

Ziel:

Mit dem Monochord soll der Zusammenhang zwischen Frequenz und Saitenlänge und Spannung der Saite untersucht werden.

Methoden:

Die Frequenz einer Saite wird mit einer Stimmgabel abgestimmt. Von dort ausgehend können durch Unterteilung der Saite die Töne der Tonleiter eingestellt werden und ihre Frequenzen aus dem Verhältnis Saitenlängen bestimmt werden.

Erläuterungen:

Das Monochord ist sehr gut geeignet, um die Zusammenhänge zwischen Wellenlänge und Frequenz sichtbar zu machen. Ebenso können die Eigenschwingungen einer Saite gut beobachtet werden.

Theorie:

Akustik, Elastizität

Literatur:

Ivar Veit: "Technische Akustik", Kamprath-Reihe kurz und bündig, Vogel-Verlag, Würzburg
Lehrbuch: Bergmann-Schäfer, S. 389 ff.

Geräte:

- 1 Monochord
 - 1 Steg
 - 1 Schlüssel zum Spannen der Saiten
 - 1 Stimmgabel 440 Hz
 - 1 Gummihammer zur Stimmgabel
 - 1 Kraftmesser 100 N
 - 1 Bassbogen
- Kolophonium

Name:	Klasse: TC 3	Datum:
Beurteilung:		
Auswertung	
Genauigkeit	
Fehlerrechnung/Fehlerdiskussion	
Protokollführung	
Summe	

Grundlagen:

Eine Saite, die an den Enden fest eingespannt ist, wird durch Zupfen, durch Streichen mit einem Bogen oder durch Anschlagen zum Schwingen angeregt. Neben der Grundschwingung können dabei auch Oberschwingungen auftreten. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit c gilt einerseits:

$$(1) \quad c = f \cdot \lambda$$

(f = Frequenz, λ = Wellenlänge)

Für die Grundschwingung gilt:

$$(2) \quad \lambda = 2l$$

(l = Länge der Saite)

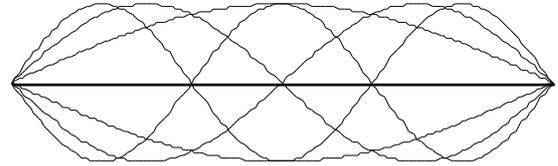


Abb. 1

Andererseits gibt es einen Zusammenhang mit der Saitenspannung. Es gilt ferner:

$$(3) \quad c = \sqrt{\frac{F}{\rho}}$$

(F = Zugkraft, A = Querschnittsfläche, ρ = Dichte)

Aus den Gleichungen (1), (2) und (3) folgt dann:

$$(3) \quad f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho}}$$

Für die Frequenzen der Oberschwingungen gilt folgende Beziehung (nach Abb. 1):

$$(4) \quad f_k = k \cdot \frac{c}{2l} \quad (k = 1 \text{ für die Grundschwingung})$$

Messmethoden und Messgeräte:**Aufbau des Monochords**

Auf dem Monochord sind drei Saiten aufgespannt. Die hintere Saite kann mit einem Schlüssel kontinuierlich gespannt werden. Ferner kann bei dieser Saite der Kraftmesser eingesetzt werden. Die anderen beiden Saiten können mit dem beiliegenden Schlüssel gespannt werden. Achtung: keine übertriebenen Spannungen (maximale Zugkraft 80 N). Durch Unterlegen des Steges können die Saiten verkürzt werden. Dadurch wird auch die Tonhöhe verändert.

Abstimmen der Saite

Sollen zwei Saiten auf denselben Ton eingestellt werden, bedient man sich am besten der Resonanz. Die eine Saite wird zum Schwingen gebracht. Ist die andere Saite auf dieselbe Frequenz eingestellt, wird sie automatisch mitschwingen, was durch einen Blick auf die Saite festgestellt werden kann.

Durchführung des Experiments:**Schallgeschwindigkeit in der gespannten Saite**

Bei der hinteren Saite wird der Steg so gesetzt, dass die Schwingungsfrequenz mit derjenigen der Stimmgabel (440 Hz) übereinstimmt. Bei verschiedenen Saitenspannungen wird dabei die Länge der schwingenden Saite ermittelt und die Schallgeschwindigkeit nach Gleichung (3) berechnet. Vergleichen Sie die erhaltenen Werte für c mit jenen nach Gleichung (1). Stellen Sie die Abhängigkeit der Schallgeschwindigkeit als Funktion der Zugkraft F dar.

Eigenschwingungen

Die hintere Saite wird mit 80 N gespannt. Nun wird die vorderste Saite auf denselben Ton wie die hintere Saite abgestimmt. Mit dem Steg können Sie jetzt die vordere Saite in den Verhältnissen 1:2, 1:3, 2:3, 1:4, 3:4, 1:5, 4:5, 1:6, 8:9 und 8:15 teilen. Beurteilen Sie in jedem dieser Fälle das Tonintervall bezüglich der Grundschwingung (hinterste Saite). Unter Tonintervallen versteht man z.B. die Oktave, die Quint, die Quart usw. Geben Sie in jedem Fall das Frequenzverhältnis zwischen den beiden Tönen an.

Stellen Sie zuletzt das Verhältnis 5:6 ein und beurteilen Sie den Ton auf der Tonleiter. Ordnen Sie die Intervalle nach abnehmender Harmonie.