
Experimente mit einfachen Mitteln

Silvana Fischer
AG Fachdidaktik der Physik



Foto: Friedrich Eberhardt



Foto: Friedrich Eberhardt

Einordnung

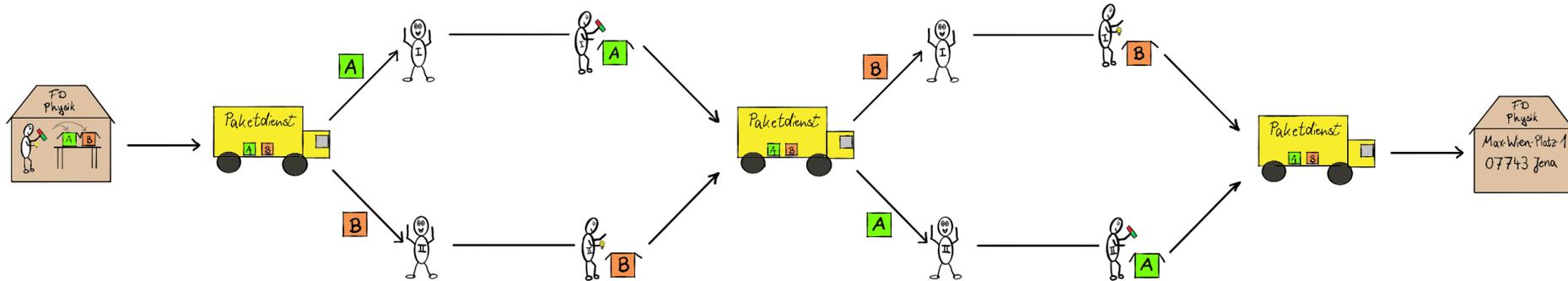
Modul Fachdidaktik der Physik I

→ Perspektivwechsel Studierende → Lehrende
(Betreuung im Schülerlabor)

- 3. Semester Lehramt
 - Vorlesung
 - Physikalische Schulexperimente Teil 1 (KISt. 7 bis 10)
- 4. Semester Lehramt
 - Seminar
 - **Physikalische Schulexperimente Teil 2 (KISt. 11 und 12)**



Heimpraktikum



- Elektrisches Feld
- Magnetisches Feld
- Wechselstrom
- EM Schwingungen und Wellen
- Quantenphysik



- Mechanische Schwingungen und Wellen
- Optik
- Thermodynamik

Versuchsmaterial Mechanik



: Glasflasche, Weinglas, Headset, Smartphone (Stoppuhr, Kamera, Phyphox), Software Soundcard Scope

Versuchsinhalte Mechanik

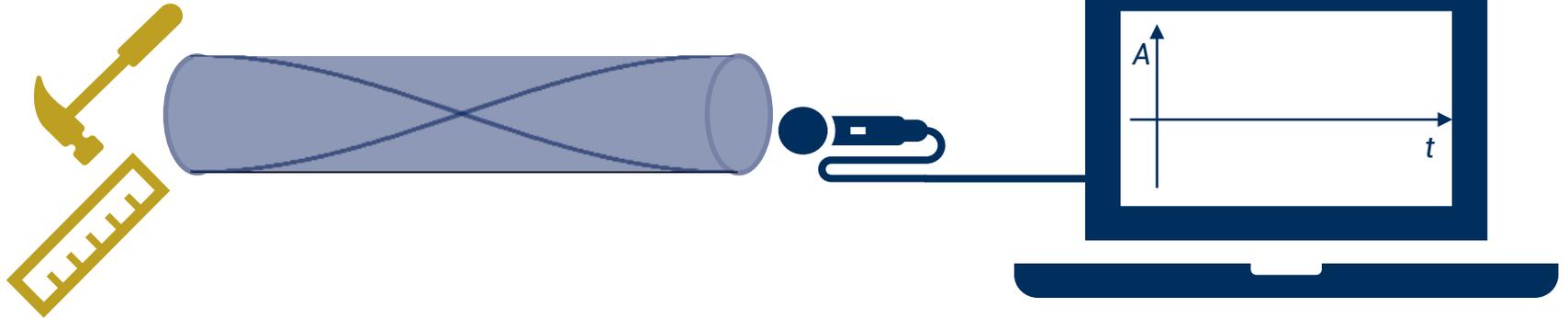
- Federpendel
 - Reihe/Parallel
 - $T(m)$
- Fadenpendel
 - Resonanzkurve
 - g -Bestimmung
- Akustik
 - Monochord
 - Schallereignisse
 - Schwebung
- Stehende Wellen
 - Hohlraumresonator
 - Kundt'sches Rohr
 - offene/gedackte Pfeifen
- Schallgeschwindigkeit
 - Luft
 - Metall



Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft

- PC mit Soundcard Scope
- externes Mikrofon z.B. Headset
- Kunststoffrohr
- Hämmerchen / Stift
- Maßband

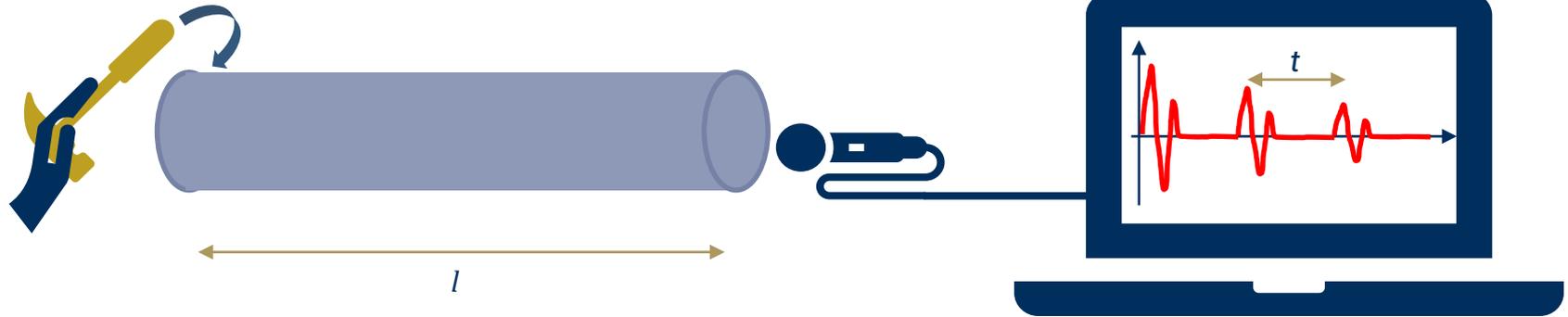
gleichförmig geradlinige Bewegung
Reflexion von Schallwellen



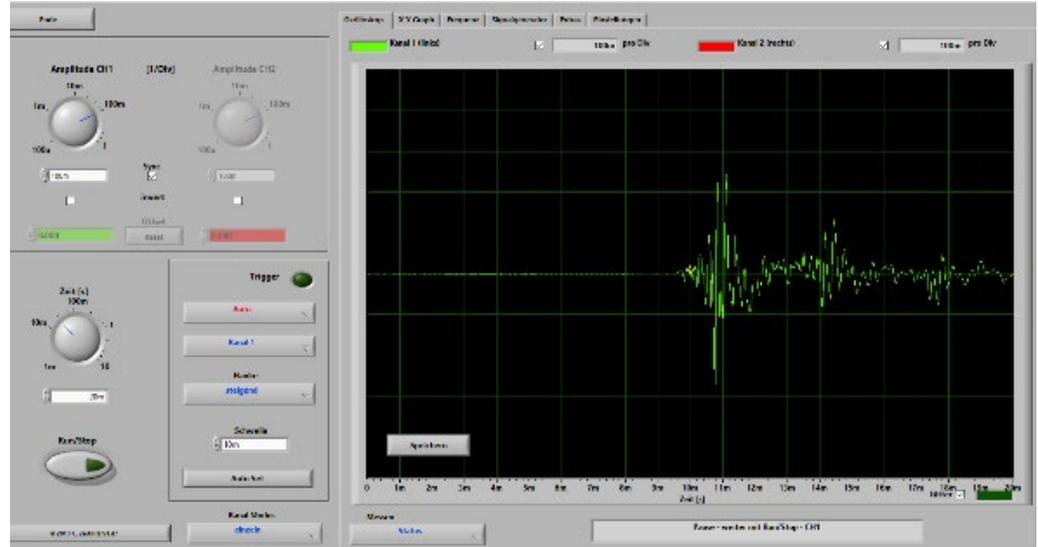
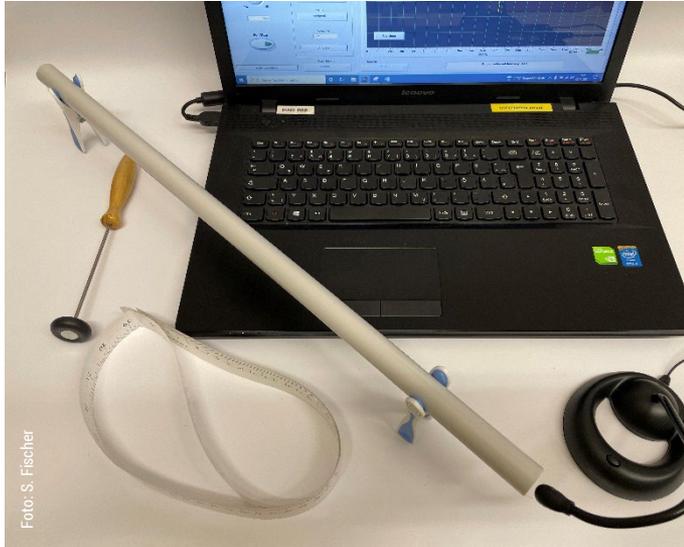
Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft

- Oszillogramm: zeitabhängig akustische Signale
- einmal Kunststoffrohr leicht(!) antippen
- wiederkehrende Signale → Echos
- Zeit t zwischen benachbarten Echos mit Cursor ausmessen
- Rohrlänge l mit Lineal ermitteln

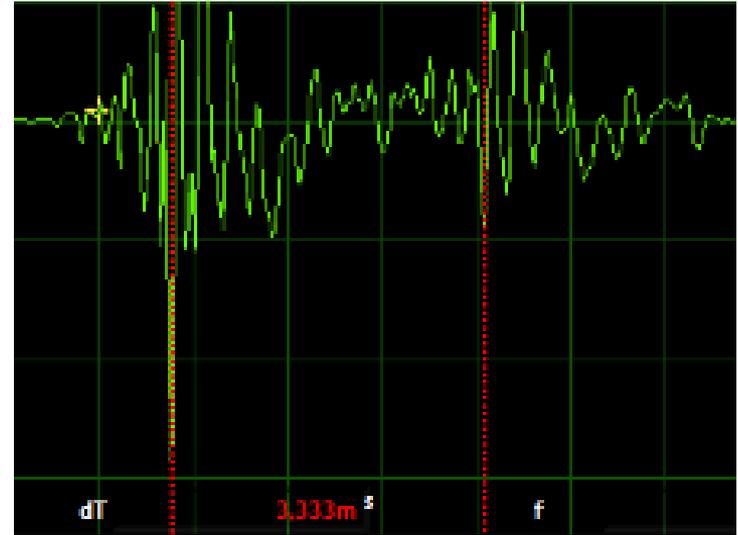
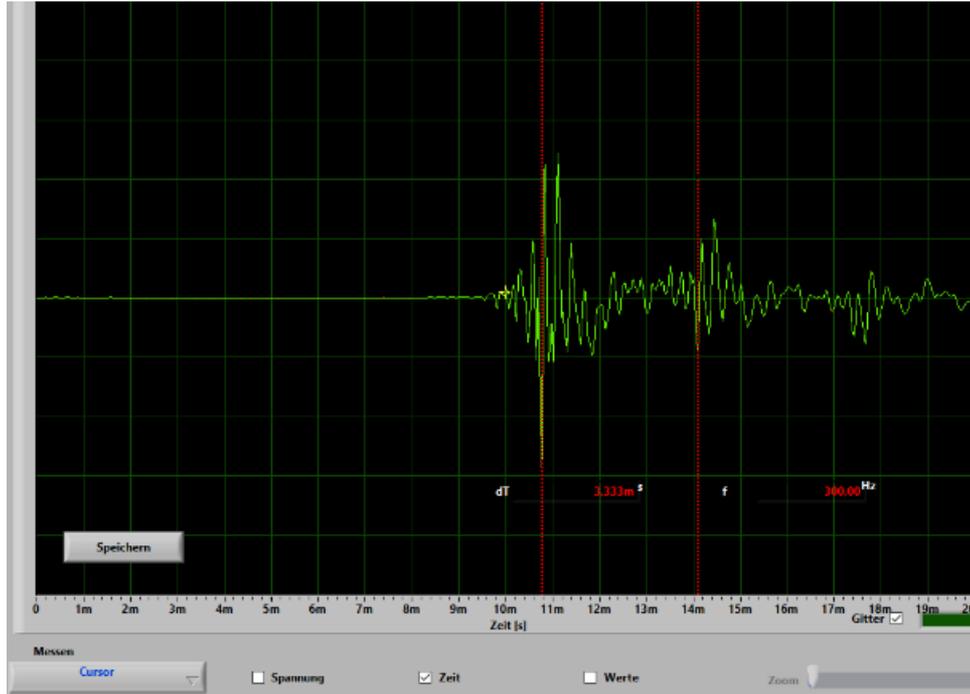
$$v_{\text{schall}} = \frac{2 \cdot l}{t}$$



Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft



Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Luft

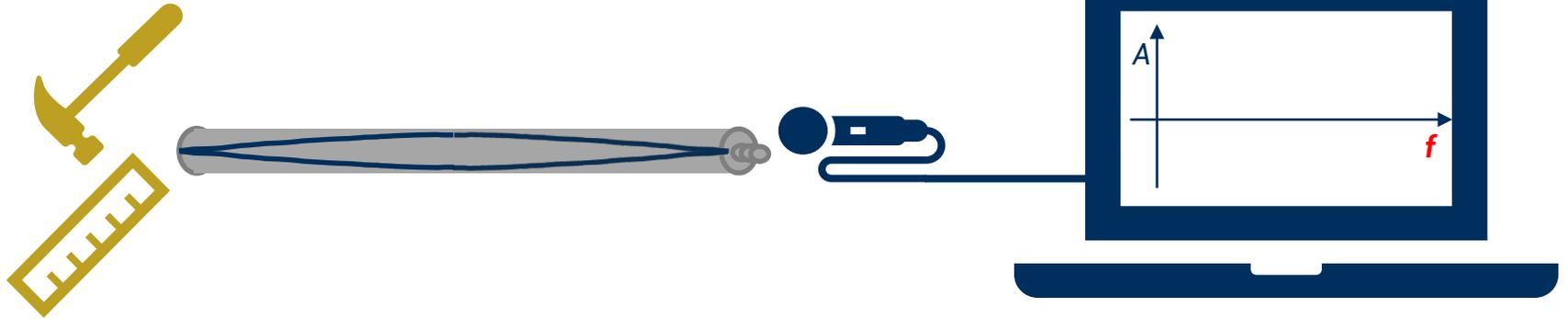


$$v_{\text{schall}} = \frac{2 \cdot l}{t} = \frac{2 \cdot 0,56 \text{ m}}{3,333 \text{ ms}} = \frac{1,12 \text{ m}}{0,003333 \text{ s}} = 337 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Metall

- PC mit Soundcard Scope
- externes Mikrofon z.B. Headset
- Stativstab in Klammern gehalten
- Hämmerchen
- Maßband

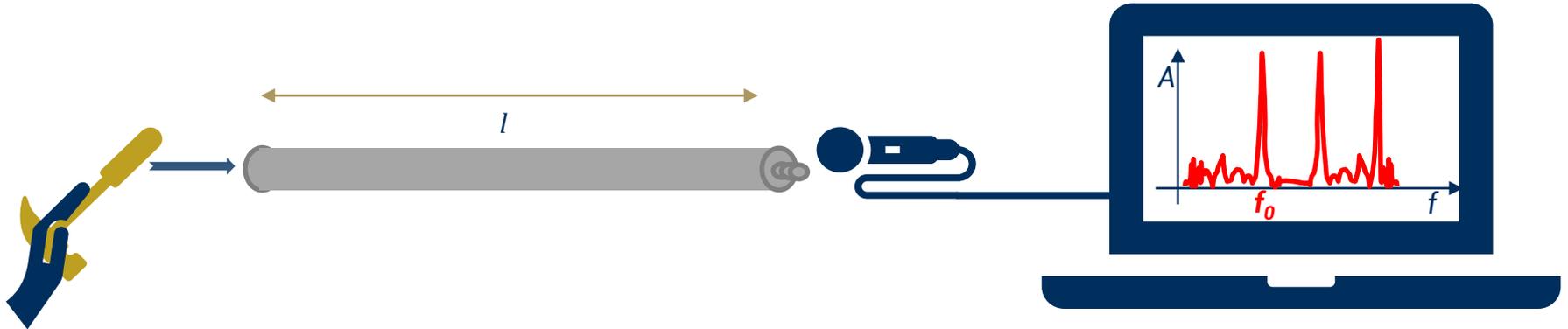
Ausbreitungsgeschwindigkeit
Wellenlänge / Frequenz
höhere Harmonische



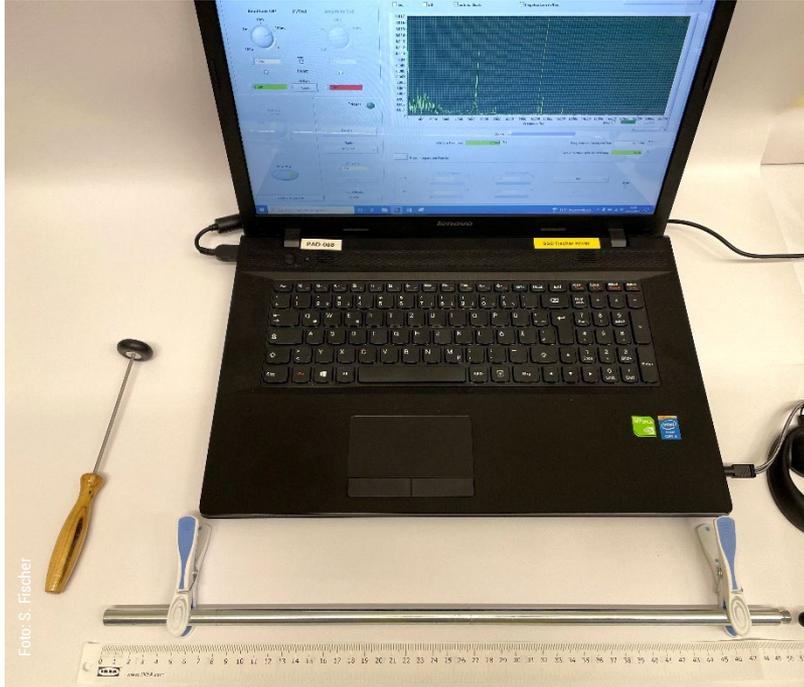
Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Metall

- Frequenzmessung
- Stirnseite der Stange mit Holzgriff anschlagen
- im Frequenzspektrum mehrere Peaks (äquidistant?)
- Frequenz der Grundschiwingung f_0 mithilfe Cursor ablesen
- Stablänge l mit Lineal ermitteln \rightarrow halbe Wellenlänge

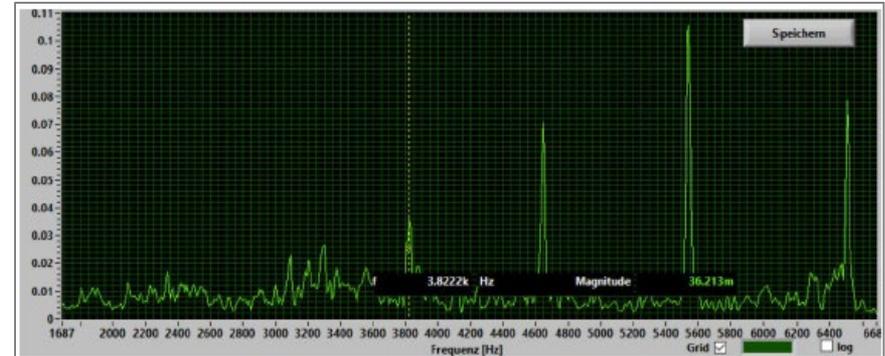
$$v_{\text{schall}} = \lambda \cdot f$$



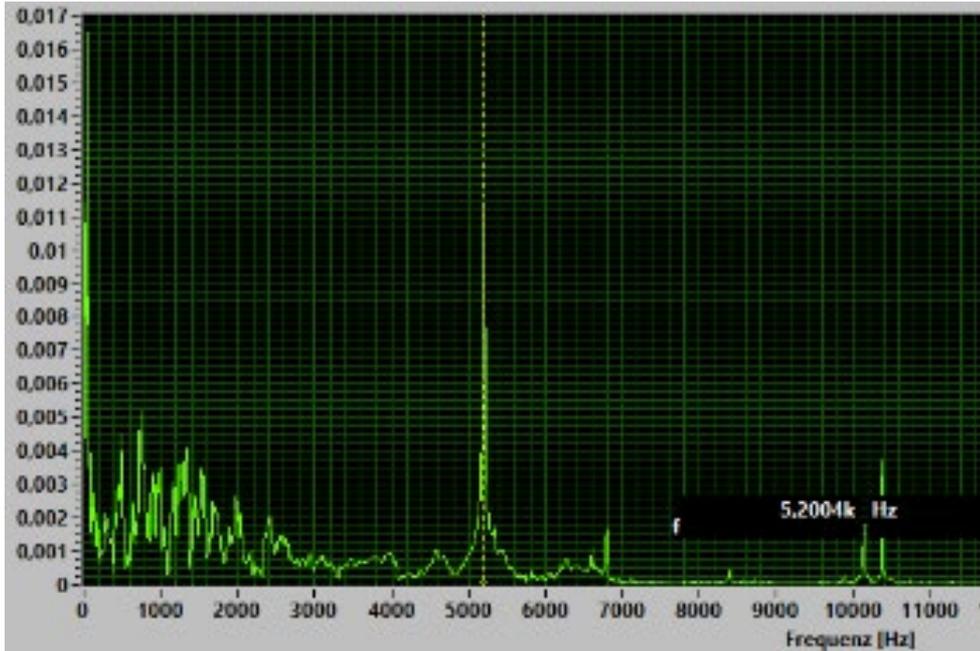
Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Metall



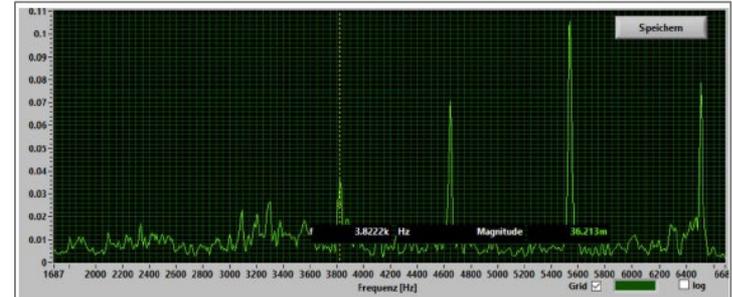
Frequenzspektrum (andere Stablänge)



Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in Metall



$$v_{\text{Schall}} = 2 \cdot l \cdot f_0 = 2 \cdot 0,50\text{m} \cdot 5200 \frac{1}{\text{s}} = 5200 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



Der Stab hat eine Länge von 0,75m. $c_{\text{Metall}} = 2 \cdot 0,75 \text{ m} \cdot 3822 \text{ Hz} = 5733 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Versuchsmaterial Optik



: Smartphone (Kamera), Abdunklung oder Bereitschaft zur nächtlichen Arbeit

Versuchsinhalte Optik

- Brechungsgesetz
 - Luft→Glas / Glas→Luft
 - Parallelverschiebung Luft→Wasser→Luft mit/ohne Leuchte
- Optische Linsen
 - Abbildungsmaßstab, Linsengleichung, Brennweitenbestimmung
- Dispersion
 - Prisma
 - Regentropfenmodell
- Beugung und Interferenz
 - Spalt/Steg
 - Durchlicht- und Reflexionsgitter
 - Wellenlängenbestimmung
 - in Wasser
- Polarisation
 - Verschiedene Lichtquellen
 - Brewsterwinkel
 - Drehung der Polarisationsebene
- Ausbreitungsgeschwindigkeit in Medien 

Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

- Laserentfernungsmesser
- Küvette
- Papier
- Wasser

Lichtgeschwindigkeit
Brechzahl von Wasser

$$c_{\text{Vakuum}} = n \cdot c_{\text{Medium}}$$

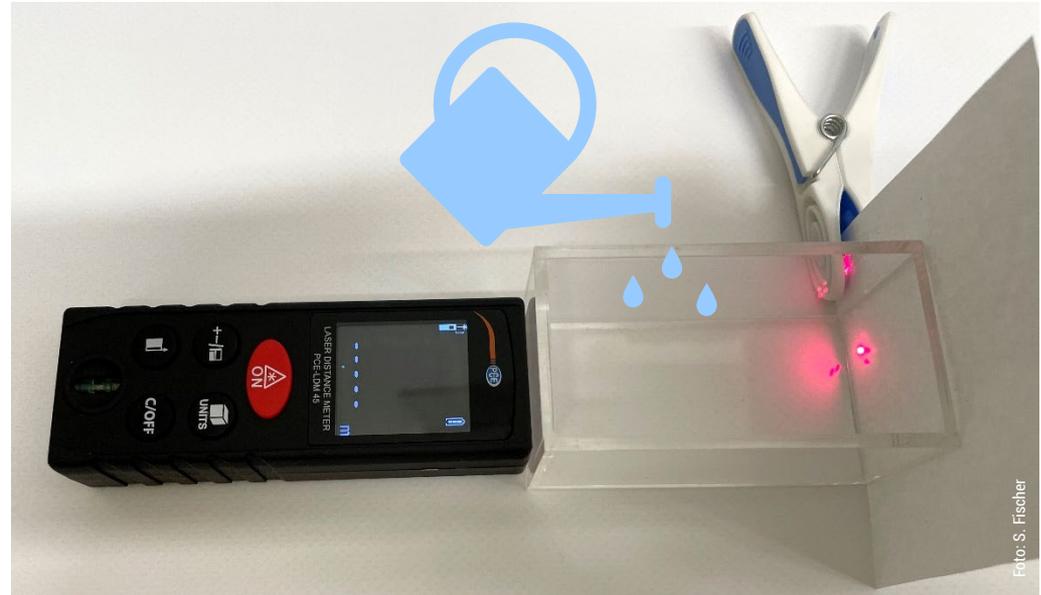
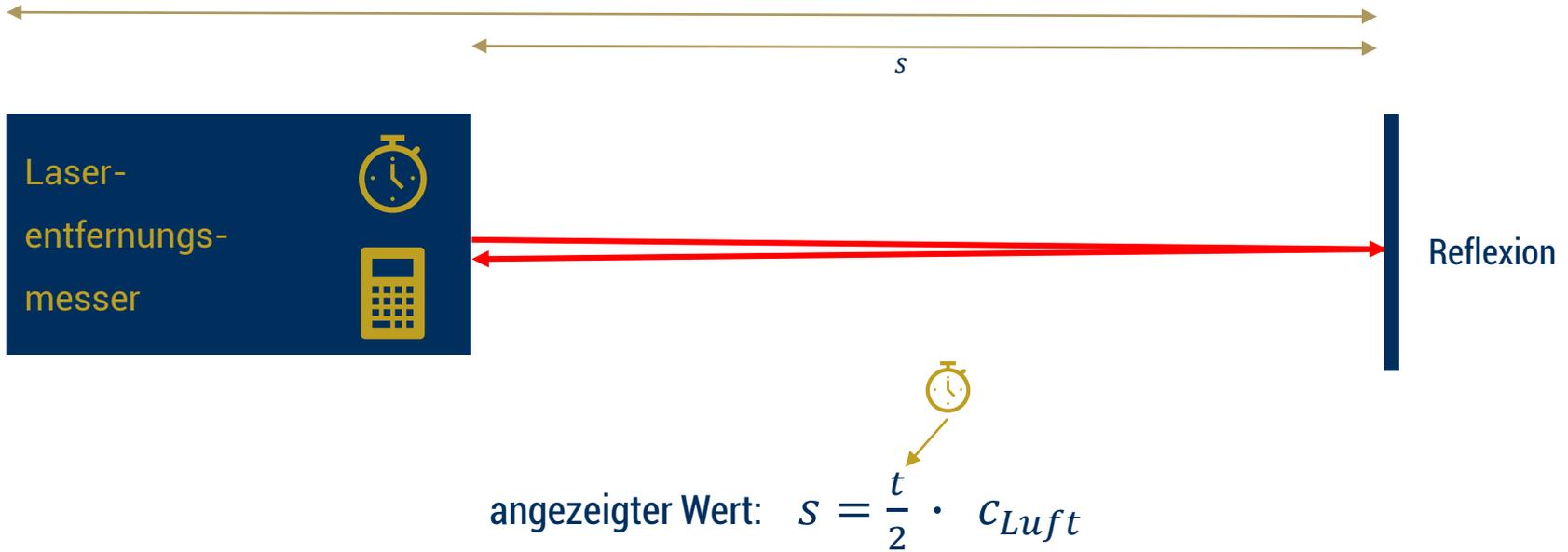


Foto: S. Fischer

Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser



Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

- Messung ab Vorderkante einstellen
- Gefäßrückseite abdecken
- Entfernungsmessung: leere Küvette
- Wasser einfüllen
- Entfernungsmessung: wassergefüllte Küvette



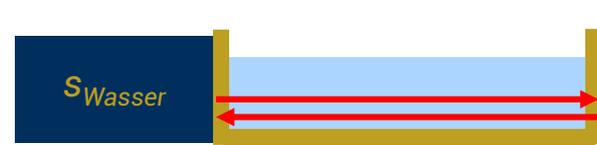
Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

angezeigte
Werte:

$$s_{Luft} = \frac{t_{Luft}}{2} \cdot c_{Luft}$$



$$s_{Wasser} = \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Luft}$$



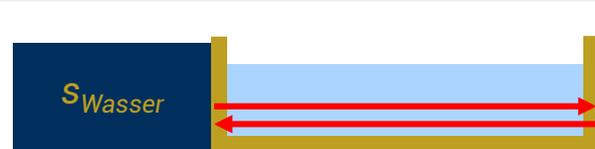
Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

angezeigte
Werte:

$$s_{Luft} = \frac{t_{Luft}}{2} \cdot c_{Luft}$$



$$s_{Wasser} = \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Luft}$$



gleicher Abstand s

$$s_{Luft} = \frac{t_{Luft}}{2} \cdot c_{Luft} \neq \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Luft}$$

✓ ✗

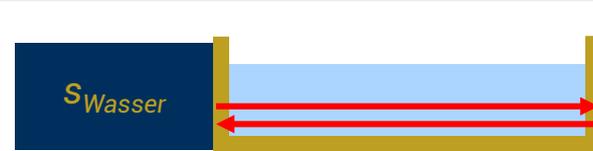
Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

angezeigte
Werte:

$$s_{Luft} = \frac{t_{Luft}}{2} \cdot c_{Luft}$$

<

$$s_{Wasser} = \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Luft}$$



gleicher Abstand s

$$s_{Luft} = \frac{t_{Luft}}{2} \cdot c_{Luft} \neq \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Luft}$$

t größer $\rightarrow c$ kleiner

$$s_{Luft} = \frac{t_{Wasser}}{2} \cdot c_{Wasser} \longrightarrow t_{Wasser} = \frac{2 \cdot s_{Luft}}{c_{Wasser}}$$

Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit in Wasser

$$t_{\text{Wasser}} = \frac{2 \cdot s_{\text{Luft}}}{c_{\text{Wasser}}} \longrightarrow s_{\text{Wasser}} = \frac{t_{\text{Wasser}}}{2} \cdot c_{\text{Luft}} = \frac{2 \cdot s_{\text{Luft}}}{2 \cdot c_{\text{Wasser}}} \cdot c_{\text{Luft}}$$

$$c_{\text{Wasser}} = \frac{s_{\text{Luft}}}{s_{\text{Wasser}}} \cdot c_{\text{Luft}}$$

$$c_{\text{Wasser}} = \frac{0,092\text{m}}{0,121\text{m}} \cdot 3,00 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2,28 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Versuchsmaterial Thermodynamik



Fotos: S. Fischer



: Smartphone (Kamera, Stoppuhr), Wasser, Öl, Kochtopf/Wasserkocher, (Tief-)Kühlschrank, Handtuch

Versuchsinhalte Thermodynamik

- Kalorimeterkonstante
 - Mischtemperatur
 - Wärmeaufnahme
- Grundgleichung der Wärmelehre
 - $Q \sim m$
 - $Q \sim \Delta T$
- Spezifische Wärmekapazität
 - Flüssigkeiten
 - Feststoffe
- Umwandlungswärme
 - Spezifische Schmelzwärme
 - Spezifische Verdampfungswärme
- Phasendiagramm
 - Schmelzen unter erhöhtem Druck
 - Sieden unter vermindertem Druck
- Gasgesetze
 - Isotherm
 - Isobar
 - Isochor
- Absoluter Nullpunkt 

Bestimmung des absoluten Nullpunkts

- Einmachglas
- Barometer
- Thermometer
- Schüssel
- Wasserkocher

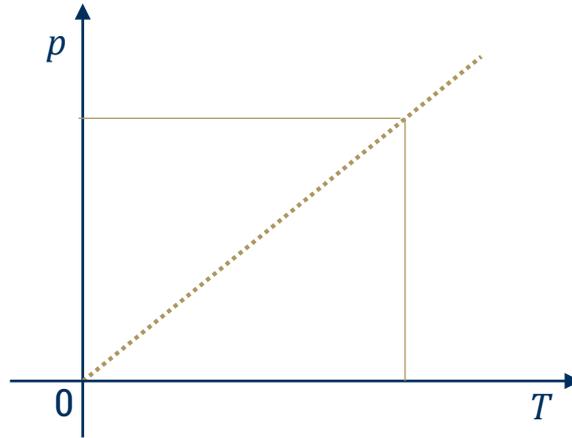
Allgemeine Gasgleichung
Temperaturskalen
Geradengleichung



Bestimmung des absoluten Nullpunkts

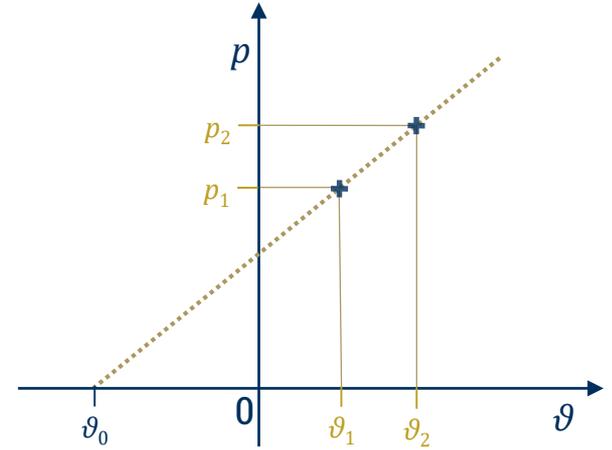
Gesetz von Amontons

- konstante Teilchenzahl
- konstantes Volumen



Proportionalität zwischen p und T

$$p \sim T$$



linearer Zusammenhang zwischen p und ϑ

$$p(\vartheta) = m \cdot \vartheta + b$$

Bestimmung des absoluten Nullpunkts

1. Messwertepaar bei Zimmertemperatur



$$p_1 = 1023 \text{ hPa}$$

$$\vartheta_1 = 18^\circ\text{C}$$



Bestimmung des absoluten Nullpunkts



Bestimmung des absoluten Nullpunkts

2. Messwertepaar bei Warmbadebedingung



Foto: S. Fischer

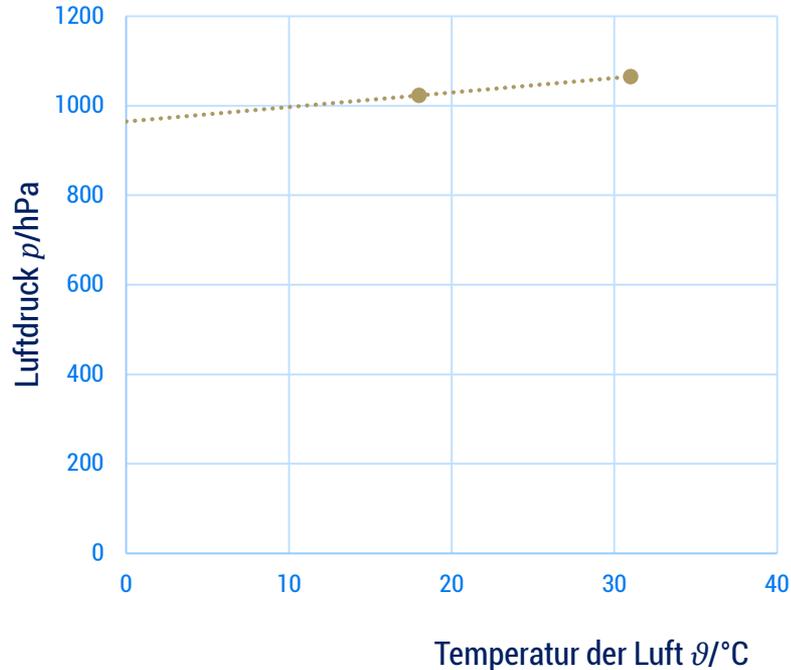
$$p_2 = 1065 \text{ hPa}$$

$$\vartheta_2 = 31^\circ\text{C}$$



Foto: S. Fischer

Bestimmung des absoluten Nullpunkts

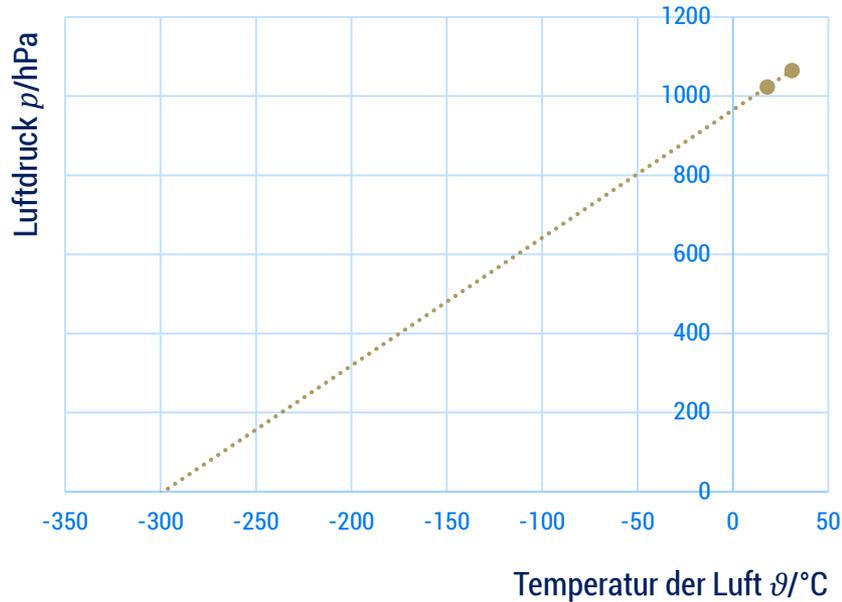


Geradengleichung: $p(\vartheta) = m \cdot \vartheta + b$

$$\text{Anstieg: } m = \frac{p_2 - p_1}{\vartheta_2 - \vartheta_1} = \frac{1065 \text{ hPa} - 1023 \text{ hPa}}{31^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}} = 3,23 \frac{\text{hPa}}{^\circ\text{C}}$$

$$\text{Achsenabschnitt: } b = p_1 - m \cdot \vartheta_1 = 965 \text{ hPa}$$

Bestimmung des absoluten Nullpunkts

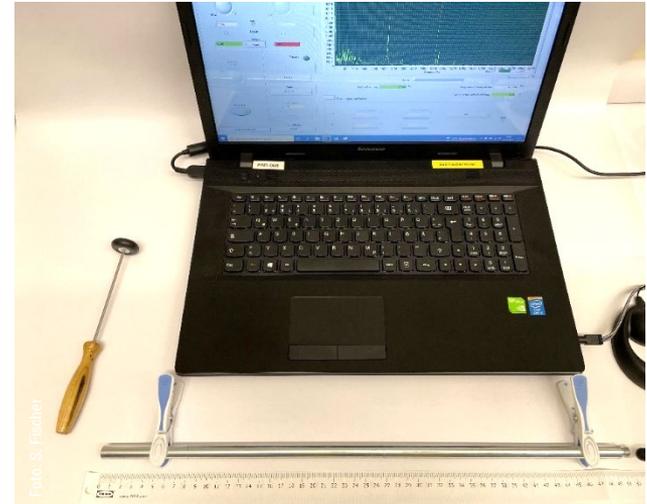


Nullstelle: $0 = m \cdot \vartheta_0 + b$

$$\vartheta_0 = -\frac{b}{m} = -\frac{965 \text{ hPa}}{3,23 \frac{\text{hPa}}{^\circ\text{C}}} = -299 \text{ }^\circ\text{C}$$

oder per Hand extrapolieren

Freies Experimentieren



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!