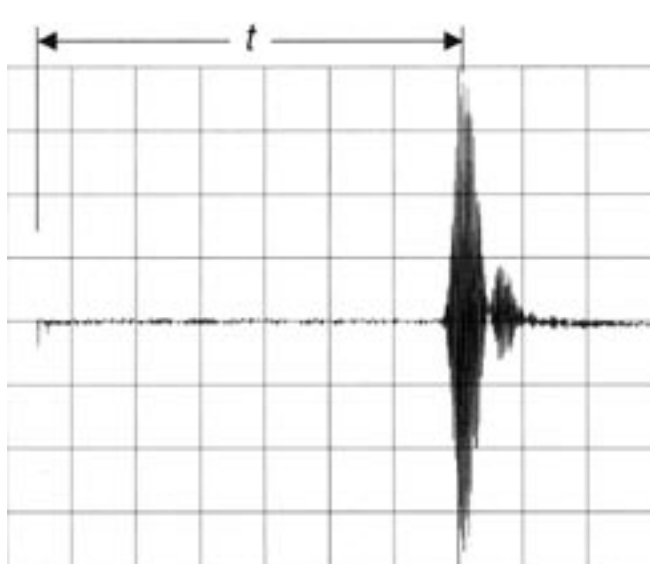


Der Ultraschall

Die Theorie und seine Anwendungen...

Ultraschallwellen werden durch mechanische Wellen (Schwingungen) eines piezoelektrischen Keramikkörpers im Wandler erzeugt. Durch die geradlinigen Wellen verhalten sie sich nahezu wie Lichtwellen. Es lassen sich folgende Gesetzmäßigkeiten nachweisen:

- Reflexionsgesetz (Einfallswinkel = Ausfallswinkel)
- Bewegung am Spalt
- Brechungsgesetz
- Interferenzerscheinung ($\Delta l \approx \cos(\pi \cdot (f_2 - f_1) \cdot t)$)
- Akustischer Doppler-Effekt ($f = f_a \cdot (1 + v/c)$)



Echolotsignal

Wie die Fledermäuse



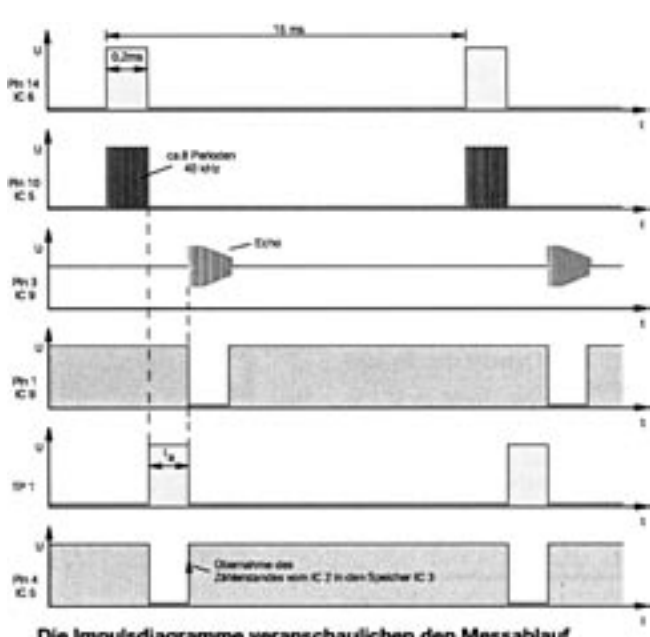
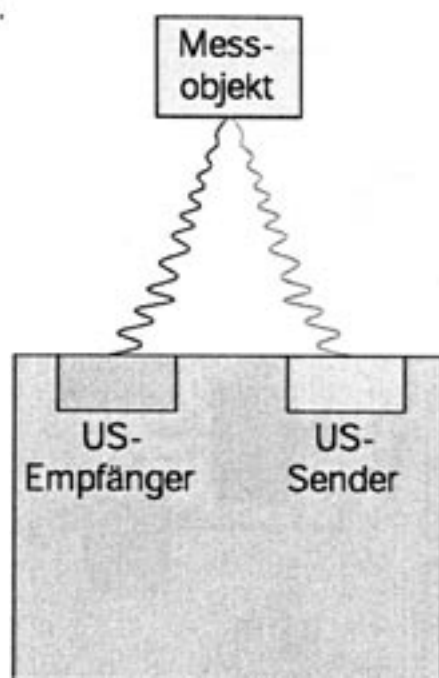
Die Funktion beruht auf der Eigenschaft der Luft, den Schall mit einer relativ genau bekannten Geschwindigkeit fortzuleiten. Relativ deshalb, weil die Ausbreitungsgeschwindigkeit sich mit der Lufttemperatur ändert. Während sich Luftschall bei 0 °C mit genau 331,5 m/s fortbewegt, sind dies bei 15 °C schon ca. 340 m/s. Dies spielt aber bei den hier betrachteten, sehr kurzen Entfernungen kaum eine Rolle, die Verfälschung durch die Umgebungstemperatur liegt weit unterhalb der Auflösungsschwelle der einfachen LED-Anzeige.

In Glas z. B. breitet sich Schall mit bis zu 5500 m/s aus, in Wasser mit ca. 1460 m/s. Hierfür sind allerdings spezielle, weit leistungsfähigere Ultraschallgeber erforderlich, die mit sehr hohen Spannungen und Impulsleistungen betrieben werden. So arbeiten bereits relativ einfache Echolote für Sportboote mit Impulsleistungen von 500 W bis 2,4 kW, um Wassertiefen bis zu 500 m genau messen bzw. Fischschwärme oder einzelne Fische finden zu können. Für ein Bewegen in unbekanntem Gewässern ist solch ein Gerät aber trotz der relativ hohen Preise unabdingbar, will man keinen teuren Unterwasserschaden riskieren.

Messen mit Schallgeschwindigkeit

Denkt man an das bequeme, „berührungslose“ Messen von Entfernungen, fällt sicher nahezu jedem zuerst „Radar“ ein, ein Abstandsmessverfahren, das seit dem zweiten Weltkrieg Standard in der Luft- und Seefahrt ist, um Entfernungen sowie Geschwindigkeiten zu ermitteln. Für kurze Distanzen hat sich jedoch in den letzten ca. 20 Jahren das Ultraschall-Messverfahren etabliert, das deutlich einfacher und kostengünstiger zu realisieren ist und zudem nicht mit hochenergetischen Funkwellen arbeitet.

Besonders augenfällig sind dabei allgemein zugängliche Anwendungen wie Ultraschall-Messgeräte für das Ausmessen von Räumen, wie das in Abbildung 1 dargestellte „DigiTape“, Einparkhilfen für Autos (Abbildung 2) oder Echolote, Fishfinder bzw. Tiefenmesser auf Booten und Schiffen.



Die Impulsdiagramme veranschaulichen den Messablauf



Weitere Anwendungen von Ultraschall:

- Entfernungsmessgeräte zur Raumausmessung
- Ultraschall-Reinigungsbäder
- Abstandswarner im Auto
- Wühlmaus- und Marderscheuchen
- Fernbedienungen
- Echolot in der Schifffahrt
- usw.

Ihr Experiment →

Learning by doing

Versuch A: Verhält sich Ultraschall wie Licht?

Rechte Taste A gedrückt halten und mit dem rechten Stellrad den oben angebrachten senkrechten Drehteller so einstellen, dass die Alu-Platte waagrecht steht (und eingerastet ist).

Nachweis 1: Totalreflexion

Jetzt weiter drehen bis die Alu-Platte in 45° Lage einrastet – Empfang beobachten.

Nachweis 2: Einfallswinkel = Ausfallswinkel

Weiter drehen bis der Schaumgummi-Klotz waagrecht vor dem Sender eingerastet ist und steht.

Nachweis 3: Schalltoter Raum

Weiter drehen bis das Metallgitter waagrecht vor dem Sender eingerastet ist und steht.

Nachweis 4: Schalldurchgängigkeit am Gitter

Die Theorie ist jetzt bewiesen ... also jetzt ein echter Praxis-Versuch ...

Versuch B: Der messende Ultraschall

Linke Taste B gedrückt halten, gleichzeitig mit der linken Kurbel unseren „Spezial-Mini“ vor- und rückwärts bewegen. Dabei das Aufleuchten der einzelnen LED-Dioden beobachten und auch mit dem Maßstab vergleichen, denn eine Leuchtdiode ist linear ca. 1cm.

Wie man sehen kann, benötigt man doch einiges an Digitalelektronik, um aus der Laufzeit-Dauer eines Echo-Impulses eine nachvollziehbare Anzeige zu erzeugen.

Viel Spaß beim Testen!