



# Ungleiche Schwingungen

Wie laut oder wie leise, wie hoch oder tief wir etwas hören, hängt davon ab, wie kräftig und mit welcher Geschwindigkeit ein Körper zum Schwingen gebracht wird.

Wo immer sich etwas hin und her bewegt, gibt es Schwingungen, ob es sich um ein Uhrpendel handelt oder das riesige «Wikingerschiff» auf der Festwiese. Während das eine den Takt angibt für eine exakte Uhrzeit, macht das andere einfach nur Spass. An der Heftigkeit der Schwingung fehlt es hier nicht, wohl aber am Tempo. Die Grösse eines schwingenden Körpers spielt für beides eine entscheidende Rolle. Im Streichorchester gibt es Geigen, Bratschen, Celli und Kontrabässe. Die Instrumente unterscheiden sich nicht nur in ihrer Grösse, sondern auch in ihrer Lautstärke und Tonhöhe. Beide hängen zusammen. Es ist kein Zufall, dass die verschiedenen Streichinstrumente dementsprechend auch in verschiedener Anzahl in einem Sinfonieorchester vorkommen.

## Laut und leise

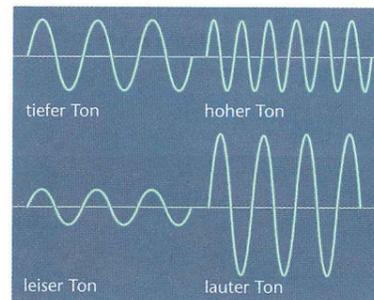
Ein Klavier und vor allem ein Flügel sind von der Lautstärke her der wesentlich kleineren Gitarre um ein Vielfaches überlegen, obwohl in bei-

den Fällen Töne durch das Anschlagen von Saiten hörbar gemacht werden. Die mit Hilfe eines Oszillografen sichtbar gemachten Schwingungen von lauten und leisen Tönen unterscheiden sich nur dadurch, dass der Ausschlag, wie bei einer Schaukel, nach oben und unten grösser ist. Das nennt man *Amplitude*. So wie grosse Instrumente lauter sind als kleine, macht auch ein grosses Flugzeug mehr Lärm als ein kleines, und eine Tischkreissäge ist über eine grössere Entfernung hörbar als eine kleine Handkreissäge.

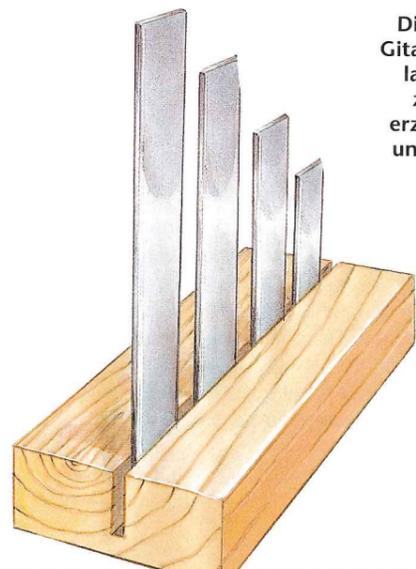
## Hoch und tief

Ein an der Tischplatte befestigtes Lineal oder eine Stahlfeder erzeugen bei maximaler Länge einen tiefen Ton. Bei halber Länge erklingt ein hoher Ton. Sie schwingen, ebenso wie ein kürzeres Pendel, innerhalb eines gleichen Zeitraums öfter hin und her.

Löst man bei einer Mundharmonika vorsichtig die Schrauben einer der Metallabdeckungen, so taucht darunter eine dünne Metallplatte mit verschiedenen langen, schlitzförmigen Öffnungen auf. Darauf befinden sich beweglich befestigte, ebenso verschiedene lange, kleine Metallstreifen. Sie werden durch die hineingeblasene Luft zum Schwingen angeregt. Dadurch entstehen die verschiedenen Töne der Mundharmonika. Wie beim Lineal an der Tischkante erzeugen auch hier kurze Metallzungen hohe Töne. Sie machen schnellere Schwingungen als lange. Die langsam schwingenden,



Die sechs Saiten einer Gitarre sind alle gleich lang. Bringt man sie zum Schwingen, so erzeugen sie dennoch unterschiedliche Töne.



Die Anzahl der Zähne und die Geschwindigkeit des Sägeblattes machen hier die «Musik».

Es bedarf schon einer ausgeklügelten Technik, bis ein Klavier zum Klingen kommt.

Viele Musiker bilden «einen» Klangkörper.

langen Metallzungen sind für die tiefen Töne verantwortlich. Die Tonhöhe hängt immer ab von der Zahl der Schwingungen in einer Sekunde, von der *Frequenz*. Je höher die Frequenz ist, desto höher ist ein Ton. Die Kurven verschieden hoher Töne unterscheiden sich bei gleicher Lautstärke auf dem Bildschirm eines Oszillografen nicht mehr in der Höhe des Ausschlags, sondern nur in ihrer Dichte, also in der Häufigkeit der Schwingungen pro Sekunde. Die Kurven hoher Töne haben mehr Schwingungstäler und -berge als die von tiefen Tönen.

Im Gegensatz zu den Metallzungen haben die Saiten einer Gitarre alle die gleiche Länge. Sie werden durch Drücken auf einen der Metallbünde verkürzt und so zu schnellerem Schwingen und hohen Tönen angeregt. Die sechs Saiten unterscheiden sich untereinander aber auch noch in ihrer Stärke. Hier schwingt die dickste Saite am langsamsten und die dünnste am schnellsten.

Auch mit Flaschen kann man verschieden hohe Töne erzeugen, selbst wenn sie gleich gross sind. Man muss sie nur verschieden hoch mit Wasser

füllen. Was dann schwingt, wenn man sie anbläst, ist nicht die Flasche selbst, sondern die verbleibende Luftsäule. Die Töne werden umso höher, je mehr Wasser in der Flasche ist. Kürzere Luftsäulen ergeben höhere Töne.

Auch bei Geräuschen klingt der Motor eines Mofas heller als der eines LKWs, und im Tierreich summt eine Biene höher als eine Hummel. Als Trompete unter den Insekten könnte man schliesslich die Mücke bezeichnen, den Maikäfer als Tuba.

## Hast du das gewusst?

Der Mensch kann nur Frequenzen von 16 bis ca. 16 000 Hertz hören, in jungen Jahren bis zu 20 000 Hertz. Alles, was darüber hinausgeht, bezeichnen wir als Ultraschall. Fledermäuse orientieren sich durch Aussenden und Empfangen solcher für uns nicht mehr hörbaren Schwingungen. Delfine können sich mit Ultraschallgeräuschen verständigen und Hunde kann man mit einer Ultraschallpfeife unauffällig rufen.



## HEINRICH HERTZ

Der deutsche Physikprofessor HEINRICH HERTZ (1857 – 1894) hat sich unter anderem mit Schwingungen beschäftigt. Ihm zu Ehren hat man seinen Namen als Einheit zur Angabe von Tonhöhen bestimmt. Die

Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde bezeichnet man als die Schwingungszahl oder Frequenz. Sie wird in Hertz (Hz) angegeben. 1000 Hz sind 1 Kilohertz (1 kHz).

## Wenn Töne klingen

Was Musikinstrumente so von sich geben und was aus dem Lautsprecher kommt, sind selten reine Töne, sondern meist mehrere Töne gleichzeitig. Wenn man beispielsweise eine schwingende Gitarrensaite genau in der Mitte, das ist der zwölfte Bund, nur kurz leicht berührt, so wird sie genau zwölf Töne höher in ihrer halben Länge weiterschwingen. Dasselbe passiert entsprechend bei einem Drittel, Viertel, Fünftel ... der Länge. Alle diese Teilschwingungen überlagern sich und setzen sich zusammen zu einem *Klang*. Unterschiede in dieser Teiltonreihe sind unter anderem dafür verantwortlich, dass eine Gitarre anders klingt als ein Klavier. Was für Saiten gilt, gilt ebenso für schwingende Luftsäulen und für Metallzungen. So erzeugte Klangkurven auf dem Oszilloskop sehen zwar komplizierter aus, sind aber immer noch regelmässig wiederkehrend.

## ... klingt gut

1. Bei allen schwingvollen Versuchen kannst du auch verschieden laute und hohe und tiefe Töne erzeugen.
2. Nenne weitere Beispiele für hörbare und unhörbare Schwingungen.
3. Finde Musikinstrumente, die möglichst hohe, und solche, die vor allem sehr tiefe Töne erzeugen.



# RATGEBER GEHÖR

Für seine Freunde ist Frank, sie nennen ihn Franky, ein echt cooler Typ. Er ist ein guter Sportler, besonders gerne spielt er Fussball und Basketball. Ausserdem hat er immer die neusten CDs in seinem Diskman. Sooft es seine Zeit erlaubt, hört er Musik, volle Lautstärke gehört einfach dazu. Mit seinen Freunden geht er gerne in die Disko oder zu einem Rockkonzert. Vor einiger Zeit hat er sich bei der Polizei beworben. Den Eignungstest bestand er problemlos, der Gesundheitstest beim Amtsarzt schien nur noch eine Formsache zu sein. Aber es kam anders: Für den Dienst bei der Polizei wegen einer erworbenen Schwerhörigkeit ungeeignet.

## Jugendliche mit alten Ohren

Hals-Nasen-Ohren-Ärzte schlagen zunehmend Alarm: Die Anzahl der Jugendlichen mit erheblichen Hörschäden ist deutlich angestiegen. Es ist ein völlig normaler Vorgang, dass die Hörfähigkeit im Laufe des Lebens nachlässt, insbesondere die Fähigkeit, hohe Frequenzen zu hören, nimmt ab. Sehr betagte Menschen leiden häufig unter einer altersbedingten

Schwerhörigkeit und müssen ein Hörgerät tragen. Jüngere Menschen waren früher von erworbener Schwerhörigkeit nur dann betroffen, wenn sie starkem Lärm ausgesetzt waren, z. B. am Arbeitsplatz. Neu ist, dass heute viele Jugendliche ein Gehör haben, das vorzeitig auf das von 60-Jährigen gealtert ist. Die Ursache dafür ist in der Regel eine Dauerbelastung mit zu lauter Musik.

## Ein Mass für die Lautstärke

Je lauter eine Schallquelle ist, desto stärker sind die Luftdruckschwankungen der Schallwellen. Die Stärke der Luftdruckschwankungen und damit die Lautstärke werden mit zunehmender Entfernung von der Schallquelle immer geringer. Zur Angabe der Lautstärke wird die Masseinheit Dezibel, abgekürzt dB, verwendet. Der Messbereich geht von nicht hörbaren 0 dB bis 130 dB, das ist z. B. ein unerträglich lauter Knall bei einer nahen Explosion. Derartige Lautstärken können sofort einen bleibenden Hörschaden verursachen. Die Zahlenwerte täuschen, so ist 120 dB nicht doppelt so laut wie 60 dB. Erhöht sich der Wert

## Unser Gehör – empfindlich und robust zugleich

Glücklicherweise liegen die wichtigsten Teile unseres Gehörs, Mittel- und Innenohr, gut geschützt im Inneren des Kopfes. Mechanische Verletzungen kommen daher in der Regel nur an der Ohrmuschel vor oder wenn jemand unvorsichtigerweise seinen Gehörgang mit einem spitzen Gegenstand reinigt und dabei das Trommelfell verletzt. Unser Ohr ist ein faszinierendes Organ. Es kann einerseits das 20 dB leise Rauschen von Blättern wahrnehmen, wird aber andererseits auch nicht auf Anrieb geschä-



digt, wenn neben uns ein Presslufthammer in Aktion ist, obwohl die Lautstärke immerhin milliardenfach stärker ist. Wenn allerdings derartige Lautstärken über eine längere Zeit auf unser Ohr einwirken, kommt es unvermeidbar zu einer Schädigung. Lärmschwerhörigkeit steht an der Spitze der Berufskrankheiten. Für den Lärm am Arbeitsplatz gibt es daher eine *Lärmschutzverordnung*. Sie legt genau fest, ab welcher Lautstärke ein Gehörschutz getragen werden muss, auch wenn es manchmal lästig ist. Auf das Tragen eines Gehörschutzes sollte an lärmgefährdeten Arbeitsplätzen niemals verzichtet werden.

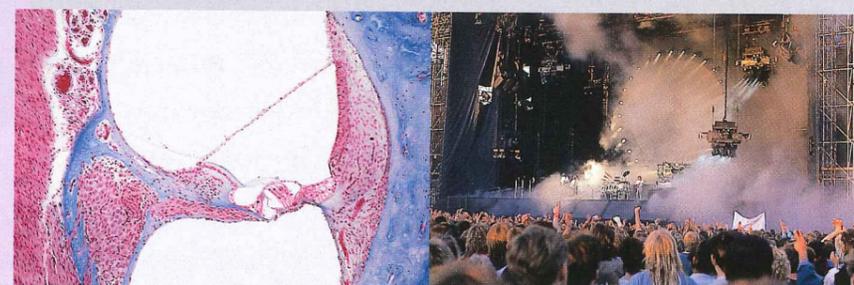
von 60 auf 70 dB, so verzehnfacht sich die Lautstärke, sie verhundertfacht sich gar bei einer Erhöhung von 60 auf 80 dB.

## Wie man schwerhörig wird

Ein Walk- oder Diskman bringt es fertig, Musik mit einer Lautstärke von 100 dB in unser Ohr zu jagen. Kurzzeitig wäre unser Gehör wohl in der Lage, damit fertig zu werden. Der Walkman ist aber für viele Kinder und Jugendliche zu einem ständigen Begleiter geworden. Sie hören

## Schallpegel

Fallen einer Feder	0 dB
zartes Streichen über Stoff	10 dB
Rascheln von Laub/ tickende Uhr	20 dB
Flüstern/leichter Wind	30 dB
leises Gespräch	40 dB
leise Radiomusik	50 dB
normales Gespräch	60 dB
Strassenverkehr	70 dB
laute Stereoanlage	80 dB
Lkw, 5 Meter entfernt	90 dB
Walkman, volle Lautstärke	100 dB
Rockkonzert/Kreissäge	110 dB
Presslufthammer, 1 m Abstand	120 dB
Flugzeugtriebwerk, wenige Meter entfernt, Explosion	130 dB



Abgerissene Sinneshäärchen können nicht wieder repariert werden.

Musik beim Spaziergehen, wenn sie gemütlich auf dem Sofa liegen, sogar bei den Hausaufgaben. Viele meinen, nur die volle Lautstärke bringe den vollen Genuss: «Den Bass muss man fühlen, nicht hören.» Der ständige Lärm schädigt die Häärchen der Sinneszellen im Innenohr. Sie werden durch hohe Lautstärken heftig hin- und hergebogen, dauerhaft sind sie einer derartigen Überlastung nicht gewachsen. Wenn sie sich nicht mehr erholen können, bleiben sie für immer geschädigt. Entscheidend für die Schädigung sind die Lautstärke und die Zeitdauer der Schallberieselung. Gefährlich wird es bei einer täglich mehrstündigen Belastung von 85 dB. Man muss davon ausgehen, dass bei einer durchschnittlichen Lautstärke von 100 dB bereits 15 Minuten

Das «coole» Tanzen vor den Lautsprechern wird oft mit bleibender Schwerhörigkeit bezahlt.

Musikhören täglich zu einem Gehörschaden führt. Bei Rockkonzerten oder in Diskotheken liegt die Lautstärke oft sogar über 100 dB.

## Tipps für Hellhörige

Stelle deinen Walkman nicht auf die volle Lautstärke ein. Höre allenfalls dein Lieblingsstück etwas lauter.

Höre bewusst Musik und geniesse sie. Lasse sie nicht als ständiges Schallereignis auf dich hereinprasseln.

Gönne deinem Gehör Zeit, um sich zu erholen.

Stelle dich bei einem Rockkonzert oder in der Diskothek nicht in Boxennähe auf.

Nach dem Besuch eines Rockkonzertes oder einer Diskothek solltest du dein Gehör bewusst einige Tage lang schonen und auf jegliche laute Musik verzichten.



Ohne Gehörschutz nicht auszuhalten.



Ruhe ist Erholung fürs Ohr.



Vorübergehend erträglich – auf Dauer Stress.