

Messung der Schallgeschwindigkeit

- Laufzeitmessung mit Ausnutzung der Reflexion von Schall -

Versuchsziel

- Messung der Schallgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz zwischen empfangenen Startsignals und nach Reflexion empfangenem Signal.

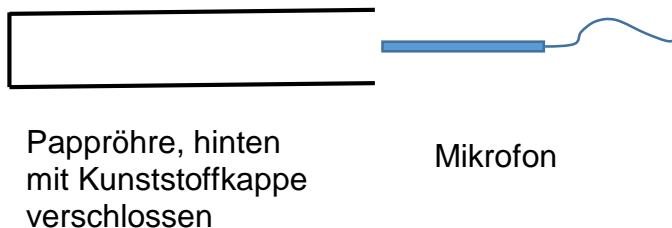
Rechnerinfo

Sensoren: Mikrofon

Messmodi: zeitbasiert

weiteres: Triggerung

Physik- und Messinfo:



Papprohre, hinten
mit Kunststoffkappe
verschlossen

Mikrofon

Man platziert das Mikrofon unmittelbar am Eingang einer mit einer Kunststoffkappe verschlossenen Papprohre. Im Experiment hier ist sie 1 m lang.

Direkt vor der Papprohre wird mit einem „Knackfrosch“ ein kurzes Knacken erzeugt (notfalls Fingerschnippen oder Zungenschnalzen). Das Mikrofon registriert das Knacken und auch die Reflexion des Knackens am Rohrabschluss. Aus der Zeitdifferenz Δt zwischen den beiden Signalen ergibt sich die Schallgeschwindigkeit gemäß:

$$c = 2m/\Delta t$$

Messung:

Mikrofonsignal zunächst auf Null setzen, wenn angezeigter Wert von Null verschieden ist:
menu

- 1: Experiment
- 9: Sensoren einrichten
- 3: Null

Messung einrichten:

menu

- 1: Experiment
- 8: Erfassung einrichten – z. B. 5000 Stichproben/s, 0.03 s Messzeit

Damit die Messung auch erst startet, wenn das Startsignal kommt, muss ein „Trigger“ gesetzt werden.

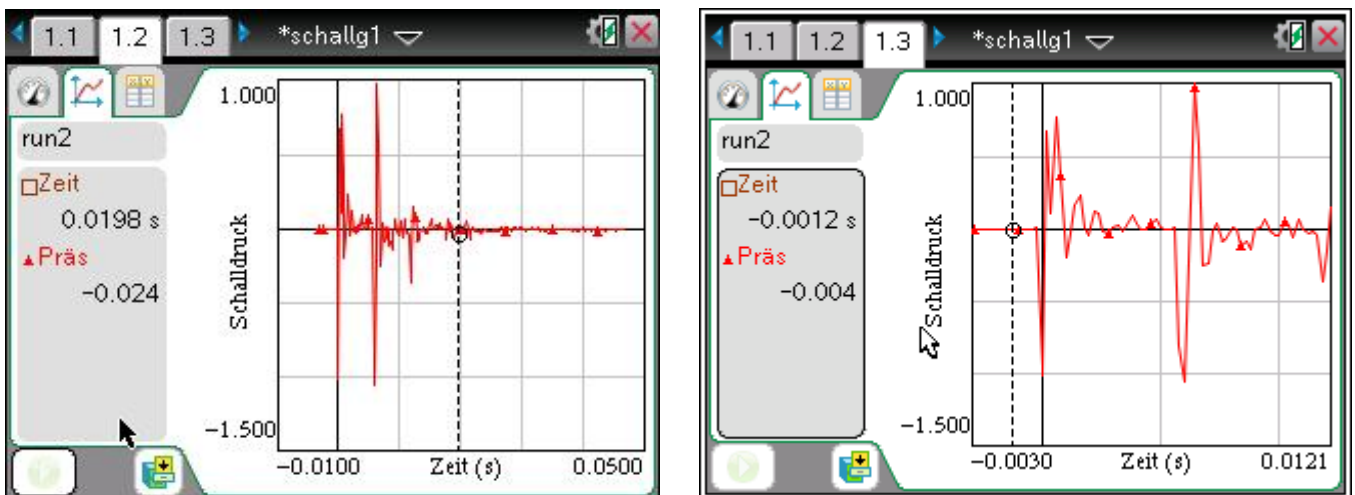
Trigger setzen und einstellen (siehe auch: Messungen mit dem TI-nspire - Kurzbeschreibung)

menu

- 1: Experiment
- A: erweiterte Einrichtung
- 2: Triggern
- 1: Einrichten
- Zunahme über Schwellenwert
- Schwellenwert eingeben – z. B. 0.01
- Prozentsatz von Punkten vor Auslöseereignis eingeben – speichert diese Punkte mit ab, sodass man in jedem Fall den Beginn des Signals mit misst – z. B 5 eingeben.

Nun startet man die Messung durch Anklicken des grünen Pfeils – der Rechner wartet dann auf das „Auslöseereignis“ (Knacken) und startet die Messung, wenn er das Ereignis in Form einer Überschreitung der Triggerschwelle registriert hat.

Messbeispiel



Vergrößert (3: graph, 8: vergrößern)

Bei der abgebildeten Messung beträgt der Abstand zwischen dem 1. Maximum des Startsignals und dem Maximum des reflektierten Signals 0.058 s, also:

$$C = 344,8 \text{ m/s}$$

Die Schallgeschwindigkeit ist temperaturabhängig, da sie von der Dichte der Luft abhängt und diese bei konstantem Luftdruck von der Temperatur abhängt. Es gilt:

$$c = c_0 \sqrt{1 + \alpha T}$$

wobei $c_0 = 331.3 \text{ m/s}$ die Schallgeschwindigkeit bei $0 \text{ }^\circ\text{C}$ und Normaldruck ist und

$$\alpha = 1/273.2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Für 20 °C (geschätzte Raumtemperatur, nicht nachgemessen...) ergibt sich damit eine Schallgeschwindigkeit von 343.2 m/s – der Messwert stimmt hiermit ganz gut überein.

Die Idee für das Experiment stammt aus [1].