

## Bank für Schallversuche



Für Versuche zum Schall, Wellenausbreitung, Wellenlänge, Schallgeschwindigkeit.

Dieses Gerät besteht aus

- 1 Lautsprecher (Ø 50 mm, Leistung 2 W, Impedanz 8 Ω) im Gehäuse mit 4 mm Buchsen, zum Anschluss an einen Funktionsgenerator
- 1 Kunststoffrohr 50 cm lang
- 1 Kristallmikrofon
- 1 Schalltrichter für Lautsprecher

Zusätzlich erforderliche Geräte

- 1 Zweikanal-Oszilloskop
- 1 Funktionsgenerator mit Leistungsausgang (z. B. CL1181)
- Einige Verbindungskabel, Papier

### Versuche

- Schallgeschwindigkeit
- Dopplereffekt
- Reflexion einer Schallwelle
- Brechung einer Schallwelle
- Akustische Interferenzen

### Definitionen

Durch Vibrationen einer Lautsprechermembran oder der Stimmbänder werden Veränderungen des Drucks in den verschiedenen Luftschichten hervorgerufen, die sich dann in der Luft dreidimensional in Ausbreitungsrichtung fortbewegen. Man spricht von longitudinalen Wellen. Diese Wellen können sich auch in flüssigen und festen Medien ausbreiten. Mikrofone (oder das Ohr) besitzen solche Membranen, die diese Vibrationen aufnehmen.

Die Wellenlänge entspricht der Distanz, die sie bei einer Geschwindigkeit C innerhalb einer Zeitspanne T zurückgelegt hat:  $\lambda = C * T$ , wobei  $T = 1/f$ .

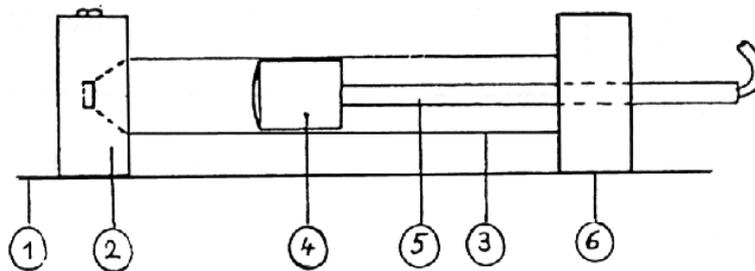
Mit Hilfe dieser Gleichung bestimmen wir die Schallgeschwindigkeit.

### Messung der Schallgeschwindigkeit in der Luft

Erforderliche Teile

- Bank für Schallversuche
- Zweikanal-Oszilloskop
- Funktionsgenerator

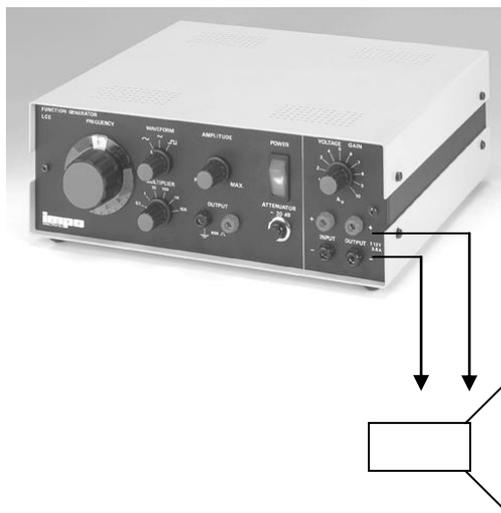
Verbinden Sie das Mikrophon mit dem Y-Eingang des Oszilloskops und den Lautsprecher mit dem Verstärkerausgang des Funktionsgenerators.



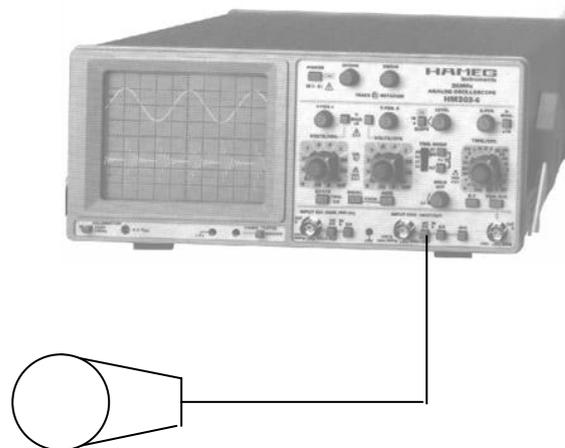
- 1- Arbeitsplatte
- 2- Lautsprecher im Gehäuse
- 3- Kunststoffrohr

- 4- Mikrophon
- 5- Mikrophon, verschiebbar mit Stab
- 6- Führungshalterung

Funktionsgenerator



Oszilloskop



Nachdem der Versuch aufgebaut wurde, stellt man den Funktionsgenerator auf 1 kHz ein. Die Amplitude von Kanal Y wird auf den kleinsten Bereich gestellt. Die Zeitbasis sollte entsprechend der Frequenz (1 kHz) eingestellt werden.

Betrachten Sie das Ausgangssignal des Generators auf dem Oszilloskop. Führen Sie das Mikrofon an den Lautsprecher heran. Wenn das beobachtete Signal einen maximalen Wert erreicht hat, und das Mikrofon sehr nah am Lautsprecher ist, notieren Sie den Abstand  $d_1$  zwischen Sender und Empfänger. Entfernen Sie das Mikrofon wieder vom Lautsprecher und beobachten Sie das Signal am Oszilloskop, das in seiner Amplitude abfällt und anschließend wieder steigt. Hat die Amplitude das erste Maximum erreicht, sind wir bei  $\lambda / 2$ . Sie können  $d_2$  notieren. Entfernt man das Mikrofon weiter vom Lautsprecher, wird das nächste Maximum erreicht. Sie können für diese Stelle  $d_3$  notieren usw.

Die Rechnung  $d_3 - d_1$  ergibt  $\lambda$  und  $d_2 = \lambda / 2$ . Durch Anwendung der Formel  $\lambda = c \cdot T$  erhalten wir  $c = \lambda \cdot f$ , also:

$$c = [(d_3 - d_1) \cdot 1000] \text{ms}^{-1}$$

Das Ergebnis dieser Rechnung ergibt :  $345 \text{ms}^{-1}$

wenn  $d_3 - d_1 = 0,345 \text{m}$

### Weitere Möglichkeiten

1. Die Sender- und die Empfängersignale werden auf dem Bildschirm des Oszilloskops sichtbar gemacht. Bewegen Sie das Mikrofon, bis die beiden Signale in Phase sind. (Verwenden Sie  $f = 5 \text{kHz}$ ). Notieren Sie diese Position und bewegen Sie das Mikrofon weiter. Wenn die beiden Signale erneut in Phase sind, rechnen Sie:

$$c = (\Delta d \cdot 5000) \text{ms}^{-1}$$

da der Abstand zwischen den beiden aufeinander folgenden Phasen die Wellenlänge des Schallsignals ergibt.

2. Durch Verwenden von 2 Bänken für Schallversuche MT4611 und beiden Kanälen des Oszilloskops, erhält man  $d_1$  mit dem ersten Mikrofon und  $d_3$  mit dem zweiten Mikrofon. Der Generator wird an beide Lautsprecher angeschlossen, um zwei identische Signale zu erhalten. Es ergibt sich:  $\lambda = d_3 - d_1$  wobei  $c = \lambda \cdot f$

### Demonstration der Überlagerung von Schallwellen

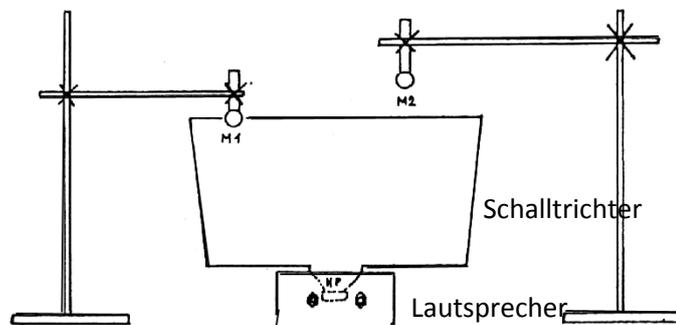
Erforderliche Teile

- 2 Bänke für Schallversuche MT04611 oder 1 Bank für Schallversuche und 1 zusätzliches Mikrofon
- 2 Stative auf Platte
- 2 Klemmen für Mikrofone
- 1 Funktionsgenerator mit Leistungsausgang
- 1 Oszilloskop

Wir verwenden den Lautsprecher, den mitgelieferten Schalltrichter und 2 Mikrofone.

### Versuchsaufbau

Schließen Sie den Lautsprecher an den Funktionsgenerator und die beiden Mikrofone an die X-Eingänge des Oszilloskops an. Wir können nun mit oder ohne Schalltrichter arbeiten und die Messungen vergleichen.



### Zeitliche Periodizität

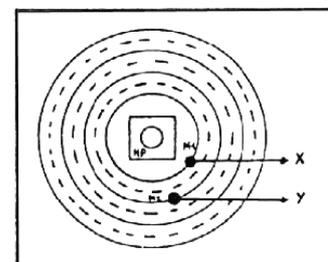
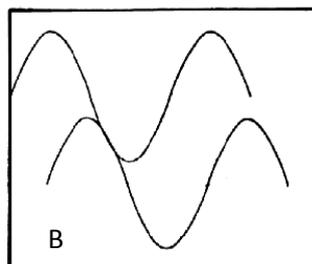
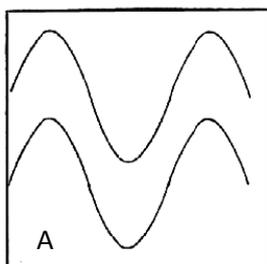
Mit nur einem Mikrophon stellt man fest, dass in allen Punkten um die Schallquelle die empfangenen Signale die gleiche Frequenz und Wellenform besitzen, wie die Schallquelle selbst.

### Räumliche Periodizität

Die beiden Mikrofone werden Seite an Seite gesetzt. Die am Oszilloskop beobachteten Signale sind genau gleich (Bild A), da die empfangenen Schallwellen gleiche Amplitude und Phase besitzen. Verschiebt man eines der Mikrofone, stellt man fest, dass das Signal, das von diesem Mikrophon ausgesandt wurde, sich in seiner Phase verändert. Die beiden Signale haben eine Phasenverschiebung erhalten.

Wenn man die beiden Mikrofone sehr nahe aneinander setzt, sind die Sinuswellen erneut in Phase.

Wenn wir den Versuch wiederholen, und die Entfernung zwischen den beiden Mikrofonen dabei verdoppeln, sind die beiden Signale wiederum phasengleich. Wir stellen fest, dass diese Übereinstimmung nur bei Abständen von:  $D = k \cdot \lambda$  auftritt, wobei  $k$  ganzzahlig gewählt werden muss.



Ansicht von oben

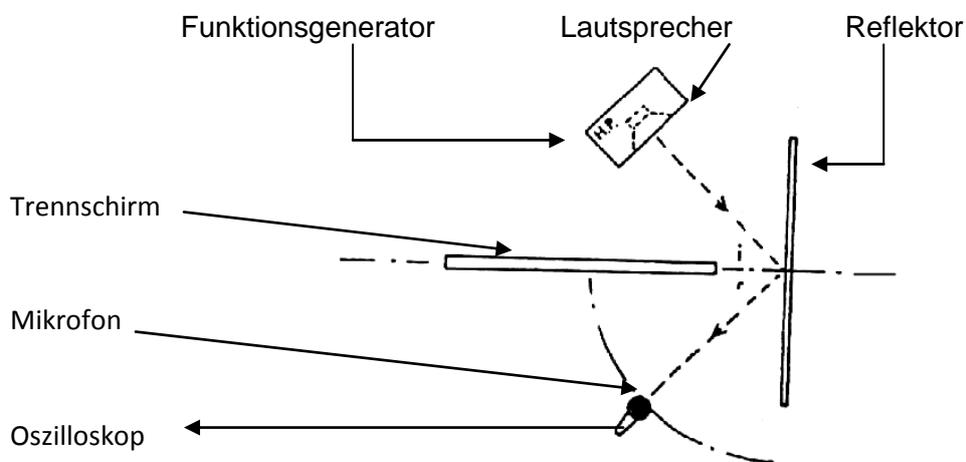
### Reflexion einer Schallwelle

Erforderliche Teile

- 1 Lautsprecher aus der Bank für Schallversuche

- 1 ebenfalls darin enthaltenes Mikrofon
- 1 Funktionsgenerator
- 1 Oszilloskop
- 1 Blatt Papier Format DIN A3 oder größer
- 1 reflektierender Schirm aus Glas oder Metall
- 1 isolierender Schirm, z.B. aus Holz

Aufbau: Die Abschirmung soll verhindern, dass die Wellen direkt auf das Mikrofon projiziert werden.



Die Schallquelle sendet eine einfallende Welle in Richtung des reflektierenden Schirms. Der Einfallswinkel dieser Schallwelle sei  $i$ . Die vom Hindernis reflektierte Welle mit dem Reflexionswinkel  $r$  wird vom Mikrofon empfangen. Dieses Signal kann nun wiederum auf dem Oszilloskop betrachtet werden. Seine Amplitude erreicht ein Maximum, wenn  $r = i$  ist. Bestätigen Sie, dass die einfallende Welle und die reflektierte Welle die gleiche Wellenlänge besitzen.

### Beugung einer Schallwelle

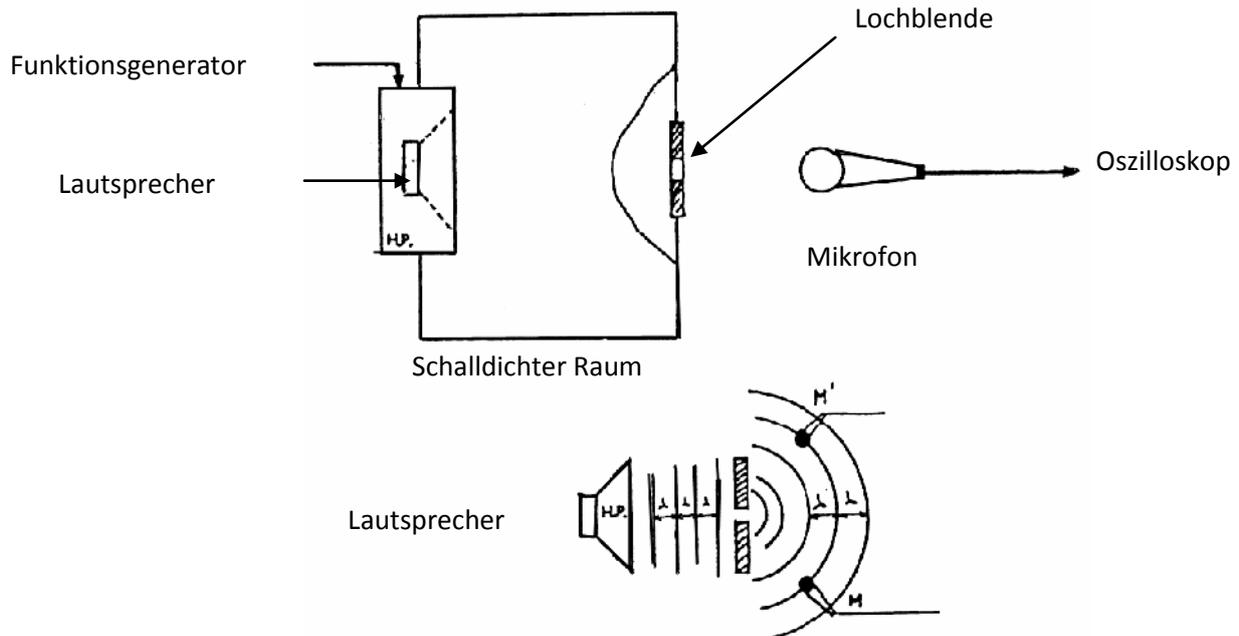
#### Erforderliche Teile

- 1 Lautsprecher aus dem Satz MT04611
- 1 Mikrofon
- 1 Funktionsgenerator
- 1 Oszilloskop
- 1 Blatt Papier
- 1 schalldichter Raum, der mit einer Trennwand ausgestattet ist (Öffnung: Loch oder Spalt)

Anmerkung:

Man kann einen preiswerten, schallabsorbierenden Raum herstellen, indem man Verpackungsmaterial, wie Kartons oder Styropor verwendet

### Versuchsaufbau



Wenn die Trennwand ein Loch mit dem Durchmesser der abgestrahlten Wellenlänge besitzt, verhält es sich wie eine punktförmige Quelle.

Auf dem Oszilloskop beobachtet man, dass die entstandene Wellenlänge der ausgesendeten Welle entspricht. Die Wellenform jedoch hat sich geändert.

### Berechnung des Lochdurchmessers

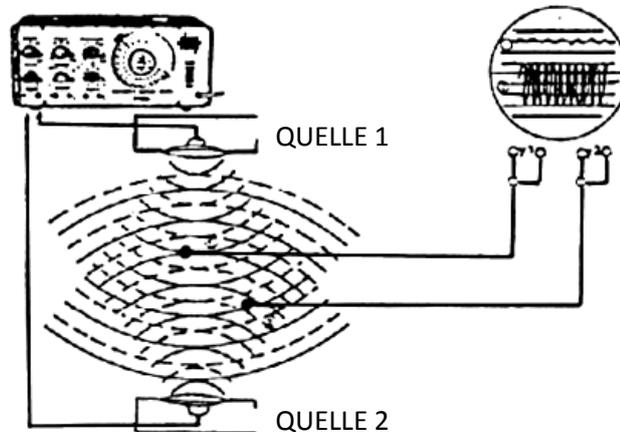
Wir nehmen eine Schallwelle mit einer Frequenz von 2000 Hz als Grundlage. Die Schallgeschwindigkeit beträgt 340 m/s. Mit der Formel  $\lambda = c / f$  erhalten wir  $\lambda = 0,17$  m. Als punktförmige Quelle können wir demnach ein Loch von 17 cm Durchmesser für ein Signal von 2000 Hz verwenden.

### Akustische Interferenzen

Erforderliche Teile

- 2 Bänke für Schallwellenversuche MT04611 oder 2 Lautsprecher und 2 Mikrofone
- 1 Funktionsgenerator
- 1 Oszilloskop

## Versuchsanordnung



Zwei technisch gleiche Lautsprecher werden an den selben Funktionsgenerator angeschlossen. Es ergeben sich somit zwei Schallquellen mit gleicher Frequenz und Amplitude.

Mit Hilfe zweier Mikrofone wird der Raum zwischen diesen beiden Schallquellen untersucht. Ein schnelles Hin- und Herbewegen eines Mikrofons zwischen den Lautsprechern lässt abwechselnde maximale und minimale Amplituden erkennen. Die Maxima nennt man Schwingungsbäuche. Die Minima werden Knotenpunkte genannt. Wenn man die Entfernung  $d$  zwischen zwei aufeinander folgenden Knotenpunkten misst, erhält man damit eine Möglichkeit, die Schallgeschwindigkeit zu berechnen. Wie bekannt, ist  $d = \lambda / 2$ .

Mit:

$$C = \lambda * f \text{ erhält man: } C = 2*d*f$$

und damit einen Wert für die Schallgeschwindigkeit.

## Schlussfolgerung

Bei den Versuchsdurchführungen sollten Frequenzen oberhalb von 1 KHz verwendet werden, um gute Resultate zu erhalten.

Die Mikrofone haben dort ihre höchste Empfindlichkeit. Diese Frequenzen sind sehr unangenehm für das menschliche Ohr.

Man sollte die Versuchsdauer auf ein Minimum reduzieren. Alle erwähnten Versuche sind in den verwendeten Schulbüchern weitgehend beschrieben. Zudem finden Sie darin Berechnungen und weitere Anwendungen bezüglich der hier vorgeschlagenen Beispiele.

Wenn Sie Änderungs- und/oder Verbesserungsvorschläge haben, so können Sie uns diese gerne mitteilen.