

**Ausgabe:** 29.06.2013

**Abgabe:** bis 08.07.2013, 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

---

## Aufgabe 1: Wasser im Ohr

4 Punkte

In der Vorlesung wird vorgestellt, wie das Ohr eine Impedanzanpassung über das Mittelohr und die Gehörknöchel durchführt. Erklären Sie, warum eine Person die beim Tauchen Wasser im Ohr hat, die Töne die außerhalb des Wassers emittiert werden, nur dumpf wahrnimmt.

- Leiten Sie einen Ausdruck für die Transmission an einer Grenzschicht her. Gehen Sie dabei von der Energieerhaltung aus sowie der Stetigkeit für die Auslenkungen.
- Passen Sie diesen Ausdruck bezüglich der im Mittelohr durchgeführten Verstärkung der Auslenkung ( $\alpha = 25,5$ ) an.
- Wieviel Prozent, des außerhalb des Wassers emittierten Schalls, wird an den Grenzflächen reflektiert, wenn der Taucher sich unter Wasser befindet? Wie groß wäre der im Innenohr wahrgenommene Schalldruckpegel eines, außerhalb des Schwimmbeckens, platzierten 40 Watt Lautsprechers mit 8% Wirkungsgrad im Abstand von 3 m. Bestimmen Sie diesen mit und ohne "Wasser im Ohr"?

$$[Z_{\text{Innenohr}} = 1,4 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^2\text{s}; Z_{\text{Wasser}} = 10^5 \text{ kg/m}^2\text{s}; Z_{\text{Luft}} = 414 \text{ kg/m}^2\text{s}]$$

## Aufgabe 2: Winkelauflösung

2 Punkte

Wenn sich eine Schallquelle genau hinter oder vor einer Person befindet, dann treffen Signale bei beiden Ohren gleichzeitig ein. Bei anderen Winkeln ist dies nicht mehr der Fall. Nehmen Sie an, dass der Abstand der Schallquelle zu der Person viel größer ist als der Abstand der Ohren.

- Geben Sie einen Ausdruck für die Winkelabhängigkeit der Zeitverzögerung zwischen beiden Signalen an.
- Das Gehör kann Laufzeitdifferenzen von ca.  $10 \mu\text{s}$  unterscheiden. Welcher Winkelauflösung entspricht dies?

$$[\text{Schallgeschwindigkeit in Luft } c = 330 \text{ m/s}]$$

## Aufgabe 3: Konzert

3 Punkte

Bei einem Open-Air Konzert befinden sich zur Basswiedergabe zwei Tieftöner in einem Abstand von  $d = 10 \text{ m}$  zueinander neben der Bühne. Beide Boxen haben einen Umwandlungswirkungsgrad von 8% bei einer Leistung von 2000 W.

- Wo sollte man sich aufhalten, wenn man den Bass als störend empfindet? Wo halten sich diejenigen auf, die einen lauten Bass bevorzugen? Man leite einen Ausdruck her, der alle Intensitätsmaxima bzw. Intensitätsminima im Zuschauerfeld (in kartesischen Koordinaten) beschreibt. Die bevorzugten Aufenthaltspunkte beider Parteien des Publikums sind auf bestimmten Kurvenscharen zu finden. Um welche Kurvenform handelt es sich dabei?
- Wie groß ist die maximale Auslenkung der Luftmoleküle und der Schalldruckpegel im zentralen stehenden Publikum, 8,31 m von der Mitte der Bühne entfernt?

$$[\text{Schallgeschwindigkeit in Luft } c = 330 \text{ m/s}; \text{Frequenz des Basses} = 68 \text{ Hz}; \rho_{\text{Luft}} = 1,3 \text{ kg/m}^3]$$