

## Schall und Ohr

### 1.) Grundlegendes zu Schwingungen und Wellen

**T** Das Erzeugen und Hören von Tönen, Geräuschen etc. basiert auf den Grundlagen von Schwingungen und Wellen. Du solltest daher sicher stellen, dass du die Begriffe **Frequenz, Schwingungsdauer, Wellenlänge, Ausbreitungsgeschwindigkeit, Amplitude, Dämpfung, und Resonanz** sowie deren **wichtigste Zusammenhänge** (z.B.  $T = 1 / f$ ;  $v = \lambda \cdot f$ ) kennst und auch verstehst !!

Beachte die unterschiedliche Bedeutung der Begriffe **Ton, Klang und Geräusch** !

**E1** Fahre mit der an der vorliegenden großen Stimmgabel angebrachten Spitze relativ rasch über die beruhte Glasplatte und skizziere die entstandene Spur auf der Rückseite dieses Blattes.

**E2** Wasserglasmusik: Versetze ein frisch gewaschenes Glas mit nassem Finger dadurch in Schwingungen, dass du gleichmäßig am oberen Rand entlangfährst. Fülle verschiedene Wassermengen ein bzw. neige das Glas während der Schwingungsanregung seitwärts. Was beobachtest du ?

.....

**E3** Versuche mit Hilfe eines gespannten Grashalmes (oder eines etwa 5 mm breiten Papierstreifens) einen Ton zu erzeugen und überlege, was dies mit unseren Stimmbändern zu tun hat.

### 2.) Resonanzkörper

**T** Jedes schwingungsfähige System ( elastische Körper, Luft in Hohlräumen, Trommelfell, Bauchdecke, ..... ) besitzt sogenannte "Eigenfrequenzen", mit denen es "frei" schwingt. Wird es mit einer dieser Frequenzen zu Schwingungen angeregt, schwingt es besonders heftig mit. Darauf beruhen viele Effekte in der Technik, Musik, etc. Die Eigenfrequenz eines Systems hängt von verschiedenen Größen wie zum Beispiel den Dimensionen des Körpers und anderen Eigenschaften ab ( Dichte, Elastizität, .... ). Das ist auch der Grund, warum wir mit Hilfe der uns zur Verfügung stehenden Resonanzkörper ( Mundhöhle, etc.; sogenannte Formanten ) verschiedene von den Stimmbändern erzeugte Frequenzen verstärken und so verschiedene Laute artikulieren können.

**E4** Schlage die zur Verfügung stehende Stimmgabel an bzw. betätige die vorliegende "Miniorgel" und halte sie auf die Tischplatte, an die Tafel oder an den Kopf. Beschreibe kurz deine Beobachtung und erkläre sie :

.....

.....



### 3.) Schallausbreitung

**T** Die Schallausbreitung von der Quelle zum Ohr erfolgt üblicherweise durch Luft. Dabei wird die ans Trommelfell gelangende Druckschwankung durch die Hebelwirkung der Mittelohrknochen und durch das Flächenverhältnis von Trommelfell zu ovalem Fenster insgesamt etwa um den Faktor 22 verstärkt.

Die eigene Stimme gelangt allerdings über drei Wege zum eigenen Ohr ( durch die Luft, über Knochen und durch die Eustachische Röhre ). Daher klingt die eigene Stimme vom Tonband sehr ungewohnt - dabei gelangt Schall nur mehr über den Luftweg zum Ohr .

**E5** Ein einfaches Experiment zeigt, wie völlig anders Alltagsgeräusche klingen, wenn der Schall auf ungewohnten Wegen ins Ohr gelangt :

Hänge einen großen Silberlöffel ( bzw. eine Stativstange, oder Ähnliches ) in die Mitte einer etwa 1 m langen Schnur, wickle die beiden Enden jeweils um einen Zeigefinger und stecke diese in die Ohren. Beuge dich vor und lasse den frei schwingenden Löffel an eine Tischkante schlagen. Das Ergebnis wird dich erstaunen.

Ähnliche Erfahrungen hast du vielleicht schon mit Geräuschen unter Wasser gemacht !

**F** Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt etwa ..... m/s, in Wasser ..... m/s und in Eisen ..... m/s.

**R** Wie weit ist ein Gewitter entfernt, wenn der Donner 12 s nach dem Blitz hörbar ist ? ( Hinweis: Die Laufzeit des Lichtes ist vernachlässigbar )

Entfernung  $d = \dots\dots\dots$  km

### 4.) Hörempfindung

**T** Wichtige Begriffe zum Hören sind unter anderem **Tonhöhe, Lautstärke, Hörbereich, Lärm, Richtungshören, zeitliches Auflösungsvermögen, Frequenzauflösungsvermögen, Hörbereich des Menschen.** Wiederhole oder erarbeite ihre Bedeutung mit Hilfe der vorgesehenen Aufgaben, des Physikbuches oder durch Fragen.

**F** Was sind etwa die Grenzen des Hörbereiches eines gesunden Ohres:

Untere Hörgrenze: ..... Hz      Obere Hörgrenze: ..... Hz

**E6** Es wird allen gemeinsam ein Ton vorgespielt, dessen Frequenz bei gleichbleibender Schallleistung langsam von 50 Hz auf 20.000 Hz erhöht wird.

Welche Beobachtung machst du bezüglich der empfundenen **Lautstärke** ?

.....



**E7** Führe Messungen mit dem Schallpegelanzeiger im Schulhaus durch:

Quelle	Schallpegel in dB(A)
Pausenglocke ( Kopfhöhe )	
laute Radiomusik	
lauter Pfiff mit Trillerpfeife	
Arbeitslärm im Physiksaal	

**F** Versuche, den Begriff Lärm zu beschreiben:

.....

**T** Das sogenannte **Richtungshören** wird uns durch verschiedene Effekte ermöglicht. So beeinflußt zum Beispiel die Form der Ohrmuschel und des Kopfes das entstehende Schallfeld um unseren Kopf und damit das je nach Richtung unterschiedliche Eindringen der Schallwelle ins Ohr. Die räumliche Anordnung der beiden Ohren bewirkt eine für beide Ohren unterschiedliche teilweise Abschattung von Schallwellen und kleine Zeitunterschiede beim Eindringen der Schallwelle, wenn sie nicht exakt von Vorne oder Hinten kommt.

**E8 Partnerarbeit !**

Ermittle das **zeitliche Auflösungsvermögen** deines Ohres:

Stecke die beiden Enden des vorliegenden Gummischlauches von etwa 1 m Länge vorsichtig in die Ohren und lege den Schlauch hinter dem Kopf auf einen Tisch. Ein Mitschüler klopft mit einem Bleistift auf den Schlauch, und du sollst herausfinden, ob er genau in der Mitte oder links bzw. rechts davon auf den Schlauch klopft. Ermittle den kleinsten noch erkennbaren Abstand der Klopfstellen von der Mitte und berechne den Laufzeitunterschied des Schalles (Schallgeschwindigkeit in Gummi  $c = 50 \text{ m/s}$ ).

Minimalabstand von der Mitte ..... cm, Laufzeitunterschied ..... s

**E9** Richtungshören mit **holographic sound**

Setze die bereitliegenden Kopfhörer auf und starte den Film von youtube zum Thema holographic sound (**sehr gut z. B. : virtual haircut , mit kurzer Erklärung am Ende**) hilfreich: gute Kopfhörer mit aktiver Dämpfung, z. B. Bose

## 5.) Hörschäden

**T** Unser Gehör kann aus verschiedenen Gründen geschädigt werden. Ursache für viele mechanische Hörschäden ist das Zusammenwirken von Lautstärke und Dauer der Belastung. Da alle Frequenzen am Eingang der Schnecke wirksam werden und nur tiefe Töne weit ins Innere vordringen, sinkt mit zunehmendem Alter vor allem die Aufnahmefähigkeit für hohe Frequenzen.

**E10** **Gemeinsam**

Abspielen von Hörbeispielen von der CD der Schweizerischen UVA „Hörschäden“

