

# Wahrnehmung von Schall

Je nach *Lautstärke* und *Frequenz* eines Schallsignals können wir mit unserem gesamten Körper Schall wahrnehmen. In der Disko z.B. spürt man, wie der ganze Körper vibriert – vor allem tiefe Töne kann man vor allem im Bauch spüren.

Wenn es um die Wahrnehmung von Schall geringer Lautstärke und um die Erfassung der Art des Schallsignals geht, ist aber das **Gehör** das einzige Organ, welches die Schallsignale verarbeiten kann.

## Wann können wir Schall hören?

Ob wir Schall hören können oder nicht, hängt von der Art des Schallsignals ab.

Um dies zu zeigen, führen wir folgenden Versuch durch:

### Versuch:

Eine Stimmgabel, eine Gitarrensaite oder die Saite eines Monochords wird angeschlagen bzw. angezupft. Wir konzentrieren uns darauf, wie lange wir den Ton hören können.

### Ergebnis:

Der Ton wird immer leiser, und irgendwann können wir ihn nicht mehr hören, obwohl wir die Schwingungen noch sehen können. Es muss also eine minimale Schallstärke bzw. Lautstärke geben, ab der wir Töne hören können. Diese Grenze wird als **Hörschwelle** bezeichnet.

Wie wir bereits wissen, hängt die Lautstärke einer Schwingung von der *Amplitude* ab.

Ein Ton zu geringer Lautstärke bleibt unhörbar, wenn die sog. **Hörschwelle** (s.u.) noch nicht erreicht ist.

Zu lauter Schall kann schmerzen, die zugehörige Lautstärke heißt **Schmerzgrenze** und **Schmerzschwelle**.

## Das menschliche Gehör

Das menschliche Gehör besteht aus dem sichtbaren Teil des Ohrs, der sog. **Ohrmuschel** sowie den nicht sichtbaren Teilen des Ohrs, dem *Mittelohr* und dem *Innenohr*.

Ankommender Schall gelangt in Form von Druckschwankungen in unsere Ohrmuschel, die ihn wie ein Schallempfänger sammelt. Durch den **Gehörgang** gelangt der Schall in das Innere des Ohrs. Das sog. **Trommelfell** beginnt dadurch, im Rhythmus der Druckschwankungen zu schwingen.

Die **Gehörknöchelchen** im Mittelohr werden wegen ihrer Form als **Hammer**, **Amboss** und **Steigbügel** bezeichnet. Sie leiten die Schwingungen über die Membran des **ovalen Fensters** in das innere Ohr weiter. Innerhalb der **Ohrschnecke** befinden sich etwa 20 000 **Hörzellen**, die je nach Frequenz und Lautstärke unterschiedlich ansprechen und Nervenreize auslösen. Diese wandern über den **Hörnerv** zum **Gehirn** und lösen dort Schallempfindungen aus.

## Wovon hängt unser Schallempfinden ab?

Wie laut wir einen Ton empfinden, hängt u.a. von folgenden Faktoren ab:

- vom **Schalldruck**
- von der **Art** des Schalls (Klang oder Geräusch)
- von der **Tonhöhe** (Frequenz)

Dass unser Lautstärkeempfinden von der Tonhöhe abhängt, zeigt folgender Versuch:

**Versuch:**

Mit einem Tongenerator, der an ein Oszilloskop angeschlossen ist, wird die Frequenz (Tonhöhe) bei gleich bleibender Amplitude langsam verändert.

**Beobachtung:**

Man hört den Ton bei verschiedenen Frequenzen (Tonhöhen) unterschiedlich laut, obwohl die Amplitude gleich bleibt.

Am lautesten erscheint der Ton bei Frequenzen zwischen ca. 2000 Hz und 4000 Hz.

Töne mit sehr niedriger (unter ca. 20 Hz) oder sehr hoher Frequenz (über ca. 20.000 Hz) können wir gar nicht hören.

## Das Lautstärkeempfinden und der menschliche Hörbereich

Wie laut wir einen Ton hören, hängt von der **Lautstärke** und der **Frequenz** des Tons ab. Wir können nur in einem bestimmten Frequenzbereich Schall hören.

Der **hörbare Frequenzbereich** erstreckt sich von **ca. 20 Hz bis ca. 20 000 Hz** (kHz = Kilohertz).

Schall unter 20 Hz heißt **Infraschall**, Schall über 20 000 Hz bezeichnet man als **Ultraschall**. Im Gegensatz zu uns Menschen können viele Tiere Ultraschall wahrnehmen. Viele Tiere verständigen oder orientieren sich mit Hilfe von Ultraschall, wie z.B. Fledermäuse, Hunde oder Wale.

## Schallmessung

Wollen wir die Schallstärke bzw. die Lautstärke so messen, wie wir sie hören, so müssen wir die **Besonderheiten unseres Gehörsinns** berücksichtigen:

1. Wir empfinden Schall gleicher Amplitude bei verschiedenen Frequenzen unterschiedlich laut. Bei Frequenzen um 2000 Hz (Klirren von Glas oder auch Sprache) ist unser Gehör am empfindlichsten (s.o.)
2. Wie laut wir etwas hören, entspricht nicht der rein physikalischen (messbaren) Schallstärke.

## Unterschied zwischen Schallstärke (Schalldruck) und Lautstärke

Dass es einen Unterschied zwischen *Schallstärke* und der von uns empfundenen *Lautstärke* gibt, zeigt folgender Versuch:

**Versuch:**

Wir schlagen zunächst *eine* Stimmgabel an und achten auf unser Lautstärkeempfinden. Dann schlagen wir gleichzeitig 2, 3 und 4 gleichartige Stimmgabeln an.

**Beobachtung:**

Wir empfinden 2 gleiche Schallquellen nicht als doppelt so laut, 4 gleiche Schallquellen nicht als viermal so laut, obwohl die Schallstärke sich mit der Anzahl der Schallquellen vervielfacht.

Viele Untersuchungen haben ergeben:

**Erst zehn gleiche Schallquellen empfindet der Mensch als doppelt so laut.** Daher wird anstelle der rein physikalischen Schallstärke die **Lautstärke** eingeführt.

## Die Lautstärke

Die Lautstärke wird in der Einheit **Dezibel dB** bzw. **dB(A)** angegeben. Das „A“ bedeutet, dass diese Einheit an die Empfindlichkeit des Ohres angepasst ist. Zwischen der Anzahl der gleichartigen Schallquellen und der empfundenen Lautstärke gibt es folgenden Zusammenhang:

Eine **Verdopplung der Anzahl der Schallquellen** entspricht einer **Lautstärkezunahme um 3 dB(A)**.

Eine **Verdopplung der Lautstärke** entspricht einer **Lautstärkezunahme um 10 dB(A)**.  
**Beispiel:**

Beträgt die Lautstärke **einer Trompete** in einem bestimmten Abstand **70 dB(A)**, so erzeugen **2 Trompeten** eine Lautstärke von **73 dB(A)**,

**4 Trompeten** eine Lautstärke von **76 dB(A)** und

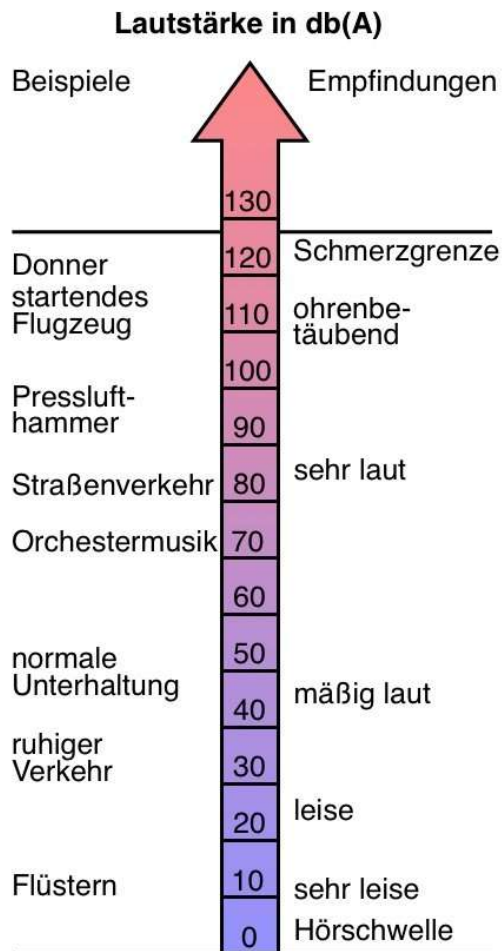
**10 Trompeten** eine Lautstärke von **80 dB(A)**.

## Messung der Lautstärke

Die Lautstärke lässt sich mit Hilfe eines **Schallpegelmessers** (s. Abbildung rechts) ermitteln. Dieses Gerät zeigt die Lautstärke in dB(A) an. Es registriert den Schall also genau so, wie ihn gesunde Ohren empfinden.



In der folgenden **Lautstärkeskala** sind verschiedene Lautstärken und ihre jeweiligen Empfindungen des Menschen dargestellt:



In der **Lautstärkeskala** sind verschiedene Geräusche mit ihrer ungefähren zugehörigen Lautstärke in dB(A) erfasst.

Die sog. **Hörschwelle** ist die Lautstärke, ab der Schall wahrgenommen werden kann. Da die Lautstärkeskala an das menschliche Gehör angepasst wurde, liegt die Hörschwelle bei 0 dB(A).

Da verschiedene Menschen unterschiedlich gut hören können, ist dieser Wert nicht für alle Menschen identisch.

Die sog. **Schmerzgrenze** oder **Schmerzschwelle** bezeichnet die Lautstärke, ab der Schall zu einer schmerzhaften bzw. unerträglichen Belastung führt. Sie liegt bei **etwa 130 dB(A)**.

Beantworte die Fragen:

1. Wovon hängt es ab, ob wir Schall hören oder nicht?
2. Beschreibe wie das menschliche Ohr den Schall in Nervenreize umwandelt.
3. Zeichne die Lautstärkeskala ab.