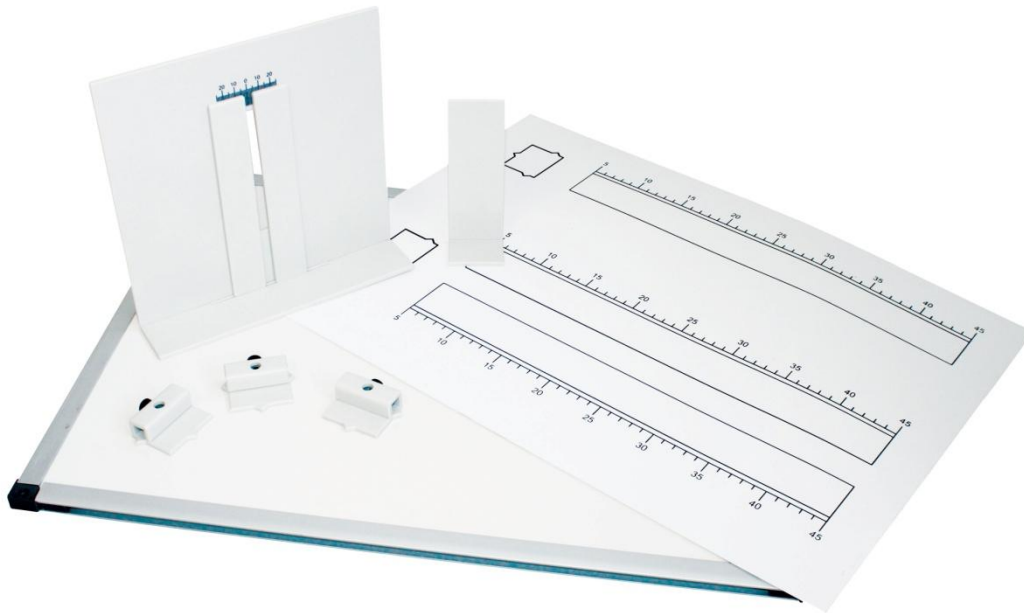


## Ultraschall Experimentierset



### Beschreibung

Das Ultraschall Experimentierset wurde speziell für den Einsatz in Gymnasien entwickelt.

Das Experimentierset besteht aus :

- 1 Stk. Stahltafel
- 1 Stk. beidseitig bedruckte Siebdrucktafel für unterschiedliche Versuche (560 x 410 mm)
- 3 Stk. magnethaftende Füße zur Aufnahme von Haltern für Ultraschall-Sender und Empfänger
- 1 Stk. magnethaftender einstellbarer Spalt für Beugungsversuche
- 1 Stk. magnethaftender Reflektor

### Erforderliches Zubehör

Folgende Geräte werden zur Durchführung der Versuche benötigt (nicht im Lieferumfang des Sets enthalten):

2 Stk. Ultraschallempfänger

Best.-Nr. 113.2047

- |                                    |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| 2 Stk. Ultraschallsender           | Best.-Nr. 113.2046      |
| 3 Stk. Halter mit Stativstab       | Best.-Nr. 113.2050      |
| 1 Stk. Ultraschallgenerator 40 kHz | Best.-Nr. 113.2049      |
| 1 Stk. Digitaloszilloskop 25 MHz   | z.B. Best.-Nr. 113.4126 |

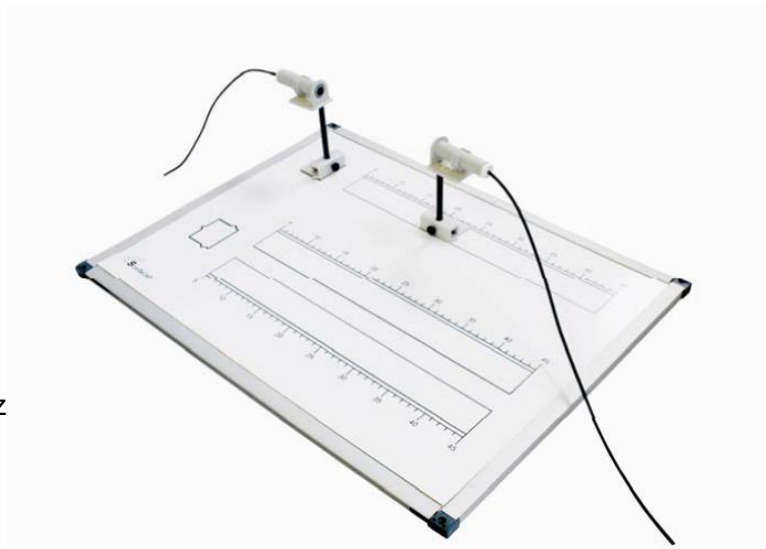
## Versuche

Auf den nachfolgenden Seiten sind Versuche beschrieben, die sich mit dem Set und dem o.g. Zubehör durchführen lassen

### 1. Messen der Wellenlänge

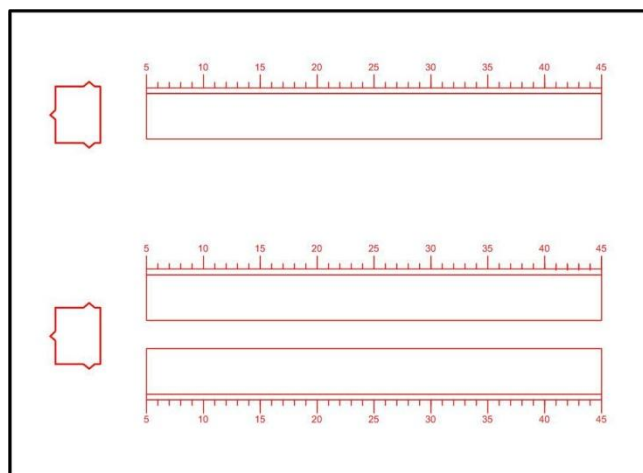
#### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Siebdrucktafel
- 1 Ultraschallsender
- 1 Ultraschallempfänger
- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 2 Halter mit Stativstab
- 2 magnethaftende FüÙe
- 1 Oszilloskop

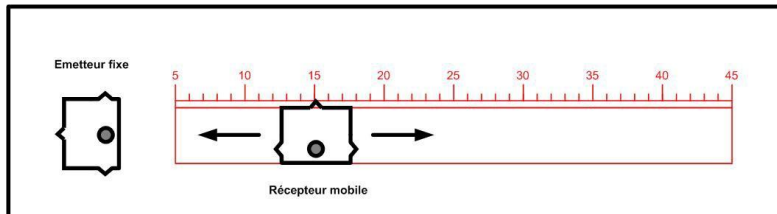


#### Versuchsaufbau

Legen Sie die Siebdrucktafel mit der unten abgebildeten Seite nach oben auf die Tafel.



Stellen Sie den Sender auf das linke Feld und den Empfänger verschiebbar auf das Feld mit der Skalierung gemäß untenstehender Abbildung



### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Dauerbetrieb*.

Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass sich Sender- und Empfängersignal überlagern.

Der Empfänger wird am Lineal solange verschoben, bis die beiden Signale sich phasenmäßig überlagern. Markieren Sie die Position mit  $d_1$ .

Verschieben Sie nun den Empfänger solange nach rechts, bis Sie eine ganzzahlige ( $N$ ) Phasenverschiebung haben. Markieren Sie diese Position mit  $d_2$ .

Die Wellenlänge ergibt sich aus der Gleichung:

$$\lambda = (d_2 - d_1) / N$$

Es ergibt sich ein Wert nahe dem theoretischen Wert von 8,5 mm.

### Berechnung des theoretischen Wertes:

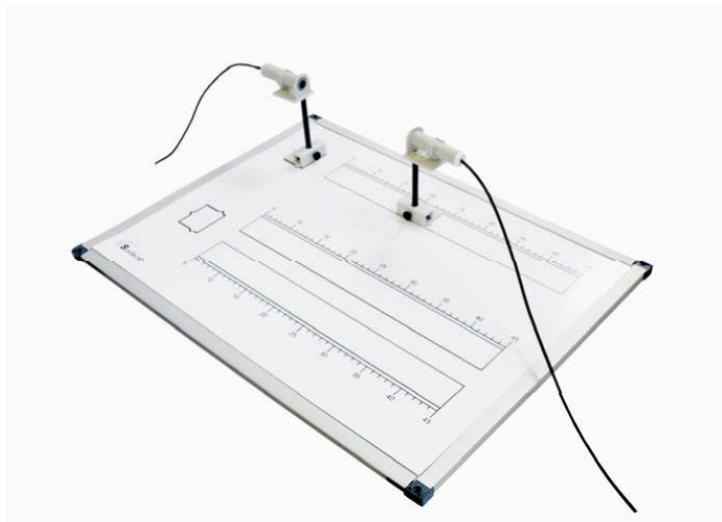
Die Wellenlänge  $\lambda$  entspricht der Geschwindigkeit  $V$  des Ultraschallsignales (340 m/s) bei einer Frequenz von  $f=40$  kHz :

$$\lambda = V / f = 340 / 40\,000 = 8,5 \times 10^{-3} \text{ m}$$

## 2. Messen der Geschwindigkeit mit einem Ultraschallempfänger

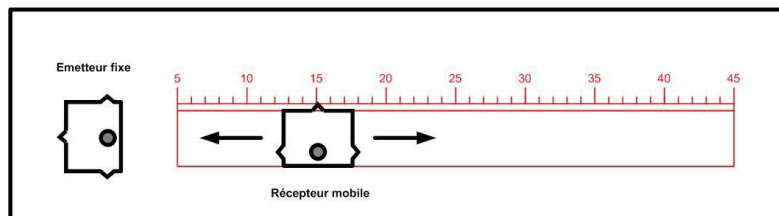
### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Siebdrucktafel
- 1 Ultraschallsender
- 1 Ultraschallempfänger
- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 2 Halter mit Stativstab
- 2 magnethaftende FüÙe
- 1 Oszilloskop



### Versuchsaufbau

Stellen Sie den Sender auf das linke Feld und den Empfänger verschiebbar auf das Feld mit der Skalierung gemäß untenstehender Abbildung



### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Impulsbetrieb*.

Betrachten Sie auf dem Oszilloskop die Impulspakete (Bursts) vom Sender und die vom Empfänger aufgenommenen. Der Sender bleibt fest stehen der Empfänger wird bewegt.

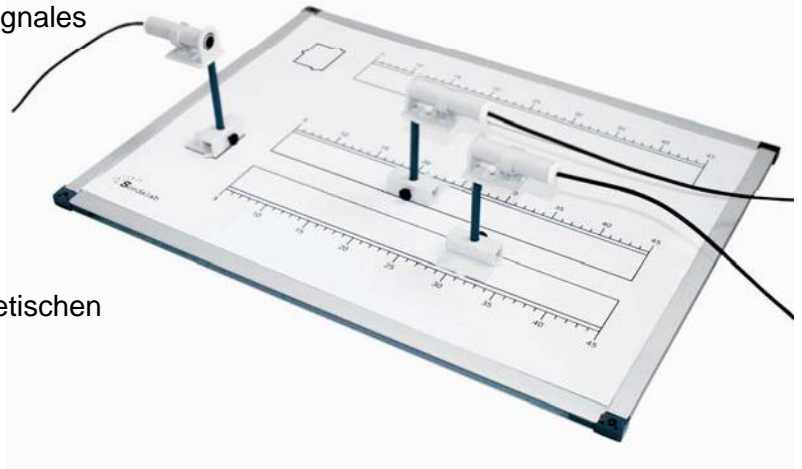
Positionieren Sie den Empfänger bei 45 cm am Ende der Skala. Stellen Sie die Zeitbasis am Oszilloskop so ein, dass Sie ein korrektes Signal auf dem Schirm sehen. Verschieben Sie nun den Empfänger so weit nach links, dass sich eine Verschiebung des Impulspaketes von 1 ms auf dem Schirm ergibt.

Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass sich Sender- und Empfängersignal überlagern.

Die Geschwindigkeit  $V$  des Ultraschallsignales in Luft ergibt sich aus der Gleichung:

$$V = d / 10^{-3}$$

Es ergibt sich ein Wert nahe dem theoretischen Wert von 8,5 mm.



### Berechnung des theoretischen Wertes:

Die Geschwindigkeit von Ultraschall in Luft beträgt 340 m/s. Dies entspricht einer zurückgelegten Wegstrecke von 34 cm.

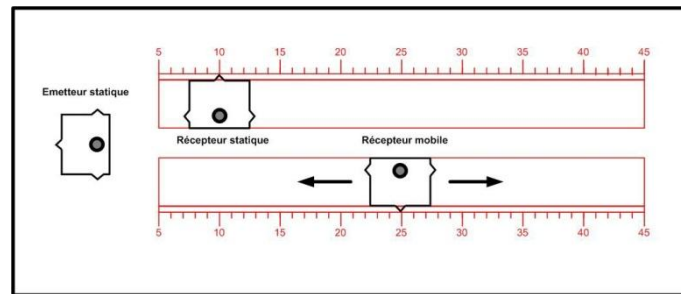
### 3. Messen der Geschwindigkeit mit zwei Ultraschallempfänger

#### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Siebdrucktafel
- 1 Ultraschallsender
- 2 Ultraschallempfänger
- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 3 Halter mit Stativstab
- 3 magnethaftende Füße
- 1 Oszilloskop

#### Versuchsaufbau

Stellen Sie den Sender auf das linke Feld und den Empfänger verschiebbar auf das Feld mit der Skalierung gemäß untenstehender Abbildung



### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Impulsbetrieb - schnell*.

Betrachten Sie auf dem Oszilloskop die Impulspakete (Bursts) von beiden Empfängern

Positionieren Sie beide Empfänger auf derselben Höhe (z.B. bei 10 cm). Auf dem Oszilloskop wird eine Überlagerung beider Bursts angezeigt.

Verschieben Sie nun einen Empfänger (der andere bleibt stehen). Hierbei erkennen Sie eine zeitliche Verschiebung zwischen den beiden Signalen auf dem Schirm des Oszilloskops.

Für den Abstand  $d$  zwischen den beiden Empfängern und der zeitlichen Verschiebung  $\Delta t$  zwischen den Signalen des Oszilloskops gilt:

$$v = d / \Delta t$$

Es ergibt sich ein Wert nahe dem theoretischen Wert von 8,5 mm.

### Berechnung des theoretischen Wertes:

Um zwischen den Signalen eine 1 ms Verschiebung zu erhalten, muss der Abstand zwischen den beiden Empfängern 34 cm betragen. Es gilt:

$$v = 0.34 / 10^{-3} = 340 \text{ m.s}^{-1}$$

## 4. Messen des Abstandes mithilfe einer Laufzeitmessung

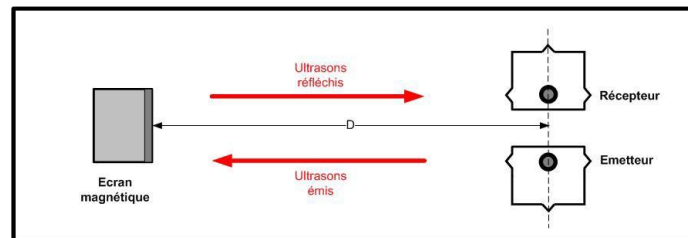
### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Ultraschallsender
- 1 Ultraschallempfänger

- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 2 Halter mit Stativstab
- 2 magnethaftende FüÙe
- 1 magnethaftender Reflektor
- 1 Oszilloskop

### Versuchsaufbau

Stellen Sie den Sender, den Empfänger und den Reflexionsschirm gemäß der untenstehenden Abbildung auf die Metalltafel.



### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Impulsbetrieb - langsam*.

Betrachten sie auf dem Oszilloskop die Impulspakete (Bursts) von Sender und Empfänger.

Sender und Empfänger „schauen“ in gleichem Abstand zu dem magnethaftenden Schirm.

Bei einem Abstand  $D$  zwischen Schirm und Sender- / Empfängerpaar und einer Zeitverschiebung  $\Delta t$  zwischen den beiden Signalen Entspricht die Laufzeit des Signales der Strecke  $2 \cdot D$ .

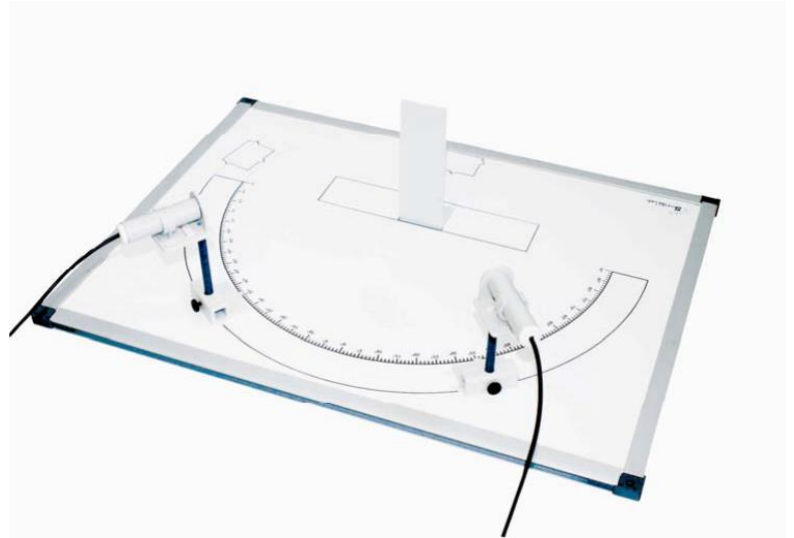
Mit der Kenntnis, der Ultraschallgeschwindigkeit von 340 m/s ist es einfach den Abstand  $D$  zu bestimmen:

$$D = V \cdot \Delta t / 2$$

## 5. Reflexion von Ultraschall

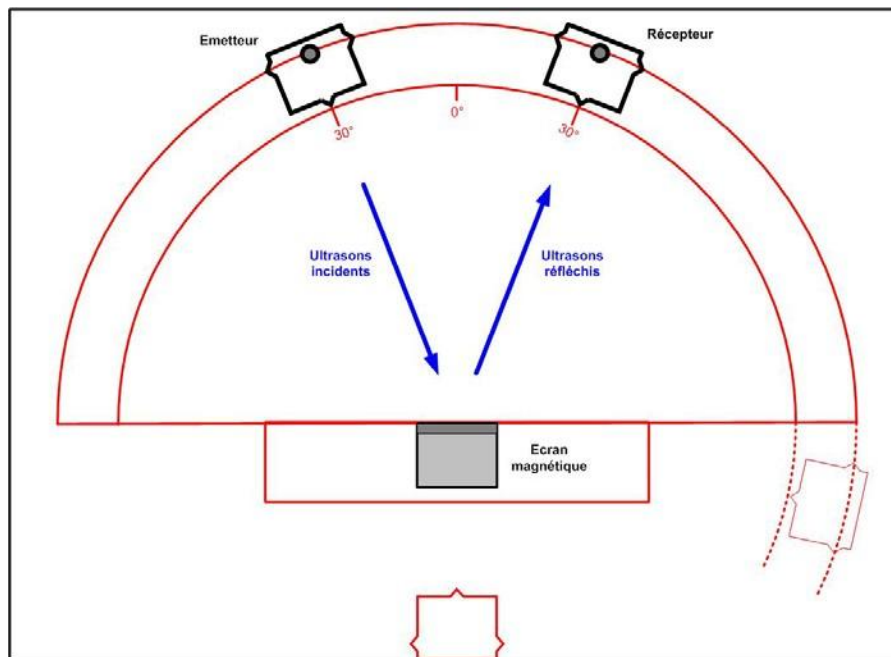
### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Siebdrucktafel
- 1 Ultraschallsender
- 1 Ultraschallempfänger
- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 2 Halter mit Stativstab
- 2 magnethaftende FüÙe
- 1 magnethaftender Reflektor
- 1 Oszilloskop



### Versuchsaufbau

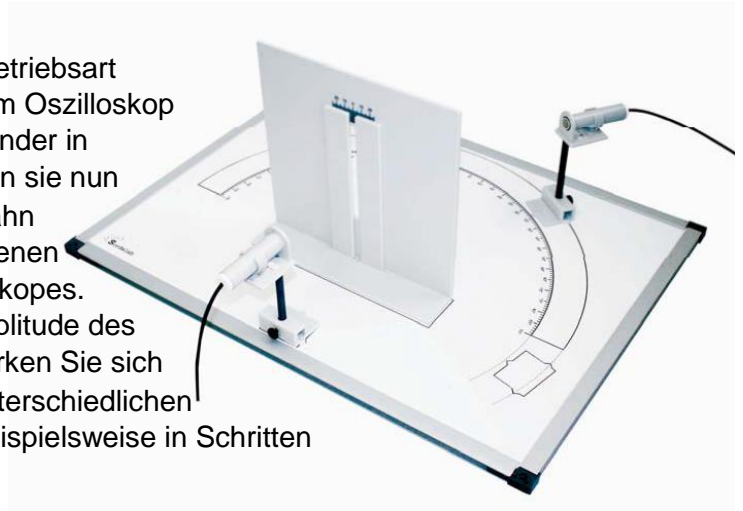
Stellen Sie den Sender, den Empfänger und den Reflexionsschirm gemäß der untenstehenden Abbildung auf die Vorlage mit der Gradscheibe.





### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Dauerbetrieb*. Stellen Sie das Signal auf dem Oszilloskop dar (Sinus-Kurve). Positionieren Sie den Sender in einem Winkel  $\theta_i$  vor dem Reflektor. Bewegen Sie nun den Empfänger entlang der gekrümmten Bahn und betrachten die Amplitude des empfangenen Signals auf dem zweiten Kanal des Oszilloskopes. Suchen Sie so den Winkel, bei dem die Amplitude des reflektierten Signals am größten ist ( $\theta_r$ ). Merken Sie sich den Winkel. Führen Sie den Versuch bei unterschiedlichen (Anfangs-) Winkeln des Senders durch – beispielsweise in Schritten von  $10^\circ$ .



Es ergibt sich nachfolgende Beziehung:

$$\theta_i = \theta_r$$

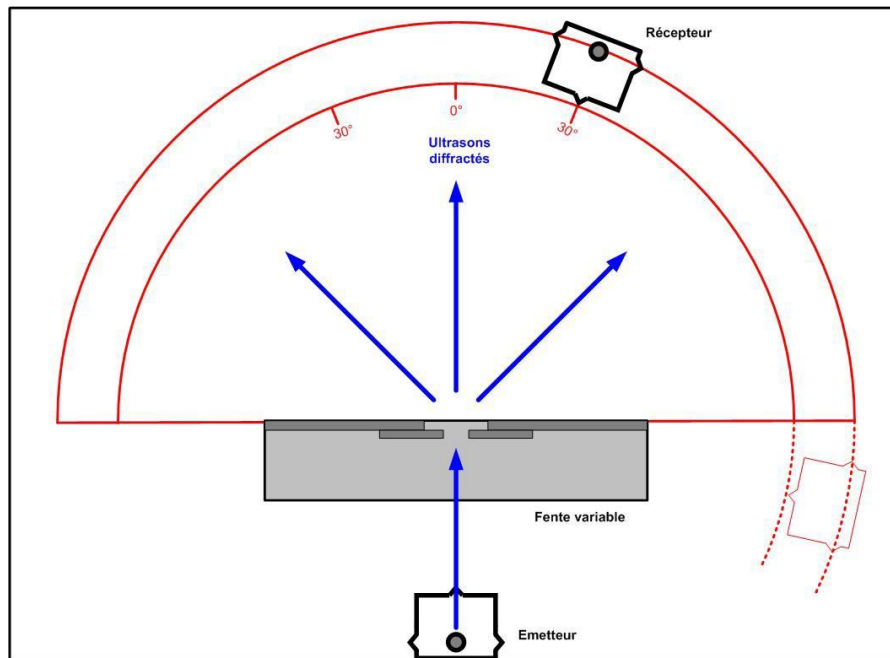
## 6. Beugung von Ultraschallwellen an einem Spalt

### Erforderliches Material

- 1 Stahltafel
- 1 Siebdrucktafel
- 1 Ultraschallsender
- 1 Ultraschallempfänger
- 1 Ultraschallgenerator 40 kHz
- 2 Halter mit Stativstab
- 2 magnethaftende Füße
- 1 magnethaftender veränderlicher Spalt
- 1 Oszilloskop

### Versuchsaufbau

Stellen Sie den Sender, den Empfänger und den Spalt gemäß der untenstehenden Abbildung auf die Vorlage mit der Gradscheibe.



Die Abdeckungen zur Bildung des Spaltes werden oben und unten mit Magneten fixiert. Mit einer Skala kann die Spaltbreite abgelesen werden. Die Spaltbreite kann von 0 bis 50 mm eingestellt werden.

### Durchführung der Messung

Schalten Sie den Ultraschallsender in die Betriebsart *Dauerbetrieb*.

Stellen Sie das Signal auf dem Oszilloskop dar (Sinus-Kurve).

Stellen Sie die Spaltbreite auf einen festen Wert. Bewegen Sie nun den Empfänger langsam auf der Kreisbahn. Und betrachten die Amplitude. Sie stellen fest, dass neben dem Maximum weitere lokale Maxima entstehen. Variieren Sie die Spaltbreite und untersuchen Sie die Maxima.

Bei einer Spaltbreite in der Größenordnung der Wellenlänge der Ultraschallwellen (8,5 mm) werden Sie feststellen, dass das Phänomen der Beugung am ausgeprägtesten ist.

**Optionales Zubehör**

Das nachfolgend aufgeführte Zubehör ist zur Durchführung der Versuche erforderlich und kann bei CONATEX-DIDACTIC Lehrmittel GmbH bezogen werden.

**Ultraschallsender** Best.-Nr. 113.2049



Zur Versorgung mit einem 40 kHz-Signal.

**Ultraschallempfänger** Best.-Nr. 113.2049



Mit BNC-Anschluss zum direkten Anschluss an ein Oszilloskop.

**Halter mit Stativstab** Best.-Nr. 113.2049



Zur Aufnahme des Ultraschallsenders (Best.-Nr. 113.2046) und des Ultraschallempfängers (Best.-Nr. 113.2047). Der Halter wird direkt auf die magnethaftenden Füße des Sets gesteckt.

**Ultraschallgenerator 40 kHz**

Best.-Nr. 113.2049



40 kHz Ultraschallgenerator zum direkten Anschluss des Ultraschallsenders (Best.-Nr. 1132046) über 4 mm Sicherheitsbuchsen. 3 verschieden. Ausgangssignalformen: Dauersignal, Burst-Periode langsam / schnell. Mit einem Potentiometer lässt sich die Burstlänge einstellen. Über eine BNC-Buchse kann das Signal direkt an ein Oszilloskop angeschlossen werden.

**Oszilloskop** Best.-Nr. 113.2049

2-Kanaliges Digitaloszilloskop mit 30 MHz. Vielseitig verwendbar durch USB und LAN-Schnittstelle.