

Zeiger-Diagramm

Wenn der Gangunterschied kein Vielfaches von $\lambda/2$ ist, liegt weder konstruktive noch destruktive Interferenz vor. Dann muss die Amplitude an der untersuchten Stelle auf andere Art ermittelt werden. Eine Berechnung wie im Buch auf Seite 228 oben ist möglich, wird jedoch **vom Lehrplan nicht verlangt**.

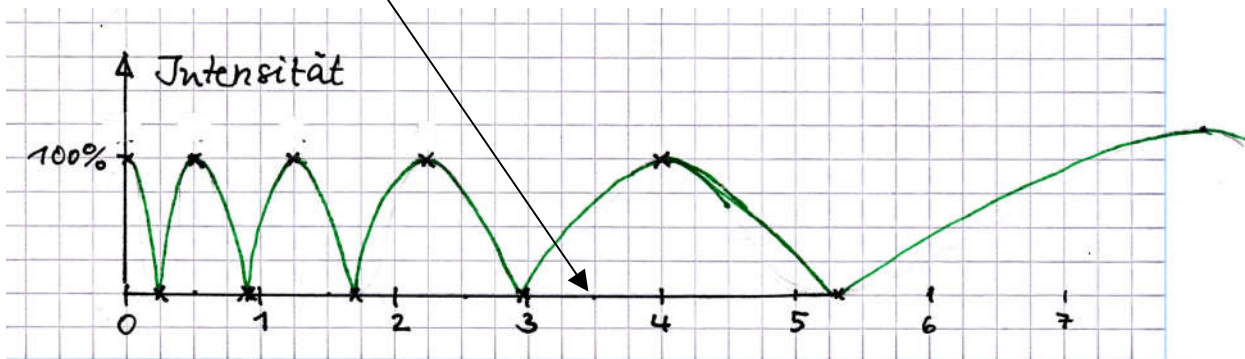
Statt dessen ermittelt man die Interferenz-Amplitude teilgraphisch mit Hilfe von Zeigern. Beide einlaufenden Wellen von E_1 und E_2 werden jeweils durch Zeiger \vec{Z}_1 und \vec{Z}_2 dargestellt. Beide Zeiger rotieren im Laufe der Zeit mit gleichen $\omega = 2\pi f$ um ihren Fußpunkt. Sie ändern dabei ihre Lage relativ zueinander nicht.

Auf <https://www.youtube.com/watch?v=b9VGpZStkGI> findet man eine nette Beschreibung, allerdings mit drei sich überlagernden Wellen. Für uns reicht das Zeigerdiagramm zweier Wellen. Uns interessiert nur der Betrag des resultierenden Zeigers \vec{Z}_{Res} , nicht sein Phasenwinkel φ gegenüber dem Erreger.

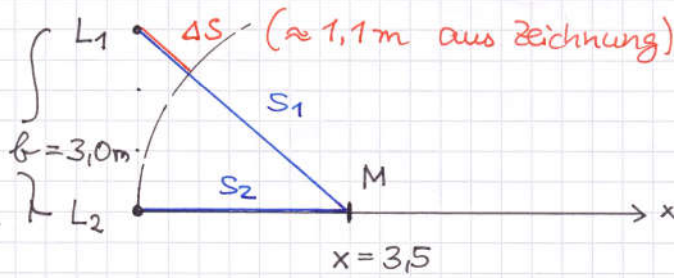
Der Betrag von \vec{Z}_{Res} ist gleich der Amplitude an der untersuchten Stelle.

Jetzt aber zurück zu unseren Problem: (Grundaufgabe G.3)

Mit $b = 3,0 \text{ m}$, $\lambda = 0,50 \text{ m}$ und $x = 3,5 \text{ m}$



Wir erwarten ca. 70% der Intensität eines Interferenzmaximums oder 140% eines einzelnen Lautsprechers



$$\Delta S = s_1 - s_2 = \sqrt{b^2 + x^2} - x$$

$$= \sqrt{(3,0\text{m})^2 + (3,5\text{m})^2} - 3,5\text{m} = \frac{-7 + \sqrt{85}}{2} \text{m}$$

$$\approx 1,1\text{m}$$

Als Vielfaches der Wellenlänge :

$$\Delta S = k^* \cdot \lambda \Leftrightarrow k^* = \frac{\Delta S}{\lambda} (= \sqrt{85} - 7 \approx 2,22)$$

Eine Wellenlänge entspricht einem Phasenwinkel von 360° bzw 2π

$$\Delta\varphi = k^* \cdot 360^\circ \Rightarrow$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta S}{\lambda} \cdot 360^\circ = \frac{\sqrt{b^2 + x^2} - x}{\lambda} \cdot 360^\circ$$

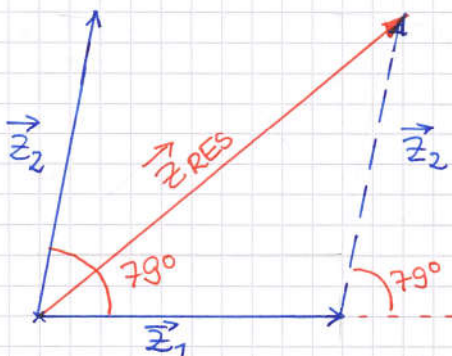
(leider nicht in der FoSa)

Für unser Beispiel ($b = 3,0\text{m}$; $x = 3,5\text{m}$; $\lambda = 0,50\text{m}$)

$$\Delta\varphi = (\sqrt{85} - 7) \cdot 360^\circ = 2,22 \cdot 360^\circ = 2 \cdot 360^\circ + 0,22 \cdot 360^\circ$$

$$\Delta\varphi = 799^\circ = 720^\circ + \underline{79^\circ} \quad ; \quad 2 \cdot 360^\circ \text{ sind unerheblich}$$

Mit $|\vec{z}_1| = |\vec{z}_2| \hat{=} 5\text{cm}$



Aus der Zeichnung:

$$|\vec{z}_{\text{RES}}| \hat{=} 7,8\text{cm}$$

Bezogen auf einen Lsp.

$$\frac{7,8\text{cm}}{5,0\text{cm}} = 156\% \hat{=} 1,56\text{-fache}$$

Bezogen auf J-Maxi.

$$\frac{7,8\text{cm}}{2 \cdot 5,0\text{cm}} = 78\%$$

(vgl. Grund-)aufg.

Achtung:
Bei der Verwendung von gerundeten Zwischenergebnissen auf 2 g. Z. können erhebliche Abweichungen im Ergebnis auftreten:
 $\Delta\varphi$ kann schnell größer als 1000° mit 4(!) g.Z. werden.

\vec{z}_1 wird willkürlich waagrecht angetragen.

Der Phasenwinkel $\Delta\varphi$ wird für die Zeichnung im Gradmaß berechnet.

Eine **Berechnung** von $|\vec{z}_{\text{Res}}|$ wird **vom Lehrplan nicht verlangt!**

Aufgabe:

Verfahren Sie ebenso für
 $x \in \{2,0\text{m}; 2,5\text{m}; 4,5\text{m}; 6,0\text{m}\}$
Erg.:

$\Delta\varphi$: $1156^\circ, 1012^\circ, 654^\circ, 510^\circ$
 $158\%, 167\%, 168\%, 52\%$ bzgl.
eines Lautsprechers/Erregers