

Schwebung; Interferenz von zwei Schallwellen
mit leicht unterschiedlichen Frequenzen
($\rightarrow$ vergl. gekopp. Pendel, Physik I, 3.)

Berechne $y_1 + y_2$, nur Frequenzabhängigkeit
studieren (5.2) mit $\delta = (\omega_1 - \omega_2)t$

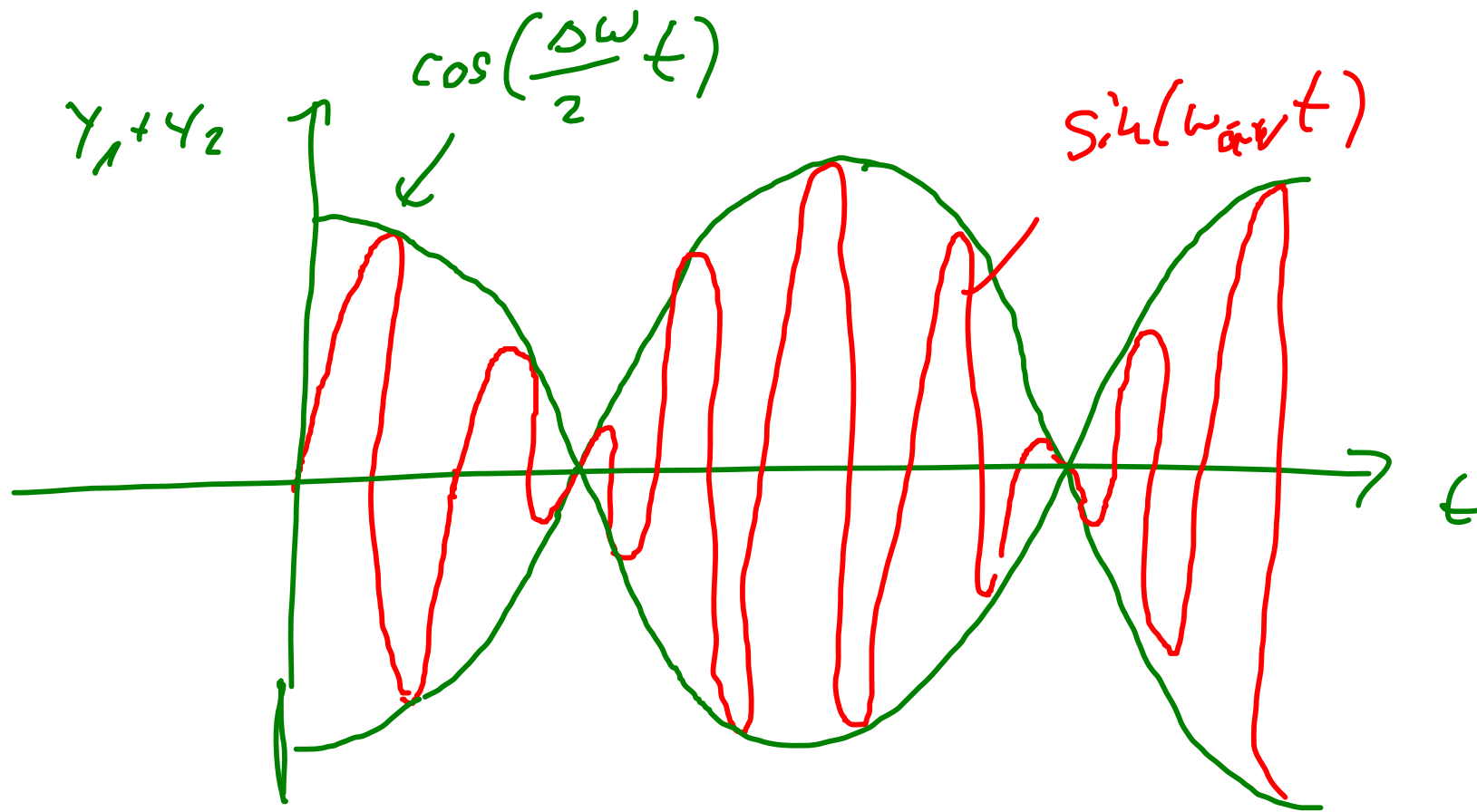
$$y_1 + y_2 \sim A \sin \omega_1 t + A \sin \omega_2 t \stackrel{!}{=} \dots = \sin \omega t$$

$$= 2 \cos\left(\frac{\delta \omega}{2} t\right) \sin\left(\frac{\omega_1 + \omega_2}{2} t\right)$$

$$= 2 \cos\left(\frac{\delta \omega}{2} t\right) \sin(\omega_{av} t) \quad (5.3)$$

da $\omega_{av} = \frac{\omega_1 + \omega_2}{2}$ Frequenz Mittelwert

$\delta \omega = \omega_1 - \omega_2$ Schwebungsfrequenz



$\Rightarrow$ man hört einen Ton mit ω_{av} mit
 variierender Amplitude ($\hat{=}$ Lautstärke)

$\Rightarrow$ Stimmung von Instrumenten

- Phasen - Differenz : Superposition zweier Wellen, die in der Phase oszillieren

$$y_1 = A \sin(kx_1 - \omega t)$$

$$y_2 = A \sin(kx_2 - \omega t) = A \sin(kx_1 - \omega t + k(x_2 - x_1))$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \text{Phasendifferenz} &: (kx_2 - \omega t) - (kx_1 - \omega t) \\ &= k(x_2 - x_1) = k \Delta x = \delta \\ &= 2\pi \frac{\Delta x}{\lambda} \end{aligned}$$

Superposition :

vergl. mit (5.2) : $y_1 + y_2 = \underbrace{2A \cos(\frac{\delta}{2})}_{\text{Amplitude}} \sin(kx_1 - \omega t + \frac{\delta}{2})$

mit $\delta = \frac{2\pi \Delta x}{\lambda}$

Amplitude und Intensität (Amplitude²)

- maximal, falls $\cos(\frac{\delta}{2}) = 1 = \cos(\pi \frac{\Delta x}{\lambda})$

- minimal, falls " = 0

$\Rightarrow$ "konstruktive Interferenz" $\Delta x = m \lambda$

"destruktive Interferenz" $\Delta x = \frac{(2m+1)}{2} \lambda$

Kohärenz: zwei Quellen, die in fester

Phase zueinander stehen (konst.

Phasendifferenz), nennt man "kohärent".

Bsp.: Laser-Licht

Interferenzeffekte mit Randbedingungen:

Stehende Wellen (Tipler 16.2)

Seil an beiden Enden fixieren, einfache harmonische Schwingung ausführen

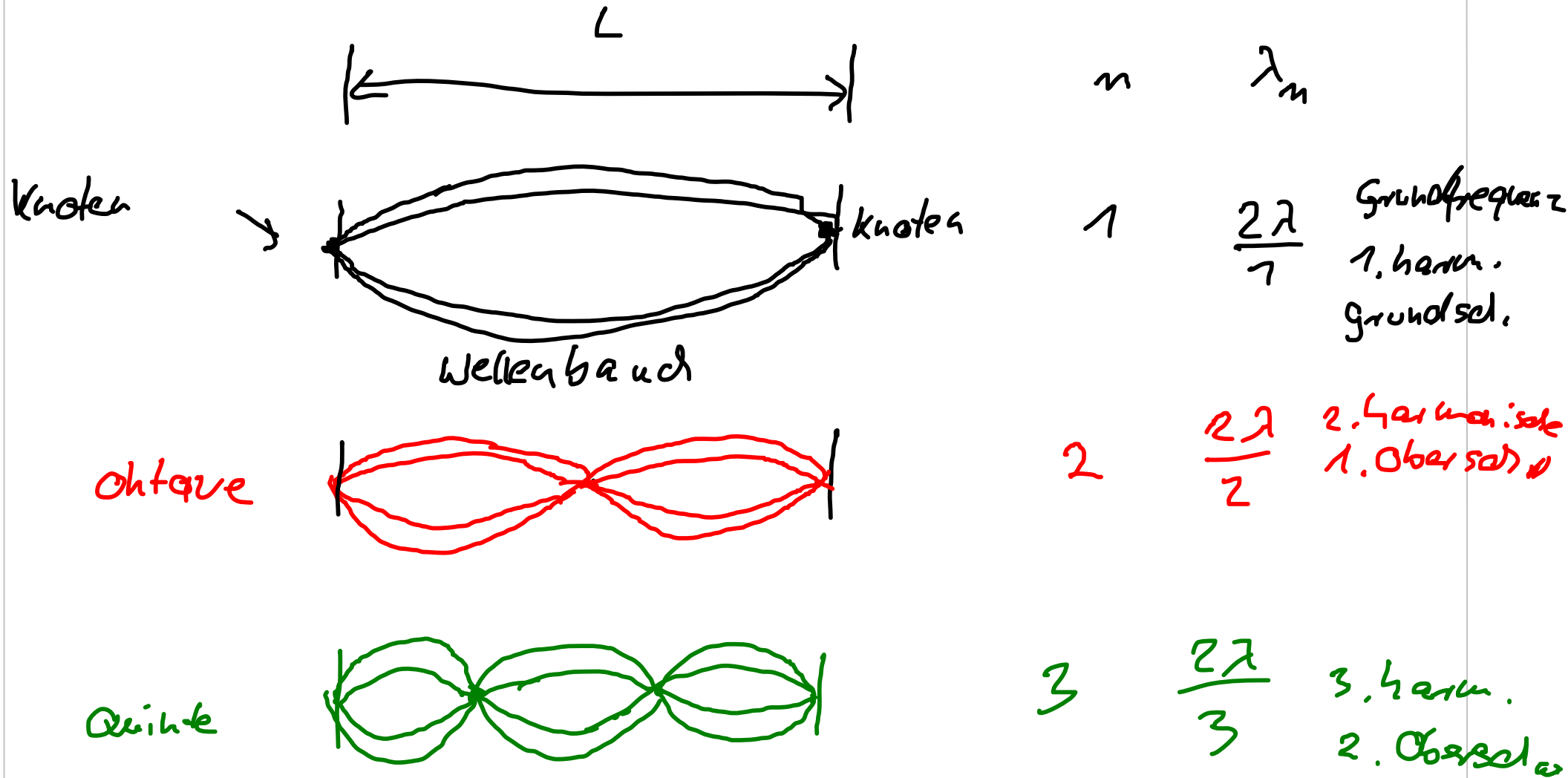
→ Reflexion an beiden Enden verursacht Superposition von Wellen.

→ Stehende Wellen bei "Resonanz Frequenzen"

gesamter Satz: Resonanz Frequenz Spektrum

Def: Falls jede Frequenz im Spektrum ganzzahliges Vielfaches der niedrigsten

Frequenz ist $\rightarrow$ harmonische Oberwellen /
Oberschwingungen



Wellenlänge der n -ten harmonisch:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n}, \quad n = 1, 2, 3$$

= Bedingung f. stehende Wellen

Frequenzen: $\omega_n = v \lambda_n$ bzw. (5.5)

$$f_n = \frac{v}{\lambda_n} = \frac{v}{2L/n} = n \frac{v}{2L} = n f_1$$

- Man nennt die "stehenden Wellen" auch harmonische
Eigenschwingungen
- Resonanz der stehenden Wellen bei harmonischen

Frequenz ω

Wellenfunktion der stehenden Welle

Saite schwingt in der n -ten harmonischen

$$\rightarrow \gamma_n = A_n(x) \cos(\omega_n t + \delta_n) \quad (4.6)$$

$$= A_n \sin(k_n x) \cos(\omega_n t + \delta_n)$$

Tipler 16.4