

## Schall – wie man ihn misst ...

**Wussten Sie schon, dass...**

**... Lärm kein physikalischer Begriff ist?**

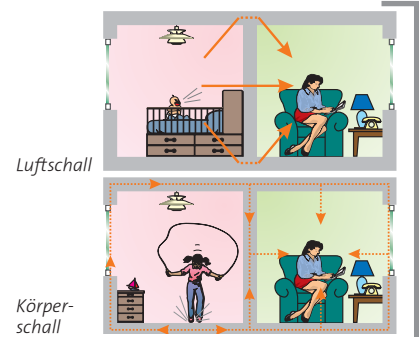
Lärm ist Schall, der den Menschen belästigt oder sogar gesundheitlich gefährdet. Es handelt sich also um eine medizinisch-psychologische Kategorie. Was Menschen als störend empfinden, hängt auch von der Umgebung und Situation ab.

Unser Gehör nimmt Geräusche als Informationen wahr. Kontinuier-

liche Geräusche werden deshalb oft nicht bewusst wahrgenommen. Erst Merkmale wie Töne oder Änderungen des Schallpegels lassen uns aufhorchen. Je schneller sich der Schallpegel ändert, je aufdringlicher ein Ton ist, desto eher wird das Geräusch als Lärm empfunden.

**... Schall als Luft- und Körperschall übertragen wird?**

Schall entsteht durch Schwingungen in festen Körpern, Flüssigkeiten oder Gasen (Luft). Je nach dem Übertragungsweg spricht man von Luftschall oder von Körperschall. Meist sind mehrere Wege zugleich beteiligt.

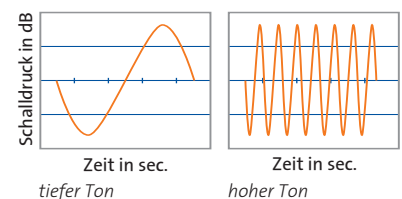


**... Schall sich in der Luft ausbreitet wie Wellen im Wasser?**

Die Stärke der Druckschwankungen – die Höhe der Welle – nennt man Schalldruck. Der kann extrem unterschiedlich sein – vom leisen Ticken der Uhr bis zum Knall einer Explosion. Der Druckpegel wird gemessen in Dezibel (dB).

Die Zahl der Wellen (oder Schwingungen) pro Sekunde heißt Frequenz und wird in Hertz (Hz) angegeben. Ein Geräusch setzt sich aus vielen Tönen verschiedener Frequenzen zusammen.

Tiefe Töne = niedrige Frequenz = wenige Schwingungen pro Sekunde; hohe Töne = hohe Frequenz = viele Schwingungen pro Sekunde. Die für ein Geräusch typischen Anteile tiefer, mittlerer und hoher Töne bilden sein „Frequenzspektrum“.



**... man Null nicht hören kann?**

Logisch, werden Sie sagen. Und darum hat man auch die Messskala für den Schalldruck so definiert: Die dB-Skala beginnt bei der Hörschwelle mit 0 dB. Die Schmerzgrenze des Gehörs wird bei ca. 140 dB erreicht.

**Übrigens:**

Kein Lärmpegel kann jemals 194 dB überschreiten – der Schalldruck erreicht dann den Atmosphärendruck.

**einige typische Schallpegel**

Schallquelle	Abstand ca.	Schallpegel
raschelndes Blatt	1 m	10 dB
tickende Uhr	1 m	20 dB
leise Musik	1 m	40 dB
normales Sprechen	1 m	50 - 60 dB
Pkw	7 m	80 dB
schwerer Lkw	7 m	90 dB
Presslufthammer	7 m	90 - 100 dB
Düsenflugzeug	20 m	120 - 130 dB

## ... und wie man ihn hört

### ... 80 nicht gleich 80 ist?

Für die Empfindung des menschlichen Ohres spielt nicht nur der Schalldruck eine Rolle: Es ist für hohe Töne nämlich empfindlicher als für tiefe. Das hat mit der Größe der Schallwellen zu tun, die man sich in Metern und Zentimetern vorstellen muss. Je höher die Frequenz, desto kürzer die Wellen. Deswegen dringen hochfrequente Töne leichter durch Lücken als tieffrequente (sind also „durchdringender“) – und deswegen „passen“ sie einfach leichter in die Abmessungen des Ohres.

Ein hoher Ton mit 80 dB Schalldruck wird also lauter wahrgenommen als ein tiefer mit ebenfalls 80 dB. Der so genannte „bewertete A-Schallpegel“, angegeben in dB(A), berücksichtigt das: Er gewichtet den Schallpegel nach der Frequenzabhängigkeit der Schallempfindung. Bei der Messung wird ein Teil der Schallenergie in den niedrigen Frequenzen ausgefiltert, wodurch diese Schallpegel besser dem physiologischen Empfinden entsprechen.

### ... zwei mal 80 nicht 160 ist, sondern 83?

Wenn man den Schalldruck in der eigentlich üblichen Einheit Pascal (Pa) messen wollte, müsste man mit Millionen-Werten hantieren – denn so groß ist der menschliche Hörbereich. Damit die Zahlenwerte überschaubar bleiben, ist die dB-Skala nicht linear, sondern logarithmisch angelegt. Und das heißt: Wenn ein Lautsprecher einen Schallpegel von 80 dB abstrahlt, dann führt ein zweiter Lautsprecher mit derselben Schallenergie zu einem Gesamtpegel von 83 dB – und nicht 160.

#### Als Faustregel:

Die Zu- bzw. Abnahme des Schallpegels um 10 dB wird vom menschlichen Ohr als Verdopplung bzw. Halbierung der Lautstärke wahrgenommen (logarithmisches Maß!). Man bräuchte also ca. zehn bis zwölf Schallquellen (90 dB), um beim Hörer den Eindruck „doppelt so laut wie einer“ zu erzeugen.

#### Schallpegel – in Dezibel rechnen



Das entspricht auch unserer Wahrnehmung: Zwei Lautsprecher werden ja nicht als doppelt so laut empfunden wie einer, sondern nur als etwas lauter.

#### Übrigens:

Ein Unterschied von 1 dB kann von jungen Menschen mit gesunden Ohren gerade noch wahrgenommen werden.

### ... Sie Töne von 16 Hz bis 20.000 Hz hören können?

Jedenfalls als junger Mensch. Mit zunehmendem Lebensalter engt sich dieser Bereich deutlich ein.

Was darüber liegt, nennt man Ultraschall, Frequenzen unter 16 Hz heißen Infraschall.

Für die Akustik von Gebäuden ist der Frequenzbereich von 100 bis 4.000 Hz entscheidend: der Bereich, in dem Menschen am besten hören.

## Schalldämmung und technische Werte

### Schalldämmung ist der Unterschied zwischen außen und innen

Wenn eine Schallwelle auf ein Bauteil trifft, wird ein Teil der Welle reflektiert, ein weiterer Teil absorbiert, der Rest dringt durch das Bauteil auf die andere Seite. Die Schalldämmung ist die Differenz zwischen dem Schallpegel vor dem Bauteil und dem dahinter. Sie wird ebenfalls in dB angegeben.



Straßen-, Schienen- oder Fluglärm: Alle Lärmarten haben ihr je eigenes Frequenzspektrum. Zur besseren Beurteilung einer Schallquelle und der Einwirkung auf den Menschen wird in Frequenzabschnitten gemessen, üblicherweise in Oktaven oder Terzen (eine Terz ist eine Dritteloktave). So lässt sich die Frequenzverteilung des Geräuschs genauer erfassen. Nach DIN EN ISO 140-3 (1995) werden die akustischen Eigenschaften eines Bauteils für die 16 Terzbänder zwischen 100 und 3150 Hz dargestellt.

### Von den Frequenzbereichen zur Einzahl-Angabe ...

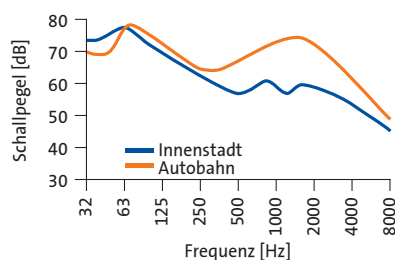
Die 16 Messdaten für die Terzbänder können sich stark unterscheiden: Bauteile dämmen für verschiedene Frequenzen unterschiedlich gut. Man will aber nicht für jedes Bauteil mit 16 Zahlen hantieren müssen. Daher errechnet man nach DIN EN ISO 717-1 einen Index, der das Schalldämmverhalten des Bauteils mit nur einer Zahl beschreibt: dem „Schalldämmmaß“  $R$  (in dB). Diese „Einzahl-Angabe“ ermöglicht es, Bauteile einfach zu vergleichen. Wie aber bereits gesagt, ist das menschliche Ohr für Lautstärken nicht über alle Frequenzen gleich empfindlich. Dem trägt man mit dem „bewerteten Schalldämmmaß“  $R_w$  Rechnung: Es gewichtet die Frequenzen nach der bewerteten dB(A)-Skala.

Das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$  gibt an, wie stark ein Bauteil den Außenschall abdämpft. Ein  $R_w$ -Wert von 40 dB besagt also: Wenn vor dem Bauteil ein Außenschall von 70 dB herrscht, sind davon im Inneren nur noch 30 dB hörbar. Auch hier gilt: Dämmung um 10 dB wird als Halbierung empfunden; eine um 40 dB bedeutet also eine Reduzierung auf ein Sechzehntel!

### ... und von der Einzahl-Angabe zu Korrekturwerten

So schön einfach der einzahlige  $R_w$ -Wert auch ist: In der Praxis hat sich gezeigt, dass er nicht ausreicht, vor allem für die Lärmquellen des Straßenverkehrs mit ihren vorwiegend tiefen Frequenzen. Hier ist die wirkliche Schalldämmung fast durchweg geringer als der „Mittelwert“  $R_w$ .

#### Unterschiedlicher Frequenzverlauf des Straßenverkehrs



Die „Spektrum-Anpassungswerte“  $C$  und  $C_{tr}$  korrigieren das bewertete Schalldämmmaß  $R_w$ : Für Schallquellen mit eher hohen Frequenzen muss der Wert  $C$  hinzuaddiert werden. Bei Schallquellen dagegen, die vor allem tiefe Frequenzen ausstrahlen, muss  $C_{tr}$  zu  $R_w$  addiert werden.

Beide Korrekturwerte sind immer negativ oder gleich Null, d. h. sie korrigieren das Schalldämmmaß stets nach unten.

Das akustische Verhalten eines Bauteils wird daher in der Form  $R_w(C, C_{tr})$  angegeben. Das heißt ein Bauteil mit den Werten  $R_w(C, C_{tr}) = 40(-2, -8)$  zeigt eine „mittlere“ Dämmleistung von 40 dB. Speziell für Schallquellen mit eher hohen Tönen ist die Schalldämmung aber um 2 dB geringer, für hauptsächlich tieffrequente Schallquellen sogar um 8 dB.

#### Wann wird C bzw. $C_{tr}$ verwendet?

Schallquelle	$R_w + C$	$R_w + C_{tr}$
Musik, Gespräch, Radio	•	
Spielende Kinder	•	
Diskotheek		•
Straßenverkehr außerorts (> 80 km/h)	•	
Straßenverkehr innerstädtisch		•
Schienerverkehr, mittlere bis hohe Geschwindigkeit	•	
Schienerverkehr, langsam		•
Flugzeuge in geringer Entfernung	•	
Flugzeuge in großer Entfernung		•
Hubschrauber		•
Industrielärm, schrill	•	
Industrielärm, dumpf		•