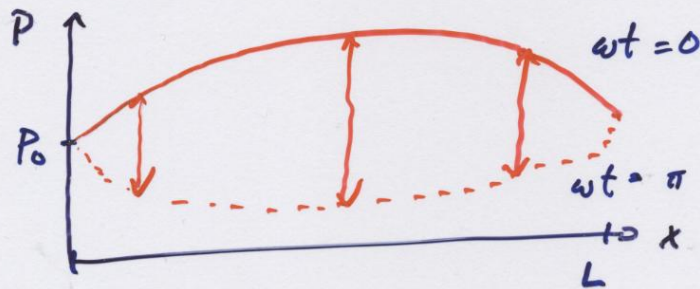


Sonderfälle

1. stehende Schallwellen

a) Pfeife, an beiden Enden offen:



Wellenlänge

$$\lambda_m = 2L$$

$m = 1$

L

2

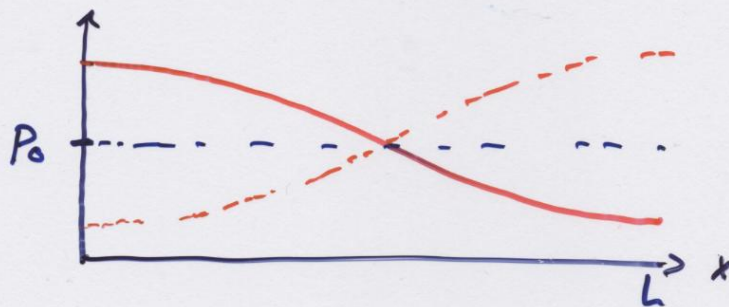
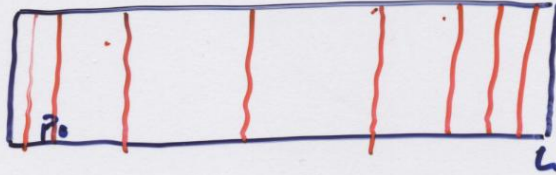
$$\frac{2L}{n}$$

m

Frequenz

$$\gamma_m = \frac{\omega_m}{2\pi} = \frac{n}{2L} \cdot v$$

b] Pfeife, an beiden Enden geschlossen



$$\lambda_1 = 2L$$

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}$$

$$v_m = \frac{v}{2L}$$

c] An einem Ende offen

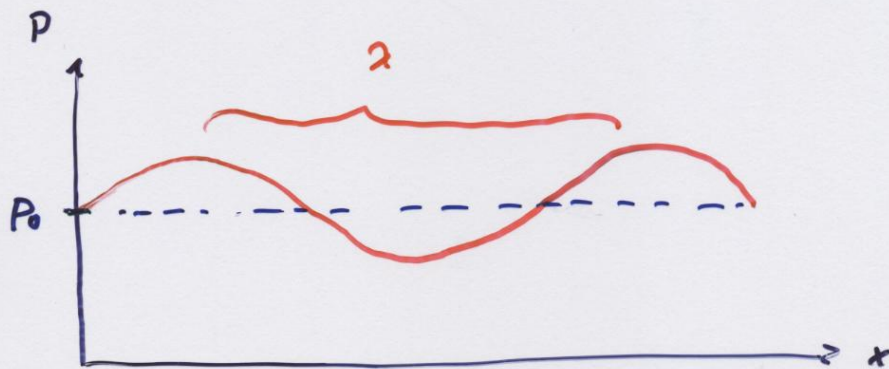
$$\lambda_1 = 4L$$

$$\lambda_2 = \frac{4}{3}L$$

$$\lambda_n = \frac{4}{2n-1}L$$

$$v_m = \frac{2n-1}{4L}v$$

b] Stehende Wellen in Rubenschen
Flammrohr



$$\lambda = 2 \times 25 \text{ cm}$$

$$\nu = 600 \text{ Hz}$$

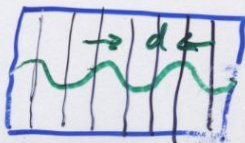
$$\left. \begin{array}{l} \lambda = 2 \times 25 \text{ cm} \\ \nu = 600 \text{ Hz} \end{array} \right\} v = \lambda \cdot \nu$$

$$= 150 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 2$$

$$= 300 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

c] Stehende Wellen: Messung von v

a) Bestimme Frequenz mit Oszillog.
zwischen 2 Maxima auf Osz.



$$d = 1,5 \text{ cm};$$

$$1 \text{ cm} \hat{=} 0,2 \text{ ms} \Rightarrow \nu = 3,3 \text{ kHz}$$

b) Bestimmung von λ
Messe Abstand zwischen
2 Intensitätsmaxima:

1) $\lambda = 10 \text{ cm}$, $\nu = 3,3 \text{ kHz}$

$$\Rightarrow c = \lambda \cdot \nu = 10 \text{ cm} \cdot 3,3 \text{ kHz} \\ = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

2) $\lambda = 5 \text{ cm}$, $\nu = 6,6 \text{ kHz}$

$$\Rightarrow c = 330 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Berücksichtige, daß Intensität gemessen
wird und $I \sim P^2$

$$\hat{=} \quad \lambda_I \hat{=} \lambda_P \cdot \frac{1}{2}$$

d) Schallgeschwindigkeit in versch. Medien

$$\text{Ideales Gas: } c = \sqrt{\frac{p_0}{\rho}}$$

$$\text{Reelles Gas: } c = \sqrt{\kappa \cdot \frac{p_0}{\rho}}$$

$$\text{Flüssigkeit: } c = \sqrt{\frac{k}{\rho}} \quad k \text{ Kompress.-modul}$$

$$\text{Festkörper: } c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad E \text{ Elastizitätsmodul}$$

$$\text{Beispiel: } c_{Fe} = 6 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$c_{H_2O} = 1,5 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$c_{Luft} = 0,34 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

$$c_{He} = 1,3 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

6.2.6 Hören

Ohr Wundenwerk der Physik

Logarithmisches Ausrechnen.

Def : Ton Harmon. Schwingung
Töne durch ν
Tonstärke durch P^2 bestimmt

Klang Überlagerung verschiedener
Töne

Gewächs Unperiodischer Schwingungs-
vorgang

Knall Kurzer Schallimpuls

Hörschwelle $I_{\min} (\nu = 1 \text{ kHz}) = 10^{-12} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$

Lautstärke $L = 10 \log_{10} \frac{I}{I_{\min}} \quad [\text{Phon}]$

Hörschwelle 0 Phon

Flüstern 10 "

Spvache 50 "

Düsenflugzeug in 100 m Entf. : 120

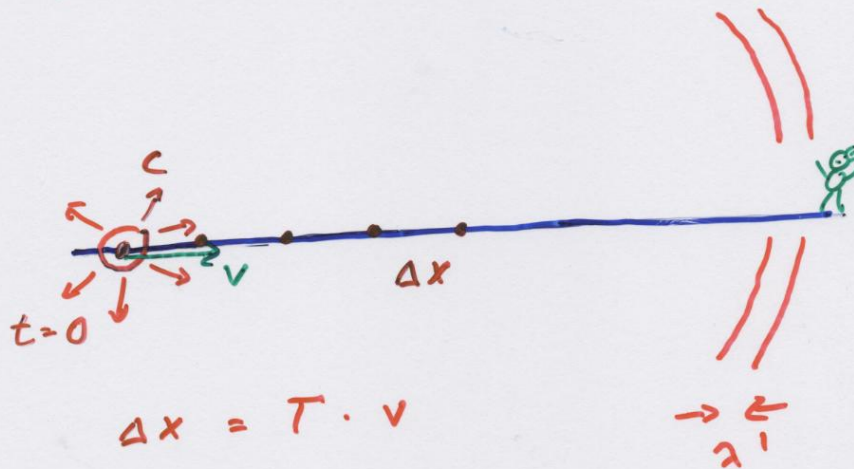
Preßlufthammer, Disko 100 - 130

6.2.7 Wellen mit bewegten Quellen

Beobachter $\Rightarrow$ Dopplereffekt

a) Quelle bewegt sich

(i) zum Beobachter



$$\Delta x = T \cdot v$$

$$\lambda' = \lambda - \Delta x$$

$$= \lambda - v \cdot T$$

$$= \frac{c - v}{\gamma}$$

$$\nu' = \frac{c}{\lambda'} = \frac{c}{c - v} \cdot \nu$$

Frequenz
wächst an

ii) vom Beobachter weg

$$\lambda' = \lambda + \Delta \lambda$$

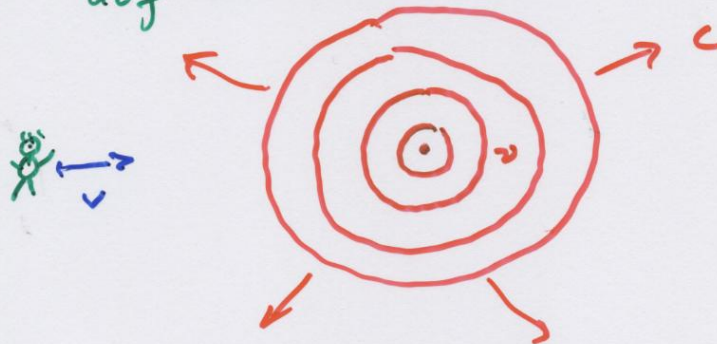
$$= \frac{c+v}{\nu}$$

$$\nu' = \frac{\nu}{1 + \frac{v}{c}}$$

Frequenz
nimmt ab

b) Beobachter bewegt sich

(i) auf Quelle zu



Beobachter sieht höhere Wellengeschw.

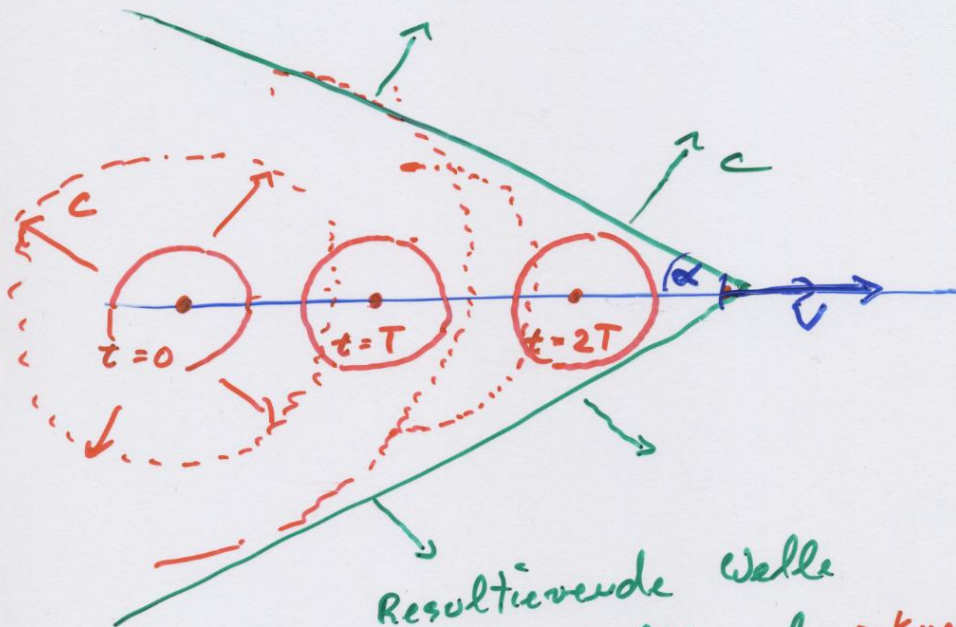
$$c' = c + v$$

$$\nu' = \frac{c'}{\lambda} = \frac{c+v}{\lambda} = \nu \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

(ii) von Quelle weg

$$c' = c - v$$

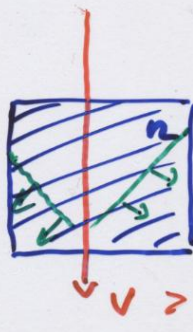
c) Quelle schneller als c



Resultierende Welle
 $\hat{=}$ Überschallkegel $\Rightarrow$ Knall

$$\sin \alpha = \frac{c}{v}$$

Analog: Cherenkovlicht



$$c_{\text{Medium}} = \frac{c_{\text{vakuum}}}{n}$$

$$v > \frac{c}{n}$$