



Elektroakustische Schallimpulstüte

Schall entsteht durch Schwingungen einer Schallquelle (z. B. Stimmbänder, Stimmgabel, Lautsprechermembran, Maschine, Fahrzeug). Zu seiner Ausbreitung benötigt er ein Medium wie Luft oder eine andere Materie. So kann sich Schall auch in Flüssigkeiten wie Wasser, oder in festen Körpern ausbreiten. Die Schwingungen der Schallquelle (Emission) übertragen sich auf das Medium und versetzen dieses ebenfalls in Schwingungen. Der folgende Versuch nutzt eine Kerzenflamme als empfindlichen Seismographen, um die Bewegungsenergie, die in Schallwellen steckt, in ihrer Intensität sichtbar zu machen. Mit unserem Experiment kann man herausfinden, welche Geräusche / Töne so energiereich sind, dass sie sich sogar zum „Auspusten“ der Kerze eignen. Also, auf geht's zu einer energiereichen Entdeckungsreise!

MATERIAL

- 1 runder, alter Lautsprecher (Ø - mind. 7 cm)
- 2 Kabel mit Krokodklemmen (Länge - ca. 40 cm)
- 1 Bogen Papier (DIN A3)
- 1 Schere
- 1 Rolle Isolierband
- 1 Rolle Klebeband
- 1 Kerze mit Halterung
- 1 Feuerzeug
- ggf. Stifte zum Bemalen des Trichters
- 1 alter Fahrraddynamo und / oder
1 Flachbatterie (4,5 V / Typ 3R12) und / oder
1 Stereoanlage mit Lautsprecheranschlüssen

ANLEITUNG

Aus dem Bogen Papier wird eine trichterartige Spitztüte gerollt und mit Klebeband verklebt. Die Tüte sollte so gefaltet sein, dass sie an der Spitze ein kleines Loch hat. Die breite Öffnung der Tüte (Tütenrand) sollte im Durchmesser der Vorderseite des Lautsprechers angepasst sein und kann dann luftdicht mit dem Rand des Lautsprechers verklebt werden. Der Lautsprecher wird mit seinen zwei Anschlüssen jeweils an ein Krokodklemmenkabel angeklemt.

Die brennende Kerze steht am besten fest auf einem Tisch. Gegen störende Zugluft schließt man optimaler Weise alle Fenster und Türen. Die zwei freien Krokodklemmenanschlüsse werden mit dem Anschluss des Dynamos und seiner Montierhalterung (sog. Masse) verbunden. Während eine Person mit der Tütenspitze auf die Kerzenflamme zielt, dreht eine andere mit der Hand so schnell, wie sie kann, am Rädchen des Fahrraddynamos.

Anstelle des Dynamos kann auch eine Flachbatterie verwendet werden, wobei hier der Stromkreis mit dem Lautsprecher im Wechsel verbunden und unterbrochen wird. Dafür bleibt eines der beiden Krokodklemmenkabel mit der Flachbatterie verbunden, während man mit dem anderen Kabelende die Flachbatterie am freien Polzugang kurz berührt und dann wieder löst. Die dritte Möglichkeit ist, den Lautsprecher an den Ausgang einer Stereoanlage anzuschließen und mit der Lautstärke- und Klangregelung zu experimentieren.

BEOBSACHTUNG

a) Versuch mit dem Fahrraddynamo

Ein tiefes Brummen ist zu hören. Die Kerzenflamme zittert hin und her, mal schneller, mal langsamer. Die Art der Flammenbewegung ist abhängig von der Schnelligkeit und Gleichmäßigkeit der Drehungen am Dynamo. Der Abstand zwischen Tütenöffnung und Kerzenflamme hat ebenfalls Einfluss auf das Ansprechen der Kerzenflamme.

b) Versuch mit der Flachbatterie

Beim Anschließen ist ein Knackgeräusch zu hören und die Kerzenflamme weht ruckartig zur Seite. Zielt man präzise genug auf eine bestimmte Stelle am brennenden Docht, erlischt die Flamme mit einem „Knacks“.

c) Versuch mit der Stereoanlage

Die Kerzenflamme bewegt sich im Rhythmus der Musik oder Sprache. Auf Bässe reagiert die Flamme stärker als auf hohe Töne.

ERKLÄRUNG

Ein Lautsprecher ist dafür konstruiert, die ihm zugeführte elektrische Energie in kinetische Energie (Bewegungsenergie) umzuwandeln. Elektrische Energie steht uns in den drei Versuchen in Gestalt elektrischer Signale zur Verfügung. Diese haben die Eigenschaft, viele Male in der Sekunde die Stärke, mit der die Elektronen in elektrischen Leitern fließen, und ihre Flussrichtung zu ändern.

Elektrische Signale dieser Art stellt eine Stereoanlage an ihren Ausgangsbuchsen, d.h. die Verbindungsstellen zu den Lautsprechern, zur Verfügung.

Auch der elektrische Strom des Fahrraddynamos wechselt ständig seine Polarität, während man am Rädchen dreht. Dabei wird ein Wechselstrom erzeugt.

Ebenso erzeugt das Ein- und Ausschalten der Batterie ein sich änderndes elektrisches Signal.

Um nun alle diese elektrischen Signale in Bewegungen umzuwandeln, wird in diesem Fall eine sogenannte Membran im Rhythmus nach vorne oder hinten bewegt. Diese Bewegungen gelingen im Lautsprecher dadurch, dass man als Antrieb für die Membran eine Spule benutzt, die sich in einem von einem Permanentmagneten erzeugten Magnetfeld befindet. Diese Spule ist beweglich und mit vielen, feinen Kupferdrahtwindungen ausgestattet. Sie ist mechanisch mit einem Ende zentral an der federnd aufgehängten Membran verbunden und liegt im Einflussbereich des immer gleich bleibenden (statischen) Kraftfelds, das der fest montierte Perma-

nentmagnet liefert. Wird die Spule nun von elektrischem Strom durchflossen, induziert sie um sich herum ebenfalls ein magnetisches Feld, das sich aber abhängig vom elektrischen Signal ständig ändert. Das statische Kraftfeld des Permanentmagneten und das wechselhafte Kraftfeld um die Spule herum wirken aufgrund der räumlichen Nähe nun mehr oder weniger an- oder abstoßend aufeinander. Darauf reagieren die Spule und somit auch die Membran. Sie werden zu einer Hin- und Herbewegung gezwungen.

Direkt vor der Membran verursachen diese Bewegungen entsprechend schnelle, viele und unterschiedlich starke Luftdruckänderungen (Schallwellen), die sich im Raum ausbreiten und mit zunehmender Entfernung allmählich immer schwächer werden. Durch die Trichterform der Spitztüte, die wir vor den Lautsprecher geklebt haben, wird die Abschwächung aber verringert. Die Schallwellen werden in der Spitztüte gebündelt und sogar etwas verstärkt. Das kleine Austrittsloch sorgt zudem für einen hohen gezielten Schalldruck, der auf die Flamme einwirken kann.

Bei der Übertragung tiefer Töne lenkt die Lautsprechermembran zwar wenige Male, aber dafür stärker aus ihrer Ruhelage (verursacht hohe Luftdruckunterschiede) aus. Bei der Übertragung hoher Töne, schwingt die Membran zwar öfter, aber dafür weniger weit hin und her (verursacht geringe Luftdruckunterschiede).