Stehende Wellen

$$\phi_1(x,t) = A\cos(\omega t - kx) \qquad \text{max:} \quad \omega t = kx \Rightarrow x = \frac{\omega}{k}t = ct$$

$$\phi_2(x,t) = A\cos(\omega t + kx + \varphi) \qquad \text{max:} \quad \omega t + kx + \varphi = 0 \Rightarrow x = -ct - \frac{\varphi}{k}$$

Summe:

$$\phi(x,t) = \phi_1(x,t) + \phi_2(x,t)$$

$$= 2A\cos\left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right)\cos\left(kx + \frac{\varphi}{2}\right)$$

$\Rightarrow$ alle Orte schwingen im Takt

Amplitude hängt vom Ort ab

$kx + \frac{\varphi}{2} = 0, \pm\pi, \pm 2\pi \rightarrow$ Schwingungsbäuche

$kx + \frac{\varphi}{2} = \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{3\pi}{2}, \ldots \rightarrow$ Schwingungsknoten

Beispiele

1. Saite, auf beiden Seiten eingespannt $\left(c = \sqrt{\frac{F}{A\varrho}} \right)$

$$l = \frac{\lambda}{2}(n+1) \qquad n = 0, 1, 2, ..$$

$$f_n = \frac{c}{\lambda} = (n+1)\frac{c}{2l} \qquad n = 0, 1, 2, ..$$

Grundschwingung: $f_0 = \frac{c}{2l}$ 1./2./3. Oberschwingung

2. Schwingende Luftsäule : Formeln wie in 1.

3. Gedackte Pfeife

$$l = \frac{1}{4}\lambda + n\frac{\lambda}{2}, \qquad n = 0, 1, 2, ..$$

$$\Rightarrow f_n = \frac{c}{\lambda} = (2n+1)\frac{c}{4l} \qquad n = 0, 1, 2, ..$$

$$f_0 = \frac{c}{4l}$$