

Nr. US2

Scanverfahren in der Ultraschalltechnik

Sara Krieg
sara.krieg@udo.edu

Marek Karzel
marek.karzel@udo.edu

Durchführung: 23.04.2019

Abgabe: 30.04.2019

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
2	Durchführung	4
3	Auswertung	4
4	Diskussion	4
5	Literaturverzeichnis	4

1 Theorie

Ziel des Versuches ist das kennenlernen und anwenden der Scanverfahren in der Ultraschallechographie

Die Frequenzen des Ultraschalls von 20 kHz bis 1 GHz liegen über dem Hörbereich des Menschen von 16 kHz bis 20 kHz.

Schall beschreibt eine longitudinale Druckwelle

$$p(x, t) = p_0 + v_0 Z \cos(\omega t - kx) \quad (1)$$

mit der akustischen Impedanz $Z = c\rho$, die von der Dichte des durchstrahlten Materials und dessen Schallgeschwindigkeit c abhängt. Auch die Schallgeschwindigkeit ist materialabhängig. In Gasen und Flüssigkeiten breiten sich Longitudinalwellen mit der von der Kompressibilität κ und Dichte ρ abhängiger Geschwindigkeit

$$c_{\text{Fl}} = \sqrt{\frac{1}{\kappa\rho}} \quad (2)$$

aus. In Festkörpern breiten sich Longitudinalwellen mit der vom Elastizitätsmodul E abhängigen Schallgeschwindigkeit

$$c_{\text{Fe}} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (3)$$

aus. Auch Transversalwellen mit anderer Schallgeschwindigkeit sind hier möglich. Allgemein hängen Schallgeschwindigkeiten von der Wellenrichtung ab.

Ein Teil des Schalles wird bei seiner Ausbreitung absorbiert, somit gilt für die Intensität:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{\alpha x} \quad (4)$$

α beschreibt den Absorptionskoeffizienten der Schallamplitude

Zudem werden Schallwellen an Grenzflächen reflektiert. Der Reflektionskoeffizient

$$R = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2 \quad (5)$$

gibt das Verhältnis von einfallender und reflektierter Wellen,

der Transmissionskoeffizient $T = R - 1$ jenes einfallender und transmittierter Wellen an.

Eine Methode zur Ultraschallerzeugung stellt der piezo-elektrische Effekt dar. Dabei wird ein (Quarz-)Kristall durch ein wechselndes elektrisches Feld zur Schwingung angeregt und emittiert Ultraschallwellen. Besonders groß ist deren Amplitude, wenn die Anregung die Resonanzfrequenz trifft.

Verwendung finden bspw. in der Medizin Laufzeitmessungen des Ultraschalls, aus denen sich auf das zu durchquerende Material schließen lässt. Beim Durchschallungsverfahren wird Ultraschall ausgesendet nach Durchquerung einer Materialprobe wieder empfangen.

Liegen im Material Störstellen vor, so wird an diesen eine geringere Intensität gemessen. Beim Impuls-Echo-Verfahren liegen Sender und Empfänger zusammen. Der Schall wird dazu am Ende der Probe an einer Grenzfläche reflektiert. Mit dieser Methode lassen sich die Größen möglicher Störstellen und bei bekannter Schallgeschwindigkeit auch deren Höhen $s = \frac{1}{2}ct$ bestimmen.

Zur Darstellung der Laufzeitdiagramme dienen die Darstellungsarten:

- A-Scan (Amplituden Scan): Ein eindimensionales Verfahren, bei dem die Echoamplituden eine Funktion der Laufzeit sind.
- B-Scan (Brightness Scan): Ein zweidimensionales Verfahren, bei dem durch Bewegung der Sonde ein Bild entsteht, in dem die Echoamplituden durch Helligkeitsabstufungen dargestellt sind.
- TM-Scan (Time-Motion Scan): Ein schnelles Verfahren zur Aufnahme von Bildfolgen.

2 Durchführung

Der Versuchsaufbau beinhaltet aus einem Ultraschallechoskop, Ultraschallsonden verschiedener Frequenzen, einem Computer zur Datenaufnahme und einem Kippschalter, der zwischen Durchschallung- und Impuls-Echo-Verfahren wechselt.

Zuerst wird ein Acrylblock mit dem A-Scan untersucht. Die Abmessungen des Blockes werden mithilfe einer Schieblehre, darauf die Lage der Bohrungen mit dem Impuls-Echo-Verfahren, und deren Tiefe mit dem A-Scan aus verschiedenen Winkeln bestimmt.

Das Auflösungsvermögen wird durch die Messung zweier nebeneinanderliegender Bohrungen untersucht.

Zudem wird der Acrylblock mit dem B-Scan untersucht. Dabei ist auf eine konstante Geschwindigkeit der Sondenbewegung zu achten.

Zuletzt wird an einem Herzmodell der TM-Scan durchgeführt. Dieses wird zu einem Drittel mit Wasser gefüllt und ein A-Scan der Echolaufzeit durchgeführt. Dabei soll das Herzvolumen vergrößert und verkleinert werden und der menschliche Herzschlag simuliert werden.

3 Auswertung

4 Diskussion

5 Literaturverzeichnis

[1]: TU Dortmund. *Versuchsanleitung zu Versuch 606: Messung der Suszeptibilität paramagnetischer Substanzen.*