

Messung der Schallgeschwindigkeit mit 2 Mikrofonen

Versuchsziel

- Messung der Schallgeschwindigkeit aus der Zeitdifferenz zwischen den empfangenen Signalen zweier im Abstand von 1 m aufgestellten Mikrofonen

Rechnerinfo

- Sensoren:** 2 Mikrofone
- Messmodi:** zeitbasiert
- weiteres:** Triggerung

Physik- und Messinfo:



Zwei Mikrofone werden im Abstand von einem Meter platziert. In der Nähe des 1. Mikrofons wird mit einem „Knackfrosch“ ein kurzes Knacken erzeugt. Aus der Zeitdifferenz Δt zwischen dem registrierten Knacken an den beiden Mikrofonen ergibt sich die Schallgeschwindigkeit gemäß:

$$c = 1\text{m}/\Delta t$$

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)

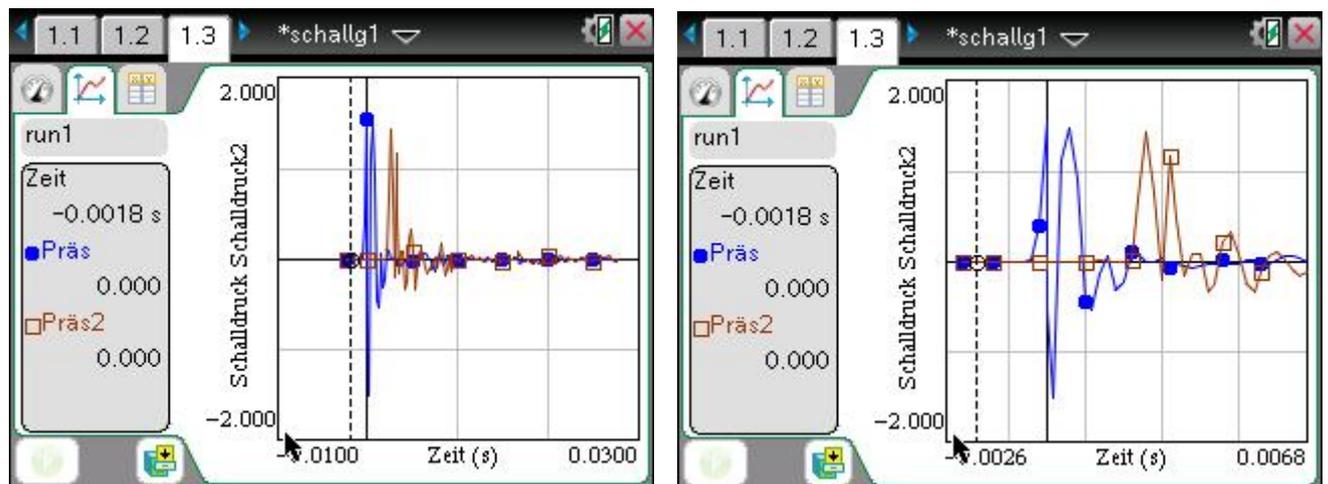
menu

- 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 (häufig unwichtig). Hier 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 Signals an Mikrofon 1 (blau) und dem 1. Maximum des Signals an Mikrofon 2 (rot) 0.028 s, also:

$$C = 357,1 \text{ m/s}$$

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 °C und Normaldruck ist und $\alpha = 1/273.2 \text{ °C}$.

Für 20 °C (geschätzte Raumtemperatur, nicht nachgemessen...) ergibt sich damit eine Schallgeschwindigkeit von 343.2 m/s – der Messwert stimmt hier nicht so ganz gut überein – aber man kann ja mehrere Messungen machen und den Mittelwert nehmen...

Hinweis:

Diese Experiment lässt sich auch mit zwei Computer-Mikrofonen am PC und entsprechender Software (z. B. Goldwave – www.goldwave.com) durchführen. Dazu benötigt man aber

den Line-In-Eingang des PC (haben Laptops zumeist nicht mehr) und man benötigt auch eine „Weiche“, um die beiden Mikros auf einen Klinkestecker für den Line-In-Eingang zu legen. Zusätzlich wird eine Hilfsspannung (Batterie oder aus dem USB-Port des PC) zum Betrieb der PC-Mikrofone benötigt. Man muss also etwas löten....hat man das gemacht, geht die Messung mit dem PC schneller und genauer als mit dem n-spire.