

M 25 Ultraschall

15.06.26

1 Aufgabenstellung

- 1.1 Die Schallgeschwindigkeit und die Wellenlänge von Longitudinalwellen ist in einem Probefestkörper zu bestimmen. Das Elastizitätsmodul des Probekörpers ist zu berechnen.
- 1.2 Der Nullpunktsfehler ist für die verwendeten Schallköpfe zu ermitteln.
- 1.3 Die Dämpfung der Schallwellen in einem dünnen Probekörper ist für zwei verschiedene Frequenzen zu bestimmen.
- 1.4 Die Schallgeschwindigkeit in Wasser ist mit Hilfe der Reflexionsmethode für 5 verschiedene Abstände zwischen Sender und Empfänger zu bestimmen.

2 Literatur

- | | |
|---|--|
| 1) Eichler, H. J.,
Kronfeld, H.-D.,
Sahm, J., | Das Neue Physikalische Grundpraktikum
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001
S. 130 - 141 |
| 2) Millner, R., | Wissensspeicher Ultraschalltechnik
Leipzig: Fachbuchverlag 1987 |

3 Notwendige Vorkenntnisse

- Was sind Longitudinalwellen und was Transversalwellen, welche liegen bei Schall vor? Was ist Phasen- und Gruppengeschwindigkeit?
- Was ist Ultraschall? Wo liegt die Hörgrenze des Menschen?
- Was ist akustische Impedanz?
- Wie werden Ultraschallwellen erzeugt? Warum können Ultraschallwandler gleichzeitig als Sender und Empfänger dienen?
- Was versteht man unter A-Bild, B-Bild und TM?

4 Hinweise zum Versuch

- 3.1 Die Schallköpfe sind farblich kodiert: 1 MHz (blau), 2 MHz (rot) und 4 MHz (grün). Die Schallköpfe können sowohl als Sender oder Empfänger arbeiten, als auch gleichzeitig Sender und Empfänger sein (Messung in Reflexion). Daher ist am Gerät der Auswahlswitch (4) im Transmitter/Receiver-Mode je nach dem verwendeten Schallkopf auf 1|1 oder 2|2 zu stellen.
Die Ankopplung der Schallwandler an den zu untersuchenden Körper erfolgt mit einem dünnen Wasserfilm.
Bevor mit den Messungen am Probekörper begonnen wird, kann der Umgang mit dem Gerät (A- und B-Bild) am durchsichtigen Testkörper mit verschiedenen Bohrungen erprobt werden.

- 3.2 Die Zeitachse des A-Scans weist prinzipbedingt einen vom Gerät und vom verwendeten Schallkopf abhängigen Nullpunktsfehler auf. Bestimmen Sie diesen Fehler für beide Schallköpfe mittels Mehrfachreflexion an der Acrylglas-Platte, indem Sie die gemessene Laufzeit bis zum 1. Reflex mit den Laufzeit-Differenzen zwischen zwei aufeinander folgenden Reflexen vergleichen.
Für die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit im PE-Körper ist im A-Bild für beide Schallköpfe die Zeit t bis zum Maximum des Rückwandechos zu bestimmen.

- 3.3 In unendlich ausgedehnten, homogenen, isotropen Festkörpern ergibt sich die Schallgeschwindigkeit c_L für Longitudinalwellen aus den mechanischen Eigenschaften des Ausbreitungsmediums nach:

$$c_L = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1 - \nu}{(1 + \nu)(1 - 2\nu)}} \quad (1)$$

(E : Elastizitätsmodul, ν : Poissonscher Querkontraktionskoeffizient, ρ : Massendichte).

Für den Probekörper gilt $\nu = 0,43$ und $\rho = 1,2 \text{ g cm}^{-3}$.

- 3.4 Zur Bestimmung der Dämpfung ist für zwei unterschiedliche Schallköpfe die Größe des Rückwandechos an dem dünnen Probekörper zu messen. Dabei muss die laufzeitabhängige Verstärkung (TGC - Time Gain Control) so eingestellt werden, dass die Verstärkung für alle Rückwandechos gleich groß ist. Für die Abhängigkeit der Schwingungsamplitude y von der Ausbreitungsrichtung x gilt das Schwächungsgesetz

$$y = y_0 e^{-\mu x} \quad (2)$$

Dabei ist y_0 die Amplitude bei $x = 0$ und μ der materialspezifische Schwächungskoeffizient (auch Absorptionskoeffizient). Er ist stark frequenzabhängig. Die Dämpfung dient in der medizinischen Ultraschalldiagnostik der Unterscheidung verschiedener Gewebearten.

- 3.5 Die Schallgeschwindigkeit in Wasser wird mit Hilfe der Reflexionsmethode durchgeführt. Dabei dient der Ultraschallkopf zugleich als Sender und Empfänger. Die Schallwellen werden an einer Grenzfläche (hier Edelstahl) reflektiert. Messen Sie für **5 verschiedene Abstände** zwischen Sender/Empfänger die Reflexionszeit des Signals. Die Schallgeschwindigkeit ist mit Hilfe einer linearen Regression zu bestimmen.