

Mechanik

Akustik

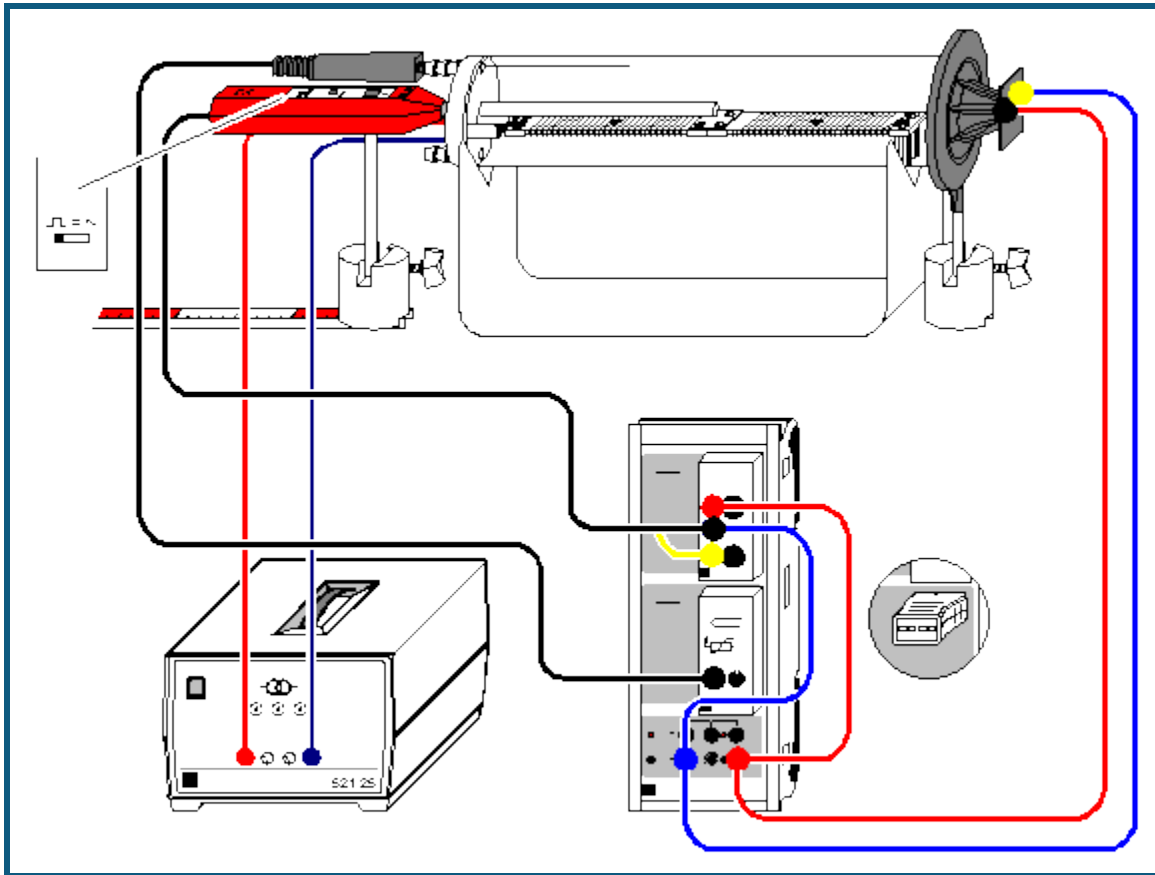
Wellenlänge und Schallgeschwindigkeit

Bestimmung der
Schallgeschwindigkeit in
Luft in Abhängigkeit von der
Temperatur

Beschreibung aus CASSY Lab 2

Zum Laden von Beispielen und
Einstellungen bitte die CASSY Lab 2-Hilfe
verwenden.

Schallgeschwindigkeit in Luft



Versuchsbeschreibung

Im Versuch wird die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Schallimpulses bestimmt, und damit – da Gruppen- und Phasengeschwindigkeit übereinstimmen – die Schallgeschwindigkeit. Der Schallimpuls wird erzeugt, indem eine steile Spannungsflanke die Membran eines Lautsprechers ruckartig bewegt; diese Bewegung bewirkt die Druckschwankung in der Luft. Im einem Abstand zum Lautsprecher wird der Schallimpuls mit einem Mikrofon registriert.

Zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit c wird die Zeit t zwischen der Impulserzeugung am Lautsprecher und der Registrierung am Mikrofon gemessen. Da der genaue Startort des Schallimpulses am Lautsprecher nicht direkt bestimmt werden kann, werden zwei Messungen durchgeführt, wobei sich das Mikrofon einmal am Ort s_1 und einmal bei s_2 befindet. Die Schallgeschwindigkeit ergibt sich aus der Wegdifferenz $\Delta s = s_1 - s_2$ und der zugehörigen Laufzeitdifferenz $\Delta t = t_1 - t_2$ zu $c = \Delta s / \Delta t$.

In dem Gerät zur Schallgeschwindigkeit kann mit Hilfe eines Heizkörpers die Lufttemperatur erhöht werden, gleichzeitig sind störende Umgebungseinflüsse wie Temperaturunterschiede sowie Luftkonvektionen minimiert. In diesem System bleibt der Druck p konstant (tatsächlicher Umgebungsluftdruck). Mit steigender Temperatur T sinkt die Dichte ρ , die Schallgeschwindigkeit c nimmt zu.

Benötigte Geräte

1	Sensor-CASSY	524 010 oder 524 013
1	CASSY Lab 2	524 220
1	Timer-Box	524 034
1	Temperatur-Box	524 045
1	Temperaturfühler NiCr-Ni oder	666 193
1	NiCr-Ni-Adapter S	524 0673
1	Temperaturfühler NiCr-Ni, Type K	529 676
1	Gerät zur Schallgeschwindigkeit	413 60
1	Ständer für Rohre und Spulen	516 249

1	Hochtonlautsprecher	587 07
1	Universalmikrofon	586 26
1	Transformator 12 V, 3,5 A, z. B.	521 25
1	Maßstabschiene, 0,5 m	460 97
2	Sockel	300 11
1	Paar Kabel, 25 cm, rot und blau	501 44
2	Paar Kabel, 100 cm, rot und blau	501 46
1	PC mit Windows XP/Vista/7/8	

Versuchsaufbau (siehe Skizze)

- Heizkörper des Gerätes zur Schallgeschwindigkeit im Kunststoffrohr auf die Steckerstifte im Deckel aufstecken.
- Kunststoffrohr auf den Ständer für Rohre und Spulen legen und den Lautsprecher so heranschieben, dass das Kunststoffrohr möglichst dicht abgeschlossen ist.
- Universalmikrofon etwa 1 cm weit in die mittlere Bohrung des Deckels schieben und so ausrichten, dass es sich beim Verschieben parallel zum Kunststoffrohr bewegt. Funktionsschalter des Universalmikrofons auf Betriebsart "Trigger" stellen und Einschalten nicht vergessen.
- Maßstabschiene direkt unter den Sockel legen.
- Timer-Box auf Eingang A und Temperatur-Box auf Eingang B des Sensor-CASSYs stecken und Schaltung gemäß Skizze herstellen; Spannungsquelle S auf maximale Ausgangsspannung stellen.

Sicherheitshinweise



Das Kunststoffrohr des Geräts zur Schallgeschwindigkeit kann thermisch zerstört werden.

- nicht über eine Temperatur von 80 °C hinaus heizen
- maximal zulässige Spannung von 25 V (ca. 5 A) für den Heizdraht nicht überschreiten.

Versuchsdurchführung


a) Messung bei Raumtemperatur

■ Einstellungen laden

- Mehrere Einzelmessungen mit  abspeichern
- Universalmikrofon ganz in das Kunststoffrohr hineinschieben und Verschiebeweg Δs auf der Maßstabschiene ablesen.
- Mehrere Einzelmessungen mit  abspeichern
- Schallgeschwindigkeit aus $c = \Delta s / \Delta t$ ermitteln (Mittelwerte der Laufzeiten im Diagramm durch [Mittelwert einzeichnen](#) bestimmen).

b) Messung in Abhängigkeit von der Temperatur

■ Einstellungen laden

- Universalmikrofon wieder herausziehen
- Bei Raumtemperatur erneut die Laufzeit Δt_{A1} bestimmen und mit der bereits ermittelten Schallgeschwindigkeit c den Abstand $s = c \cdot \Delta t_{A1}$ zwischen Mikrofon und Lautsprecher berechnen und in Tabelle eintragen (erste Tabellenzelle der s-Spalte anklicken).
- Heizdraht über Buchsen im Deckel des Gerätes zur Schallgeschwindigkeit an Spannungsversorgung (12 V / ca. 3,5 A) anschließen.
- Bei steigender Temperatur die aktuellen Laufzeiten mit  abspeichern (z. B. alle 5 °C).

Auswertung

Nachdem die Schallgeschwindigkeit bei Raumtemperatur in a) und damit der Abstand s zwischen Mikrofon und Lautsprecher in b) bereits ermittelt wurden, berechnet die Software zu jeder Laufzeit Δt_{A1} gleichzeitig die passende Schallgeschwindigkeit c . In der Darstellung **Temperatur** werden bereits während der Messung die Schallgeschwindigkeiten gegen die Temperatur dargestellt. Mit einer [Geradenanpassung](#) lässt sich die Literaturangabe

$$c = (331,3 + 0,6 \cdot \vartheta / ^\circ\text{C}) \text{ m/s}$$

bestätigen.