

Stehende Welle

Saiten

Da die Enden einer Saite Schwingungsknoten sind, können sich auf einer Saite nur stehende Wellen mit Frequenzen ausbilden, welche diese Randbedingung respektieren.

Grundlagen

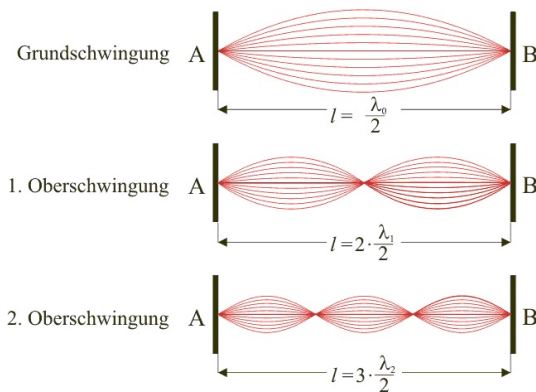
Ein an zwei Enden befestigtes elastisches Seil kann stehende Wellen ausbilden, allerdings nur mit bestimmten Wellenlängen bzw. Frequenzen. Der Zusammenhang zwischen Frequenz f und Wellenlänge λ lautet:

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

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit c einer Welle auf einer Saite beträgt:

$$c = \sqrt{\frac{F}{m/L}} \quad (2)$$

mit F die Spannkraft in N (bei diesem Versuch durch die angehängte Masse M bestimmt: $F = M \cdot g$), L die Gesamtlänge der Saite in m und m die Gesamtmasse der Saite.



Die Saite kann nur in folgenden Frequenzen schwingen:

$$f_n = \frac{c}{\lambda_n} = n \cdot f_1 = n \cdot \frac{c}{2 \cdot L} \quad (3)$$

mit c die Wellengeschwindigkeit, L die Seitenlänge, f_i die Frequenz, und n ein natürliches Zahl. $n = 1$ entspricht den Grundton (niedrigste Frequenz), $n = 2$ den ersten Oberton, usw.

Ziel

Sie untersuchen die Eigenschaften stehender Wellen auf einer Saite systematisch.

Experiment

Material

Schnüre, Gewichtssatz zum Spannen, Vibrationsgenerator und Tongenerator (mit Frequenzmesser), Rollmeter

Vorbereitung

- a) Messen Sie die Gesamtlänge und die Gesamtmasse der verwendeten Schnur.
- b) Stellen Sie den Vibrator zunächst auf „lock“ und spannen Sie die Schnur ein. Stellen Sie nun den Vibrator auf „unlock“. Zum Ein- und Ausspannen der Schnur muss der Vibrator jeweils wieder auf „lock“ eingestellt werden.
- c) Messen Sie die Länge des Schnurstücks zwischen Vibrator und Umlenkrolle (sollte ca. 120 cm betragen).

$$L =$$

$$m =$$

$$l =$$

Messung A

- d) Spannen Sie die Schnur durch Anhängen eines 500 g-Gewichts. Schalten Sie den Tongenerator ein und suchen Sie die Frequenz, bei welcher die Schnur erstmals stark mitschwingt (ca. 20 Hz). Tragen Sie die am Frequenzmesser abgelesene Frequenz in einer Tabelle ein. Suchen Sie sukzessive weitere Resonanzfrequenzen.

Anzahl Knoten (insgesamt)	f (Hz)	Wellenlänge λ (m)	Geschwindigkeit c (m/s)

Berechnen Sie für jede Resonanzfrequenz die Wellenlänge λ (Abstand Knoten-Knoten = Halbe Wellenlänge). Berechnen Sie die Wellengeschwindigkeit c aus f und λ .

Messung B

- e) Führen Sie eine systematische Messreihe durch, mit der Sie die Abhängigkeit der ersten Oberschwingung (3 Knoten insgesamt) von der Spannkraft $F = F_G = M \cdot g$ bestimmen können.

M (g)	F (N)	f (Hz)	f^2 (Hz ²)

Führen Sie eine graphische Auswertung der Daten in Excel durch (Frequenz im Quadrat als Funktion der Spannkraft). Erstellen Sie eine Regressionsgerade. Wie gross ist die Steigung (mit Einheit)?

Steigung =

Leiten Sie einen theoretischen Ausdruck für

$$\frac{f^2}{F} =$$

Berechnen Sie dieses Verhältnis für die untersuchte Schnur. Vergleichen Sie diesen Wert mit der Steigung.