

Gerätesatz Ultraschallversuche SONULTRA 1

Ziel der Versuche

Einige Phänomene, die der Optik und der Akustik gemeinsam sind, können durch einfache Methoden bewiesen werden.

Messung der Schallgeschwindigkeit durch Messung der Wellenlänge in Luft, Schallgeschwindigkeit bei verschiedenen Temperaturen, lineare Dämpfung, Interferenz, Michelson-Interferometer.

Prinzip

In der Optik ($\lambda = 0,5 \mu\text{m}$) hat man oft experimentelle Schwierigkeiten. Durch Vibrationen der Luft, durch mechanische Schwingungen usw. kann man selten stabile Interferenz-Bilder beobachten.

In der Akustik: $f = 40 \text{ kHz}$ (also $\lambda = 8,5 \text{ mm}$) treten außer durch Schwingungen der Luft keine Störungen der Interferenz-Figuren auf.

Bei diesem Gerätesatz nutzt man den

Piezo-Elektrischen Effekt, um Phänomene, die in der Optik und in der Akustik gemeinsam sind, zu demonstrieren.

Zusammenstellung

Der Gerätesatz besteht aus:

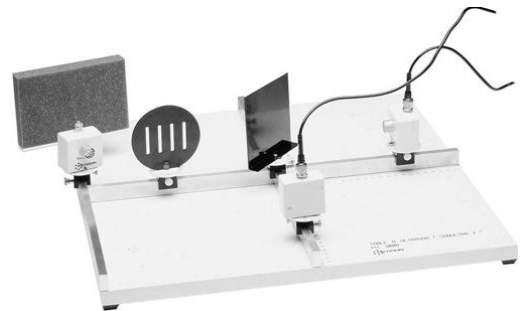
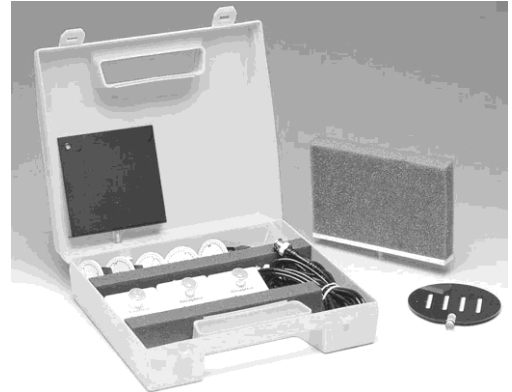
1 Grundplatte 50 x 50 cm mit Führungsschienen und aufgedruckter mm-Teilung.

1 Ultraschallsender, 2 Empfänger, 1 Blende mit 4 Spalten, 1 Reflektor, 1 Schaumstoffplatte, 3 Messkabel BNC/BNC, 1 Schalltrichter

Sender, Empfänger, Blende und Reflektor sitzen drehbar auf Reitern. Sie können damit sehr genau auf den Führungsschienen der Grundplatte positioniert werden.

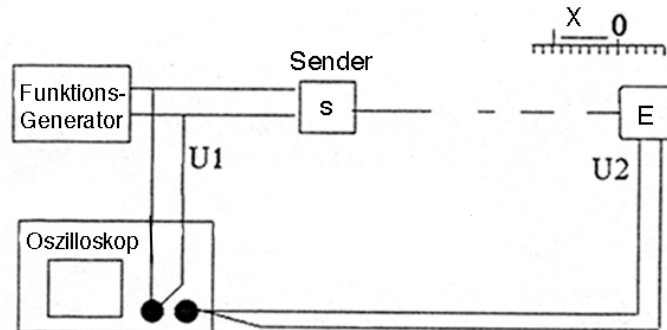
Zur Durchführung der Versuche sind zusätzlich erforderlich:

1 Funktionsgenerator 40 kHz sowie ein Zweikanaloszilloskop
Lieferung in einem Aufbewahrungskoffer.



1. Messung der Schallgeschwindigkeit durch Messung der Wellenlänge in Luft

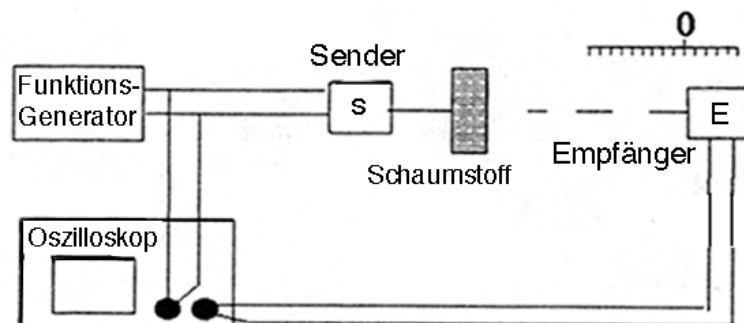
Aufbau:



- Bestimmen Sie die Position "0", wenn die Schwingungen des Senders "S" und des Empfängers "E" in Phase sind.
- verschieben Sie den Empfänger um 10 Wellenlängen.
- Messen Sie den Wert Δx
- *Beispiel:*
 - Δx gemessen = $10 \cdot \lambda = 84,5 \text{ mm}$, also $\lambda = 8,45 \text{ mm}$
 - Δx theoretisch = $10 \cdot \lambda = 85 \text{ mm}$, also $\lambda = 8,5 \text{ mm}$.
- Berechnung von "C"
 - C gemessen = $\lambda \cdot F = 40 \cdot 10^3 \cdot 8,45 \cdot 10^{-3} = 338 \text{ ms}^{-1}$
 - C theoretisch = $\lambda \cdot F = 40 \cdot 10^3 \cdot 8,5 \cdot 10^{-3} = 340 \text{ ms}^{-1}$

2. Messung der Schallgeschwindigkeit in Schaumstoff

Aufbau:



- Bestimmen Sie die Position "0", wenn die Schwingungen des Senders "S" und des Empfängers "E" in Phase sind (ohne den Schaumstoff).
- Schieben Sie den Schaumstoff zwischen den Sender "S" und den Empfänger "E" ein.
- Messen Sie die Verschiebung durch den Schaumstoff.
- Berechnen Sie C' unter der Voraussetzung daß:

$$C' = \frac{C}{[1 + (\alpha \cdot \lambda / e)]} \quad (\text{in Meter) mit :}$$

$\alpha = \Delta T / T$ [Verhältnis der verschobenen Periode (T)]
e: Breite des Schaumstoffs (in Meter)

- Beispiel mit Schaumstoff:
 $e = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 $T = 25 \mu\text{s}$, $\Delta T = 8,5 \mu\text{s}$ wobei $\alpha = \Delta T / T = 8,5 / 25 = +0,34$ ist.
 $\alpha < 0$ = Phasenlage voreilend
 $\alpha > 0$ = Phasenlage verzögert
 $C' = 340 / [1 + (0,34 \cdot 8,5 \cdot 10^{-3}) / (20 \cdot 10^{-3})] = 297 \text{ ms}^{-1}$
- Berechnen Sie den Brechungsindex für Schall
 $n = C_{\text{Luft}} / C_{\text{Schaumstoff}} = C / C'$

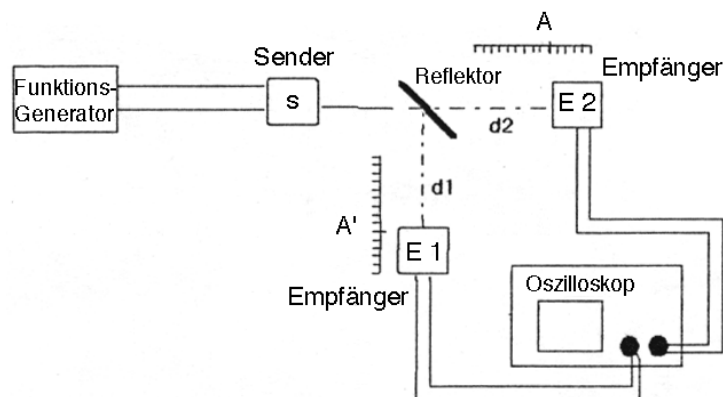
3. Lineare Dämpfung in Schaumstoff

Aufbau: wie Versuch 2

- Messen Sie die Amplitude des Signals am Empfänger "E"
 I_0 : die Amplitude des Signals an den Klemmen des Empfängers "E" (in Luft)
 I : die Amplitude des Signals an den Klemmen des Empfängers "E" (in Schaumstoff).
- Berechnen Sie die lineare Dämpfung:
 $T = I / I_0 =$ Übertragungs-Koeffizient.
 $A = \log (I / I_0) =$ Dämpfung.
 $E = A / e =$ Lineare Dämpfung.
e: Breite des Schaumstoffs (in Meter)

4. Michelson-Interferometer

Aufbau:



- Mit diesem System können zwei Wellen, ausgehend vom gleichen Sender, aber mit unterschiedlichen Weglängen überlagert werden.
- Die Empfänger "E1" und "E2" haben gleichen Abstand A und A' vom Sender, "E1" ist mit "E2" in Phase.
- Messen Sie die Amplituden der Signale an "E1" und "E2".
- Berechnen Sie "r" und "t" :

I_1 : Amplitude der Spannung an den Buchsen des Empfängers "E1"

I_2 : Amplitude der Spannung an den Buchsen des Empfängers "E2"

$r = I_1 / (I_1 + I_2)$ = Koeffizient für die Reflexion

$t = I_2 / (I_1 + I_2)$ = Koeffizient für die Transmission.

$r + t = 1$

- Messung von I : Wenn $r + t = 1$ dann ist $I = I_1 + I_2$

Wenn man "E1" an den Eingang des Kanals 1 und "E2" an Kanal 2 des Oszilloskops anschließt und die Funktion ADD (Summe Kanal 1 und 2) benutzt kann man zeigen, daß bei langsamen Bewegungen des Senders "E1" die Summe $I = I_1 + I_2$ einer Maxima-Minima-Kurve folgt.

Man erhält ein Minimum, wenn $d_2 - d_1 = (2n + 1) * \lambda / 2$

Man erhält ein Maximum, wenn $d_2 - d_1 = n * \lambda$

Ein System stehender Wellen breitet sich zwischen Sender und Empfänger aus.

Durch Einbringen eines anderen Mediums (z.B. Schaumstoff) kann man zeigen, daß sich die Phasenlage ändert.

Wenn Sie Änderungs- und/oder Verbesserungsvorschläge haben, teilen Sie es uns bitte mit.