

## Übungsaufgaben WS 2009-2010, Blatt 2

Abgabe: 25. Januar 2010

### Aufgabe 1: Messinstrument

(4 Punkte)

Ein Messinstrument bestimmt den RMS-Wert des Schalldrucks durch Mittelung von  $p^2$  über eine feste Zeitspanne  $\Delta t = 10^{-2}$  s und anschließender Berechnung der Wurzel. Als Testfall wird ein harmonisches Signal mit einer Frequenz oberhalb von 100 Hz betrachtet.

#### Fragen:

a) Berechne den maximal möglichen Fehler des RMS-Wertes in Abhängigkeit von der Frequenz des Testsignals. Trage den maximal möglichen Fehler relativ zum tatsächlichen Wert in Prozent auf. Bei welcher Frequenz ist der mögliche Fehler am größten?

b) Was passiert wenn zwei harmonische Signale (beide Frequenzen  $\geq 100$  Hz) überlagert vorliegen?

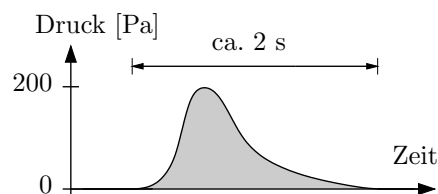
#### Hinweis:

Diese Aufgabe ist schwieriger als man zunächst vermutet.

### Aufgabe 2: Flugzeugkatastrophe

(4 Punkte)

Bei einer Flugzeugkatastrophe kommt es in 10 km Höhe über dem freien Ozean zu einer Explosion. Die Explosion erzeugt eine Druckwelle, die sich in alle Richtungen ausbreitet. Die Druckwelle erreicht auch die Wasseroberfläche, von der sie teilweise reflektiert wird. Bei der Reflexion entsteht auch eine Welle im Wasser. Zufällig befindet sich zum Zeitpunkt der Katastrophe gerade ein Forschungsschiff mit Meeresbiologen direkt unterhalb des Explosions-Ortes. Die Forscher führen Messungen mit Hydrophonen im Wasser durch, um die Töne der Walfische im Ozean zu untersuchen. Sie zeichnen auch das Drucksignal auf, daß die Druckwelle der Explosion im Wasser dicht unterhalb der Oberfläche erzeugt. Der Schalldruck steigt rela-



tiv schnell von Null auf 200 Pa an und klingt dann innerhalb der nächsten Sekunden wieder ab. Glücklicherweise befinden sich die Meeresbiologen bei Eintreffen der Druckwelle unter Deck, so daß sie dem ankommenden Drucksprung nicht direkt ausgesetzt sind. Jedoch kreist eine Möwe in der Nähe des Schiffes etwa 10 m über der Wasseroberfläche.

#### Fragen:

a) Skizziere qualitativ den Druckverlauf, dem die Möwe ausgesetzt ist. Wie groß ist die maximale Druck am Ort der Möwe?

b) Wieviel Prozent der Energie der eintreffenden Welle geht in die Welle im Wasser?

**Hinweise:**

Die Krümmung der Wellenfront kann in 10 km Entfernung vernachlässigt werden. Die eintreffende Welle kann als ebene Welle, die senkrecht auf die Wasseroberfläche trifft, betrachtet werden. Die maximale Druckschwankung soll nur abgeschätzt werden. Für eine exakte Berechnung müßte der Zeitverlauf und die genaue Position der Möwe bekannt sein.

**Aufgabe 3: Temperaturschwankungen** (4 Punkte)

In einem mit Luft gefüllten Raum ( $\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 340 \text{ m/s}$ ) wird an einer Stelle der Schalldruck  $p'$  gemessen. Es wird ein maximaler Wert von  $(p')_{\max} = 1 \text{ Pa}$  festgestellt.

**Fragen:**

a) Wie groß ist die maximale Temperaturschwankung  $(T')_{\max}$  an dieser Stelle?

b) Zeige, dass an einer festen, undurchlässigen Wand des Raumes die Beziehung  $\vec{n} \cdot \text{grad } T' = 0$  erfüllt ist, wobei  $\vec{n}$  den Normalenvektor senkrecht zur Wand bezeichnet ( $\vec{n} \cdot \text{grad } T'$ : Skalarprodukt).

**Aufgabe 4: Wellenausbreitung im ebenen Kanal** (4 Punkte)

In einem ebenen (zweidimensionalen) Kanal mit schallharten Wänden befindet sich ein Lautsprecher in der Kanalwand. Der Lautsprecher schwingt sinusförmig und regt Schallwellen einer bestimmten Frequenz an. Eine Kanalwand ist mit Drucksensoren ausgerüstet, mit denen der Druckverlauf in Kanalrichtung ausgemessen werden kann. Der Kanal ist mit Luft gefüllt ( $\rho_0 = 1.2 \text{ kg/m}^3$ ,  $c = 340 \text{ m/s}$ ). Die Breite des Kanals beträgt 40 cm. Ohne Strömung ergeben die Druckmessungen bei 1 kHz Anregung einen sinusförmigen Verteilung entlang der Kanalwand. Der Abstand zwischen den Wellenmaxima beträgt etwa 65 cm. Die maximale Druckschwankung an der Kanalwand beträgt 0.001 Pa.

**Fragen:**

a) Welche Mode  $m$  breitet sich im Kanal aus?

b) Wie groß ist die Phasengeschwindigkeit der vorliegenden Mode?

c) Wie groß ist die maximal auftretende Schnelle in der Richtung quer zum Kanal?