

Lektion 1

Die Notwendigkeit des Schallschutzes

Nicht nur am Arbeitsplatz, sondern auch in der Freizeit sind wir immer mehr Lärmbelastungen ausgesetzt. Die Wirkungsweise auf den Menschen wird leider sehr oft unterschätzt. Solange das Ohr nicht weh tut, glaubt man, sind auch keine Schädigungen zu erwarten. Das führt dazu, daß wir recht sorglos in Sachen Lärm mit unserer Gesundheit umgehen. Untersuchungen in der ehemaligen DDR haben ergeben, daß rund 40 % aller berufsbedingten Erkrankungen auf Lärmschädigungen zurückzuführen sind. Auch in der Bundesrepublik Deutschland haben die gemeldeten Erkrankungen, bedingt durch Lärm, einen hohen Anteil erreicht (Diagramm 1). Bei den erstmals entschädigten Erkrankungen ist der Anteil noch wesentlich höher (Diagramm 2). Diese doch recht alarmierenden Zahlen haben den Gesetzgeber veranlaßt, entsprechende Gesetze zu erlassen. Ferner haben Vereine, Verbände usw. entsprechende Richtlinien erarbeitet. Die Liste sämtlicher Normen, Verordnungen und Richtlinien würden hier zu weit führen, deshalb seien nur die wichtigsten im deutschsprachigen Raum genannt:

Deutschland: DIN-Normen und VDI-Richtlinien

Österreich: öNormen und öAL-Richtlinien

Schweiz: ISO-Normen und SIA-Normen und Empfehlungen, SUVA-Richtlinien.

Neu hinzu kommen die Europa-Normen EN, die in allen drei Ländern ihre Gültigkeit haben.

Die Wirkung des Schalls auf den Menschen

In den nachfolgenden Tabellen sind die Richtwerte für Schallpegel verschiedener Geräusche im Vergleich zu den zu erwartenden Schädigungen bzw. Störungen am Menschen aufgezeigt.

Richtwerte für Schallpegel verschiedener Geräusche

Schmerzschwelle	ca. 120 dB(A)
Fabriksaal einer Spinnerei	90–100 dB(A)
Verkehrslärm an lauter Straße	70–80 dB(A)
Sehr laute Sprache	70 dB(A)
Normale Sprache	60 dB(A)
Ruhiger Raum tagsüber	30–35 dB(A)
Ruhiger Raum nachts	15–25 dB(A)

Hierzu zwei Beispiele:

Geistige Arbeit ist bereits bei Schallpegeln über 50 dB(A) erschwert. Normale Unterhaltungssprache weist aber bereits einen Schall-

pegel von ca. 60 dB(A) auf. Wird die geistige Arbeit noch durch laute Musik unterstützt (ca. 80 dB(A)) trifft der Slogan »mit Musik geht alles besser«, sicher nicht mehr zu.

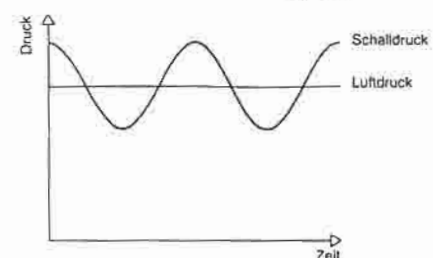
Darstellung der zu erwartenden Schädigungen bzw. Störungen am Menschen durch Schalleinwirkung

Schallpegel (Dauer-einwirkung)	Wirkung auf den Menschen
35–40 dB(A)	Schlafstörungen
über 50 dB(A)	geistige Arbeit erschwert
75–80 dB(A)	Erhöhung des Blutdruckes, Verdauungsstörungen usw.
über 90 dB(A)	Aggressionen, Schwerhörigkeit

Es ist bekannt, daß bei Schallpegeln über 90 dB(A) Wirkungen wie Aggressionen auftreten. An sehr vielen Arbeitsplätzen werden diese Schallpegel erreicht, und es ist selbstverständlich auch das Tragen von Gehörschutz erforderlich und vorgeschrieben. Aus Gründen der Bequemlichkeit wird aber sehr oft darauf verzichtet, so daß es nicht verwunderlich ist, wenn dieser Arbeiter „geladen“ nach Hause kommt. Als Ursache hier die Lärmeinwirkung zu erkennen, ist zwar schwer verständlich, aber durchaus berechtigt.

Was ist Schall?

Lärm ist störend empfundener Schall und wir reden daher im weiteren nur noch vom Schall. Schall gelangt über das Medium Luft in unser Ohr und wird dort in Signale umgewandelt, die im Gehirn entsprechende Reaktionen und Empfindungen auslösen. Wenn wir uns die Ohren zuhalten, hören wir zwar



3 Darstellung der Schalldrucküberlagerung zum Luftdruck

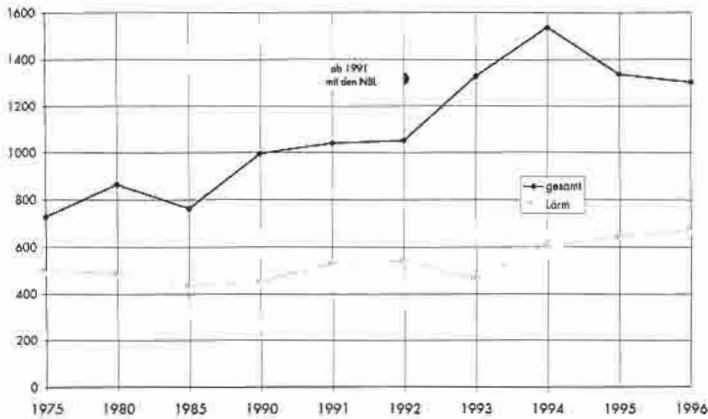


Diagramm 1: Anzeigen auf Verdacht einer Berufskrankheit in den Jahren 1975 bis 1996. Ab 1991 inklusiv der neuen Bundesländer. (Quelle: Berufsgenossenschaft Holz)



Diagramm 2: Bei den erstmals entschädigten Berufserkrankungen ist der Anteil der Lärmgeschädigten mit Abstand der größte (Quelle: Berufsgenossenschaft Holz)

wesentlich weniger (ca. 50 dB), aber wir hören immer noch etwas.

Die Ursache liegt darin, daß auch unser Körper angeregt wird und der Schall über unsere Knochen (Knochenschall) zum Ohr übertragen wird. Die Unterscheidung zwischen Körper- und Luftschall dürfte aber kaum hier einen Ursprung haben, denn es ist ein Körper im physikalischen Sinn gemeint, ein festes Medium. Trotzdem ist der Übertragungsmechanismus der gleiche. Wenn wir unsere Stimme von einem Tonband abgespielt hören, kommt uns der Klang ungewohnt und fremd vor. Das Tonband gibt unsere Stimme so wieder, wie sie unser Gesprächspartner auch erlebt. Beim Sprechen oder Singen regen wir unseren Körper zu Schwingungen an, die uns über den „Knochenschall“ wieder ins Ohr eingespeist werden. Für andere Personen ist diese Knochenschallkomponente nicht hörbar. Unter Luftschall ist eine mehr oder weniger starke periodische Druckschwankung zu verstehen, d. h. der Schalldruck erhöht und ver-

mindert den atmosphärischen Luftdruck immer um den gleichen Betrag (Ausnahme: Explosionsschall).

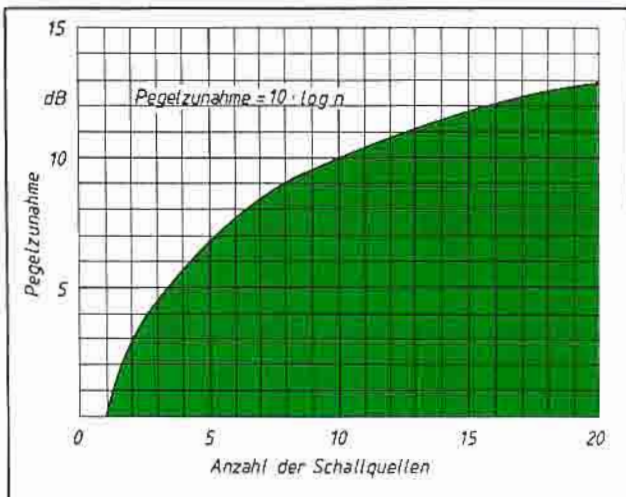
Unser Ohr reagiert auf sehr feine Druckschwankungen. Eine Abweichung von 0,2 Milliardstel vom Luftdruck wird schon wahrgenommen. Man hat diesem kleinsten, gerade noch wahrnehmbaren Schalldruck die Bezeichnung 0 dB gegeben. Da der Luftdruck orts- und wetterabhängig ist und der Schalldruck als Druckdifferenz zum herrschenden Luftdruck gemessen wird, müssen Schallpegelmeßgeräte vor Beginn einer Messung geeicht werden.

Der maximal erreichbare Schalldruck (Ausnahme: Explosionsschall) ist dadurch gegeben, daß wir nicht mehr als das absolute Vakuum errechnen können. Da der Schalldruck den Luftdruck erhöht und vermindert, also um ihn schwankt und nicht weniger als Druck null sein kann (absolutes Vakuum), ergibt sich daraus ein maximaler Schallpegel von ca. 190 dB(A). Dies entspricht einer

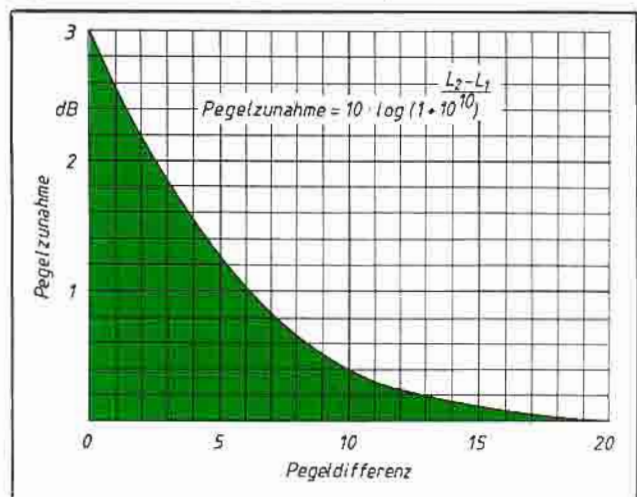
Schwankung hinauf zum zweifachen Luftdruck und hinunter bis zum absoluten Vakuum. Beim Explosionsknall kann der Druck über den zweifachen Luftdruck hinausgehen, aber nicht unter das absolute Vakuum absinken. Es handelt sich hier um einen Sonderfall. Um den gesamten Bereich des Schalldruckes übersichtlich darstellen zu können, hat man einen logarithmischen Maßstab gewählt. Nebenbei ist zu erwähnen, daß unser Ohr in seiner Empfindlichkeit ähnlich dem logarithmischen Verhältnis zum Reiz (Schalldruck) reagiert. Ein Beispiel soll zeigen, was die Einführung des logarithmischen Maßstabes für die Praxis bedeutet:

Wir nehmen an, eine Musikanlage sei in Betrieb und erzeuge einen Schallpegel von 100 dB(A). Lassen wir parallel dazu eine zweite, gleichartige Musikanlage laufen, so entsteht nicht etwa ein Schallpegel von 200 dB(A), sondern ein solcher von 103 dB(A). Wollte man einen Schallpegel von 106 dB(A) erreichen, müßte man vier gleichartige Anlagen in

Pegelzunahme bei gleichen Schallquellen



Pegelzunahme bei unterschiedlichen Schallquellen



Betrieb setzen. Dabei muß noch erwähnt werden, daß der Mensch eine Erhöhung von 10 dB(A) als doppelt so laut empfindet. Dies ist wichtig zu wissen, weil sehr oft in der Werbung zu hören ist: 50 % weniger Lärm durch unser Produkt. Dies ist zwar nicht geschwindelt, aber meist auf den Schallpegel bezogen (also 3 dB weniger). Sehr oft ist man dann enttäuscht, weil man viel mehr erwartet hat. Eine schalltechnische Maßnahme sollte immer eine Verbesserung von mind. 10 dB erbringen, sonst ist der Aufwand fragwürdig, denn der Mensch sollte einen deutlichen Unterschied spüren und nicht nur das Meßgerät.

Mit dem Diagramm 4 kann die Pegelzunahme bei gleichen Schallquellen ermittelt werden. Die mathematische Beziehung Pegelzunahme = $10 \log n$ ist ebenfalls angegeben. Wir benutzen wieder unser Beispiel mit den Musikanlagen. Anzahl der Schallquellen = 2 ergibt eine Pegelzunahme von 3 dB. Eine Anlage erbringt einen Schallpegel von 100 dB(A). Gesamtschallpegel somit 103 dB(A). Rechnerisch: $10 \log 2$. Der Logarithmus von 2 ist $0,3010 \times$ zehn ergibt ebenfalls + 3 dB.

In der Praxis hat man es jedoch wenig mit gleichen Schallquellen zu tun. Wollte man ein Berechnungsbeispiel mit einer Anlage von 95 dB(A) und einer Anlage mit 100 dB(A) durchführen, würde die genannte Berechnungsformel bzw. das Diagramm 4 nicht mehr genügen. Wir benutzen daher das Diagramm 5:

Die Pegeldifferenz zwischen beiden Schallquellen soll 5 dB betragen. Aus der Kurve ergibt sich eine Pegelzunahme von 1,2 dB. Somit wäre der Gesamtschallpegel $100 \text{ dB(A)} + 1,2 \text{ dB(A)} = 101,2 \text{ dB(A)}$. Aus der Grafik ist ersichtlich, daß ab 10 dB Pegelabstand keine Korrektur erforderlich ist, da die Zunahme kaum mehr ins Gewicht fällt. $80 + 90 \text{ dB(A)}$ wären demnach 90 dB(A) .

Unser Beispiel rechnerisch:

$$\begin{aligned} \text{Pegelzunahme} &= 10 \log \left(1 + 10^{\frac{L_2 - L_1}{10}} \right) \\ &= 10 \log (1 + 10^{(95 - 100)/10}) \\ &= 10 \log (1 + 10^{-5/10}) \\ &= 10 \log (1 + 10^{-0,5}) \\ &= 10 \log (1 + 0,316) \\ &= 10 \log 1,316 \\ &= 1,2 \text{ dB(A) Zuschlag} \end{aligned}$$

Es ist zu beachten, daß unter L_2 immer der geringere Pegel einzusetzen ist und der Zuschlag zum höheren Pegel addiert werden muß.

Was bedeutet die Bezeichnung dB(A)?

Das menschliche Ohr empfindet zwei Töne gleichen Schallpegels, aber verschiedener Tonhöhen (Frequenz) unter Umständen nicht gleich laut. Wir sind für tiefe Töne weniger empfindlich als für hohe Töne. Man hat daher die Bewertung dB(A) eingeführt. Durch elektrische Filter im Meßgerät wird dem frequenzabhängigen Lautstärkeempfinden Rechnung getragen. Früher war die Bezeichnung „Phon“ gebräuchlich. Sie sollte aber keine Verwendung mehr finden, da sie nicht immer dem Wert dB(A) entspricht und keine

physikalisch genau definierten Grundlagen aufweist. Wenn die Bezeichnung dB(A) verwendet wird, handelt es sich um Schallpegel, nicht um Schalldämmungen (Ausnahme: Frankreich), d. h. um eine Lautstärkeangabe. In der nächsten Lektion werden die Grundlagen für die Schutzmaßnahmen im baulichen Bereich erläutert.