

FACHDIDAKTIK PHYSIK	EXPERIMENTELLES SEMINAR FÜR LA GYM1	WS 2006/07
THEMA: SCHALLGESCHWINDIGKEIT		DATUM DES VERSUCHSTAGS: 2006-12-11
		NAME: SCHIENLE JOCHEN, MANNICHL MICHAEL

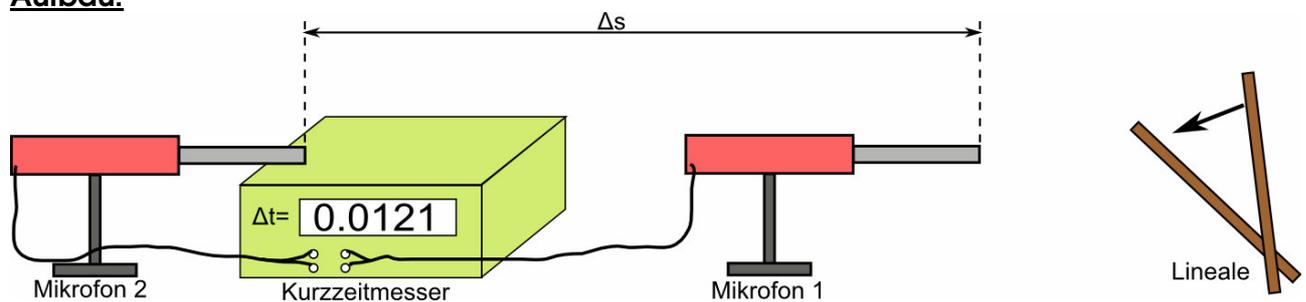
Didaktische/methodische Funktion, Ziele des Versuchs:

Dieser Versuch ist eine „ganz andere“ Möglichkeit, die erlernten Zusammenhänge von Geschwindigkeit, Strecke und Zeit anzuwenden. Die Ausbreitung des Schalls mit endlicher Geschwindigkeit wird quantitativ untersucht. Die Schüler können dadurch die Schallgeschwindigkeit „erfahren“ und größenordnungsmäßig einordnen.

Materialien:

- Conatex Kurzzeitmesser mit großem Display, Auflösung 0,1ms
- 2 Mikrofone Leybold 58626
- Zwei große Lineale oder Holzleisten
- Maßband oder Meterstab

Aufbau:



Die Mikrofone werden an die Start- und Stopp-Eingänge des Kurzzeitmessers angeschlossen.

Durchführung:

Der Abstand Δs der Mikrofonspitzen wird gemessen. Die Mikrofone werden eingeschaltet, der Kurzzeitmesser wird „scharf gemacht“. Ein Schüler schlägt die beiden Lineale aufeinander. Die am Display angezeigte Zeit ist die Zeit die der Schall braucht, um sich von Mikrofon 1 zu Mikrofon 2 auszubreiten.

Tipps und Tricks:

Die Mikrofone schalten sich manchmal wieder aus, und müssen evtl. vor jeder Wiederholung wieder eingeschaltet werden. Während der Durchführung sollten Störgeräusche natürlich vermieden werden. Auch Trittschall kann durch Übertragung im Tisch eine Messung auslösen bzw. stören, also insbesondere nicht gegen den Tisch schlagen.

Beobachtung:

Der Schall braucht eine endliche Zeit, um vom einen bis zum anderen Mikrofon zu gelangen. Diese ist zwar sehr kurz (praktisch nicht merklich), aber nicht Null.

Ergebnisdarstellung:

Aus dem Abstand Δs der beiden Mikrofone und der Zeit Δt , die der Schall von einem zum anderen Mikrofon benötigt, lässt sich die Schallgeschwindigkeit berechnen:

$$\text{Geschwindigkeit: } v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Es können auch für verschiedene Abstände zwischen den Mikrofonen die Zeiten aufgenommen werden, um z.B. ein s-t-Diagramm aufzuzeichnen.

Erklärung:

Schall ist eine „Druckwelle“, die sich in der Luft ausbreitet, *ähnlich* (Vorsicht!) einer Wasserwelle. Er breitet sich zwar schnell aus, aber z.B. bei weitem nicht so schnell wie das Licht.



Alltagsbezüge, techn. Anwendungen:

Blitz und Donner sind zeitversetzt wahrnehmbar. Je weiter man vom Gewitter entfernt ist, desto länger dauert es zwischen Blitz und Donner (ca. 3s pro Kilometer Abstand zum Gewitter). Überschallflugzeuge überholen ihre eigene Schallwelle (mehr dazu s.u.).



Militärjet Kurz nach dem Durchbrechen der Schallmauer

Alternative Durchführung:

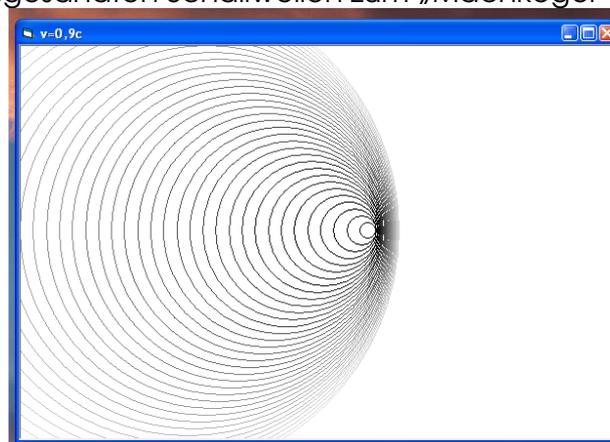
Man kann einen analogen Versuch unter Beteiligung aller Schüler im Freien durchführen: Der nötige Knall wird von einem Schüler mit einer Startklappe (Sport) verursacht. Die restlichen Schüler stehen in mehreren Gruppen (je nach verfügbarem Raum) 50-300m von der Startklappe entfernt und messen (jeder mit einer eigenen Stoppuhr) die Zeit zwischen dem Gesehenen und dem Gehörten Zusammenschlagen der Klappe. Nach mehreren Durchgängen und Mitteln über alle Zeiten erhält man auch eine relativ gute Näherung für die Schallgeschwindigkeit.

Noch eine andere Variante ist es, als erstes alle Stoppuhren gemeinsam möglichst gleichzeitig zu starten, dann die Schüler in verschiedenen Abständen zur Klappe aufzustellen und stoppen zu lassen, wenn sie den Knall hören. Aus den Differenzen der angezeigten Zeiten und den Abständen zwischen den Schülern lässt sich wiederum die Schallgeschwindigkeit berechnen, oder auch ein s-t-Diagramm aufzeichnen.

Hintergrundinformation:

Der Mensch hört (laut Literatur) Schall mit Frequenzen zwischen ca. 16Hz und 20KHz. Bei den meisten Menschen ist die Empfindlichkeit jedoch deutlicher eingeschränkt (ca. 20Hz bis höchstens 12KHz). Ein „Hörtest“ lässt sich leicht mit einem Sinusgenerator und einem gewöhnlichen Lautsprecher durchführen.

Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt $331\text{m/s} = 1191\text{km/h}$. Beim Überschallflug durchbricht das Flugzeug die vor ihm aufgestaute Druckwelle des von ihm ausgesandten Schalls, welche man als „Schallmauer“ bezeichnet. Bei Annäherung an die Schallgeschwindigkeit wird die Amplitude dieser Druckwelle sehr groß, sie ist dann am Boden als „Überschallknall“ deutlich zu hören/spüren. Bei noch größerer Geschwindigkeit überlagern sich die ausgesandten Schallwellen zum „Machkegel“.



Screenshot eines Programms, das die Schallmauer vor einer Bewegten Schallquelle grafisch darstellt.
(Download möglich unter <http://uni.IdeaOverflow.de>)