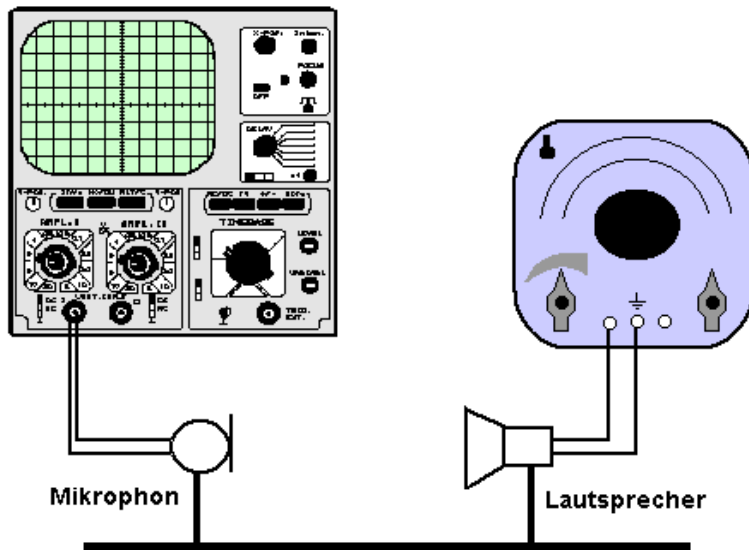


Quelle: <http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/akustische-phaenomene>

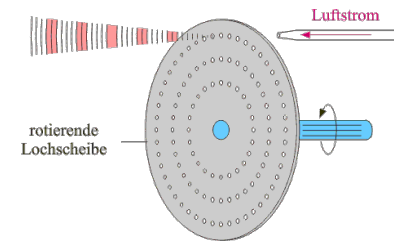
Töne

Gelangt eine Schallwelle an das Ohr, so bringt sie das Trommelfell zum Schwingen. Durch komplizierte Vorgänge im Ohr und unserem Gehirn haben wir dann einen Höreindruck. In Physikunterricht verwendet man als Schallquelle oft einen Lautsprecher, welcher durch einen Sinusgenerator angeregt wird. Als Empfänger dient häufig ein Mikrophon, dessen Schwingungen mit einem Oszilloskop dargestellt werden.



Durch Erhöhung der Frequenz der ausgesandten Schallwelle (man erkennt dies z.B. am Schirmbild des Oszilloskops bzw. an der Einstellung des Sinusgenerators) steigt die Höhe des Tons. Erhöht man die Amplitude der den Lautsprecher anregenden elektrischen Schwingung, so steigt die Lautstärke des vom Lautsprecher ausgesandten Signals. Die Ausschläge am Oszilloskop wachsen an.

Dass die Frequenz der Schallwelle die vom Empfänger registrierte Tonhöhe bestimmt, war zunächst keine gesicherte Tatsache in der Physik. Der Zusammenhang zwischen Tonhöhe und Frequenz wurde von August Seebeck im 19. Jahrhundert mit einer Lochsirene zweifelsfrei nachgewiesen. Auf konzentrischen Kreisen sind bei ihr von innen nach außen 24, 27, 30, 32, 36, 40, 45 und 48 Löcher in jeweils gleichem Abstand angebracht, durch welche der Luftstrom durchtreten kann.



- Steigert man die Winkelgeschwindigkeit der Scheibe, so nimmt die Höhe des hörbaren Tons zu.
- Bläst man mit der Düse die Lochkreise der Reihe nach von innen nach außen an, so hört man eine Dur-Tonleiter. Der Eindruck einer Dur-Tonleiter bleibt auch erhalten, wenn man die Drehfrequenz der Scheibe erhöht.

Der Kammerton *a* wurde im Jahre 1939 auf 440 Hz festgelegt. In der folgenden Tabelle sind die Frequenzen und die Frequenzverhältnisse der Töne der C-Dur-Tonleiter, sowie deren Position in einer Notenzeile dargestellt.



Ton *c d e f g a h c*

Frequenz in Hz 264 297 330 352 396 440 495 528

relatives Frequenzverhältnis 1 9:8 5:4 4:3 3:2 5:3 15:8 2

Intervall
bezüglich
des
Grundton
s
c
-

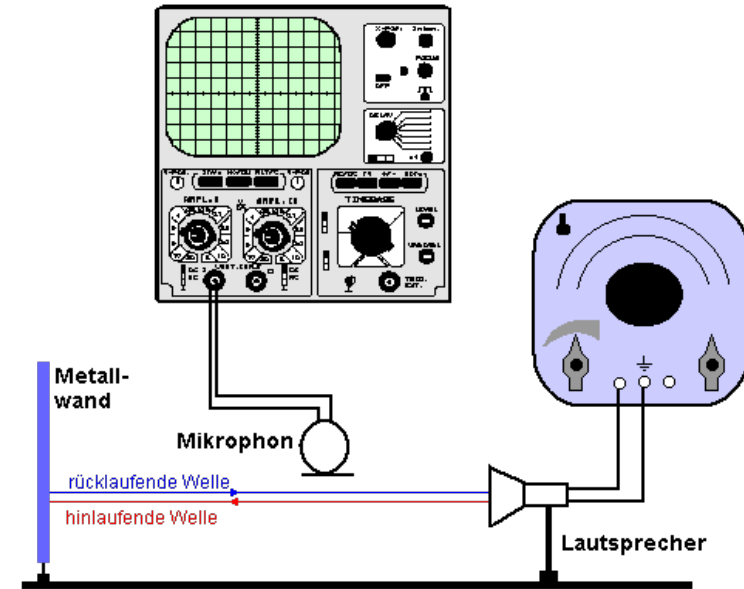
Prim	Sekund	Terz	Quart	Quint	Sext	Sep tim	Oktav
------	--------	------	-------	-------	------	------------	-------

Aufgabe

- Zeigen Sie, dass beim Anblasen der äußersten Lochreihe mit 48 Löchern der entstehende Ton die doppelte Frequenz hat, wie beim Anblasen der innersten Reihe mit 24 Löchern.
- Berechnen Sie, mit welcher Frequenz die Scheibe rotieren muss, damit die Lochreihe mit den 48 Löchern den Kammerton a (440Hz) hervorbringt?

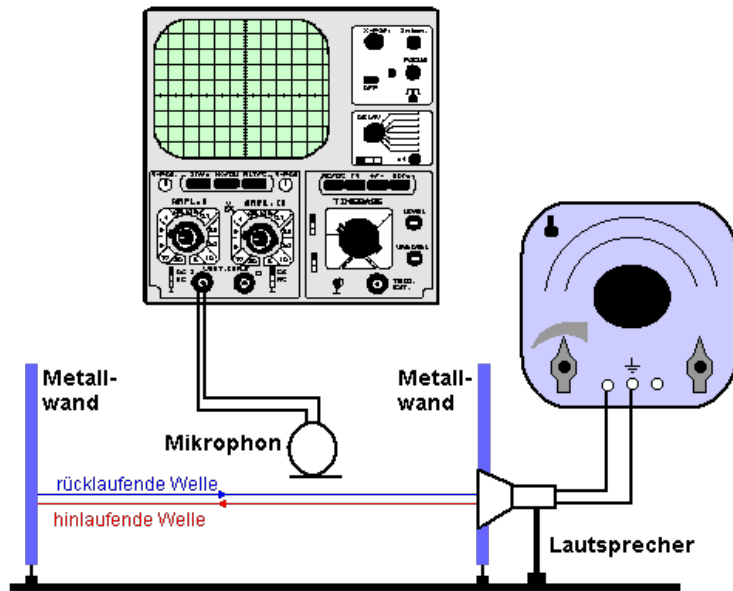
Stehende Wellen und Eigenschwingungen

Da Schallwellen an glatten Wänden (vgl. Echo vom Königssee) reflektiert werden, kann man mit dem unten skizzierten Versuch eine zur Metallwand hinlaufenden Welle (rot) eine rücklaufende Welle (blau) erzeugen. Da diese beiden Wellen gleiche Frequenz und vor der Wand vergleichbare Amplitude besitzen, kann man insbesondere vor der Metallwand eine gut ausgeprägte stehende Schallwelle feststellen (vgl. hierzu auch das Grundwissen über Wellen). Der Nachweis der Knoten und Bäuche der stehenden Schallwelle erfolgt durch das Mikrophon.

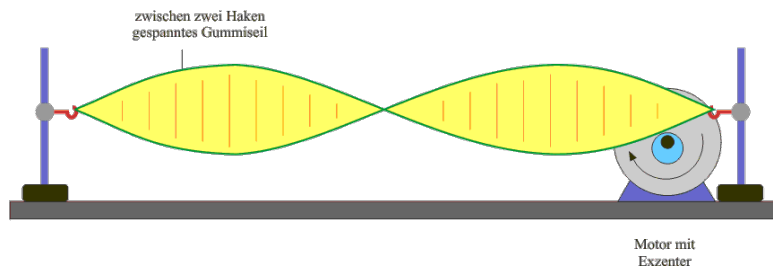


Variiert man nun die Frequenz der vom Lautsprecher ausgesandten Schallwelle, so kann man stets stehende Wellen vor der Wand beobachten, jedoch ändert sich mit der Frequenz der Abstand benachbarter Knoten.

Bei dem obigen Versuch passierte **eine** Reflexion der Schallwelle an der Metallwand. Die blau skizzierte rücklaufende Welle wird am kleinen Lautsprecher nicht nennenswert reflektiert, sie läuft zum großen Teil am Lautsprecher vorbei nach rechts. Ein deutlich anderes Ergebnis erhält man, wenn durch eine zweite Platte am Ort des Lautsprechers dafür gesorgt wird, dass auch hier deutliche Reflexionen auftreten können.



In diesem Fall kommt es nur bei ganz bestimmten Frequenzen und damit Wellenlängen der Schallwelle zur Ausbildung einer ausgeprägten stehenden Welle. Eine ähnliche Beobachtung lässt sich auch bei Querwellen z.B. bei einem Gummiseil, das auf der linken Seite fest eingespannt ist und auf der rechten Seite durch einen Excenter angeregt wird, beobachten.



Da Querwellen bildlich leichter darzustellen sind, soll am Beispiel des Gummiseiles geklärt werden, warum sich ausgeprägte stehende Wellen (die man dann auch Eigenschwingungen nennt) nur bei bestimmten Frequenzen (die man dann als Eigenfrequenzen bezeichnet) bzw. Wellenlängen der ursprünglich fortschreitenden Welle auftreten.

Aufgaben

- Erläutere, warum die Ausbildung der stehenden Welle in der Nähe der Metallwand besser ausgeprägt ist als in der Nähe des Lautsprechers.
- Erläutere, wie sich der Abstand benachbarter Knoten der stehenden Welle ändert, wenn man die Frequenz der vom Lautsprecher ausgesandten Schallwelle erhöht.