

VERSUCH 702

Aktivierung mit Neutronen

Lars Kolk

`lars.kolk@tu-dortmund.de`

Julia Sobolewski

`julia.sobolewski@tu-dortmund.de`

Durchführung: 22.05.2018

Abgabe: 29.05.2018

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1 Theorie

1.1 Ausbreitung von Schall im Medium

Als Ultraschall wird der Schall im Frequenzbereich von $2 \cdot 10^4$ Hz bis 10^9 Hz bezeichnet. In Gasen und Flüssigkeiten pflanzen sich Schallwellen longitudinal durch Druckschwankungen fort, welche als

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

geschrieben werden können. Dabei wird $Z = c\rho$, mit der Schallgeschwindigkeit im Medium c und der Dichte ρ des Mediums, akustische Impedanz genannt, die dazu führt, dass die Ausbreitung des Schalls abhängig vom Medium ist. Die Schallgeschwindigkeit hängt ebenfalls von der Dichte ab und wird bei Flüssigkeiten mit der Kompressibilität κ berechnet über

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

In Festkörpern hingegen können auf Grund von Schubspannungen auch transversale Wellen auftreten, weshalb c hier über den Elastizitätsmodul definiert ist:

$$c_{Fe} = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2)$$

1.2 Reflexion, Transmission und Absorption von Schall

Die Intensität einer Schallwelle nimmt exponentiell mit dem Abstand ab:

$$I(x) = I_0 \cdot e^{-\alpha x} \quad (3)$$

Der Absorptionskoeffizient α ist dabei vom Medium abhängig. Beim Übergang von einem Medium in ein anderes wird der Teil

$$R = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2 \quad (4)$$

der einfallenden Intensität reflektiert. Der Rest, also

$$T = 1 - R, \quad (5)$$

wird transmittiert. T und R werden dabei Transmissions- und Reflexionskoeffizient genannt.

1.3 Erzeugung von Ultraschall und Anwendung

Erzeugt wird Ultraschall durch Einbringen eines piezoelektrischen Kristalls in ein wechselstrombetriebenes E-Feld. Ein Einstellen auf die Resonanzfrequenz führt zu großen Schwingungsamplituden.

Verwendung finden Ultraschall-Untersuchungen in der Medizin um Informationen über

das Körperinnere zu erhalten ohne ihn zu beschädigen.

Dabei ist die eine Verfahrensweise die Durchschallungs-Methode bei der Sender und Empfänger auf gegenüberliegenden Seiten der Probe liegen. Der Sender erzeugt einen kurzen Schallimpuls, der vom Empfänger erhalten wird. Sind Fehlstellen im Körper enthalten, so ist die Intensität des empfangenen Impulses geringer. Eine genaue Lokalisation und Beschaffenheitsanalyse der Fehlstellen ist jedoch nicht möglich.

Die zweite Möglichkeit ist das Impuls-Echo-Verfahren. Hier ist der Sender auch gleichzeitig der Empfänger. Hier wird der Impuls ausgesendet, am Ende des Körpers reflektiert und nach dem zweiten Durchlaufen des Körpers wieder empfangen. Hierbei lassen sich Lage und Größe einer Fehlstelle über

$$s = \frac{1}{2}ct \tag{6}$$

bestimmen, wobei c die Schallgeschwindigkeit und t die Laufzeit des Impulses ist. Dieses Verfahren ist in verschiedenen Modi möglich. Bei einem A-Scan ist der Sender fest und es wird die Intensität des Echos gegen die Zeit oder bei bekannter Schallgeschwindigkeit im Probenmedium gegen die Eindringtiefe aufgetragen. Bei einem B-Scan wird der Sender über die Probe bewegt und die Echointensität über verschiedene Helligkeits- oder Farbstufen dargestellt, sodass eine zweidimensionale Darstellung entsteht.