

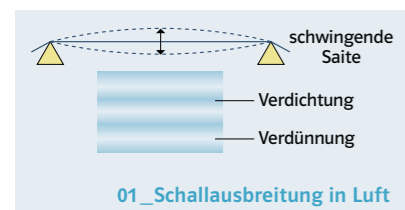
Schall sichtbar gemacht

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, Schallwellen sichtbar zu machen. Mithilfe eines Oszilloskops oder eines Tonaufzeichnungsprogramms kannst du Saitenschwingungen experimentell untersuchen.



Bei allen Musikinstrumenten, sowohl bei den selbst gebauten als auch bei den käuflichen, werden Töne dadurch erzeugt, dass ein Bestandteil des Instruments oder die Luft darin schnell hin und her bewegt, also zum Schwingen gebracht wird, z. B. die Saite einer Gitarre oder das Fell einer Trommel. Die Schwingungen dieser Körper werden auf die Luft übertragen und diese dadurch abwechselnd verdichtet und verdünnt (s. Abb. 01).

Diese Druckschwingungen der Luft nennt man Schallwellen. Jedes Mal, wenn eine Gitarrensaiten einmal auf- und abschwingt, sendet sie eine Schallwelle aus. Die Schallwellen



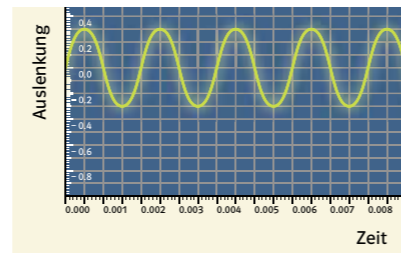
breiten sich, vom schwingenden Körper ausgehend, mit der Schallgeschwindigkeit von ca. 340 m/s in alle Richtungen aus. Wegen ihrer hohen Geschwindigkeit sind die Schwingungen von Schallquellen in der Regel mit bloßem Auge kaum zu sehen. Es gibt aber verschiedene Möglichkeiten, sie sichtbar zu machen.

Mit einem Oszilloskop

Schließt man ein Mikrofon an ein Oszilloskop an, so werden die Luftschwingungen über das Mikrofon in elektrische Spannungsschwankungen umgewandelt, die auf dem Bildschirm sichtbar gemacht werden können.

Mit der Soundkarte am PC

An die Soundkarte wird ein Mikrofon angeschlossen. Mit speziellen Programmen, die zur Soundkarte gehören, können Schallsignale auf dem Computerbildschirm sichtbar



gemacht werden. Der Vorteil bei dieser Methode ist, dass man die Messdaten abspeichern und mit Hilfe eines geeigneten Programms auswerten kann. Außerdem kann man verschiedene Darstellungsformen wählen: Schwingungsbild (Abbildung oben) oder Klangspektrum (Abbildung S. 17).

Ein nicht schwingender Körper befindet sich in der **Ruhelage**. Wenn ein Körper schwingt, bewegt er sich abwechselnd von der Ruhelage aus in die eine und dann in die andere Richtung.

Die maximale Auslenkung von der Ruhelage bis zum jeweiligen Umkehrpunkt wird **Amplitude** genannt. Eine vollständige Hin- und Herbewegung des schwingenden Körpers ist eine **Periode**.

Als **Periodendauer** (T) bezeichnet man die Zeit, die ein schwingender Körper für genau eine Periode benötigt. Die Anzahl der Perioden, die in einer Sekunde durchlaufen werden heißt **Frequenz** (f). Die Einheit der Frequenz lautet **Hertz** (Hz):

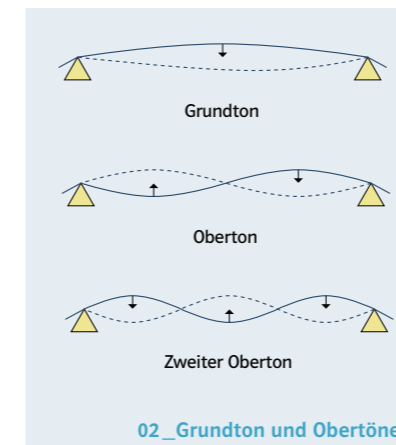
1 Hertz entspricht einer Schwingung pro Sekunde.
1 Kilohertz (kHz) sind 1000 Hertz.

V1 a) Erzeuge mit einem Frequenzgenerator „künstlich“ einen Ton (z. B. Ton A: 440 Hz) und mache die zugehörige Schwingungskurve sichtbar. Falls du mit dem Computer arbeitest, kannst du direkt mit dem Soundprogramm den Ton erzeugen. b) Zeichne das Schwingungsbild ab (schematisch) oder drucke es aus. Fertige dazu ein Diagramm an: Zeit (waagerechte Achse), Auslenkung (senkrechte Achse). Beschrifte folgende Größen eines Schwingungsbildes: Ruhelage (Punkte ohne Auslenkung), Amplitude, Periode.

V2 Erzeuge mit dem Frequenzgenerator weitere Töne und untersuche die Schwingungsbilder: wie unterscheiden sich hohe und tiefe, laute und leise Töne? Skizziere die Schwingungsbilder (wie in V1).

V3 Untersuche ebenso einen „natürlich“ erzeugten Ton, z. B. Ton A mit einem Musikinstrument, und vergleiche das Schwingungsbild mit V1.

Schwingt eine Saite (oder ein Seil) so, dass sie in der Mitte die größte Auslenkung hat, erzeugt sie ihren **Grundton**. Dies ist allerdings nicht die einzige Schwingungsart der Saite. Sie schwingt ebenfalls wie in der Abb. 02 gezeigt. Diese Schwingungen werden **Oberschwingungen** genannt, sie erzeugen so genannte **Obertöne**.

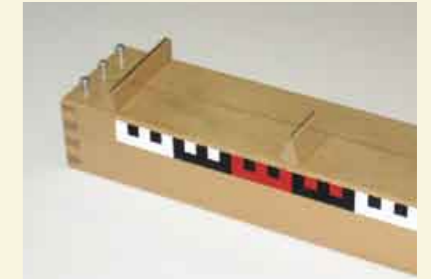


Untersuchung von Saitenschwingungen

Verwende für diese Versuchsreihe ein Monochord aus der Sammlung oder stelle ein Monochord selbst her:

Einfaches Monochord

Befestige auf einem Holzbrett (oder Holzkasten) mit Holzleim einen Holzsteg. Schlage an den Enden des Brettes je einen Nagel ein, sodass dazwischen verschiedene Saiten eingespannt werden können. Verwende einen zweiten verschiebbaren Holzsteg, um die Saitenlänge zu variieren.



Monochord mit Rolle

Besorge dir eine geeignete Unterlage, an der du eine Rolle oder Stange so befestigst, dass die Saite darüber laufen kann und am Saitenende unterschiedliche Wägestücke angebracht werden können.



V4 Untersuche mit Hilfe des Monochords Saitenschwingungen. Verwende ein entsprechendes Computerprogramm oder ein Oszilloskop, um die erzeugten Schwingungsbilder sichtbar zu machen.

Führe mehrere Messreihen durch, in denen du folgende Abhängigkeiten misst: Die Abhängigkeit der Tonhöhe
< von der Saitenlänge,
< vom Durchmesser der Saite,
< von der Saitenspannung.

Notiere deine Ergebnisse in Tabellenform. Fertige zur Auswertung Diagramme an, in denen du die Zusammenhänge veranschaulichst.

V5 An einer Gitarre (oder einem Monochord) kann man Obertöne bestimmen. Dazu zupft man eine Saite an und drückt vorsichtig die Fingerkuppe oder ein Schaumstoffklötzchen auf eine bestimmte Stelle, z. B. auf die Mitte der Saite. So dämpft man den Grundton heraus und hört einen anderen Ton, einen Oberton.

a) Suche weitere solcher Stellen, miss sie aus (Abstand des Fingers vom Saitenanfang) und vergleiche mit der Gesamtlänge der schwingenden Saite. Was fällt dir bei einem Vergleich mit den Abbildungen links unten auf?

b) Miss die Frequenz des Grundtons und der Obertöne. In welchem Verhältnis stehen die Obertöne zum Grundton?

c) Gelingt es dir, mit *einer* Saite eine Tonleiter zu spielen? Verändere für die einzelnen Töne jeweils die Saitenlänge.

Miss und notiere die Werte für die Saitenlänge.