



Smartphone Experimente mit dem Schall-Sensor (Mikrofon)

A. Burs *, A. Stock *, P. Bronner +, P. Vogt +

* SchülerIn FG Freiburg, + Betreuer: FG Freiburg / PH Freiburg

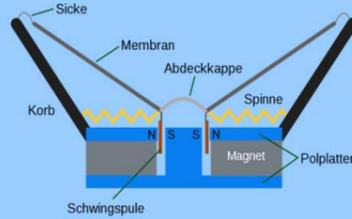


Wie funktioniert ein Mikrofon?

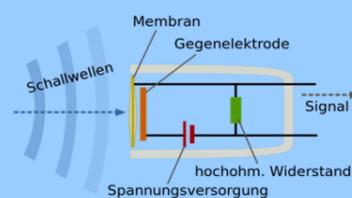
Mikrofon und Lautsprecher haben einen ähnlichen Aufbau.

Beim Lautsprecher wird durch das Anlegen einer Wechselspannung ein sich ständig änderndes Magnetfeld erzeugt. Dies führt zu einer sinusförmigen Schwingung des Membrans.

Beim Mikrofon führt die Schallwelle von außen zur einer Schwingung des Membrans. Durch die Induktion in einer Spule oder durch das Verhalten eines Kondensators wird eine Wechselspannung erzeugt. Die Spannung ist proportional zur Amplitude und Frequenz der ursprünglichen Schallwelle.



Bildquelle: Wikipedia - Image: de:Bild:Lschema.jpg Autor: de:Benutzer:Algos



Bildquelle: Wikipedia - Image: Mic-condenser.PNG by Banco - Autor: Kevin

Experiment 3: Das Glasglockenspiel

Forschungsfrage: Ist es möglich mit dem Smartphone aus Biergläsern ein Musikinstrument zu machen?

Versuchsaufbau: Biergläser mit Wasser, App "Schallpegelmesser"

Durch das Variieren der Füllhöhe des Wasserglases verändert sich der Resonanzraum. Durch das Anregen des Glases durch Anschlagen oder Reiben entstehen stehende Wellen mit einer bestimmten Grundfrequenz und entsprechenden Obertönen. Durch eine Kalibrierung kann der Zusammenhang zwischen Füllhöhe und Resonanzfrequenz eindeutig bestimmt werden.



Experiment 1: Bestimmung der Schallgeschwindigkeit

Forschungsfrage: Kann die Schallgeschwindigkeit c_{Schall} mit Hilfe einer Panflöte bestimmt werden?

Versuchsaufbau: Panflöte, App "Spektrum Analyzer", physikalisches Wissen zum Thema "stehende Wellen".

- Bestimmung von λ durch Abmessen an der Panflöte.
- Bestimmung von f durch FFT App "Spektrum Analyzer".
- Bestimmung von c_{Schall} mit der Formel: $c = \lambda \cdot f$.

$\lambda = 1,00 \text{ m}$	$f = 340 \text{ Hz}$	$c = 1,00 \cdot 340 = 340 \text{ m/s}$
$\lambda = 0,88 \text{ m}$	$f = 360 \text{ Hz}$	$c = 0,88 \cdot 360 = 316 \text{ m/s}$
$\lambda = 0,51 \text{ m}$	$f = 660 \text{ Hz}$	$c = 0,51 \cdot 660 = 336 \text{ m/s}$
$\lambda = 0,47 \text{ m}$	$f = 690 \text{ Hz}$	$c = 0,47 \cdot 690 = 324 \text{ m/s}$



Resultat: Die Messung ergab eine durchschnittliche Schallgeschwindigkeit von $c_{\text{Schall}} = 329 \text{ m/s}$. Die Abweichung zum Literaturwert ($c_{\text{Schall}} = 343,2 \text{ m/s}$ bei 20°C) beträgt nur 5,8%.

Geeignete kostenlose Apps für den Sensor

Apps für iOS:

"Spectrum Analyzer" von Paradise Music, Frequenzspektrum, leider ohne exakte Achsenbeschriftung.



"Physics Oscilloscope" von Rytech Apps, gut funktionierendes Oszilloskop, leider sehr wenig Einstellmöglichkeiten.



Apps für Android:

"Spectrum Analyzer" von keuwlsoft, viele Optionen, weite und sehr empfindliche Spectrumsanalyse, durch Empfindlichkeit anfällig.



"Spaichinger Schallpegelmesser" von Dr. M. Ziegler, viele Messverfahren wie Lautstärke, Oszilloskop, Spektrum, Lärmampel, genaue Anzeige der Grundtöne.



Experiment 2: Bestimmung der Geschwindigkeit

Forschungsfrage: Kann mit dem Smartphone die Geschwindigkeit V eines vorbeifahrenden Autos bestimmt werden?

Versuchsaufbau: Video einer Autofahrt, App "Spektrum Analyzer", physikalisches Wissen zum Thema „Dopplereffekt“.

Formel zur Bestimmung von V :

$$V = \frac{(f_1 - f_2)}{(f_1 + f_2)} * c_{\text{Schall}}$$

f_1 (beim Näherkommen) = 500 Hz

f_2 (beim Entfernen) = 450 Hz

$$V = (500 - 450) * 334 / (500 + 450) = 17,57 \text{ m/s}$$

$$17,57 \text{ m/s} * 3,6 = \underline{\underline{63,28 \text{ km/h}}}$$

Resultat:

Das Auto hat eine Geschwindigkeit von $V = 63,28 \text{ km/h}$.



Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass man mit dem Smartphone akustische Phänomene sehr gut untersuchen kann.

Die im Smartphone erhaltene Technik ersetzt teure und komplizierte Geräte wie ein Oszilloskop oder einen Tongenerator.

Um wirklich genaue Messergebnisse zu erhalten, benötigt es allerdings bessere und damit kostenpflichtige Apps.

Insgesamt erscheint es jedoch erstaunlich wie vielseitig und praktisch ein Smartphone zur Untersuchung von akustischen Phänomenen eingesetzt werden kann.



Bildquelle: Wikipedia - Image: OwnWork Autor: Holger.Ellgaard

Literatur:

KASPER, L.; VOGT, P.; & STROHMEYER, C. (2015). Stationary waves in tubes and the speed of sound. In: The Physics Teacher 53, S. 52.
KUHN, J. & VOGT, P. (2013). Analysing acoustic phenomena with a smartphone microphone. In: The Physics Teacher 51, S.118.