

## Versuche zur Akustik

### Einleitung

Die im folgenden beschriebenen Versuche sind je nach Frequenz mit unterschiedlichen Schallgebern und -empfängern durchzuführen.

Schallgeber :  $f < 10$  kHz - Druckkammerlautsprecher 7233  
 $f > 10$  kHz - Hochtonlautsprecher 7232

Schallempfänger :  $f < 20$  kHz - Mikrofonsonde 6220  
 $f > 20$  kHz - Ultraschallmikrofon 7225

### Zusätzlich erforderlich sind:

7221 Sinusgenerator bzw. 7218 Funktionsgenerator

Zweikanaloszilloskop  
7237.02 Metallplatte 200 x 200 mm (2 x)  
7237.01 Metallplatte 200 x 60 mm  
7237.15 Metallkreisscheibe  
7237.16 Metallplatte mit Öffnung  $\varnothing = 100$  mm  
0618 Kundt'sche Röhre  
0619 Lykopodiumpulver

### Div. Material:

1312 Gummistopfen 25 x 31 x 30 mm mit 1 Bohrung  
Tuch  
Aufbewahrungspappen von Eiern  
DIN A 3 Papier  
Magnetfüße  
Brett

### Verzeichnis der Versuche:

1. Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit
2. Reflexion
3. Beugung
4. Interferenz
5. Stehende Schallwellen
6. Kundt'sche Röhre
7. Doppler-Effekt
8. Echolot

Alle Rechte, insbesondere auch die der Übersetzung, des Nachdrucks sowie jede Art der fotomechanischen Wiedergabe, auch auszugsweise, vorbehalten.

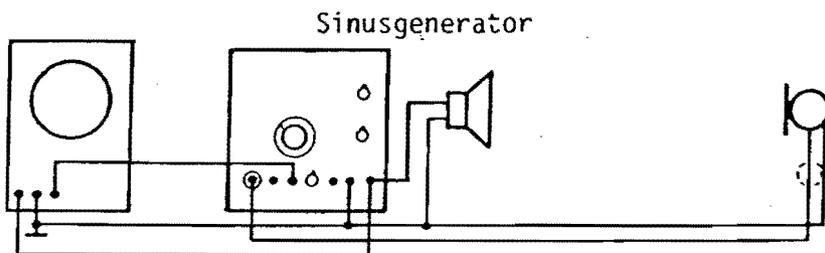
© 1994 ELWE-Lehrsysteme GmbH, Elwestraße 6, 38162 Cremlingen / Schandelah  
Tel.: (05306) 930-0 • Fax: (05306) 7425-930-210

Printed in Germany by ELWE - Lehrsysteme GmbH

9530 0004  
87 885 00  
11.94

## 1. Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit

Die Wellenlänge  $\lambda$  und die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  von Schallwellen können mit dem experimentellen Aufbau nach Abb.1 bestimmt werden.



-Abb.1

Als Schallgeber dient ein Druckkammerlautsprecher bzw. Hochtonlautsprecher, der von einem Sinusgenerator gespeist wird. Ein Mikrofon wandelt das akustische Signal in ein elektrisches um; dieses wird vom Vorverstärker des Sinusgenerators verstärkt.

Das elektrische Signal des Generators wird an den Eingang I für die Vertikalablenkung eines Oszilloskops, das verstärkte Mikrofonsignal an den Eingang II (bzw. Horizontaleingang) gelegt. Der Lautsprecher und das Mikrofon sind akustisch so voneinander zu isolieren, daß kein Schall über die Platte des Experimentiertisches das Mikrofon erreicht. Dazu ist der Lautsprecher oder das Mikrofon auf eine schalldämmende Unterlage zu stellen (Styroporplatte).

Werden nun Schallgeber und -empfänger gegeneinander verschoben, ändert sich die Phasenlage der beiden Signale zueinander. Sind Geber und Empfänger um eine Wellenlänge  $\lambda$  verschoben worden, so ändert sich die Phase um  $2\pi$ . Wird das Oszilloskop im xy-Betrieb benutzt, kann diese Phasenänderung besonders eindrucksvoll demonstriert werden.

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  ergibt sich bei bekannter Frequenz  $f$  aus der Beziehung  $c = \lambda f$ .

**H i n w e i s :** Bei Mikrofonen, die eine Vorspannung benötigen, ist der Umschalter am Eingang des Sinusgenerators in die Position  $\alpha$  zu bringen.

## 2. Reflexion

Die Reflexion von Schall kann gut mit Metallplatten vorgeführt werden. Wird die reflektierende Platte gedreht, ändert sich die Größe des Empfängersignals. Damit kann der Nachweis erbracht werden, daß die Reflexion tatsächlich an der Platte auftritt. Wird die reflektierende Platte mit einem Tuch verhängt, geht die reflektierte Intensität zurück.

Der elektrische Aufbau entspricht dem von Abb.1; ein Wechselspannungsvoltmeter kann statt des Oszilloskops verwendet werden, wenn die Frequenz kleiner als die Grenzfrequenz des Voltmeters ist.

### 3. Beugung

#### 3.1. an einer Kante

Zur Demonstration der Beugung ist Ultraschall besonders geeignet, weil er stärker gerichtet abgestrahlt wird als hörbarer Schall (Hochtonlautsprecher 7232). Ferner erweist es sich als sinnvoll, das spezialisierte Ultraschallmikrofon 7225 zu verwenden, da es nicht auf Umgebungsgeräusche mit Frequenzen kleiner 20 kHz anspricht. Es ermöglicht eine ungestörte Messung der Schallstrahlungsintensitäten.

Bei allen Beugungsversuchen ist es erforderlich, direkten Strahlengang vom Sender zum Empfänger und Reflexion an nicht zum Versuchsaufbau gehörenden Gegenständen zu vermeiden. Besonders geeignet dazu sind Aufbewahrungspappen für Eier.

Als beugende Objekte sind bei der Beugung an einer Kante Platten (Bretter) mit Kantenlängen  $a$  geeignet, die viel größer als die benutzte Wellenlänge  $\lambda$  sind.

#### 3.2. am Einfachspalt

Mit 2 Metallplatten 7237.02 kann ein Einfachspalt für Frequenzen größer 10 kHz aufgebaut werden. Je nach Wahl der Spaltbreite  $\Delta$  im Vergleich zur Wellenlänge  $\lambda$  können sowohl Beugungs- wie Interferenzerscheinungen studiert werden.

### 4. Interferenz

#### 4.1. am Doppelspalt

Nach Abb. 2 kann ein Doppelspalt mit 3 Metallplatten aufgebaut werden. Die Spaltbreite muß kleiner als die Wellenlänge sein. Bei einem Abstand Spaltmitte - Spaltmitte von 70 mm kann mit Frequenzen größer 10 kHz gearbeitet werden.

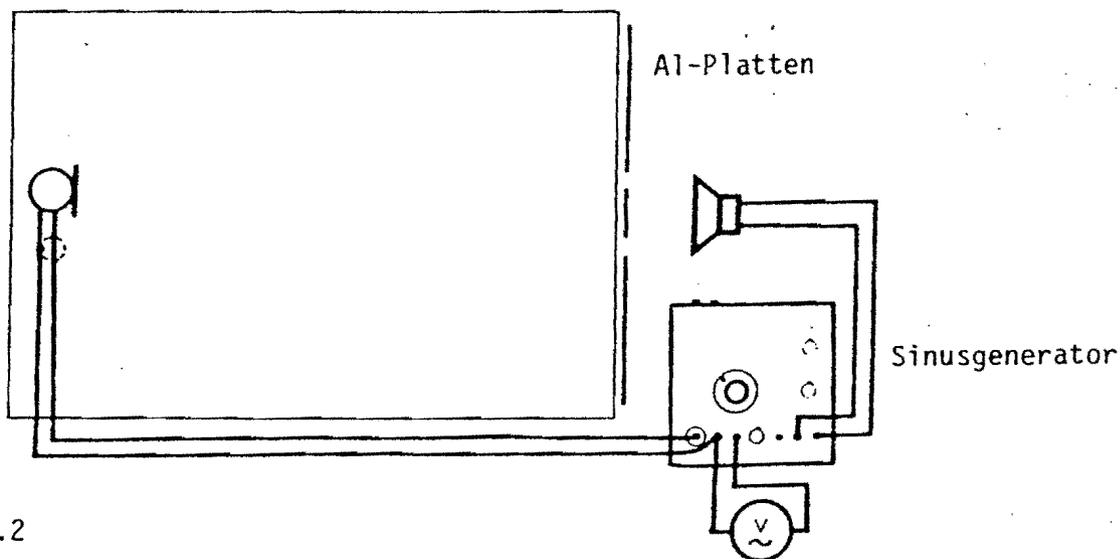


Abb. 2

## 4.2. Überlagerung zweier Schallquellen

Abb. 3 zeigt den experimentellen Aufbau für diesen Versuch. Um eine phasengleiche Abstrahlung des Schalls zu erreichen, werden die beiden Lautsprecher in Serie geschaltet.

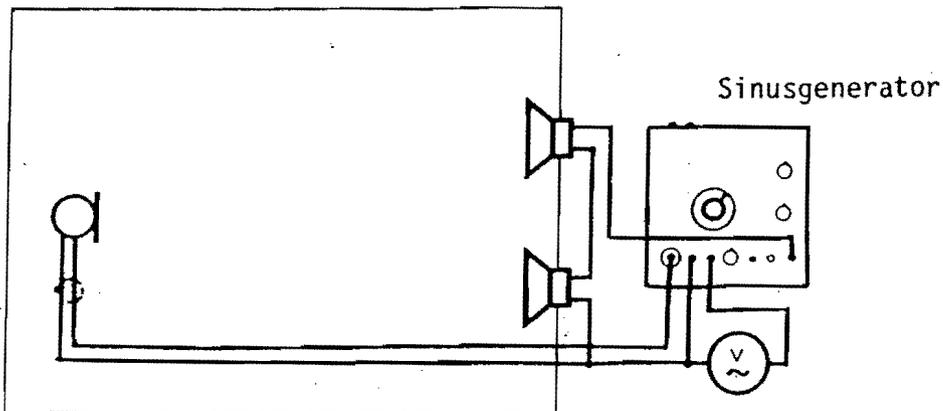


Abb.3

Zur Demonstration der konstruktiven bzw. destruktiven Interferenz wird jeweils ein Lautsprecher abgeschaltet bzw. umgepolt.

Zur Aufzeichnung der Lage der Minima und Maxima des Wellenfeldes kann der Versuch auf einem Blatt DIN A 3-Papier oder mit Magnetfüßen an einer Wandtafel durchgeführt werden.

## 5. Stehende Schallwellen

Stehende Schallwellen werden am einfachsten erzeugt, indem zwei Lautsprecher in entgegengesetzter Richtung Schall abstrahlen. Um Phasengleichheit zu erreichen, sind die Lautsprecher elektrisch in Serie zu schalten.

Durch Benutzung einer Reflektorplatte (Brett) kann der zweite Lautsprecher eingespart werden (Abb.4).

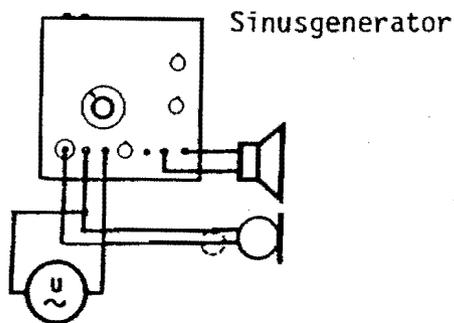


Abb.4

Der störende Einfluß von Reflexionen an Raumwänden kann durch große Entfernungen zu den Wänden verringert werden.

## 6. Stehende Wellen in der Kundt'schen Röhre

Besonders schöne stehende Wellen können in einer auf Resonanz abgestimmten Kundt'schen Röhre beobachtet werden (Abb.5).

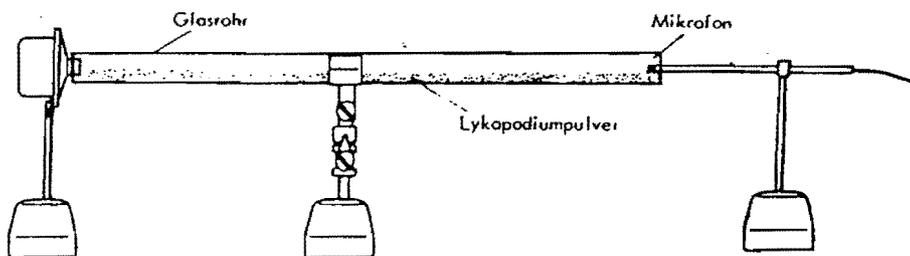


Abb.5

Auf den Boden eines ca. 50 cm langen Glasrohres wird etwas Lykodiumpulver gestreut und die Luftsäule mit dem Druckkammerlautsprecher 7233 zum Schwingen angeregt. Wenn die Generatorfrequenz auf Resonanz abgestimmt ist, kann man die Lage der Knoten und Bäuche für die Luftbewegung mit dem Auge erkennen.

Der oben beschriebene Versuch kann sowohl mit offenem wie auch mit geschlossenem Ende der Röhre durchgeführt werden.

Bei der offenen Kundt'schen Röhre kann der Resonanzfall auch mit einer vor der Öffnung aufgestellten Kerze nachgewiesen werden; damit wird gleichzeitig die Existenz des Schallstrahlungsdruckes gezeigt.

Der Verlauf der stehenden Welle im Innern des Rohres läßt sich quantitativ mit der Mikrofonsonde bestimmen. Im Falle eines geschlossenen Endes wird das Mikrofon durch einen Gummistopfen mit Bohrung eingeführt.

## 7. Dopplereffekt

Bei diesem Versuch wird die von einem ruhenden und einem bewegten Spiegel reflektierte Schallwelle überlagert (Abb.6). Wegen der Frequenzverschiebung der am bewegten Spiegel reflektierten Welle treten Schwebungen des Empfängersignals auf. Die Schwebungsfrequenz entspricht der Frequenzdifferenz.

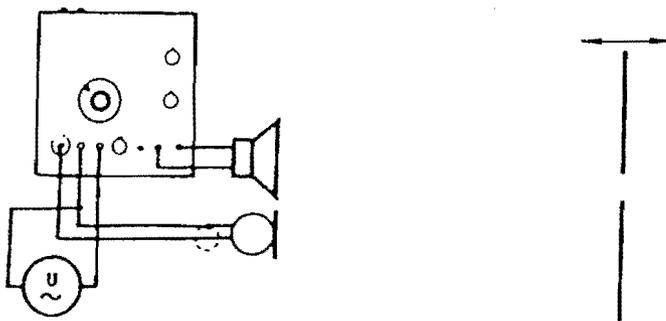
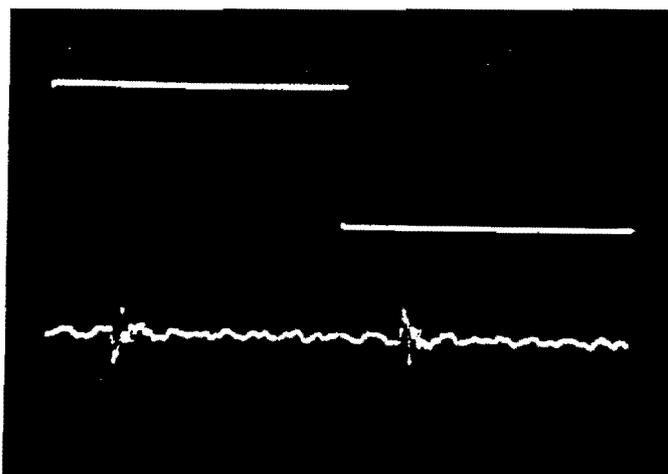


Abb.6

### 8. Entfernungsmessung mit einem Echolot

Ein Echolot läßt sich einfach mit dem Hochtonlautsprecher 7232 und einem Mikrofon aufbauen. Der Lautsprecher wird periodisch mit 100 Hz-Rechteckschwingungen zu gedämpften Schwingungen angeregt. Diese Rechteckschwingung wird zusammen mit der Mikrofonspannung den beiden Kanälen eines Oszilloskops zugeführt. Infolge der Schalllaufzeit fallen die Flanken des Rechtecksignals nicht mit den Schallimpulsen zusammen.



$$\begin{aligned}f &= 100 \text{ Hz} \\t &= 1 \text{ ms/cm} \\y_2 &= 20 \text{ mV/cm}\end{aligned}$$

Abb. 7