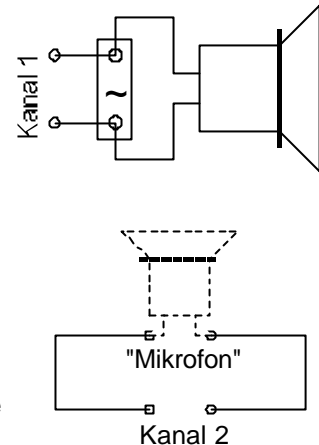


# Protokoll: Versuch zur Messung der Schallgeschwindigkeit

Protokollant: Alexander Rudyk

## Aufbau:

Ein Frequenzgenerator, der Sinus-förmige Wechselfspannungen im Kilohertzbereich erzeugen kann, wird als Spannungsquelle an einen Lautsprecher angeschlossen. In unserem Versuch nutzen wir nach einer exemplarischen Vorführung mit einem handelsüblichen Lautsprecher jedoch Ultraschalltöner (also auf Piezo-Basis arbeitende Lautsprecher die im Ultraschallbereich arbeiten), um den Einfluss von Umgebungsgeräuschen zu minimieren. Gleichzeitig wird der Frequenzgenerator an den ersten Kanal eines Zweikanal-Oszilloskops angeschlossen. Der zweite Kanal des Oszilloskops wird an einen weiteren, nun als "Mikrofon" zum Einsatz kommenden Ultraschalltöner angeschlossen (auch hier verwendeten wir als Beispielaufbau ein (nicht-funktionstüchtiges) Mikrofon). Das Oszilloskop synchronisiert beide Kanäle auf die Eingangsspannung des ersten Kanals.



Beide Ultraschalltöner werden mit Stativen auf einer Schiene montiert, auf der diese frei verschiebbar sind und die die Möglichkeit bietet, die Länge einer Verschiebung durch einen angebrachten Maßstab abzulesen.

## Durchführung:

Der Frequenzgenerator wird auf die Resonanzfrequenz der Ultraschalltöner eingestellt, die bei etwa 38 kHz liegt. Der "empfangende" Ultraschalltöner wird solange verschoben, bis beide am Oszilloskop erkennbare Kurven in Phase liegen. Am Oszilloskop wird die Verstärkung für die Kurven beider Kanäle verändert, bis diese etwa deckungsgleich sind. Die Position des "empfangenden" Töners wird festgehalten. Anschließend wird dieser solange nach außen verschoben, bis sich die beiden Kurven insgesamt 10mal überlagert haben, auch diese Position wird festgehalten.

## Beobachtung:

Auf beiden Kanälen erkennt man eine Sinuskurve. Bei einer geeigneten Position der Töner zueinander schwingen beide Kurven in Phase. Das Signal des empfangenden Töners ist wesentlich schwächer als das des Frequenzgenerators, hier muss eine höhere Verstärkung am Oszilloskop eingestellt werden. Dabei nimmt die Amplitude weiter ab je weiter man die Ultraschalltöner voneinander entfernt. Verschiebt man einen der Töner verschiebt sich auch die Sinuskurve an Kanal 2 nach links. Nach einer gewissen Entfernung liegen beide Kurven dann wieder übereinander. Wir haben den Versuch mit 38,6 kHz durchgeführt, bei dieser Frequenz waren die maximalen Spannungsspitzen an Kanal 2 erkennbar. Unsere Anfangsposition lag bei 72,9 cm, nach 10 Übereinstimmungen befand sich der 2. Töner bei 81,9 cm.

## Auswertung:

Die am ersten Kanal erkennbare Sinuskurve ist die Spannungskurve der angelegten Wechselfspannung. Gleichzeitig zeigt sie die Schwingung eines einzelnen Teilchens gerade am Anfang unserer Schallwelle, im Ultraschalltöner. Sie zeigt nicht die tatsächliche Schallwelle. Genauso verhält es sich mit der Sinuskurve an Kanal 2: Sie zeigt die Schwingungen, in die die Teilchen am "empfangenden" Töner versetzt werden, nicht einen Teil der Schallwelle. Durch Reibungsverluste werden die Schwingungen der Teilchen mit zunehmender Entfernung von der Tonquelle immer schwächer – deswegen die geringere Auslenkung in Kanal 2 und die abnehmende Amplitude bei zunehmender Entfernung.

Verschieben wir nun den empfangenden Ultraschalltöner, tasten wir mit ihm eine andere Position in der sich ausbreitende Welle ab: Deswegen verschiebt sich die sichtbare Welle auf dem Oszilloskop. Verschieben wir den Ultraschalltöner dagegen um  $\lambda$ , schwingt er wieder in Phase mit seiner Ausgangsposition. Wir haben den Abstand gemessen, um den wir den Ultraschalltöner verschieben müssen, damit sich die beiden Wellen zehnmal überlagern. Also haben wir in dieser Entfernung 10-mal  $\lambda$  zurückgelegt. Daraus können wir  $\lambda$  und die Ausbreitungsgeschwindigkeit  $c$  berechnen:

$$9\text{cm} = 10 \cdot \lambda$$

$$\lambda = 0,9\text{ cm}$$

$$c = f \cdot \lambda$$

$$c = 38,6\text{ kHz} \cdot 0,9\text{cm}$$

$$c = 347,4\text{ ms}^{-1}$$

Dieser praktisch ermittelte Wert stimmt gut mit dem theoretischen Wert von etwa 340m pro Sekunde überein, die Abweichung beträgt nur etwa 2,2%.