeit, die Interferenz mit beabsichtigten Tätigkeiten und die persönliche Einstellung zur Schallquelle (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Lärmfaktoren

<i>Schallabhängig</i>	<i>Personenabhängig</i>
• Lautstärke	• Individuelle Geräuschempfindlichkeit
• Frequenz	• Situation des Betroffenen
• Bandbreite	• Gesundheit
• Impulshaltigkeit	• Emotionale Verfassung
• zeitliches Auftreten (Tag/Nacht, Regelmäßigkeit, Dauer)	• Interferenz mit beabsichtigten Tätigkeiten
	• Einstellung zur Schallquelle

Für die Betrachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit kommen vor allem die schallabhängigen Faktoren und ihre Auswirkung auf das Innenohr zum Tragen. Daneben gibt es bekannte Auswirkungen des Lärms sowohl auf die Psyche als auch auf verschiedene extraaurale Organsysteme und Regelkreise. Besonders zu beachten dabei sind Effekte, die zur Erhöhung des Sympathikotonus führen und damit zu einer vorübergehenden oder dauerhaften Blutdruckerhöhung beitragen können.

Lärmmessung – Beurteilungspegel

Die weiteren Betrachtungen betreffen die auralen Lärmwirkungen und ihre Auswirkungen auf das Hörvermögen betrachtet. Für die Beurteilung der Lärmintensität spielen neben den rein physikalischen Faktoren – wie bereits erwähnt – auch die zeitliche Verteilung bzw. die zeitliche Abfolge der Schalleinwirkung eine wichtige Rolle.

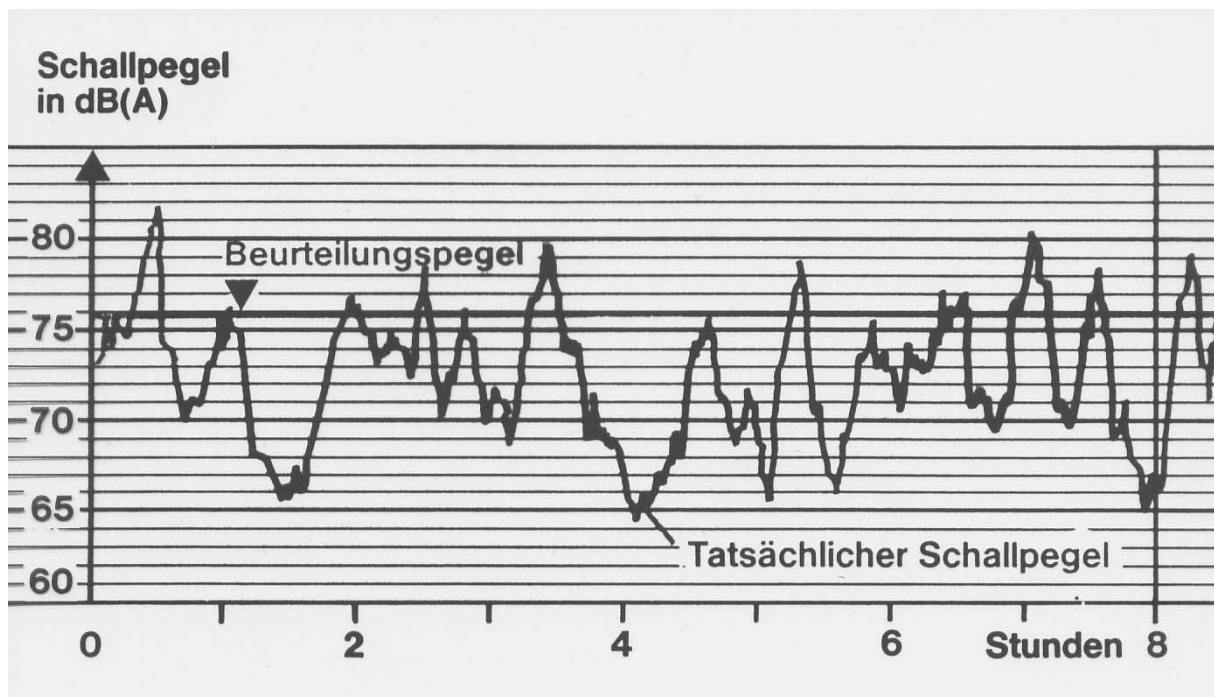
Relativ unproblematisch zu beurteilen ist Dauerlärm. Er wirkt kontinuierlich ein und lässt sich durch eine punktuelle Messung über einen relativ kurzen Zeitraum repräsentativ ermitteln. Typische Beispiele sind Turbinengeräusche oder Emissionen von Klimaanlage.

Sehr viel häufiger findet man an Arbeitsplätzen einen intermittierenden Lärm bzw. ein diskontinuierliches Geräusch, das meist unregelmäßig über Perioden von Minuten oder Stunden schwankt. Typische Beispiele sind Baumaschinen- und Verkehrslärm. Sie schwanken meist unvorhersehbar zwischen relativ niedrigen Werten um 60 bis 70 dB bis teilweise 90 und mehr dB.

Schließlich ist die Impulshaltigkeit des Lärms zu beachten. Hierbei kommt es zu hohen Intensitätsspitzen die definitionsgemäß zum Grundgeräusch mindestens einen Abstand von 10 dB bei einer Dauer von bis zu einer Zehntel Sekunde beinhalten. Diese, in der Praxis meist wesentlich höher und kürzer ausgeprägten Intensitätsspitzen werden subjektiv als stark belästigend empfunden. In Deutschland wird bei der Feststellung der Lärmexposition hierfür ein sog. Impulszuschlag berücksichtigt. Typische Beispiele für impulshaltigen Lärm finden wir in Hammerschmieden oder beim Ankörnen eines Blechs. Die Intensitätsspitzen erreichen unter Umständen 150 dB, wobei die Einwirkdauer beispielsweise eines Hammerschlags unter einer tausendstel Sekunde liegt.

Schließlich sollen noch Sonderformen des Lärms erwähnt werden. Hierzu zählen Knalle, die plötzlich einsetzen und für die eine kurze Anstiegszeit von unter 4 μ s bei hoher Energieemission und relativ kurzer Dauer im Millisekundenbereich typisch sind. Als Extremform sind Explosionen zu nennen, die durch eine hohe Energieemission mit einer ausgesandten, positiv-negativen Druckwelle gekennzeichnet sind.

Will man die Gefährdung des Hörens durch Lärmeinwirkung quantitativ bewerten, werden hierzu schallabhängige Faktoren und hiervon wieder vornehmlich die Lautstärke und die Impulshaltigkeit herangezogen. Um den meist schwankenden Lärm am Arbeitsplatz gehörriichtig bzw. schädigungsäquivalent zu beurteilen, wird ein „Durchschnittsschallpegel“ bestimmt. Dieser ermöglicht es, verschiedene Lärmeinwirkungen unterschiedlicher Lärmarten direkt hinsichtlich ihrer auralen Wirkung miteinander zu vergleichen. Diese Bezugsgröße wird Beurteilungspegel genannt. In der Abbildung (Abb. 1) sieht man ein Messbeispiel eines diskontinuierlichen Lärmprofils an einem industriellen Arbeitsplatz.

Abbildung 1: Beurteilungspegel

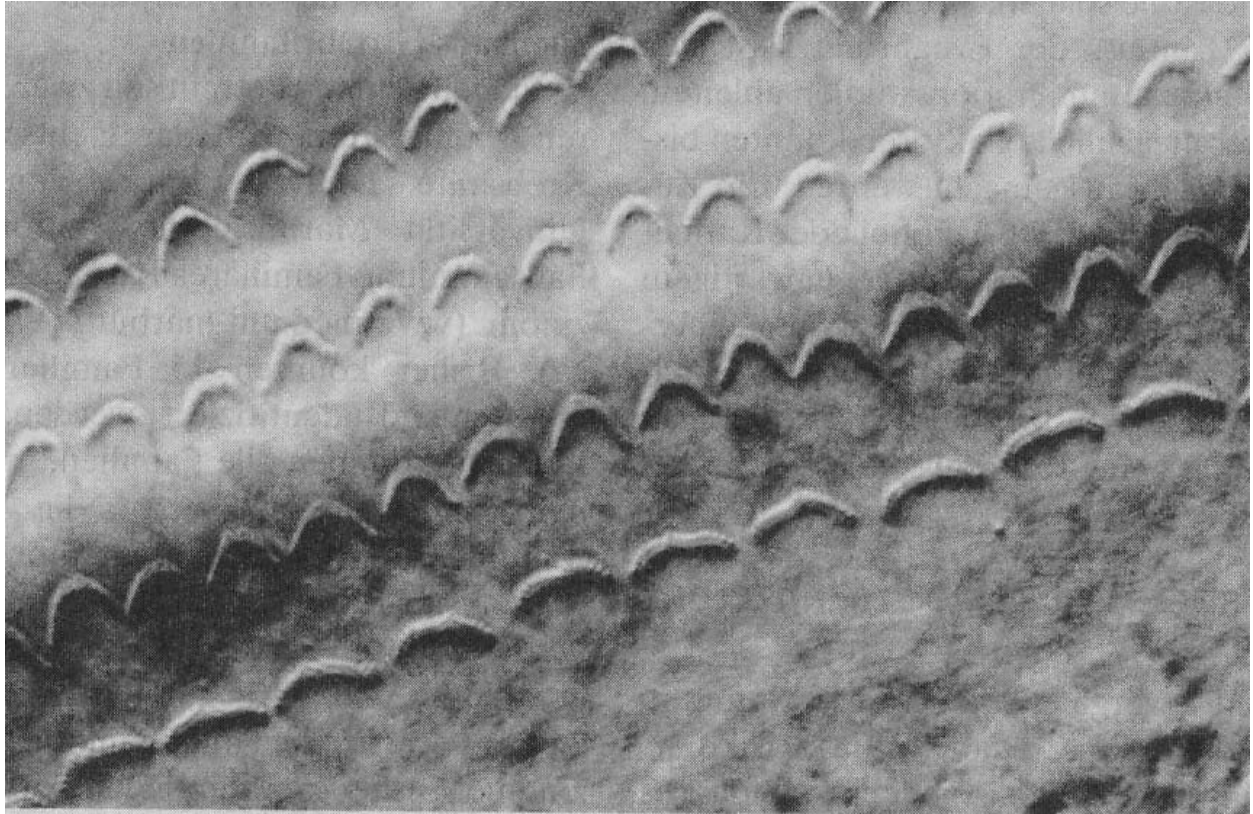
Anhand der gemessenen Werte kann man recht gut Arbeitsabläufe innerhalb der Arbeitsschicht erkennen. Hierbei kommt es in der ersten Stunde zu einer ersten Belastungsspitze durch das Anfahren von Maschinen, nach anderthalb Stunden zeigt sich eine relativ leise Phase (Frühstückspause) und danach bis zur Mittagspause nach ca. vier Stunden ein relativ homogenes, hohes Geräuschspektrum. Nach der Mittagspause ebenfalls ein relativ kontinuierliches Messergebnis mit einem Abfall kurz vor Schichtende. Der mit Hilfe von Berechnungs- bzw. Messverfahren bestimmte Beurteilungspegel liegt relativ nahe an den Spitzenschallpegeln (in diesem Beispiel bei 76 dB). Dies bedeutet, dass der einwirkende diskontinuierliche Lärm in seiner Schädlichkeit einem Dauerlärm von 76 dB über acht Stunden entspricht.

Pathophysiologie des Innenohres

In den letzten Jahren hat unser Verständnis für die pathophysiologischen Vorgänge bei der Schallperzeption im Innenohr eine Reihe von neuen Erkenntnissen erbracht. Dabei konnte festgestellt werden, dass die äußeren Haarsinneszellen (drei Reihen) in erster Linie einer

getriggerten Schallverstärkung dienen, während die innere Haarzellenreihe vor allem der Signalwandlung von Druckwelle zum Nervenimpuls dient (s. Abb. 2).

Abbildung 2: Haarzellen – Innenohr



Beide Vorgänge (getriggerte Verstärkung über Aktin - Myosin vermittelte, ATP-verbrauchende aktive Kontraktionen und die Erzeugung nervaler Potentiale) können bei intensiver Beschallung zu Energiedefiziten der Zellen führen. Diese betreffen in erster Linie die äußeren Haarzellen, so dass es zu einer Abnahme der Verstärkungswirkung kommt. Wird der energieerschöpften Zelle genügend Erholungszeit geboten, so können die zellularen Energievorräte wieder aufgestockt werden, wonach ein normales Zellverhalten und damit eine normale Zellfunktion und normales Hören wieder hergestellt ist. In der Zwischenzeit ist es zu einer vorübergehenden Hörverschlechterung, die als vorübergehende Vertäubung oder englisch als „temporary threshold shift, TTS“, bezeichnet wird, gekommen.

Reichte die Erholungszeit jedoch nicht aus, um die Energiedefizite der Zelle zu beseitigen, kommt es bei erneuter Beschallung zu strukturellen Schäden bis hin zum Absterben der Zellen, was seinerseits zu einer bleibenden Hörminderung oder auf englisch „permanent

threshold shift, PTS“ führt. Das morphologische Korrelat dieser bleibenden Hörminderung ist die zelluläre Destruktion bzw. der Zelluntergang von Haarzellen besonders der äußeren Reihe.

Die praktische Anwendung der dB-Skala

Die besondere Dynamik der dB-Skala wird häufig bei der praktischen Anwendung unterschätzt. So führt die Verdopplung der Schallintensität lediglich zu einer gemessenen Erhöhung um 3 dB, während eine subjektive Lautheitsverdopplung zu einer Erhöhung um 10 dB führt, was in etwa einer Verzehnfachung der Schallintensität ($\approx 2^3$) entspricht. Geht man beispielsweise von einer Lärmeinwirkung am Arbeitsplatz an der Grenze zur Schädlichkeit von 85 dB über acht Stunden aus, so würde eine Erhöhung des Lärmniveaus auf 95 dB subjektiv der Verdopplung der Lautstärke, hinsichtlich der Gehörschädlichkeit jedoch einer Verzehnfachung der Gefährdung gleichkommen.

Eine Einwirkung von 95 dB über 48 Minuten führt dabei zu einer gleich starken Gehörgefährdung, wie die Einwirkung von 85 dB über einen ganzen Arbeitstag (acht Stunden). Noch extremer wäre beispielsweise eine Einwirkung von 105 dB, die vom Betroffenen im Vergleich zu 85 dB als eine Vervierfachung der Lautstärke wahrgenommen würde. Die Gehörgefährdung ist jedoch 100 mal so hoch, so dass eine Einwirkdauer von 4,8 Minuten bereits eine gleichstarke Gehörgefährdung nach sich zieht, wie 85 dB über acht Stunden.

Hinsichtlich der langfristigen Gefährdungseinschätzung kann man als Faustregel folgende Abschätzung vornehmen. Eine Einwirkung von 85 dB führt bei empfindlichen Menschen nach vieljähriger Exposition (mehr als zehn Jahren) zu einem relevanten Hörschäden. Demgegenüber reicht eine Exposition von 90 dB über wenige Jahre bereits als Auslöser für eine dauerhafte Hörminderung aus.

Gehörschutz

Neben der Bekämpfung des Lärms an der Quelle durch lärmarmes Konstruieren und weitere technische Maßnahmen wie Einhausung bzw. Kapselung spielt der persönliche Gehörschutz

in der Prävention der Lärmschwerhörigkeit eine große Rolle. Durch Entwicklung geeigneter Gehörschutzmittel beginnend bei der sog. Gehörschutzwatte über Gehörgangsstöpsel hin zu Gehörschutzkaspeln bis zu Lärmschutzanzügen kann heute praktisch jede Lärmimmission auf ein für das Ohr ungefährliches Maß reduziert werden. Leider führen persönliches Verhalten, insbesondere Nachlässigkeit beim Tragen des Gehörschutzes und freiwillige Freizeitlärmbelastung nach wie vor zu einem hohen Auftreten beruflicher Lärmschwerhörigkeit.

Feststellung und Begutachtung der beruflichen Lärmschwerhörigkeit

Bei der Begutachtung der Lärmschwerhörigkeit müssen verschiedene Beurteilungskriterien herangezogen werden. Hierbei handelt es sich um Befunde, die auf einen lärmtypischen Innenohrschaden hinweisen. Zum einen handelt es sich bei einer beruflichen Lärmschwerhörigkeit immer um einen binauralen Schaden, was durch direkten Vergleich der Audiogramme festzustellen ist.

Zum anderen kann eine mögliche begleitende Mittelohrkomponente, z. B. durch Trommelfellveränderungen oder Otosklerose, durch Vergleich der Knochen- und Luftleitungsmessung erkannt werden. Für die Bewertung der Lärmschwerhörigkeit ist bei Mittelohrkomponenten die Luftleitung heranzuziehen. Weiterhin sind für einen lärmbedingten Innenohrschaden positive überschwellige Testergebnisse (SISI, Langenbeck) charakteristisch. Weiterhin zeigt sich eine typische Hochtonsenke (bei 4 Kilohertz bzw. c5). Diese ist unabhängig von der Frequenz bzw. dem Frequenzspektrum des einwirkenden Lärms. Schließlich sollte der Befund in einer angemessenen Korrelation. Zur Dauer und Intensität der Lärmexposition stehen. Diese und weitere Kriterien zur genaueren Einstufung bzw. Bemessung der resultierenden Entschädigung sind im sog. Königsteiner Merkblatt niedergelegt. Für die nähere Beurteilung werden neben dem audiometrischen Befund auch konkurrierende Ursachen wie z. B. Altersschwerhörigkeit, Stoffwechselerkrankungen und Gefäßleiden berücksichtigt. Gegebenenfalls kann auch ein stark belästigendes Ohrgeräusch (Tinnitus) bei der MdE-Bemessung herangezogen werden.