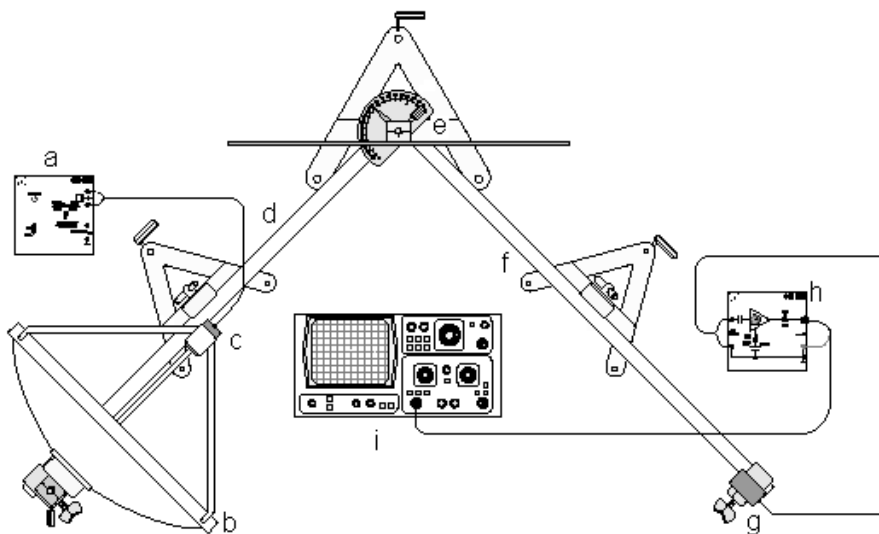


Labor für Technische Physik

Prof. Dr.-Ing. Dieter Kraus, Dipl.-Ing. W.Pieper

Versuch 7a: Reflexion von ebenen Ultraschallwellen an einer Planfläche



- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| a: Generator 40 kHz | f: Kleine optische Bank |
| b: Kleine optische Bank | g: Ultraschallwandler 40 kHz |
| c: Ultraschallwandler 40 kHz | h: AC-Verstärker |
| d: Holspiegel | i: Oszilloskop |
| e: Reflektionsplatte / Winkelskala | |

1. Versuchsziele

Die reflektierte Intensität soll, bei fest eingestelltem Einfallswinkel, in Abhängigkeit der Winkelstellung des Empfängers gemessen und die Beziehung „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“ bestätigt werden.

2. Theoretische Grundlagen

Ziel des Versuchs ist der Nachweis, dass das Reflexionsgesetz „Einfallswinkel α = Ausfallswinkel β “ auch für Ultraschallwellen gilt.

Als Ausfallswinkel wird der Winkel zwischen Lot und Richtung maximal reflektierter Intensität definiert (siehe Abb.1).

Zwei Ultraschallwandler dienen je nach Beschaltung als Sender bzw. Empfänger. Die Umwandlung zwischen elektrischer und mechanischer Energie erfolgt durch einen piezoelektrischen Körper.

Wenn man eine elektrische Wechselspannung an den piezoelektrischen Körper legt, liefert der Wandler als Sender auf zwei verschiedenen Resonanzfrequenzen (ca. 40 kHz und 48 kHz) eine genügend hohe Schallamplitude. Umgekehrt regen Schallwellen mechanische Schwingungen im Wandler an. Der Wandler dient dann als Empfänger. Die Amplitude der erzeugten piezoelektrischen Wechselspannung ist proportional zur Schallamplitude.

Der erste Wandler steht als punktförmige Ultraschallquelle im Brennpunkt eines Hohlspiegels, so dass eine ebene Welle entsteht. Das Signal des zweiten Wandlers, des Empfängers, wird über einen AC-Verstärker an ein Oszilloskop geführt. Das Amplitudenquadrat dieses Signals ist ein Maß für die reflektierte Intensität.

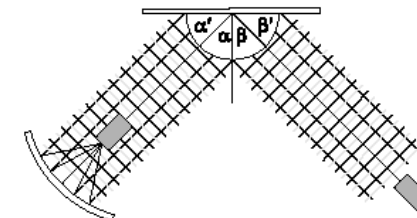


Abb. 1: Reflexion von ebenen Ultraschallwellen an einer Planfläche

3. Versuchsaufbau

Geräteliste

2	Ultraschallwandler, 40 kHz	416 000
1	Generator 40 kHz	416 013
1	AC-Verstärker	416 010
1	Hohlspiegel	389 241
1	Sensorhalter für Hohlspiegel	416 020
1	Oszilloskop	
2	Messkabel BNC/4 mm	575 24
2	Kleine Optische Bänke mit kurzem Halter	460 43
1	Drehgelenk mit Winkelskala	460 40
1	Reflexionsplatte	587 66
1	Großer Stativfuß, V-förmig	300 01
2	Kleine Stativfüße, V-förmig	300 02
1	Stativstange, 50 cm, Ø 10 mm	301 27
1	Stativstange, 25 cm, Ø 12 mm	300 41
2	Leybold-Muffen	301 01
1	Wasserwaage, 30 cm lang	361 03
1	Rollbandmaß, 2 m	311 77

Die Draufsicht des Versuchsaufbaus ist auf der Titelseite der Versuchsanleitung dargestellt. Zum Aufbau sind zunächst die folgenden Schritte durchzuführen:

- Die beiden kleinen Optischen Bänke (b), (f) auf kleinen Stativfüßen befestigen und durch das Drehgelenk mit Winkelskala (e) verbinden.
- Stativstange (301 27) durch Drehgelenk (e) schieben (nicht arretieren) und an großem Stativfuß befestigen.
- Optische Bänke sorgfältig mit Hilfe einer Wasserwaage in horizontale Lage bringen.
- Reflexionsplatte an Stativstange montieren.
- Anordnung aus Hohlspiegel, Sensorhalter und erstem Ultraschallwandler (c) auf Optischer Bank (b) montieren.

- Zweiten Ultraschallwandler (g) auf Optischer Bank (f) befestigen und auf die Höhe des ersten Ultraschallwandlers justieren.
- Ultraschallwandler (c) an Generator anschließen und Generator auf kontinuierlichen Betrieb stellen.
- Ultraschallwandler (g) über AC-Verstärker mit Oszilloskop verbinden.

Justierung:

- Anordnung auf $\alpha + \beta = 180^\circ$ stellen (siehe Abb.1).
- Reflexionsplatte mit Hilfe des Rollbandmaßes möglichst genau parallel zur optischen Bank ausrichten.
- Verstärkung des AC-Verstärkers auf Minimum stellen und Empfängersignal mit dem Oszilloskop beobachten.
- Frequenz am Generator so verstellen, dass das Empfängersignal maximale Amplitude hat.

Falls das Empfängersignal nicht „sinusförmig“ ist, der Verstärker also übersteuert:

- Frequenz am Generator so verstellen, dass die Betriebsfrequenz des Senders etwas außerhalb der Resonanz liegt.

Feinjustierung:

- Empfänger so justieren, dass er genau gegenüber dem Sender liegt (maximale Spannungsamplitude des Empfängersignals).
- Senderarm auf 45° stellen, Empfängerarm schwenken und Spannungsamplitude des Empfängersignals in Abhängigkeit vom Winkel des Empfängerarms messen.

Falls die Spannungsamplitude neben einem Maximum bei ca. 45° ausgeprägte Nebenmaxima aufweist:

- Justierung der Ultraschallwandler überprüfen.

4. Versuchsdurchführung

Erster Teil:

- festen Winkel $\alpha' = 45^\circ$ (siehe Abb.1) einstellen.
- Winkel β' (siehe Abb.1) von 30° bis 60° in Schritten von 1° variieren und Spannungsamplitude des Empfängersignals messen.
- $\beta = 90^\circ - \beta'$ und Spannungsamplitude U protokollieren.

Zweiter Teil:

Bestätigung des Reflexionsgesetzes

- $\alpha' = 80^\circ$ einstellen.
- Zur Bestimmung des Ausfallswinkels β den Winkel β' solange variieren, bis die angezeigte Spannung maximal ist.
- Einfallswinkel $\alpha = 90^\circ - \alpha'$ und Ausfallswinkel $\beta = 90^\circ - \beta'$ protokollieren.
- Nächsten Wert für α' einstellen.
- Ausfallswinkel β bestimmen.

5. Auswertung

- Darstellung des Quadrats der Spannungsamplitude U in Abhängigkeit des Ausfallswinkels β .
- Darstellung des Ausfallswinkels β in Abhängigkeit des Einfallswinkel α .
- Erläutern Sie die Messergebnisse.

Literatur

[1] Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer-Lehrbuch

[2] Kuchling: Taschenbuch der Physik, Fachbuchverlag Leipzig

[3] Eichler, Kronfeld, Sahn: Das Neue Physikalische Grundpraktikum, Springer-Lehrbuch