

Ziel: Kennenlernen von physikalischen Eigenschaften der Ultraschalltechnik

Theorie:

- Infraschall < 16 Hz Menschlicher Frequenzbereich 16 Hz - 20 kHz Ultraschall 20 kHz - 1 GHz Hyperschall > 1 GHz
 - Schall ist longitudinale Welle, Ausbreitung durch Druckänderung

$\rho(x, t) = \rho_0 + v_0 s p \cos(\omega t - kx)$

Schallgeschw.
Dichte

↳ Phasengeschwindigkeit materialabhängig
 - Schallgeschwindigkeit in Medien (z.B. Flüssigkeit):
$$c_{fl} = \sqrt{\frac{1}{\kappa \rho}}$$

Kompressibilität

 - In Festkörpern: Ausbildung von longitudinal- und Transversalwellen durch Schubspannungen → $c_{fe} = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$

Elastizitätsmodul

↳ LW und TW breiten sich unterschiedl. schnell aus

⇒ Schallgeschw. in Festkörpern richtungsabhängig
 - Bei Ausbreitung von Schall geht Teil der Energie exponentiell mit Strecke verloren → $I(x) = I_0 e^{-\alpha x}$

↳ α : Absorptionskoeffizient

Grenzflächen:

- Trifft Schall auf Grenzfläche \rightarrow Teil wird reflektiert,
Reflexionskoeffizient $R = \left(\frac{z_1 - z_2}{z_1 + z_2} \right)^2$, $z_i = p_i c_i$

Anwendung von Ultraschall:

- piezoelektrischer Effekt
 - ↳ Kristall in E - Wechselfeld → Schwingungsanregung, wenn polare Achse in Richtung d. E-Feldes
 - Abstrahlung von Ultraschallwellen → kann durch Resonanz verstärkt werden
- Piezokristall als Empfänger: meist Quarz (haben allerdings schwachen piezo-Effekt)
 - Schallwellen treffen auf Kristall → regen Schwingungen an

Anwendung von Ultraschall:

- Laufzeitmessungen
 - ↳ Aussenden von kurzen Schallimpulsen, Messung nach definierter Laufzeit mit Empfänger
- Durchschallverfahren:
 - ↳ Sender → [] -> Empfänger
- Impuls-Echo:
 - ↳ Sender / Empf. → []
Höhe des Echoes gibt Auskunft über Fehlstelle
 - ↳ Bestimmung der Fehlstellposition über $s = \frac{1}{2}ct$

Durchführung:

- Ultraschallgenerator + Verstärker
↳ 1 MHz & 2 MHz Sonde
- Computer

Schallgeschwindigkeitsbestimmung:

- Vermessen von Acrylzylindergrößen
- Anhängeln der 2MHz-Sonde mit Wasser
- Bestimmung der Echelaufzeit (Halbiieren der Messwerte für ganzen Radlauf)

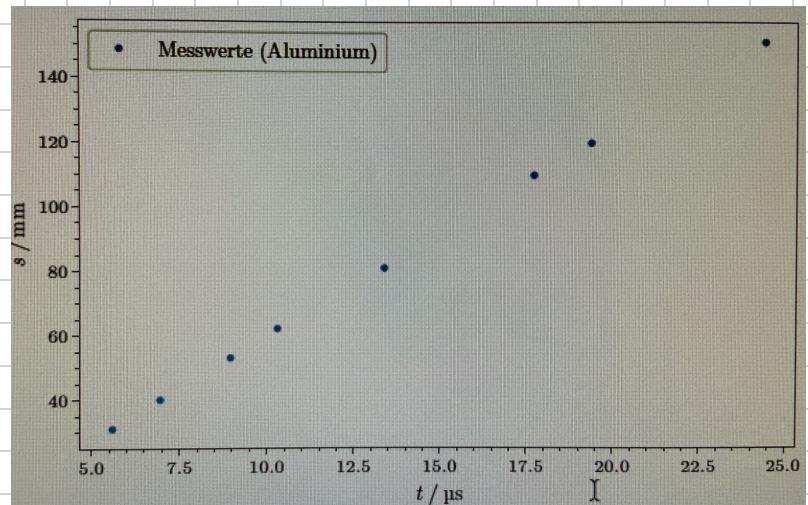
- halbierte Messwerte
- Anlegen von Fit: $\alpha t + \beta$

Identifizierte $\alpha = v_{\text{Schall}}$

Aluminium: $c_{\text{Al}} \approx 6000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Acryl: $c_{\text{Ac}} \approx 3000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

→ $v_{\text{Al}} \gg v_{\text{Ac}}$

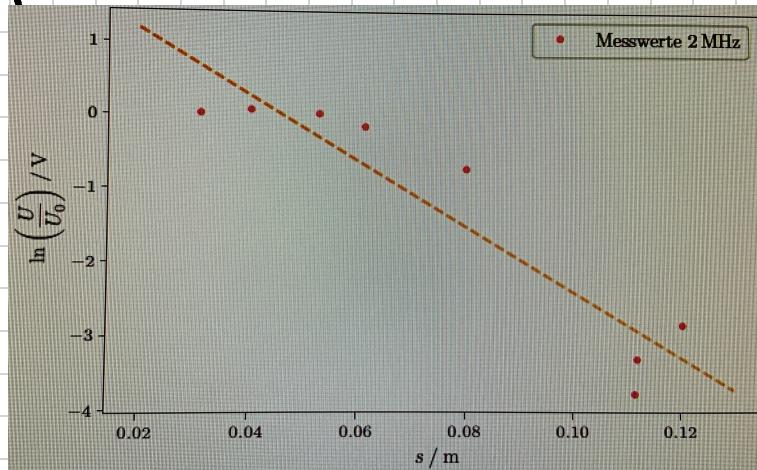


Bestimmung der Dämpfung:

- Vermessen des Acrylzylinders
- Anhängeln einer 2MHz-Sonde mit Wasser
- Messung der Amplituden von reflektiertem und ausgesendeten Impuls
- Wiederschalen mit 1MHz - Sonde
- Aufstellen von Amplitudenvorhältnis $\ln(U/U_0)$
- Fit: $-\alpha x + \beta = f(x)$

α : Dämpfung, $\alpha_{2\text{MHz}} \approx 48$

$\alpha_{1\text{MHz}} \approx 40$



Kalibrierkurve:

- Anhängeln der 2MHz - Sonde mit Ultraschallgel an Kolbenboden
- Einfüllen von Wasser, Aufnahme von Zeitdifferenz von gesendeten und reflektiertem Impuls
- Erhöhen des Fallstands, Aufnahme von Fallstand - Zeit - Messwerten
- Fit: $a x^2 + b x + c = g(x)$

