

Name:

PartnerIn in Crime:

Datum:

Versuch: Ultraschall 1125B

Einleitung

Eine Welle wird als ein räumlich und zeitlich verändertes Feld aufgefasst, das in der Lage ist, Energie (aber keine Materie) durch den Raum zu transportieren. Man unterteilt Wellen in unterschiedlichen Kategorien.

Mechanische Wellen beispielsweise sind Schwingungen, die sich mit Hilfe einer Kette elastisch gekoppelter Massen (Oszillatoren) in einem Medium ausbreiten können. Elektromagnetische Wellen hingegen brauchen kein Medium für die Ausbreitung. Dazu gehören z.B. Radiowellen, Mikrowellen, sichtbares Licht etc.

Eine von vielen anderen Arten von Wellen ist die Schallwelle. Als Schall bezeichnen wir die Ausbreitung von kleinsten Druck und Dichteänderungen in Gasen, Flüssigkeiten und Festkörpern (d.h. in einem elastischen Medium).

Eine Schallwelle kann sich longitudinal oder transversal ausbreiten. Die Longitudinalwelle (breitet sich nur im flüssigen/gasförmigen Medium) schwingt stets in Ausbreitungsrichtung. Die Transversalwelle hingegen schwingt in einer Ebene senkrecht zur Ausbreitungsrichtung. Schallwellen bewegen sich mit einer Geschwindigkeit (Schallgeschwindigkeit). Es gilt die Formel:

$$c = \lambda \cdot f$$

λ = Wellenlänge

f = Frequenz

c = Schallgeschwindigkeit

Schallwellen unterteilen sich in vier Kategorien:

1. Infroschall $f < 16 \text{ Hz}$
2. Hörschall $16 \text{ Hz} < f < 16 \text{ kHz}$
3. Ultraschall $f > 16 \text{ kHz}$
4. Hyperschall $f > 10 \text{ GHz}$

Wellen mit einer Frequenz, die oberhalb des Hörbereiches liegen, werden in Allgemeinen als Ultraschall bezeichnet. Ultraschall kann z.B. dadurch erzeugt werden, indem man Piezoscheiben (aus Quarz, Bariumitanat oder einer bestimmten Piezokeramik) einer elektrischen Spannung anlegt. Die elektrische Spannungsänderung verursacht eine mechanische Dickenschwingung der Piezoscheibe.

BILD

Versuchsziel:

- Bestimmung der Ultraschallgeschwindigkeit c
- Bestimmung des Wellenwiderstandes Z
- Bestimmung des Reflexionsgrades R für Wasser und Plexiglas

Materialien:

- Schallkopf-Laufkran	- Oszilloskop Hameg 312
- Wasserwanne	- Oszilloskop Hameg 303
- Lineal	- Ultraschallortungsgerät
- verschiedene Gegenstände	- US-Kopf

Versuch 1: A-Scan

Versuchsaufbau:
siehe Skript

Versuchsdurchführung:

1. Aufbau von A-Scan
2. Es wird darauf geachtet, dass sich an bis zur Hälfte eingetauchter Ultraschallkopf keine Luftblasen befinden
3. Gegenstände der Wahl werden im Wasserbecken platziert und Peaks der Gegenstände auf dem Oszilloskop werden skizziert
4. Bestimmung des Abstands von Ultraschallkopf bis Biden und die Zeit, die der Schall für zurückgelegte Strecke benötigt
5. 3 unterschiedlich geformte Plexiglas-Zylinder werden ins Becken platziert und die Laufzeit des Schalls abgelesen

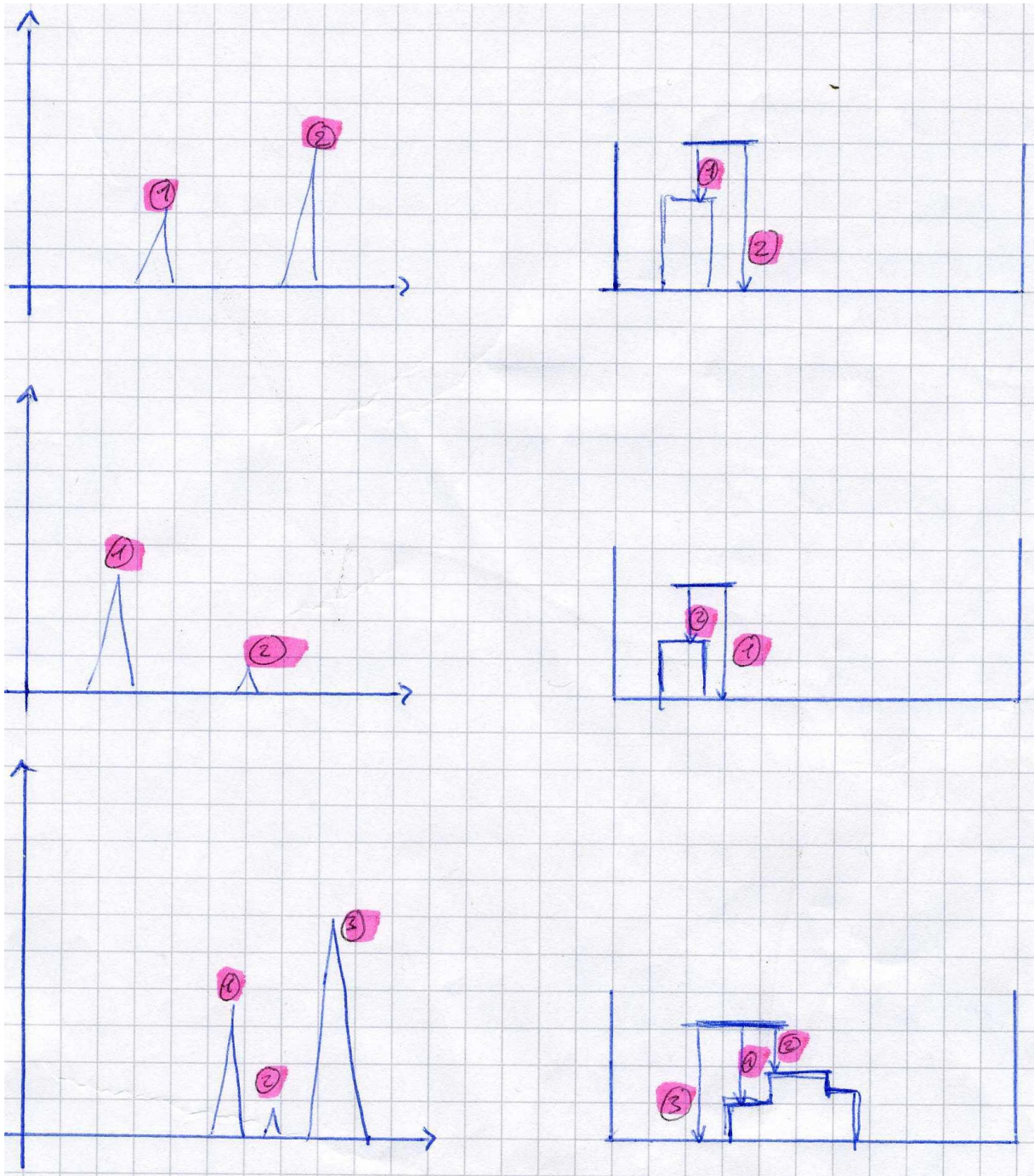
Versuchsauswertung:

$$T = 1 \text{ div} \cdot 0,5 \frac{\mu\text{s}}{\text{div}} = 0,5 \mu\text{s} \cdot 10^{-6} \text{s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-6} \text{s}} = 2000000 \text{Hz} = 2 \cdot 10^6 \text{Hz}$$

$$\lambda_{Lit} = c_{H_2O} \cdot T = 1483 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 7,4 \cdot 10^{-4} \text{m} = 0,00074 \text{m}$$

$$\lambda_{exp} = c_{H_2O} \cdot T = 1712,3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} = 8,5615 \cdot 10^{-4} \text{m}$$



Abstand d (US-Kopf-Boden): $d = 12,5\text{cm} = 0,125\text{m}$

Laufzeit Δt [div]: 7,3div

x-Auslenkung [$\frac{\mu\text{s}}{\text{div}}$]: $20 \frac{\mu\text{s}}{\text{div}}$

Laufzeit Δt [s]: $7,3\text{div} \cdot \frac{20\mu\text{s}}{\text{div}} = 146 \cdot 10^{-6}\text{s}$

Schallgeschwindigkeit c [$\frac{\text{m}}{\text{s}}$]: $c = \frac{2 \cdot d}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 0,125\text{m}}{146 \cdot 10^{-6}\text{s}} = 1712,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Bestimmung der Schallgeschwindigkeit für 2 Plexiglas-Zylinder

Höhe h [cm]	Laufzeit Δt [div]	x-Auslenkung $\frac{\mu s}{div}$	Laufzeit Δt [s]	Schallgeschwindigkeit $c \left[\frac{m}{s}\right]$
5	4	20	$80 \cdot 10^{-6}$	1250
3,5	5,1	20	$102 \cdot 10^{-6}$	686,3
7	2,3	20	$46 \cdot 10^{-6}$	3043,5
				$c_{Mitt} = 1660 \frac{m}{s}$

$$c_{H_2O}(experimental) = 1712,3 \frac{m}{s}$$

$$c_{H_2O}(theoretisch) = 1483 \frac{m}{s}$$

Abweichung: 15,46%

$$c_{Plexi}(experimental) = 1660 \frac{m}{s}$$

$$c_{Plexi}(theoretisch) = 2730 \frac{m}{s}$$

Abweichung: 39,2%

Fehlerdiskussion:

Es erweisen sich extrem hohe Abweichungen. Mögliche Fehlerquellen sind das Ablesen des Oszilloskopbildes. Für die Abweichung könnte auch der Boden der Wasserwanne verantwortlich sein, da er aus dem gleichen Material wie der Plexiglas-Zylinder erschaffen ist. Ultraschallabsorptionen der Gegenstände wären auch eine erdenkliche Fehlerquelle, aber beeinflussen die Ergebnisse nicht dermaßen stark.

Bestimmung der Wellenwiderstandes Z:

$$Z = \rho \cdot c$$

ρ = Dichte

c = Ultraschallgeschwindigkeit

$$Z_{H_2O}(experimental) = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 1712,3 \frac{m}{s} = 1,7123 \cdot 10^6 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

$$Z_{Plexi}(experimental) = 1180 \frac{kg}{m^3} \cdot 1660 \frac{m}{s} = 1,9588 \cdot 10^6 \frac{kg}{m^2 \cdot s}$$

Abweichungen

$$Z_{H_2O(\text{experimental})} = 1,7123 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$Z_{H_2O(\text{theoretisch})} = 1,483 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

Abweichung: 20,23%

$$Z_{Plexi(\text{experimental})} = 1,9588 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

$$Z_{Plexi(\text{theoretisch})} = 3,2214 \cdot 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$$

Abweichung: 39,2%

Bestimmung des Reflexionsgrades R:

$$R = \frac{I_{\text{refl}}}{I_{\text{ges}}} = \frac{(Z_{H_2O} - Z_{Plexi})^2}{(Z_{H_2O} + Z_{Plexi})^2}$$

I_{refl} = reflektierte Strahlung

I_{ges} = gestamte Strahlung

$$R = \frac{I_{\text{refl}}}{I_{\text{ges}}} = \frac{(Z_{H_2O} - Z_{Plexi})^2}{(Z_{H_2O} + Z_{Plexi})^2} = 0,00451$$

$$R_{\text{exp}} = 0,00451$$

$$R_{\text{theo}} = 0,13655$$

Abweichung: 96,7%

R gibt an, wie viel von der ausgestrahlten Strahlung reflektiert wird. In unserem Experiment ist die Abweichung zu dem theoretischen Wert extrem groß, was auf ein ungenaues Arbeiten hindeutet als auch auf die Folgefehler, die entstanden sind wie z.B. bei der Berechnung von c_{Plexi} .

Versuch 2: B-Scan

Versuchsaufbau:
siehe Skript

Versuchsdurchführung:

1. B-Scan wird aufgebaut
2. Gegenstände werden im Wasserbecken platziert und es wird versucht, sie auf dem Oszilloskopbild wiederzuerkennen.
3. die feingestufte Treppe wird zur Hilfe genommen, um das Auflösungsvermögen zu ermitteln

Versuchsauswertung:

- Auflösungsvermögen: Mindestabstand zweier Gegenstände, die sie haben müssen, um die Echos noch als getrennt wahrnehmen zu können
 - Es geht um das axiale Auflösungsvermögen
1. $A_{lateral}$: *bestimmt den kleinsten Abstand, den die Gegenstände in der Ebene senkrecht zu den Schallstrahlen besitzen dürfen um noch als getrennt wahrgenommen zu werden*
 2. A_{axial} : *bestimmt den kleinsten Abstand der Gegenstände in Richtung der Schallstrahlen, um noch als getrennt wahrgenommen zu werden*

Bestimmung von A_{axial} :

$$A_{axial} = \frac{c \cdot \tau}{2}$$

$$\tau = \text{Pulsdauer} = 6,2 \text{div} \cdot 20 \frac{\mu\text{s}}{\text{div} \cdot 10} = 12,4 \cdot 10^{-6} \text{s}$$

$$A_{axial} = \frac{1483 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 12,4 \cdot 10^{-6} \text{s}}{2} = 9,1946 \cdot 10^{-3} \text{m}$$