

Experimentalphysik I  
– Wintersemester 2019/20 –  
Übungsblatt 13

**Aufgabe 43 – Entstehung und Ausbreitung mechanischer Wellen**

Ein Medium wird am Ort  $z = 0$  mit  $f = 2,0$  Hz harmonisch angeregt, wobei sich 1-dimensionale Wellen der Wellenlänge 30 cm und der Amplitude 3,0 cm bilden. Zur Zeit  $t_0 = 0$  ist die Auslenkung am Ort  $z = 0$  maximal.

- Schreiben Sie die raum-zeitliche Welle der Auslenkung  $\xi(z, t)$  auf. Unterscheiden Sie dabei die Fälle, dass die Welle sich in positive oder in negative  $z$ -Richtung ausbreitet. Zeigen Sie für beide Fälle, dass  $\xi(z, t)$  die Wellengleichung erfüllt.
- Berechnen Sie die Phasengeschwindigkeit  $v_{\text{PH}}$ .
- Berechnen Sie die zeitliche Periode und die räumliche Frequenz der Welle.
- Stellen Sie die Formel für den zeitlichen Verlauf der Schwingung am Ort  $z_1$  auf, der sich 20 cm vom Anfang des Wellenträgers entfernt befindet. Bestimmen Sie auch die Auslenkung des Mediums am Ort  $z_2 = 15$  cm zum Zeitpunkt  $t_2 = 625$  ms.

**Aufgabe 44 – Schallwellen**

Zwei Lautsprecher werden auf einer Bühne im Abstand von  $\delta = 6$  m aufgestellt und schwingen mit gleicher Phase und gleicher Amplitude bei der Frequenz  $f = 686$  Hz. Die Schallgeschwindigkeit beträgt 343 m/s.

- Beschreiben Sie die resultierende Schallwelle  $S(\vec{r}, t)$  unter der Annahme, dass jeder einzelne Lautsprecher eine Kugelwelle abstrahlt, deren Amplitude in 1 m Entfernung den Wert  $S_0$  hat. (Legen Sie den Koordinatenursprung in die Mitte zwischen die Lautsprecher.)
- Bestimmen Sie die Schall**amplitude** entlang der Mittelsenkrechten zwischen den beiden Lautsprechern.
- Die Einheit von  $S(\vec{r}, t)$  sei so gewählt, dass der (über eine Periode berechnete) zeitliche Mittelwert von  $|S|^2$  die Schallintensität (Energie pro Fläche und Zeit) beschreibt. Jeder Lautsprecher strahlt 100 W Leistung ab. Berechnen Sie  $S_0$  (Wert und Einheit!)
- Bestimmen Sie die Schall**intensität** entlang der Mittelsenkrechten zwischen den beiden Lautsprechern. Wie groß ist dort die maximale Intensität in Relation zu derjenigen eines einzelnen Lautsprechers? Wie groß ist die minimale Intensität?

- e) Man nimmt an, dass das Gehirn die Richtung einer Schallquelle feststellt, indem es die Phasendifferenz zwischen den von derselben Quelle herrührenden Schallwellen bestimmt, die die beiden Ohrmuscheln erreichen. Jetzt wird nur ein Lautsprecher mit der Frequenz 686 Hz betrieben. Wenn man direkt vor der Schallquelle steht und diese ansieht, gibt es keine Phasendifferenz zwischen rechtem und linkem Ohr. Schätzen Sie die Phasendifferenz zwischen den Schallwellen an den beiden Ohren ab, wenn Sie die Schallquelle nicht direkt ansehen, sondern den Kopf um  $90^\circ$  drehen.

### Aufgabe 45 – Radioteleskop

Ein Radioteleskop bestehe aus zwei Antennen im Abstand von  $d = 200$  m. Beide Antennen werden auf eine bestimmte Frequenz – beispielsweise 20 MHz – abgestimmt. Die Signale aus den beiden Antennen werden in einen gemeinsamen Verstärker eingespeist, welcher (vereinfacht gesprochen) feststellt, ob die beiden Signale miteinander synchron oszillieren. Eines der beiden Signale läuft dabei zuvor durch einen sogenannten Phasenschieber, der die Phase um einen bestimmten wählbaren Betrag verzögert (siehe Abbildung). Durch diesen Trick kann das Teleskop in verschiedene Richtungen „schauen“. Bei der Phasenverzögerung Null erzeugen ebene Radiowellen, die senkrecht auf die Antennen treffen, synchrone Signale. Berechnen Sie, welche Phasenverzögerung man wählen sollte, damit Signale, die unter einem Winkel von  $10^\circ$  gegenüber der Vertikalen (in der Ebene, die durch die Vertikale und die Gerade zwischen den Antennen definiert ist) auftreffen, synchron im Verstärker ankommen. Hinweis: Recherchieren Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit von Radiowellen.

