

Mechanik

Akustik

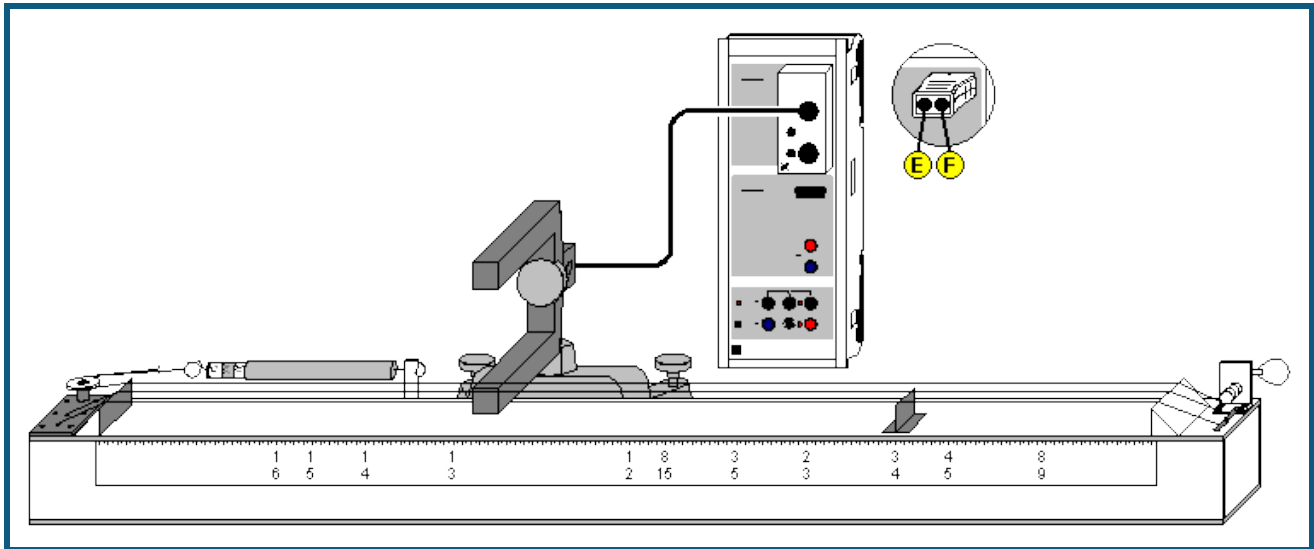
Saitenschwingungen

Bestimmung der
Schwingungsfrequenz einer
Saite in Abhängigkeit von
der Saitenlänge und der
Spannkraft

Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe
verwenden.

Saitenschwingungen



auch für [Pocket-CASSY](#) geeignet

Versuchsbeschreibung

Bei einer eingespannten Saite ist für die Grundschiwingung die Saitenlänge L gleich der halben Wellenlänge: $L = \lambda/2$. Daher gilt für die Frequenz f des Grundtones der Saite

$$f = c/(2L).$$

Hierbei ist c die Phasengeschwindigkeit der Saite. Sie hängt von der Spannkraft F , der Querschnittsfläche A und der Dichte ρ ab, was durch folgenden Zusammenhang beschrieben wird:

$$c^2 = F/(A\rho)$$

Im Versuch wird die Schwingungsfrequenz f und damit die Tonhöhe der Saite in Abhängigkeit von der Saitenlänge L und der Spannkraft F untersucht. Dazu wird das CASSY als hochauflösende Stoppuhr zur Messung der Schwingungsdauer T eingesetzt und die Zusammenhänge $f^2 \propto F$ und $f \propto 1/L$ bestätigt.

Benötigte Geräte

1	Sensor-CASSY	524 010 oder 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Timer-Box oder Timer S	524 034 oder 524 074
1	Gabellichtschranke, infrarot	337 46
1	Verbindungskabel, 6-polig, 1,5 m	501 16
1	Monocord	414 01
1	Präzisionskraftmesser, 100 N	314 201
1	Kleiner Stativfuß, V-förmig	300 02
1	Stativstange, 10 cm	300 40
1	Stativstange, 25 cm	300 41
1	Leybold-Muffe	301 01
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

Versuchsaufbau (siehe Skizze)

Zur Messung der Schwingungsdauer T wird eine Gabellichtschranke verwendet. Diese wird zwischen den hölzernen Resonanzkörper des Monochords und der Saite positioniert und mittels des 6-poligen Verbindungskabels über die Timer-Box an den Eingang A des Sensor-CASSYs angeschlossen.

Experimentierhinweise

Eine eindeutige Bestimmung der Schwingungsdauer T erhält man, wenn man die Durchgänge der Saite durch die Ruhelage bestimmt. Dazu muss die Saite so positioniert werden, dass die seitlich an der Gabellichtschranke angebrachte rote Leuchtdiode im Ruhezustand der Saite nicht leuchtet. Die Gabellichtschranke hat zwei kleine Öffnungen für den Infrarotstrahl. Die besten Ergebnisse werden erzielt, wenn die Saite direkt über der kleineren der beiden Öffnungen positioniert wird (eventuell Lichtschranke umdrehen).

Die Saite wird zum Schwingen angeregt, in dem man sie mit dem Finger möglichst parallel zur Oberfläche des Resonanzkörpers anzupft.


Die Messung der Spannkraft F erfolgt manuell mit dem Präzisionskraftmesser. Dazu ist der Haken durch den des Präzisionskraftmesser zu ersetzen. Die Spannung der Saite kann beim Monochord über eine Winde variiert werden. Beim ersten Versuch werden die besten Resultate erzielt, wenn zunächst eine Saitenspannung von 100 N einstellt und dann die Messung von großer zu kleiner Saitenspannung durchführt wird.

Bei der Messung mit veränderlicher Saitenlänge L geschieht die Variation der Saitenlänge durch die Verschiebung des Steges. Beim Anzupfen der Saite mit der anderen Hand den nicht schwingenden Teil der Saite festhalten. Für eine optimale Messung der Schwingungsdauer T die Gabellichtschranke jeweils in der Mitte des schwingenden Teils der Saite positionieren.

Versuchsdurchführung


a) Variation der Spannkraft

■ Einstellungen laden

- Durch Verdrehen des Wirbels gewünschte Saitenspannung F einstellen.
- Die am Kraftmesser angezeigte Kraft F in die vorbereitete Spalte der Tabelle eintragen.
- Gabellichtschranke unter der ruhenden Saite positionieren und kontrollieren, ob die rote Leuchtdiode nicht leuchtet; gegebenenfalls Gabellichtschranke neu positionieren.
- Saite durch Zupfen zum Schwingen anregen (während die Saite schwingt leuchtet die Leuchtdiode) und unmittelbar danach den angezeigten Messwert mit  in die Tabelle übernehmen.

b) Variation der Saitenlänge

■ Einstellungen laden

- Gewünschte Saitenlänge durch Positionieren des Steges einstellen.
- Saitenlänge ablesen und in die vorbereitete Spalte der Tabelle eintragen.
- Kontrollieren, ob rote Leuchtdiode nicht leuchtet; gegebenenfalls Gabellichtschranke neu positionieren.
- Saite durch Zupfen zum Schwingen anregen (während die Saite schwingt leuchtet die Leuchtdiode) und unmittelbar danach den angezeigten Messwert mit  in die Tabelle übernehmen.

Auswertung

a) Variation der Spannkraft

Bereits während der Messung erscheint das $T(F)$ - und das $f(F)$ -Diagramm. In der vorbereiteten Darstellung **Auswertung** ist das Quadrat der Frequenz f über der Spannkraft F aufgetragen. Durch Anpassung einer [Ursprungsgeraden](#) (rechte Maustaste) kann der Zusammenhang $f^2 \propto F$ bestätigt werden. D. h. die Tonhöhe und damit die Frequenz einer schwingenden Saite steigt mit wachsender Saitenspannung. Entsprechend kann die Tonhöhe einer Saite erniedrigt werden, in dem man die Saitenspannung verringert.

b) Variation der Saitenlänge

Bereits während der Messung erscheint das $T(L)$ - und das $f(L)$ -Diagramm. In der vorbereiteten Darstellung **Auswertung** ist die Frequenz f über $1/L$ aufgetragen. Durch Anpassung einer [Ursprungsgeraden](#) (rechte Maustaste) kann der Zusammenhang $f \propto 1/L$ bestätigt werden. D. h. die Tonhöhe und damit die Frequenz einer schwingenden Saite wächst mit abnehmender Länge.