

EXPERIMENTELLE VERFAHREN DER
STRÖMUNGSMECHANIK,
DLR GÖTTINGEN

Lärm

Praktikanten: Kevin Lüdemann,
Email: kevin.luedemann@stud.uni-goettingen.de
Durchgeführt am: 07.12.2015
Abgegeben am: 02.01.2016

1 Schalortung

1.1 Theorie

Schall breitet sich als Wellen aus. Diese besitzen eine Wellenlänge λ und eine Frequenz ω . Die Wellenlänge ist der Abstand von einem Intensitätsmaximum zum nächsten. Desweiteren breitet sich eine Welle in Luft mit der Schallgeschwindigkeit aus. Diese betrt in der Luft $c = 340\text{ms}^{-1}$. Somit ergibt sich eine Beziehung zwischen der Wellenlänge und der Frequenz

$$\lambda = \frac{c}{\omega} \quad (1.1.1)$$

ber die Ausbreitungsgeschwindigkeit.

Das Menschliche Ohr kann Frequenzen in einem Bereich von minimal 20Hz bis zu maximal 20kHz aufnehmen. Dieser Bereich schränkt sich im Alter allerdings auch ein.

Im Raum breiten sich Wellen als Wellenfronten aus. Diese bilden ungestört ebene Wellenfronten, sprich parallel verlaufende Maxima im Raum. Dies ist nur von dem Weg, den die Welle zurückgelegt hat und von den darin beinhalteten Störungen abhängig. Bei einer kleinen Wellenlänge im cm Bereich, reichen schon einige dm Weg um einen Ebene Wellenfront zu erhalten.

1.2 Experiment

Als experimenteller Aufbau wird ein Lautsprecher an einen Frequenzgenerator angeschlossen und auf eine nicht hrbare Frequenz gestellt. Stehen jetzt mehrer Lautsprecher nebeneinander, kann ein Mensch nicht sagen, welcher von diesen den Ton erzeugt. Als Hilfsmittel, werden 2 Mikrofone verwendet, die die gleiche Charakteristik in bezug auf Schallaufnahme haben. Die von dem Mikrofon aufgenommenen Schwingungen, werden dann auf z.B. einem Oszilloskop sichtbar gemacht. Mithilfe des Oszilloskops ist es möglich sich den Phasenverschub der beiden Wellen anzuschauen. Mit dieser Information ist es möglich die Schallquelle zu bestimmen.

Um sie genau zu identifizieren, muss allerdings noch die Ausrichtung der Mikrofone zueinander beachtet werden. Hierbei ist wichtig, dass beide Mikrofone die gleiche Wellenfront einfangen. Bei hohen Frequenzen ist die Wellenlänge sehr klein und liegt im cm Bereich. Um dies zu bewerkstelligen müssen die Mikrofone auf einer Schiene befestigt sein und können in zwei Richtungen zueinander verschoben werden. Einmal kann der Abstand zwischen den beiden verändert und zum anderen können die Mikrofone auch in der Tiefe verschoben werden. Aufgrund der für die Wellenlänge großen Entfernung, kann angenommen werden, dass sich die Wellen als Ebene Welle ausbreiten. Sind beide Mikrofone auf eine Schallquelle ausgerichtet und die beiden Wellen auf dem Oszilloskop im Phase, wird der Abstand der beiden Mikrofone verändert. Verändert sich der Phasenunterschied nicht wärend des Verschiebens, so sind die Mikrofone auf dem aktiven

Lautsprecher ausgerichtet und bewegen sich auf der selben Wellenfront. Ist dies nicht der Fall, sieht man wie sich die Phase immer weiter verschiebt, bis sie im Laufe der Messung die Fronten ein paar mal wieder in Phasen befinden.

Um die Frequenz zu bestimmen nutzt man das gleiche Verfahren in der Tiefe. Hierzu werden die Mikrofone so dicht, wie nur möglich zusammen gebracht und durch ausrichten gleichsinnig gemacht. Verschiebt man jetzt eines in der Tiefe gegen das andere, so sollte sich die Phase ändern, bis beide Wellen wieder in der gleichen Phase sind. Ist dies erreicht, kann gemessen werden in welchen Abstand sich die beiden zueinander befinden, dies ist dann die Wellenlänge. Bei uns waren es etwa $\lambda = 1.7\text{cm}$, was nach Gleichung 1.1.1 einer Frequenz von $\omega = 20\text{kHz}$ entspricht.

Eine andere Möglichkeit die Frequenz zu bestimmen nutzt das Oszilloskop. Hierbei wird die Frequenz einfach abgelesen anhand der Scala auf dem Bildschirm und der Frequenzeinstellung selbst. Dies ergab bei und ebenfalls eine Frequenz von $\omega = 20\text{kHz}$.

2 Minimaler Hörabstand

Um den mit den Ohren minimal noch Hörbaren Abstand zu messen, wird wieder vorausgesetzt, das sich der Schall, wie im Kapitel 1.1 beschrieben verhält. In diesem Experiment werden aber Hörbare Schalquellen verwendet, die ein ununterscheidbares Muster aussenden. Die Schallquellen sind 2 Experimentatoren und der Empfänger ist ein anderer Experimentator. Die beiden Schallquellen, nennen wir sie A und B, sollen möglichst auf die gleiche weise Schall erzeugen, damit nicht zu erkenne ist, wer von beiden in welcher Frequenz oder Dauer Schall erzeugt.

Für das Experiment stellen sich die beiden Quellen weit von einander entfernt in einem Rechtwinkligen Dreieck zueinander und zum Empfänger, um später die Winkelauflösung zu berechnen. Anschließend wird von den Quellen in zufälligen Mustern Schall erzeugt und der Empfänger muss die Muster Korrekt wiedergeben. Hat der Empfänger zwei mal die Muster richtig erkannt wandert der Äußere der Beiden um einen Schritt weiter zum anderen hin. Hat der Empfänger einmal das falsche Muster genannt, so rückt der Äußere wieder einen halben Schritt vom anderen Weck. Das rechtwinklige Dreieck muss in jedem Schritt aufrecht erhalten werden. Mit diesem sogenannten Schießverfahren kann jetzt der minimal Hörbare Abstand ermittelt werden.

Bei dem von uns durchgeführten Verfahren hatten wir einen Abstand von 8m zwischen dem Empfänger und den Sendern. Es ergab sich nach dem Verfahren ein Abstand der beiden Sender von minimal 35cm. Über den Satz den Pythagoras ergibt sich ein Winkel von $\tan \varphi = \frac{\text{Abstand A und B}}{\text{Abstand Empfänger Sender}}$. Die getestete Winkelauflösung beträgt somit $\varphi = 2.5^\circ$.