

Stundenprotokoll vom 09.09.2002

Anmerkungen zum Versuch „Bestimmung der Schallgeschwindigkeit“:

Der Begriff „triggern“ wurde noch einmal näher erläutert. „Triggern“ heißt auf deutsch „auslösen“ („Triggerfinger“ = Auslösefinger). Beim Oszilloskop hat das Wort „triggern“ folgende Bedeutung: Wenn ein Kanal des Oszilloskops getriggert wird, so schreibt das Gerät die dargestellten Sinuskurven nicht übereinander. Die auf der x-Achse angelegte Dreiecksspannung springt dann so auf null zurück, dass die Kurve links mit ihrem alten Anfang übereinstimmt. Die Kurven liegen aufeinander und wir erhalten ein ruhiges, stehendes Bild. Der „Trigger“ ist also der „Auslöser“ für den „Rücksprung“.

Die Definition eines weiteren Begriffs wurde erneut besprochen: die Wellenlänge. Unter der Wellenlänge versteht man den Abstand zweier benachbarter Punkte, die in Phase springen.

Versuch:

Zwei überdimensional große Saiten sind auf einem Holzkasten gespannt (Gitarrenmodell). Die Saiten werden durch Zupfen angeregt.

Dabei entsteht eine dreieckförmige Schwingung der Saite. Dem französischen Mathematiker Fourier nach, lässt sich eine derartige Dreiecksschwingung aus lauter stehenden Sinuswellen verschiedener Frequenzen und Amplituden aufbauen (Fourier-Zerlegung). Die Dreieckswelle, die sich also ergibt, wenn eine Saite in der Mitte angezupft wird, setzt sich nach Fourier aus mehreren harmonischen Wellen zusammen.

Der Ton eines Saiteninstrumentes klingt demnach so, als ob er aus einem sinusförmigen Grundton und vielen sinusförmigen Obertönen zusammengesetzt wäre. Der Grundton ist am stärksten beteiligt; seine Frequenz wird vom Ohr als Tonhöhe registriert. Die Obertöne bestimmen je nach ihrer Intensität die Klangfarbe des Tons.

Gestimmt wird ein Saiteninstrument zum Beispiel durch Spannen der Saiten. Je stärker eine Saite gespannt ist, desto höher der Ton. Auch die Masse einer Saite hat Auswirkungen auf den Ton, da sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalls beeinflusst (größere Masse – kleinere Frequenz; d.h. bei gleicher Wellenlänge, kleinere Frequenz – also tieferer Ton)

Um zu sehen, ob zwei Saiten gleich gestimmt sind, kann man sie gleichzeitig zupfen, um zu sehen, ob Schwebungen auftreten. Schwebungen treten nur auf, wenn zwei Schwingungen unterschiedlicher (aber nahe zusammen liegender) Frequenz vorliegen.

Schiebt man mittig unter eine der beiden Saiten einen Keil, so wird der Ton der nun „halbierten“ Saite wesentlich höher. Es liegt eine höhere Frequenz vor.

Zupft man eine Saite und stoppt deren Schwingen kurz darauf wieder, so hört man ein leises Schwingen der anderen Saite. Der Ton der angeregten Saite ist jedoch um einiges höher, als der der „Erregersaite“. [Ein ähnlicher Versuch wurde auch mit zwei Stimmgabeln durchgeführt].

Die beiden Saiten treten also in Resonanz miteinander. Die Tatsache, dass sie mit unterschiedlicher Frequenz schwingen, bestätigt Fouriers Theorie, dass Oberschwingungen auftreten, die wir aber nicht hören.

Das Zerlegen einer Dreiecksschwingung sahen wir uns auf dem Ti an. Die vier folgenden Funktionen wurden dargestellt:

$$y = \sin x$$

Graph. Darstellung:

$$y = -\frac{1}{9} \cdot \sin(3x)$$

$$y = \frac{1}{25} \cdot \sin(5x)$$

$$y = -\frac{1}{49} \cdot \sin(7x)$$

Die Summe dieser Funktionen ergibt eine Dreiecksschwingung.

Für jede Dreiecksschwingung gilt mathematisch: $f(t) = f(t+T)$

Eine mathematische Zerlegung – ohne Hilfe des Computers – erfordert jedoch großen Aufwand.

Versuch:

An ein Oszilloskop wird ein Mikrophon angeschlossen. Verschiedene Töne werden „hineingesagt, - gesungen“. Sinuskurven kann man dabei auf dem Bildschirm beim besten Willen nicht erkennen. Bei geschlossenem Mund

kommt man einer schönen gleichmäßigen Sinuskurve schon näher. Das Oszilloskop hat in beiden Fällen Probleme mit dem „triggern“.

Man müsste einen Ton aufnehmen und analysieren um bessere und genauere Ergebnisse zu erhalten.

Erklärungen:

Alle Betrachtungen von Schwingungen und Wellen in der Physik sind mit Vorsicht zu genießen. Denn das meiste sind nur Modelle. Man kann zwar häufig Voraussagen machen und Berechnungen durchführen, jedoch sind all dies nur Beschreibungen von Naturphänomenen, die meist nur in einem bestimmten Rahmen („Definitionsbereich“) gelten.