

Was

ist

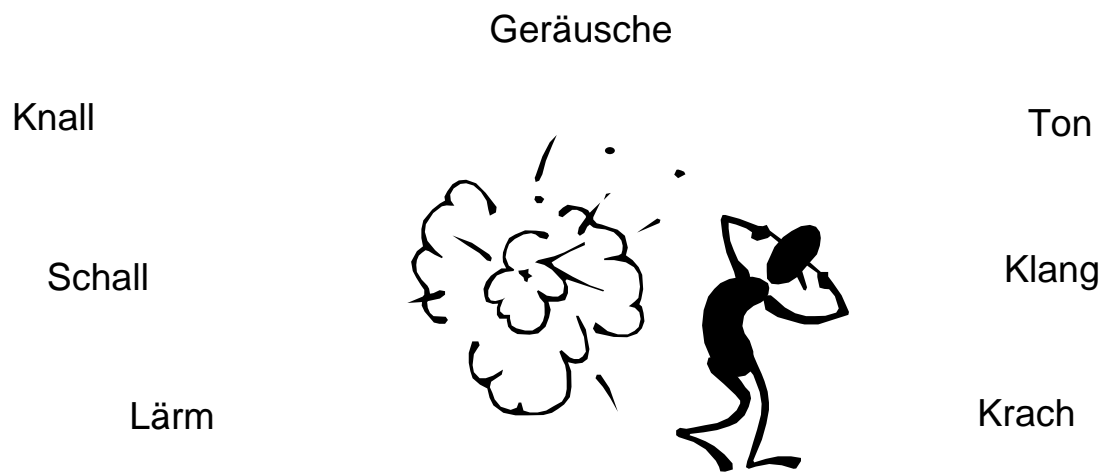
Lärm?

Eine

Einführung

Lärm – eine Belastung im Schulalltag?

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Einleitung	2
2. Physikalische Grundlagen	3
3. Medizinische Grundlagen	4
4. Messtechnische Grundlagen	6
5. Was tun ?	10
6. Lärmbereich Schule ?	12
7. Wo steht das ?	14



...wir kennen viele Begriffe für nur eine einzige physikalische Erscheinung:

für das Entstehen, Übertragen und Wahrnehmen von Schallwellen.

Welchen Begriff wir schließlich für die Beschreibung eines wahrgenommenen Schalls (Geräusches) wählen, hängt sowohl von der Intensität des Schalls als auch ganz entscheidend von unserem Empfinden ab.

Laute Technopartys sind für den einen ein wohklingendes Vergnügen, für den anderen lediglich nicht zu ertragender Lärm.

1. Physikalische Grundlagen

Geräusche werden wahrgenommen, wenn Schall in Form von Wellen über die in Schwingung versetzte Luft das Ohr erreicht. Von Geräuschen spricht man, wenn der Schall aus vielen Einzeltönen zusammengesetzt ist, die Tonfolge jedoch kein Ordnungsprinzip erkennen lässt.

Unter **Schall** versteht man Bewegung in einem elastischen Medium, hervorgerufen durch Druckschwankungen und Molekularbewegungen. Trägermedien sind feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die zu Schwingungen angeregt werden und diese an ihre Umgebung weitergeben.

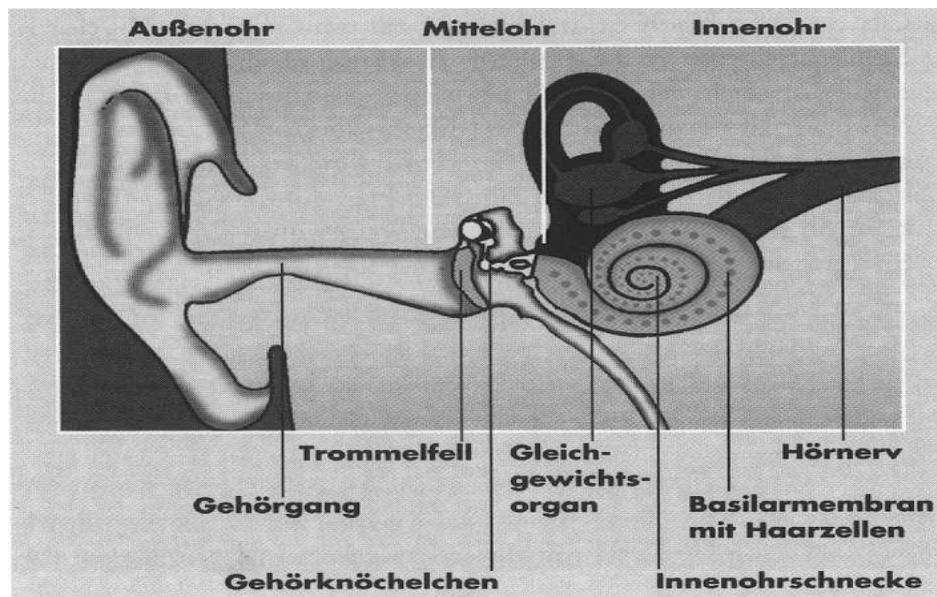
Diese (Luft-) druckschwankungen werden **Schalldruck** genannt. Das Maß für den Schalldruck „P“ ist Newton pro Quadratmeter (N/m^2). Ein großer Schalldruck bedeutet große Lautstärke.

Der **Schallpegel** „L“, gemessen in Dezibel (dB), wird in einem logarithmischen Verhältnis angegeben. Man bezieht den vorhandenen Schalldruck „P“ auf einen Bezugsschalldruck „P₀“, nämlich die Hörschwelle des menschlichen Ohrs. $L = 20 \times \lg P/P_0$ [dB]

Die Tonhöhe wird bestimmt durch die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde, also durch die **Frequenz**. Die Maßeinheit ist Hertz (Hz). Je mehr Schwingungen pro Sekunde, also je höher die Frequenz, desto höher ist der Ton.

Körperschall wird von festen Körpern abgestrahlt, die durch Schallübertragung zum Schwingen angeregt werden. Die Oberflächen des Körpers beginnen zu schwingen und versetzen die angrenzende Luft ebenfalls in Schwingungen. Daneben kennt man den **Flüssigkeitsschall** und den **Luftschall**, je nach Trägermedium.

2. Medizinische Grundlagen



Die Empfänger der Schallwellen sind ca. 20 000 Haarzellen, die sich im Innenohr befinden. Diese Zellen wandeln die Schallwellen in elektrische Impulse um und leiten sie über den Hörnerv an das Gehirn weiter.

Bei jüngeren Menschen liegt der **Hörbereich** zwischen ca. 20 und 20.000 Hertz (Tonhöhe).

Mit zunehmendem Alter nimmt dieser Bereich deutlich ab, so dass hohe Töne von älteren Menschen nicht mehr wahrgenommen werden (**Altersschwerhörigkeit**).

Der Grund dafür ist, dass die Haarzellen absterben und nicht nachwachsen. Jede Schwerhörigkeit ist daher unheilbar.

Das Absterben der Haarzellen kann durch häufige Überlastung der Zellen beschleunigt werden. Fast jeder wird nach einem Rockkonzert oder beim Arbeiten an einer besonders lauten Maschine schon einmal ein „Klingeln“ oder „Pfeifen“ oder auch ein taubes Gefühl in den Ohren bemerkt haben, das nach einiger Zeit verschwindet. Diese nachhaltigen Geräusche bzw. Taubheit sind ein Zeichen für die Überlastung der Haarzellen, die kurzzeitig in Ihrer Empfindlichkeit abgenommen haben. Werden die Haarzellen jedoch über Jahre hinweg ständig überlastet, sterben sie ab. In diesem Fall spricht man von einer **Lärmschwerhörigkeit**.

Eine beginnende Schwerhörigkeit lässt sich feststellen, wenn man das Gefühl hat, in Gesellschaft die einzelnen Gesprächspartner akustisch nicht mehr unterscheiden zu können.

Als **Grenzwert** für eine mögliche Schädigung des Gehörs gilt ein Schallpegel von 80 dB (A). Ab 90 dB (A) ist mit sehr großer Wahrscheinlichkeit eine Gehörschädigung zu erwarten. Ab etwa 120 dB (A) ist die Schmerzgrenze erreicht und bei einem Knall von etwa 160 dB (A) kann das Trommelfell platzen.

Relevant für die gehörschädigende Wirkung des Lärms ist jedoch auch die Dauer der Einwirkung. Die o.g. Werte werden hin und wieder durchaus vertragen, sofern genügend Lärmpausen eingehalten werden oder der Schallpegel zwischendurch immer wieder absinkt.

Wahrnehmen kann man die zunehmende Gefahr einer Hörschädigung nicht. Die **Lautstärkewahrnehmung** des menschlichen Ohrs hält mit den steigenden Pegelwerten und dem Anstieg der Gehörgefährdung nicht Schritt. Bei 95 dB (A) empfinden wir nur die zweifache Lautstärke gegenüber 85 dB (A), es ist aber bereits zehn mal so gefährlich. 115 dB (A) bedeutet schon eine 1000fache Gefahr, jedoch nur achtfache Lautstärke.

Ein völlig anderer Bereich, auf den Lärm starken Einfluss hat, ist die **Psyche**.

Wie eingangs bereits erwähnt, können laut aufheulende Motoren den einen zur krank machenden Wut treiben. Eine andere Person verbindet mit diesem Geräusch vielleicht Freizeit und Entspannung.

Ist man krank oder müde, kann schon das leiseste Geräusch zu viel sein.

Nachweislich kann andauernde Lärmbelastung zu gesundheitlichen Beschwerden führen.

Lärm kann einem beispielsweise den Schlaf rauben, er schränkt die Konzentration ein und kann Kopfschmerzen verursachen.

Neben der tatsächlichen Wirkung des Lärms auf den Körper spielt in diesem Bereich auch die persönliche Einstellung zu dem Geräusch eine große Rolle.

In Abhängigkeit unserer Vorlieben, Verfassung und jeweiligen Stimmung können uns also bereits Schallpegel, die das Gehör noch nicht schädigen, krank machen.

Hinzu kommt, dass man sich an Lärm nicht gewöhnen kann, auch wenn man ihn nach einiger Zeit vielleicht „überhört“ oder nicht mehr als störend empfindet. Die Ohren und der Körper vergessen ihn aber nicht.

3. Messtechnische Grundlagen

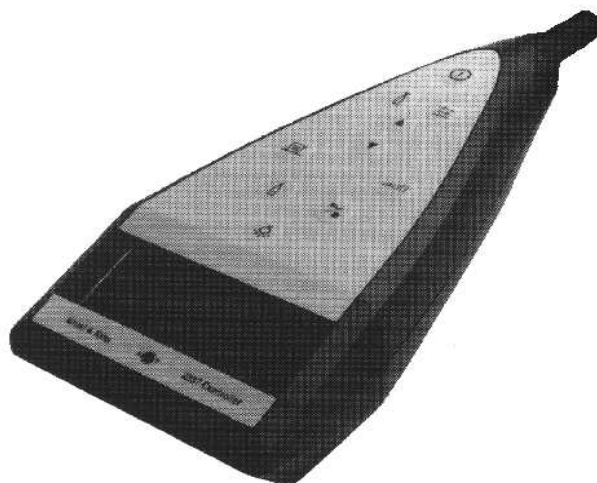
Bei Lärmmessungen wird der Wert des Schalls mit dem **Schallpegel „L“ in [dB]** angegeben, wobei die Einheit dB Dezibel, also der zehnte Teil eines Bells (Graham Bell, englischer Erfinder des Telefons) bedeutet.

Da das menschliche Ohr hohe Frequenzen lauter empfindet als tiefe Frequenzen muss man diesem Hörverhalten bei der Beurteilung von Schallereignissen Rechnung tragen.

In der DIN 45630 wurden daher **Normalkurven gleicher Lautstärkepegel** festgelegt, die in Abhängigkeit von der Frequenz den Schalldruck angeben, der die gleiche Lautstärkewahrnehmung hervorruft. In Annäherung an das Hörempfinden des menschlichen Ohres wurde nach DIN 45634 die **Bewertungskurve „A“** festgelegt. Danach sind Schallpegel, die nach der Bewertungskurve A bewertet werden, die das menschliche Hörverhalten also entsprechend berücksichtigen, mit dem Index „A“ zu kennzeichnen [dB (A)].

Die verwendeten Messgeräte sind in diesem Fall mit einem eingebauten Frequenzfilter „A“ ausgestattet.

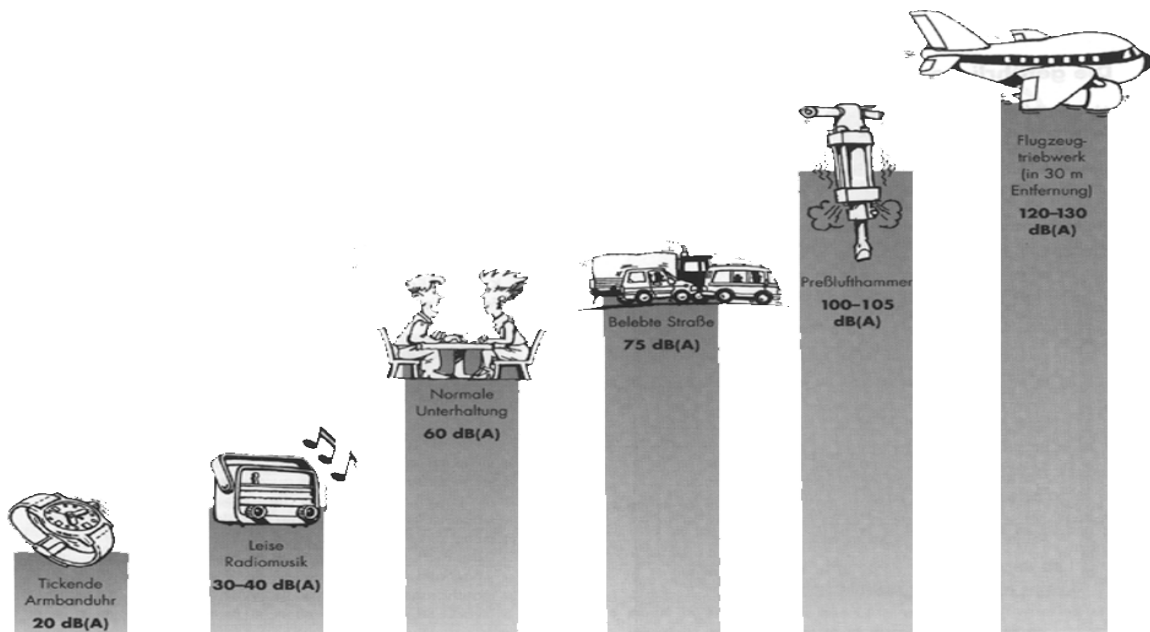
Messgeräte verfügen neben diesem eingebauten A-Filter außerdem über die Möglichkeit, auftretende Impulse und Spitzenwerte zu erfassen und mit dem Gesamtmessergebnis zu verrechnen.



Messungen führen z.B. durch

- Rheinischer Gemeinde Unfallversicherungs-Verband (GUVV), Heyestraße 99, 40625 Düsseldorf; Postfach 12 05 30 in 40 605 Düsseldorf; Tel.: 0211/ 28 08-0; Fax 0211/ 29 80 54; E-Mail: Zentrale@rguvv.de
- Staatliches Amt für Arbeitsschutz (StAfA), Schanzenstraße 38, 51 063 Köln; Tel.: 0221/96277-0; Fax: 0221/ 96277-444
- Verband der Technischen Überwachungsvereine e.V. (VdTÜV), Kurfürstenstraße 56, 45138 Essen; Postfach 10 38 34, 45038 Essen; Tel.: 0201/ 89 87-0; Fax: 0201/ 89 87-120, E-Mail: vdtuev.essen@t-online.de
- Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BIA), Alte Heerstraße 111, 53 757 St. Augustin; Tel.:02241/ 231-02; Fax: 02241/ 231-2234; E-Mail: bia@hvbg.de

Um auch ohne Messgerät einmal eine Vorstellung von der Lautstärke zu erhalten, kann man folgende Vergleiche heranziehen:



...und aus der Freizeit:

90 – 105 dB (A)	Diskotheke auf der Tanzfläche
100 – 115 dB (A)	Rockkonzert
85 – 120 dB (A)	Stereoanlage mit Kopfhörer
70 – 100 dB (A)	Stereoanlage mit Lautsprechern
80 – 110 dB (A)	Walkman

Folgenden Test können Sie selbst durchführen, um eine Vorstellung vom Lautstärkebereich zu bekommen:

können Sie sich trotz der Umgebungsgeräusche noch „normal“ mit Ihrem Gegenüber unterhalten? bis 70 dB (A)

ist eine Verständigung nur noch mit lauter Stimme möglich? ca. 80 dB (A)

ist die Verständigung auch mit Rufen schwierig? ca. 90 dB (A)

müssen Sie schreien, um von Ihrem Gesprächspartner gehört zu werden? ca. 100 dB (A)

hilft nur noch Zeichensprache? ca. 105 dB (A)

Wie schon erwähnt, spielt bei der Einwirkung des Lärms auch die Zeit eine Rolle. Als Maßstab am Arbeitsplatz gilt daher ein besonderer Schallpegel, der die Lautstärke und die Einwirkzeit berücksichtigt: der **Beurteilungspegel [dB (A)]**.

Er gibt den **durchschnittlichen Schallpegel** während einer Arbeitszeit von acht Stunden an.

Liegt dieser Beurteilungspegel unter 80 dB (A), gilt die Belastung über einen Zeitraum von acht Stunden als ungefährlich für das Gehör.

Steigt der Lärmpegel jedoch um drei dB (A), bedeutet das jeweils eine Verdopplung der Gehörgefährdung.

Das heißt auch: schon nach der Hälfte der Zeit wäre der Grenzwert erreicht.

Als Beispiel: Liegt der Beurteilungspegel am Arbeitsplatz bei 86 dB (A), dann wird den Ohren bereits nach zwei Stunden die gleiche Belastung zugemutet, wie nach acht Stunden mit 80 dB (A).

So gilt natürlich auch: eine Halbierung der Einwirkungszeit lässt einen um 3 dB (A) höheren Schallpegel zu.



Sind **zwei oder mehr Geräuschquellen** vorhanden, so lässt sich auch dieser Sachverhalt messtechnisch erfassen. Die Schallpegeladdition erfolgt nach logarithmischem Prinzip.

Für **gleich laute Lärmpegel** gilt beispielsweise:

Quelle 1 = 100 dB (A)

Quelle 2 = 100 dB (A)

Daraus folgt:

Gesamtlärmpegel = 100 dB (A) + Logarithmus der Anzahl aller Quellen (hier 2; $\lg 2 = 0,3$)

Wegen der Festlegung Dezibel erfolgt die Multiplikation mit 10, also $0,3 \times 10 = 3 \text{ dB(A)}$

Gesamtlärmpegel = 100 dB (A) + 3 dB (A) = 103 dB (A).

Daraus folgt:

zwei gleiche Pegel	+ 3,0 dB
drei gleiche Pegel	+ 4,8 dB
zehn gleiche Pegel	+ 10,0 dB

Folgende wichtige Einflussgrößen sind bei einer **Messung** zu berücksichtigen:

- Anzahl der vorhandenen Geräuschquellen,
- auftretende Impulse und Spitzenwerte,
- Länge des Zeitintervalls der Messung, um alle Geräusche sicher zu erfassen,
- Ggf. personenbezogene Messung durchführen (z.B. bei ständig wechselndem Arbeitsplatz mit unterschiedlichen Lärmbelastungen),
- Einhaltung von Lärmpausen,
- Häufigkeit und Dauer der Unterschreitung des Lärmpegels von 80 dB

Die Lärmmessungen können nach DIN 45654, Teil 2 in drei **Genauigkeitsklassen** durchgeführt werden:

1 =	Präzisionsmessung
2 =	Betriebsmessung
3 =	Orientierungsmessung

4. Was tun?

Vorhandener Lärm muss zunächst erkannt, gemessen und bewertet werden, damit individuelle und wirkungsvolle Lärmschutzmaßnahmen konstruiert werden können.

Grundsätzlich wird unterschieden in technische, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen.

Unter **technische Maßnahmen** fällt z.B.

- Die **Körperschalldämpfung**.
Wird der Schall von einem festen Körper abgestrahlt, so kann dieser Körper mit Materialien verbunden werden, die diese Schwingungen in Wärmeenergie umwandeln, bevor die umgebende Luft den Schall weiter geben kann. Hohe Körperschalldämpfungen werden hier erreicht durch spritz-, streich- oder spachtelbare Antidröhnmaterialien sowie Kombinationssysteme aus Folie und Weichschaum in direkter Verbindung mit dem schallerzeugenden Körper.
- Von **Körperschalldämmung** spricht man, wenn spezielle Materialien so zwischen dem schallerzeugenden Körper und der Umgebung, wie z. B. das Erdreich, Grundwasser, Bauwerk, feste Rohrleitungen u.ä. angebracht werden, dass sie eine Schallübertragung verhindern bzw. reduzieren. Möglich sind hier Federn als Maschinenaufleger, Matten im Fundament u.ä.
- Die **Luftschalldämpfung** wird erreicht, wenn die Bewegungsenergie der durch ein Schallereignis angeregten Luft durch Reibung , z. B. beim Eindringen in faserige oder offenporig geschäumte Materialien, in Wärme umgewandelt wird. Bei dieser Maßnahme wird eine möglichst große Oberfläche des schallabsorbierenden Materials genutzt, z.B. an Wänden und Decken.

- **Luftschalldämmung** bedeutet die akustische Trennung zweier Räume, bei der möglichst wenig Schallenergie von dem einen in den anderen Raum übertragen werden soll (Lärmschutzkabine, Schallvorhänge). Diese Maßnahme verhindert lediglich das Eindringen des Schalls in die übrigen Räume. In dem Raum, in dem der Schall erzeugt wird, wird dieser lediglich reflektiert und damit nicht reduziert.

Organisatorische Maßnahmen können sein:

- Zeitliche Trennung mehrerer lärm erzeugender Ereignisse.
- Räumliche Trennung mehrerer lärm erzeugender Ereignisse.
- Zeitliche und räumliche Trennung zwischen den lärm erzeugenden Ereignissen und den Mitarbeitern
- Betroffene Mitarbeiter nur kurzzeitig dem Lärm aussetzen und diese Belastung verteilen, jedoch den Kreis der betroffenen Mitarbeiter so klein wie möglich halten.
- Mitarbeiter nicht unnötig belasten (Aufenthaltsbereiche oder vielbesuchte Räume und Bereiche nicht in der Nähe der Lärmquelle einrichten)
- Arbeitsmittel und Arbeitsverfahren wählen, die weniger Lärm erzeugen (Teile ablegen oder rutschen lassen statt werfen; Zange statt Hammer beim Verbiegen von Metall usw.)
- Lärm erzeugende Vorgänge/ Handlungen auf ihre Notwendigkeit prüfen

Als **personenbezogene Maßnahmen** werden bezeichnet:

- Gehörschutz, z. B. Stöpsel oder Kapseln
- Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen in Lärmbereichen

5. Lärmbereich Schule?

Busbahnhof



Klassenzimmer/ Sport- und
Schwimmhalle

Pausenhalle/ -hof

Mensa

In all diesen Bereichen tritt Lärm auf, dem die Lehrerinnen und Lehrer und Schülerinnen und Schüler ausgesetzt sind.

Messungen zeigen jedoch immer wieder, dass in Schulen in den meisten Fällen kein Lärmbereich nach UVV „Lärm“ (GUV 9.20) vorhanden ist. Die gemessenen durchschnittlichen Werte liegen im allgemeinen unterhalb 85 dB (A) und Spitzen treten nur kurzzeitig auf, so dass eine Gehörschädigung nicht zu befürchten ist.

Ausnahmen bilden die Werkstätten im Technikbereich.

Die verwendeten Maschinen und Arbeitsverfahren entsprechen denen der Praxis und können insbesondere bei der Metall- und Holzbearbeitung einen so hohen Schalldruck erzeugen, dass ein Lärmbereich nach UVV „Lärm“ (GUV 9.20) definiert werden muss. In diesen Fällen müssen selbstverständlich die geforderten Maßnahmen ergriffen werden, wie z.B. Lärmbereich durch Gefährdungsanalyse ermitteln und entsprechend kennzeichnen, Lärminderungsprogramme aufstellen und durchführen sowie Gehörschutz zur Verfügung stellen.

Daneben sollte berücksichtigt werden, dass für alle Lehrkräfte weitere Arten der Belastungen/ gesundheitliche Beeinträchtigungen durch den vorhandenen Lärm entstehen können.

Dazu gehören z.B. die übermäßige Beanspruchung der Stimme, die unter Pkt. „Medizinische Grundlagen“ genannten sonstigen körperlichen Auswirkungen und die psychischen Belastungen; diese zu Beurteilen ist im Rahmen einer Lärmmessung jedoch nicht möglich.

In Klassenzimmern, also in „Arbeitsbereichen mit überwiegend geistiger Tätigkeit“ ist nach § 15 der Arbeitsstätten-Verordnung außerdem gefordert, dass ein Grenzwert von 55 dB (A) nicht überschritten werden sollte, um die Konzentration zu gewährleisten. Bei der Festlegung dieses Beurteilungspegels sind sowohl die Geräusche in den Räumen als auch die von außen einwirkenden Geräusche zu berücksichtigen. In Sporthallen werden oft neben dem, über das Gehör wahrnehmbaren Schall auch deutlich unangenehme Erschütterungen spürbar, die vom Hallenboden übertragen werden.

Diese Belastungen sollten ernst genommen und im Sinne einer Prävention so weit wie möglich reduziert werden.

Mit der Umsetzung lärmmindernder Maßnahmen sollte in jedem Fall ein Fachunternehmen beauftragt werden, um einerseits eine fachgerechte Ausführung zu gewährleisten und zum anderen sicher gehen zu können, dass z.B. alle Bestimmungen zum baulichen Brandschutz, zur Statik u.ä. eingehalten werden.

6. Wo steht das?

Rechtliche Grundlagen und weiterführende Literatur:

- Arbeitsstätten-Verordnung (ZH1/525)
- Unfallverhütungsvorschrift (UVV) „Lärm“, GUV 9.20
- Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, G 20 „Lärm“
- Diverse Lärmschutz-Arbeitsblätter als Schriften der ZH/1-Reihe, unter anderem:
 - LSA 01-234: Geräuschminderung in Fertigungshallen; Grundlagen und Auswahlkriterien zur Schallabsorption (ZH/1 564.13)
 - LSA 03-234: Geräuschminderung in Fertigungshallen; Schallausbreitungsminderung; Reflexionsbedingte Schallpegelerhöhung; Messverfahren (ZH/1 564.16)

In den meisten Fällen beziehen sich die o.g. Texte auf den industriellen Bereich.

Jedoch lassen sich die Grundsätze der Akustik, die Grenzwerte der Beurteilungspegel sowie Lärmminderungsmaßnahmen durchaus auch auf andere Bereiche übertragen.