

## Cours Complémentaire 2e: Physique en médecine

### 2<sup>ème</sup> Partie : Prinzip der Ultraschallbildgebung

#### 1) Schallquelle, Frequenz, Schallgeschwindigkeit

Ein normaler Lautsprecher besteht aus einer Schallmembrane, die durch ein elektrisches Signal in Schwingung versetzt wird. Die Bewegung der Membrane überträgt Druckwellen an die Luft oder an ein anderes Medium (Wasser, Organe, ...). Diese Druckwellen breiten sich mit einer gewissen Geschwindigkeit aus und kann durch ein Ohr oder Mikrofon empfangen werden.

Man spricht von einem Ton wenn man ein sinusförmiges Signal erzeugt.

Die Tonhöhe wird durch die Frequenz (Schnelligkeit der Druckschwankungen) bestimmt. Je größer die Frequenz der Schwingungen ist, desto höher ist der Ton. Die Lautstärke wird durch die Amplitude der Schwingungen (Größe der Druckschwankungen) bestimmt.

Man kann auch kurze Druckwellen erzeugen indem man zbsp. 2 Stangen oder ein Buch zusammenschlägt.

Simple Club Schall: <https://www.youtube.com/watch?v=cFrOoD1leSc>

*Versuch 1: Wir nehmen verschiedene Töne mit Mikro und Oszilloskop auf und testen unser Gehör.*

Skizziere : einen tiefen Ton

einen hohen Ton

einen leisen

einen lauten Ton

..... einen Schlag.....ein Rauschen

*Versuch 2: Mit dem kurzen Geräusch von einem Schlag lässt sich mit 2 Mikrofonen und einer Stoppuhr messen wie lange der Schall für eine gewisse Strecke braucht.*

Messung Luft :

Simple Club Schallgeschwindigkeit: [https://www.youtube.com/watch?v=Q\\_gLb\\_lO15I](https://www.youtube.com/watch?v=Q_gLb_lO15I)  
Notiere die Geschwindigkeit in anderen Materialien:

## 2) Schallausbreitung, Wellenlänge und Reflexion von Ultraschall

Mit Piezokristallen (Kristalle die sich durch elektrische Spannung im Sender verformen bzw. durch Verformung im Empfänger elektrische Spannung erzeugen) kann man sehr hohe Frequenzen absenden. Diese Töne sind für nicht hörbar man spricht von Ultraschall. In unseren Versuchen nutzen wir 40kHz=40000Hz. Das bedeutet der Ton schwingt mit 40000 Schwingungen pro Sekunde.

*Versuch 3: In Experimentiergruppen. Auf einer Platte werden ein Ultraschallsender und 2 Empfänger montiert. Diese funktionieren nur korrekt bei 40000 Hertz.*

*Die Empfänger knapp hintereinander montieren, so dass sich der Abstand zwischen dem 2. Empfänger und der Quelle leicht verändern lässt.*

*2 Kanal Oszilloskop benutzen und messen alle wieviel Zentimeter sich das Signal wieder mit dem 1. Signal deckt. Dieser Abstand ist die Wellenlänge.*

- *Wie kann man aus dieser Messung die Schallgeschwindigkeit ableiten?*

*Dann Reflektor benutzen und diesen bewegen um wieder die Phasenverschiebung der Wellen zu sehen.*

- *Wie berechnet sich die Position aus der Laufzeit des reflektierten Signales?*

Wenn der Reflektor eine gewisse Geschwindigkeit hat, stellt man fest, dass die reflektierte Welle eine leicht andere Frequenz hat. Höher, wenn sich das Objekt auf den Sender zu bewegt und tiefer, wenn es sich wegbewegt. So lassen sich zum Beispiel Fließgeschwindigkeiten ermitteln. Leicht verschiedene Wellen erzeugen ein „wobbeln“ Schwebung genannt.

*Versuch 4: 2 leicht verstimmt Stimmgabeln (Zusatzgewicht) zusammen anhören. Versuchen den Ultraschall Reflektor zu bewegen damit auf dem Oszilloskop oder Capstone bei geeigneter Einstellung das wobbeln erkennbar wird.*

*(Versuch 5: Quelle und Empfänger werden eingetaucht. Nachteil es gibt mehr Verluste beim Übergang (Tüte Wasser). In der Medizin gibt man deshalb immer ein Gel zwischen Sender/Empfänger und Haut. Wellenlänge bestimmen und Geschwindigkeit berechnen.)*

Prinzip medizinische Anwendungen : <https://www.youtube.com/watch?v=r8kx6C7j9so>

Focused Assessment with Sonographie for Trauma (Deutsch):

<https://www.youtube.com/watch?v=FJ9nUNaZ9Lo>

Ultrasound diagnostics: <https://www.youtube.com/watch?v=at3BTgiHu4U>