

Lärm

Felix Kurtz

31. Dezember 2015

1 Schallortung

Zuerst bestimmt man die Wellenlänge einer Schallquelle (reiner Sinuston). Dazu werden zwei Mikrophone, die an ein Oszilloskop angeschlossen sind, erst an einander gehalten und dann so weit gegeneinander in Richtung Schallquelle verschoben, dass die beiden Signale wieder in Phase sind. Diese Verschiebung entspricht der Wellenlänge λ . Wir maßen $\lambda = 1.7 \text{ cm}$, also mit der Schallgeschwindigkeit $c = 340 \text{ m/s}$ eine Frequenz $\nu = \frac{c}{\lambda} = 20 \text{ kHz}$. Dies ist für den Menschen unhörbar.

Als nächstes soll eine Schallquelle geortet werden. Dazu werden wieder zwei Mikrophone benötigt, die parallel auf einer Schiene angeordnet sind. Diese richtet man senkrecht zur zu prüfenden Schallquelle aus. Ist man nämlich weit genug von dieser entfernt, sind die Schallwellen ebene Wellen. Verschiebt man nun ein Mikro auf der Schiene, ändert also den Abstand zwischen beiden, sollten die beiden immer gleichphasig sein. Ändert sich jedoch die Phase, stammt der Schall nicht von dort. So konnten wir den angeschalteten Lautsprecher aus 4 Lautsprechern „heraushören“.

Der Mensch macht dies so ähnlich, indem der den Kopf leicht dreht. So bestimmen wir als nächstes das Hör-Auflösungsvermögen eines Menschen, indem in einem bestimmten Abstand l zur Testperson zwei Personen A und B mit Abstand s zueinander bestimmte Signalreihenfolgen (zB.: AAB oder ABA) mit gleichen Lärmquellen machen. Die Testperson muss diese Reihenfolgen nur durch Hören bestimmen. Der kleinste Abstand s_{\min} , bei dem dies möglich ist, bestimmt das Auflösungsvermögen. Bei einer Länge $l = 8.5 \text{ m}$ lag s_{\min} bei unseren zwei Testpersonen zwischen 30 cm und 50 cm . Dies entspricht einer Auflösung zwischen 2° und 3.4° . Ist man konzentrierter, kann man normalerweise noch kleinere Winkel auflösen. Durch Studien hat man allerdings herausgefunden, dass man bei $\nu \approx 2 \text{ kHz}$ das schlechteste Auflösungsvermögen besitzt. Dies entspricht in etwa einer Wellenlänge von 17 cm , also dem Ohrenabstand und ist somit plausibel.

Um Schallquellen zu finden, ist eine sogenannte Schall-Kamera nützlich. Diese besteht aus vielen Mikrophenen, die möglichst unregelmäßig angeordnet sind, sodass viele Abstandsverhältnisse realisiert werden können. Aus Phasendifferenzen zwischen den ein-

zernen Mikrofonen lässt sich bestimmen, woher der Schall kommt. Dazu legt man diese Informationen über ein zugehöriges Kamerabild. Dies nutzt man zum Beispiel, um Lärmquellen bei einem Flugzeug, etc. zu finden und zu eliminieren.

2 dB-Abhängigkeiten

Der Schalldruckpegel in dB einer Schallquelle wird durch die von ihr verursachte Druckschwankung Δp berechnet:

$$L_p = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\Delta p}{p_0} \right), \quad p_0 = 20 \mu\text{Pa}$$

Wenn man zwei, gleich laute Schallquellen statt einer hat, erhöht sich der Schalldruckpegel um 3 dB, da die Druckschwankung doppelt so groß ist und $10 \cdot \log_{10} 2 \approx 3$ gilt. Dies konnte im Experiment in etwa verifiziert werden.

Wenn man den Abstand zu einer Schallquelle verdoppelt, sinkt der Schalldruckpegel um 6 dB, da $\Delta p \sim r^{-2}$ gilt. Auch dies konnten wir nachweisen.

Als letztes wurde der Schalldruckpegel von zwei gleich lauten, reinen Sinus-Schallquellen gemessen, die gegenphasig gepolt sind. Dieser ist geringer als der einer Quelle und sollte eigentlich verschwinden. Dies konnte jedoch nicht gezeigt werden, da immer ein Hintergrundgeräusch vorhanden ist. Man hätte dies nur minimieren können (Messung im Raum der Stille, etc.).