

9.8. Interferenz

Wellengleichung ist **linear** in $\xi \Rightarrow$ **Superpositionsprinzip** gültig
 \Rightarrow Wellen überlagern sich additiv \Rightarrow **Interferenzeffekte**

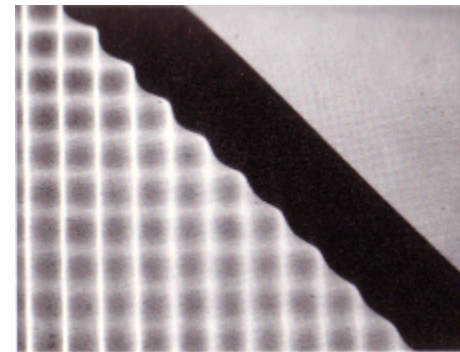
Stationäre Interferenzmuster falls

- $\omega_1 = \omega_2$
- $\varphi_1 - \varphi_2 = \text{const.}(t)$

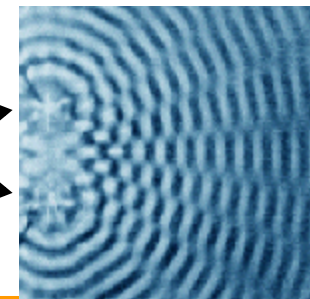
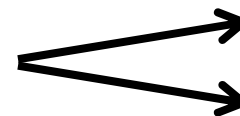
Realisierung: Stroboskopische Beleuchtung mit $T = \frac{1}{\nu} = \frac{\lambda}{v}$

Beispiel: Wasserwellen

i) Interferenz mit **reflektierter** Welle



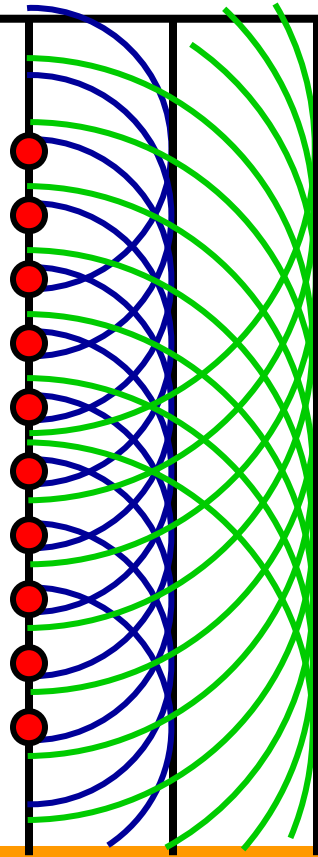
ii) Zwei **phasenstarre** Erreger (Spitzen)



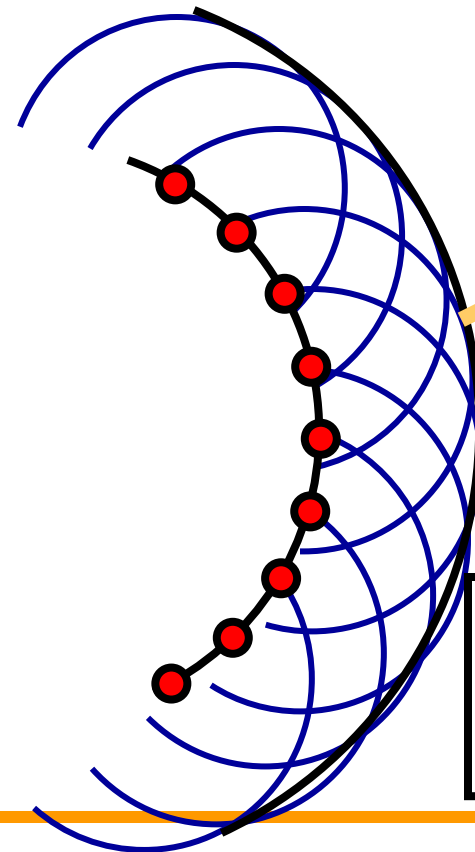
9.8. Reflexion und Brechung



Huygensches Prinzip (isotrope Medien): Die Wellenfortpflanzung kann durch eine Superposition phasengleicher Kugelwellen (Elementarwellen) von jedem Punkt einer Phasenfläche beschrieben werden. Die Einhüllende der Elementarwellen ergibt die Phasenfläche zu einem späteren Zeitpunkt.



Ebene Welle
als
Überlagerung
von Kreiswellen

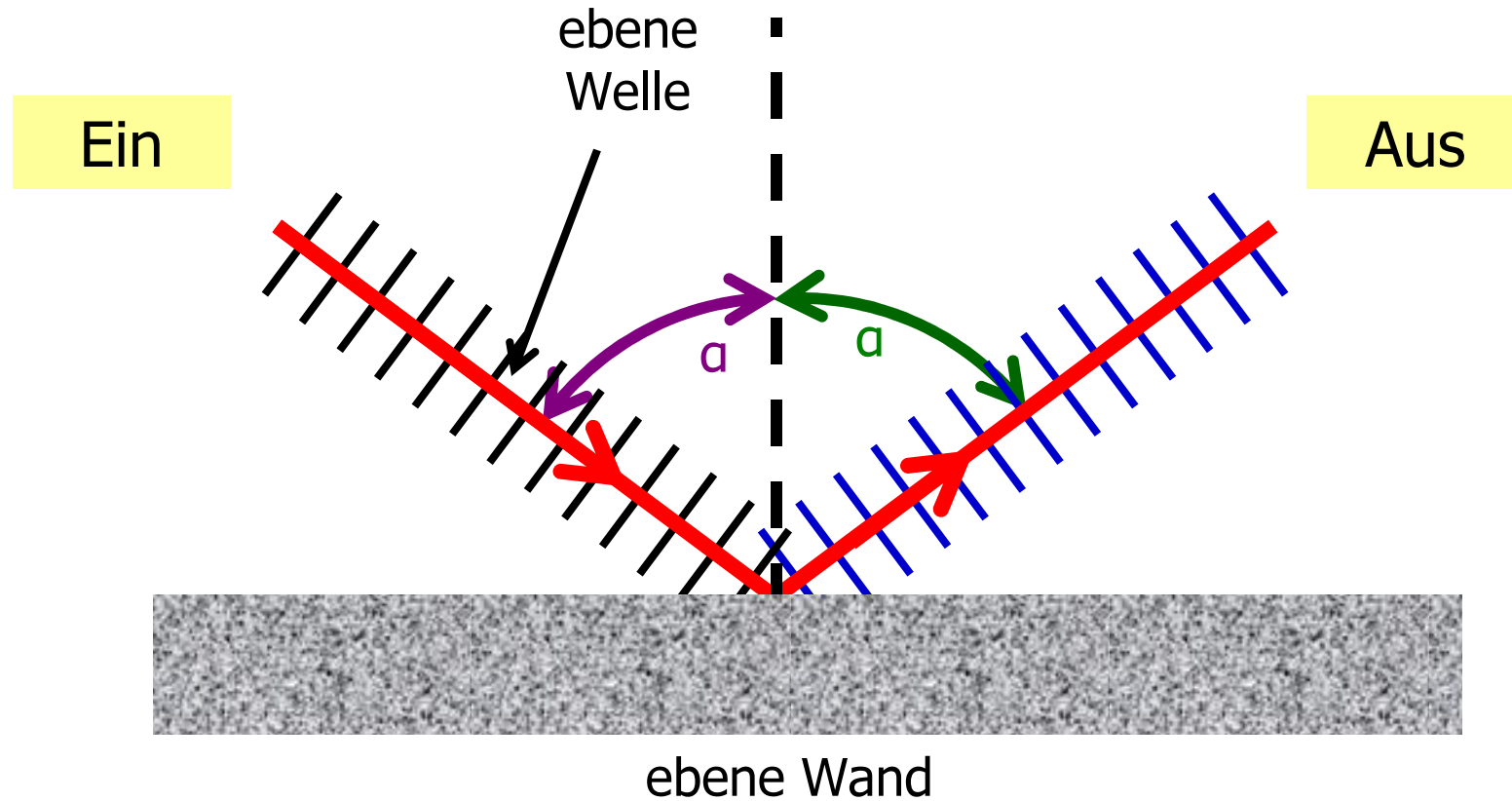


Kreiswelle als
Überlagerung
von Kreiswellen



9.8. Reflexion

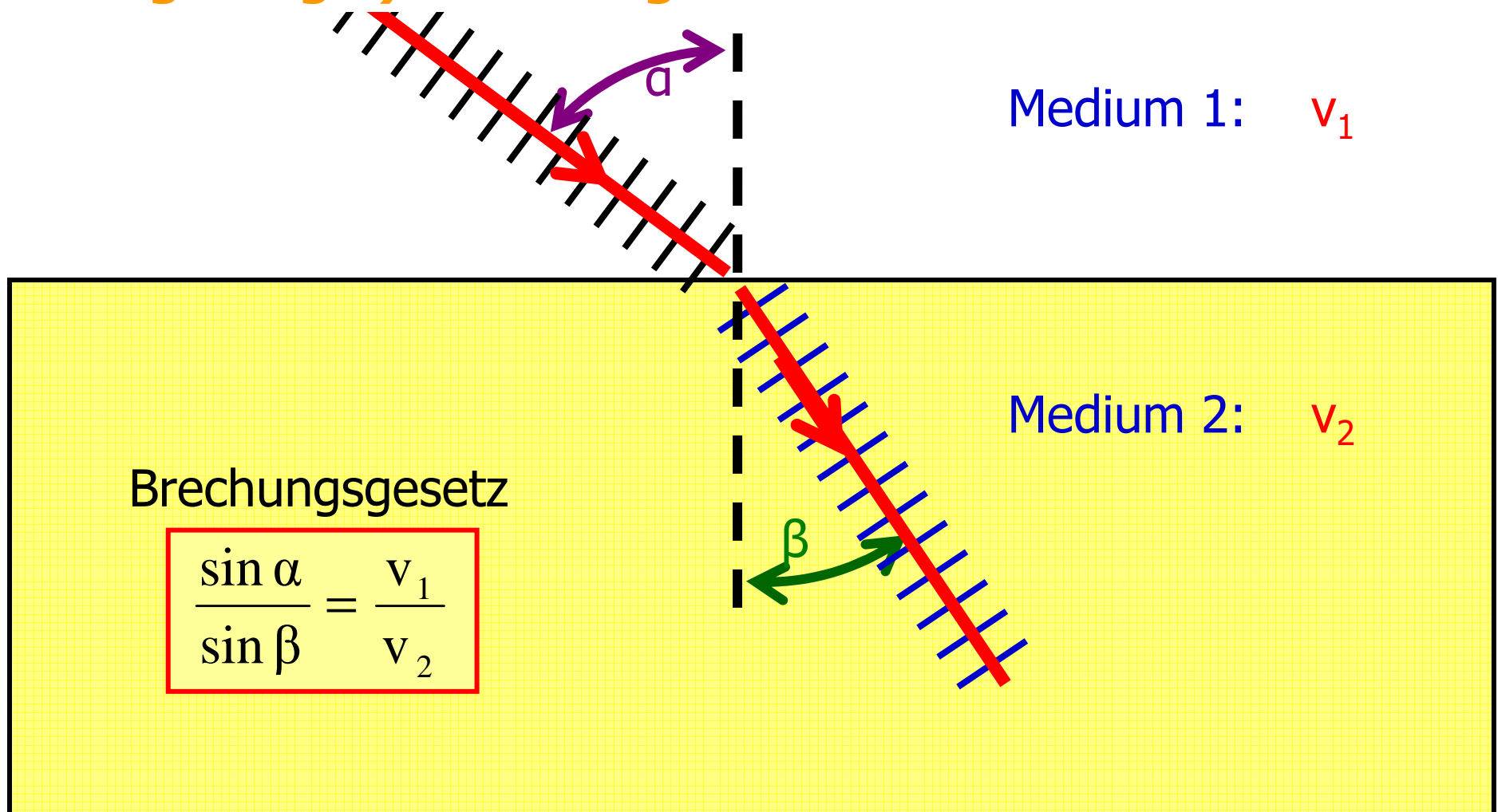
Folgerung a) Reflexion an ebener Wand



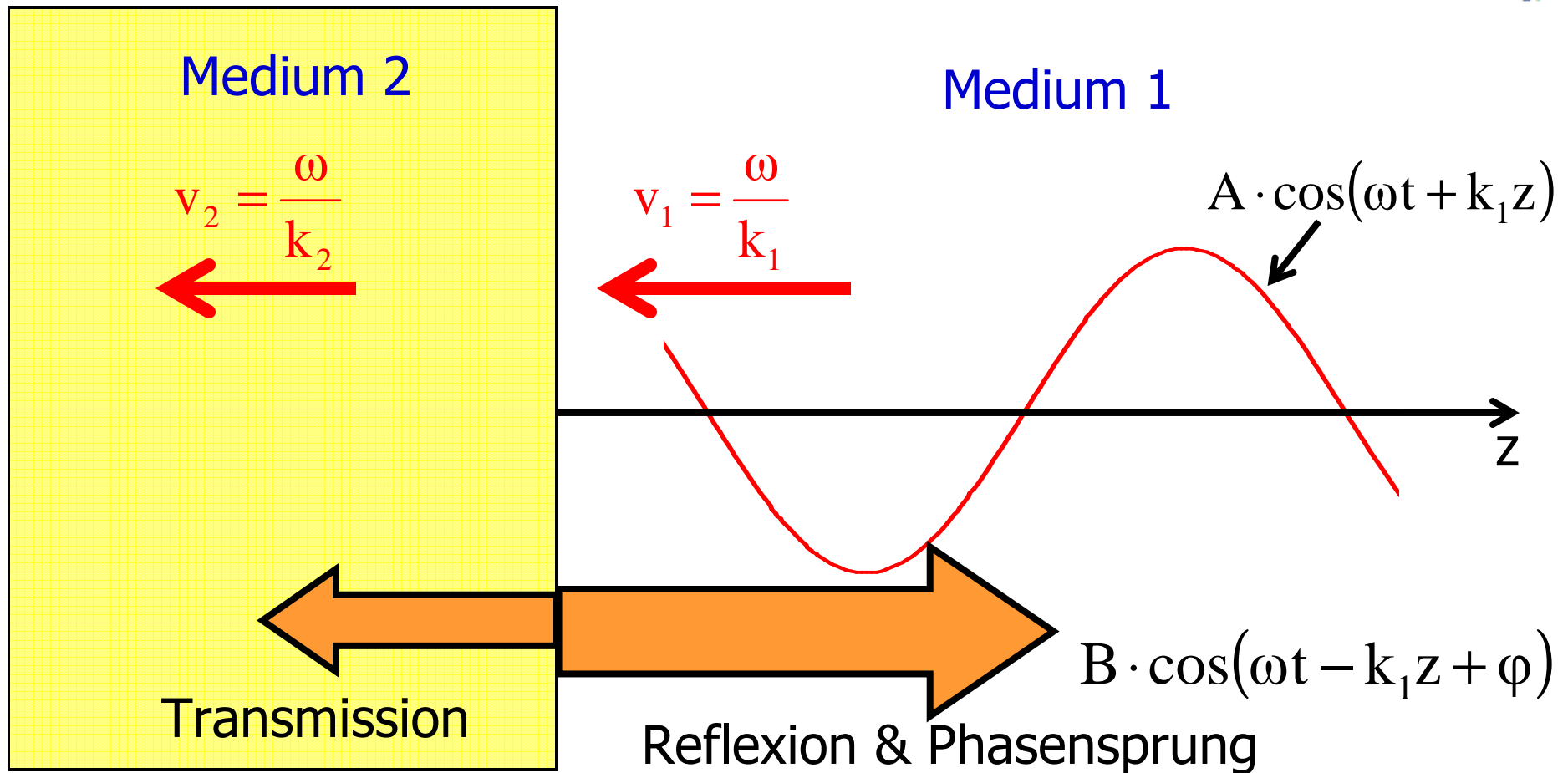
Einfallswinkel = Ausfallswinkel

9.8. Brechung

Folgerung b) Brechung an Grenzflächen



9.8. Stehende Welle



Spezialfall: Totalreflexion $A = B \Rightarrow$

$$\xi = A \cdot [\cos(\omega t + k z) + \cos(\omega t - k z + \varphi)]$$

9.8. Totalreflexion

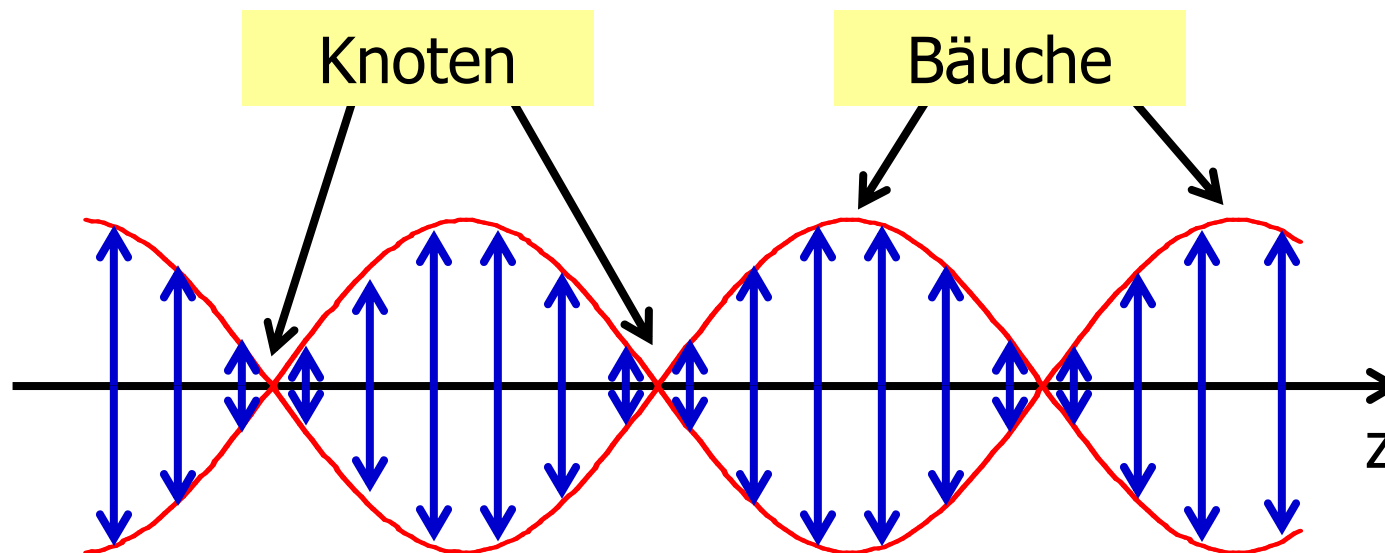
$$\begin{aligned} \xi &= A \cdot [\cos(\omega t + kz) + \cos(\omega t - kz + \varphi)] \\ &= \underbrace{2A \cdot \cos(\omega t + \frac{\varphi}{2})}_{\text{zeitabhängige Amplitude}} \cdot \underbrace{\cos(kz - \frac{\varphi}{2})}_{\text{feste räumliche Form}} \end{aligned}$$

Totalreflexion $A = B$

⇒

zeitabhängige Amplitude feste räumliche Form
→ stehende Welle

Stehende Welle:



Feste räumliche Form

9.8. Totalreflexion

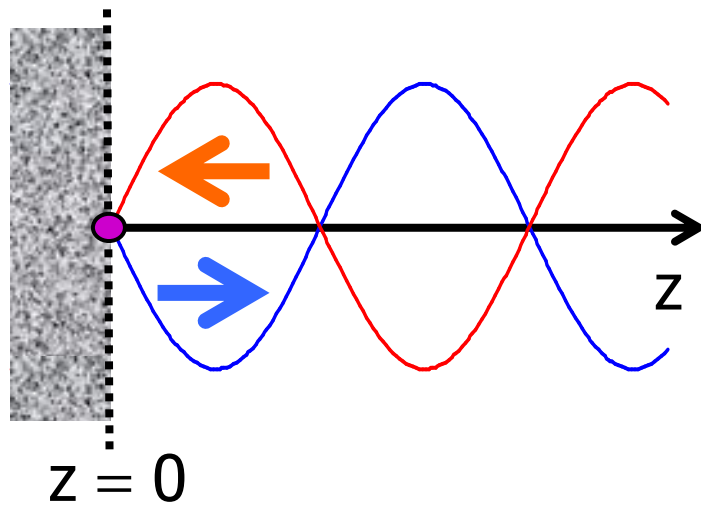
Totalreflexion $A = B$

⇒

$$\begin{aligned} \xi &= A \cdot [\cos(\omega t + kz) + \cos(\omega t - kz + \varphi)] \\ &= \underbrace{2A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right)}_{\text{zeitabhängige Amplitude}} \cdot \underbrace{\cos\left(kz - \frac{\varphi}{2}\right)}_{\text{feste räumliche Form}} \end{aligned}$$

→ stehende Welle

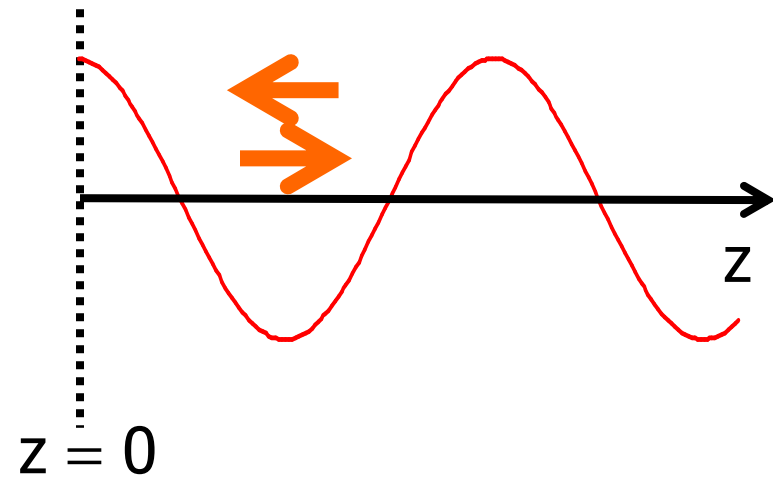
Fall 1: festes Ende



$z = 0$

$$\xi|_{z=0} \equiv 0 \Rightarrow \boxed{\varphi = \pi}$$

Fall 2: offenes Ende



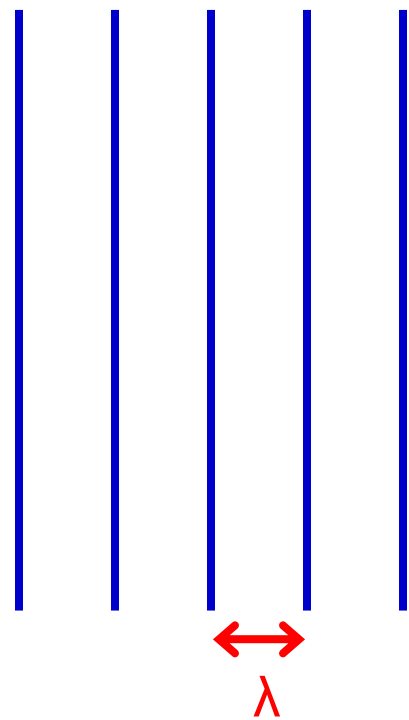
$z = 0$

$$\xi'|_{z=0} \equiv 0 \Rightarrow \boxed{\varphi = 0}$$

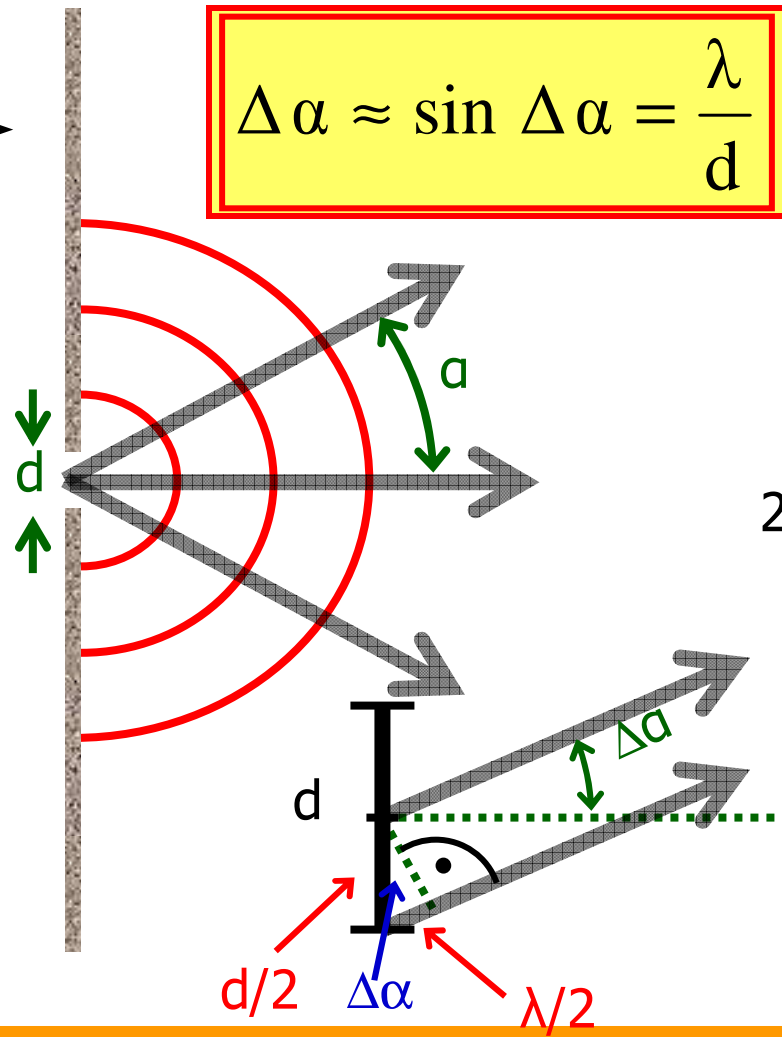
9.9. Beugung

Wellenablenkung durch Hindernisse

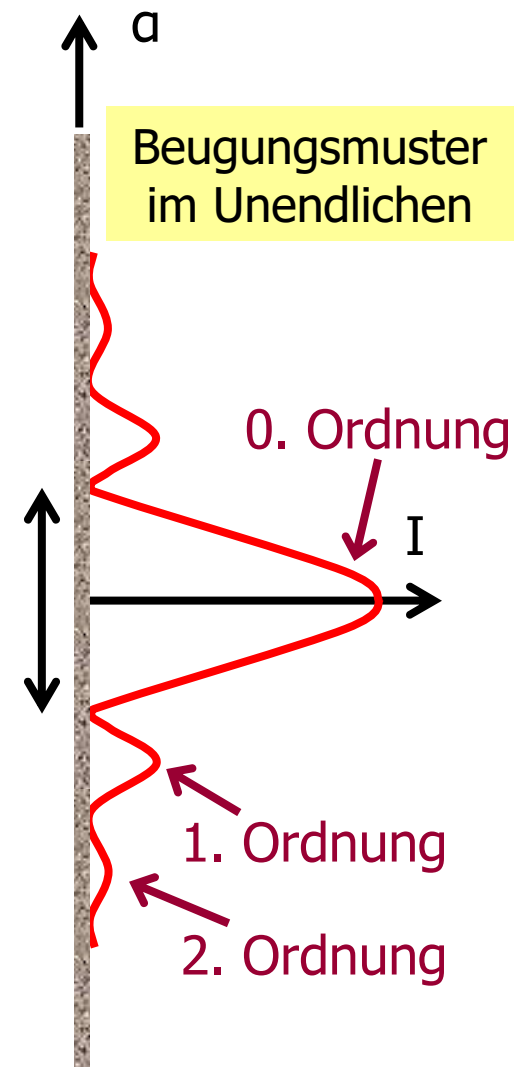
Ebene Welle



$$\Delta \alpha \approx \sin \Delta \alpha = \frac{\lambda}{d}$$



Beugungsmuster im Unendlichen



9.9. Beugung

$$\Delta\alpha \approx \sin \Delta\alpha = \frac{\lambda}{d}$$

Folgerung:

Unschärferelation:

$$d \cdot \Delta\alpha \approx \lambda$$

Ortsunschärfe

Winkelunschärfe

Position und Ausbreitungsrichtung einer Welle können nicht gleich-zeitig beliebig genau festgelegt werden.

Folgerung: Beugungseffekte ($\Delta\alpha$) nur wichtig falls $d \lesssim \lambda$. Für $d \gg \lambda$ wirken Hindernisse wie **geometrische** Begrenzungen.