

# AKUSTIKKOFFER



## Versuchsblätter



Graz, Sommersemester 2005

## VORWORT

*Liebe Koffer-Benutzerinnen und Koffer-Benützer!*

*Dieser „Akustkkoffer“ soll den Zugang zu Schall, Lärm und die Welt der Akustik eröffnen. Inspiriert zu diesem Koffer hat mich Frau Mag. Rudolfine Wolfbauer, die im Jahre 1995 in Zusammenarbeit mit der ARGE Umwelterziehung einen „Lärm-Detektiv-Koffer“ mit Experimentiermaterial und Messgeräten entwickelt hat und den ich bei einem Vorgängerprojekt 1998 eingesetzt habe.*

*Der nun vorliegende Koffer enthält ausschließlich Material für Freihandversuche und kann in allen Alters- und Schulstufen eingesetzt werden. Die 27 hier beschriebenen Versuche sollen den geschätzten Benutzerinnen und Benützern des Akustikkoffers als Anregung dienen. Mit dem vorhandenen Experimentiermaterial könnten weitere Versuche entwickelt werden. Eine Weiterentwicklung des Koffers ist durchaus im Sinne der Produzenten, der Fantasie sollen keine Grenzen gesetzt sein.*

*Viel Spaß beim Experimentieren!!!*

**Mag. Gunter C. Pachatz**

**Versuchsblätter zusammengestellt von:** Patrick Eichler  
David Fuchs  
Matthias Lang  
Stephanie Rošker  
  
Gunter C. Pachatz

Anmerkungen: In den Versuchsanleitungen wird häufig das Erzeugen von „Tönen“ erwähnt. Es sei darauf verwiesen, dass es sich hierbei nicht um Sinustöne handelt, sondern streng physikalisch um „Klänge“.

Quellen: Die Experimente stammen aus einschlägiger Fachliteratur und eigenen Überlegungen, vieles und im Besonderen die beiden Graphiken für Versuch 6 (Papierpistole) und Versuch 10 (Trinkhalm-Rohrblatt) wurde der Handreichung der ARGE Umwelterziehung Graz (heute UBZ) entnommen (Redaktion: Mag. Rudolfine Wolfbauer, Dr. Uwe Kozina, 1. Auflage, Graz 1995).



# Inhaltsverzeichnis

## Blatt

- 4 Materialliste
- 5 Bechertelefon
- 6 Um die Ecke hören
- 7 Richtungshören
- 8 Flöte unter Wasser
- 9 Eieruhr-Trick
- 10 Papierpistole
- 11 Schwirrholz
- 12 Schallwellen
- 13 Töne in unserem Kopf
- 14 Das Trinkhalm-Rohrblatt
- 15 Gartenschlauchposaune
- 16 Was ist in der Schachtel?
- 17 Plastikflaschenmusik
- 18 Tanzende Reiskörner
- 19 Schallkanone
- 20 Kleiderbügelglocke
- 21 Gehörtest 1
- 22 Gehörtest 2
- 23 Sichtbare Schwingungen
- 24 Schwingende Gläserresonanz
- 25 Stimmgabelversuch
- 26 Linealmusik
- 27 Gläserxylophon
- 28 Singendes Weinglas
- 29 Meeresschnecke
- 30 Stimmgabelresonanz
- 31 Körperschall



## Materialliste

- 1 Tamburin
- 2 Stimmgabeln
- 2 Rasseln
- 2 Teelöffel
- 2 Schlagzeugsticks
- 4 Strohhalm
- 1 Kleiderbügel
- 1 Zwirn
- 2 Luftballone
- 1 Plastiklineal
- 1 Plastikflasche ganz
- 1 Plastikflasche zerschnitten
- 1 Eieruhr
- 1 Schneckenhaus
- 1 Kerze
- 4 Plastikbecher
- 2 Trichter
- 1 Holzlineal
- 1 Schnur
- 1 Behälter mit Reiskörnern
- 1 Behälter mit Knöpfen
- 1 Behälter mit Murmeln
- 1 Schlauch
- 2 Weingläser
- 1 Schere
- 1 Stück Draht
- 1 Kachel



# 1) Bechertelefon

## **Material**

2 Plastikbecher Schnur (5m), mind. 2 Personen

## **Durchführung**

Man bohrt in die Böden der zwei Becher kleine Löcher. Die Enden der Schnur werden durch diese Löcher geschoben und verknotet, sodass sie nicht durch rutschen können. Dann wird die Schnur straff gespannt. Die eine Person spricht in den einen Becher, die zweite auf der anderen Seite hält den Becher an das Ohr.

## **Erklärung**

Die Schallschwingungen der menschlichen Stimme bringen auch den Boden des Bechers zum Schwingen. Diese Schwingung überträgt sich auf die Schnur und geht so auf den zweiten Becher über. Damit ist die Stimme zu hören. Dieses „Telefon“ funktioniert nur, wenn die Schnur gerade und straff gespannt ist.



## 2) Um die Ecke hören

### **Material**

Eieruhr, der Akustikkoffer

### **Durchführung**

Man stellt eine Eieruhr hinter den aufgestellten Koffer. Wenn der Wecker hinter dem Koffer abgeht, hört man das Geräusch trotzdem, obwohl es keinen direkten Kontakt gibt.

### **Erklärung**

Dadurch, dass die Hindernisse in unserem Alltag im Meterbereich liegen und die Wellenlänge des Schalls auch, kann der Schall gebeugt werden. Somit können wir um die Ecke hören.



# 3) Richtungshören

## **Material**

Schlauch, Versuchspartner

## **Durchführung**

Man hält einen Schlauch mit dem einen Ende an das eine Ohr und mit dem zweiten Ende an das andere Ohr. Dann klopft ein Versuchspartner mit dem Finger auf den Schlauch und man muss raten, aus welcher Richtung das Geräusch kommt. Idealerweise markiert man vorher die Mitte des Schlauches (z.B. mit einem Stück Schnur).

## **Erklärung**

Man hört das Geräusch zuerst links bzw. rechts, weil der Schall weniger Weg zum entsprechenden Ohr zurücklegen muss.



# 4) Flöte unter Wasser

## **Material**

Flöte, Becher oder Weinglas, Wasser

## **Durchführung**

Alle Löcher der Flöte werden mit den Fingern verschlossen. Dann wird sanft in die Flöte hinein geblasen, ein einfacher tiefer Ton ist zu hören. Nun atmet man tief ein und bläst in die Blockflöte, während man sie immer tiefer in das Wasser taucht. Wie verändert sich die Tonhöhe?

Dann atmet man nochmals tief ein und bläst während man die Flöte wieder langsam aus dem Wasser zieht. Wie verändert sich nun der Ton?

## **Erklärung**

Wenn man in die Blockflöte bläst, schwingt die darin befindliche Luft und erzeugt einen Ton. Die Höhe hängt von der Länge der Luftsäule im Inneren der Flöte ab. Wenn man diese nun in das Wasser eintaucht, steigt das Wasser im Inneren auf und verkürzt die Luftsäule. Der Ton wird damit höher. Entsprechend wird der Ton wieder tiefer, wenn sich die Luftsäule verlängert, weil die Flöte wieder aus dem Wasser gezogen wird.



# 5) Eieruhr-Trick

## **Material**

2 Kunststofftrichter, Plastischlauch, Eieruhr

## **Durchführung**

Die Trichter werden auf die Schlauchenden gesteckt, die Uhr wird in ca. 2m Entfernung auf den Boden gelegt. Eine Person hält den einen Trichter über die Uhr, während die andere Person den anderen Trichter an das Ohr hält. Das „Tick –Tack“ der Uhr ist deutlich zu hören, der Schall wird durch den Schlauch weitergeleitet.

## **Erklärung**

Normalerweise breiten sich Schallwellen in alle Richtungen aus, dabei gehen leise Geräusche schnell verloren. Wenn aber alle Schallwellen in eine bestimmte Richtung gelenkt werden, wie es beim Trichter und dem Schlauch der Fall ist, sind auch diese leisen Töne zu hören.



# 6) Die Papierpistole

## **Material**

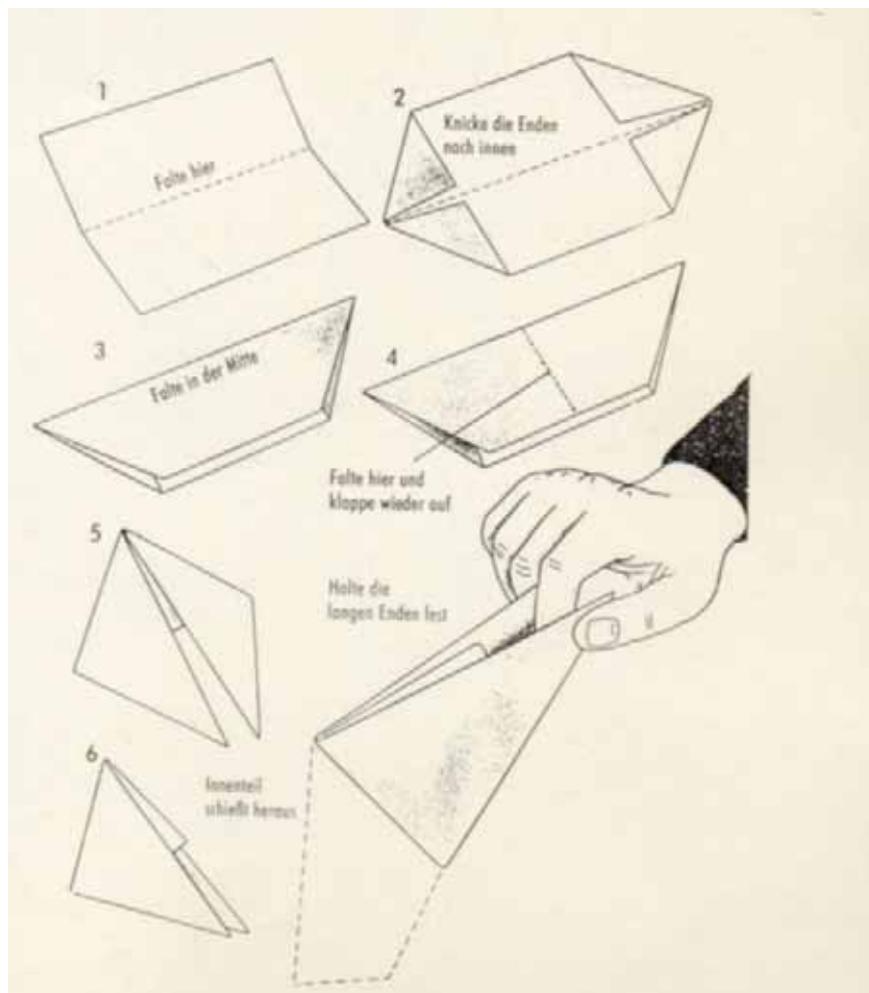
1 Blatt Papier

## **Durchführung**

Zuerst faltet man das Papier der Länge nach in der Mitte und öffnet es wieder. Danach faltet man alle 4 Ecken nach innen, sodass eine Seite davon an der ersten Falzlinie anliegt. Man faltet das Papier der Länge nach in der Mitte, dann in der Breite und schließlich öffnet man es wieder. Man faltet die am weitesten entfernte Ecke dem Mittelfalz entlang nach unten. Man falzt das Papier der bereits bestehenden Mittellinie entlang, aber in der anderen Knickrichtung. Man hält die beiden spitzen Enden zwischen 2 Fingern und bewegt die „Pistole“ scharf nach unten, sodass der Innenteil unter einem heftigen Knall nach außen schießt.

## **Erklärung**

Durch den schnellen Luftzug wird das Papier nach außen gedrückt, die Schalldruckwelle breitet sich rasch aus und die in Schwingung versetzte Luft erzeugt einen Ton.



# 7) Schwirrholz

## **Material**

1 Holzlineal, 1 Stück Schnur 1,5m

## **Durchführung**

In das Loch am einen Ende des Lineals, wird das Stück Schnur gesteckt und verknotet. Das freie Ende der Schnur wird festgehalten und das Holz um den Kopf gewirbelt.

## **Erklärung**

Ab einer gewissen Geschwindigkeit wird die Luft in Schwingungen versetzt und damit ein merkwürdiger dröhnender Laut erzeugt. Dieser wird umso lauter, je schneller das Holz gedreht wird. Der Grund dafür sind die sich stauenden Luftteilchen, die zur hörbaren Schallabstrahlung führen.



# 8) Schallwellen

## **Material**

5 Murmeln

## **Durchführung**

Man ordnet vier Murmeln in einer Reihe an und stoßt die Fünfte so an, dass sie auf das hintere Ende der Reihe stößt. Jede Murmel gibt den Stoß weiter. Wenn die letzte Kugel den Stoß erhält, rollt sie weg.

## **Erklärung**

Bei einem Ton oder Geräusch stoßen winzige Luftteilchen aneinander. Die angeregten Moleküle geben dabei einen Teil ihrer Energie an ihre Nachbarn weiter. Auf diese Weise können sich Schallwellen fortpflanzen, ohne dass die Moleküle selbst über große Strecken bewegt werden. Sie schwingen beim Schall nur leicht hin und her, bleiben aber eigentlich an Ort und Stelle.



## 9) Töne in unserem Kopf

### **Material**

2 Löffel, Schnur

### **Durchführung**

Die Löffel werden in der Mitte einer längeren Schnur verknüpft und leicht aneinander geschlagen. Man hört dabei ein helles Klingeln. Wenn nun die beiden Enden der Schnur fest an die Ohren gepresst und die Löffel nochmals angeschlagen werden, verändert sich der Klang.

### **Erklärung**

Da die Schallwellen nicht den Umweg über die Luft nehmen müssen, werden sie viel lauter und anhaltender gehört.



# 10) Das Trinkhalm–Rohrblatt

## **Material**

1 Strohhalm

## **Durchführung & Erklärung (1)**

Ein Ende des Halmes wird abgeflacht und die beiden Ecken werden abgeschnitten. Wenn man nun das abgeschnittene Ende zwischen die Lippen hält und leicht bläst, bringt die Luft die „Zungen“ des Strohhalmes zum Schwingen. Diese Schwingung setzt sich durch den Halm fort und erzeugt einen Ton. Dieser verändert sich mit der Länge des Halms.

## **Durchführung & Erklärung (2)**

In der Mitte des Strohhalmes wird ein Einschnitt gemacht. Damit kann der Halm auf und nieder gebogen werden. Somit verändern sich die Länge der Luftsäule und die Tonhöhe.



# 11) Gartenschlauchposaune

## **Material**

Schlauch

## **Durchführung**

Man spitzt die Lippen und bringt sie nahe am Schlauchende zum Vibrieren. Die Luft wird durch den Schlauch geblasen, es entstehen Schwingungen und nicht sehr „musikalische“ Töne, deren Höhe sich ändert, wenn man die Lippen mehr oder weniger fest zusammenpresst.

## **Erklärung**

Die durch das Blasen in Schwingung versetzte Luft verursacht verschiedene Töne.



# 12) Was ist in der Schachtel?

## **Material**

mehrere kleine Filmdosen, Reiskörner, Knöpfe, Murmeln etc.

## **Durchführung**

Jeweils eine Gruppe von Gegenständen wird in eine Dose gegeben und diese dann verschlossen. Man schüttelt die Schachteln und soll dann den Inhalt der Schachteln erraten.

## **Erklärung**

Jedes Material verursacht ein anderes Geräusch in der Dose (wegen unterschiedlicher Masse, Dichte, Oberfläche, etc.)



# 13) Plastikflaschenmusik

## **Material**

1 Plastikflasche (0,5l)

## **Durchführung**

Man befüllt eine Plastikflasche mit Wasser (ca. halb voll). Dann bläst man in die Flasche, sodass ein Ton entsteht. Leert man dann etwas Wasser aus, und bläst wiederum in die Flasche, ergibt sich ein anderer Ton.

## **Erklärung**

Das „In-die-Flasche-Blasen“ setzt die Luft in der Flasche in Bewegung. Bewegte Luft ergibt einen Ton. Dieser Ton ist umso höher, je mehr Wasser sich in der Flasche befindet, da die Luft viel weniger Platz zum Schwingen hat. Daher ist die Frequenz viel höher, das bedeutet einen höheren Ton.



# 14) Tanzende Reiskörner

## **Material**

Reiskörner, Tamburin

## **Durchführung**

Variante 1:

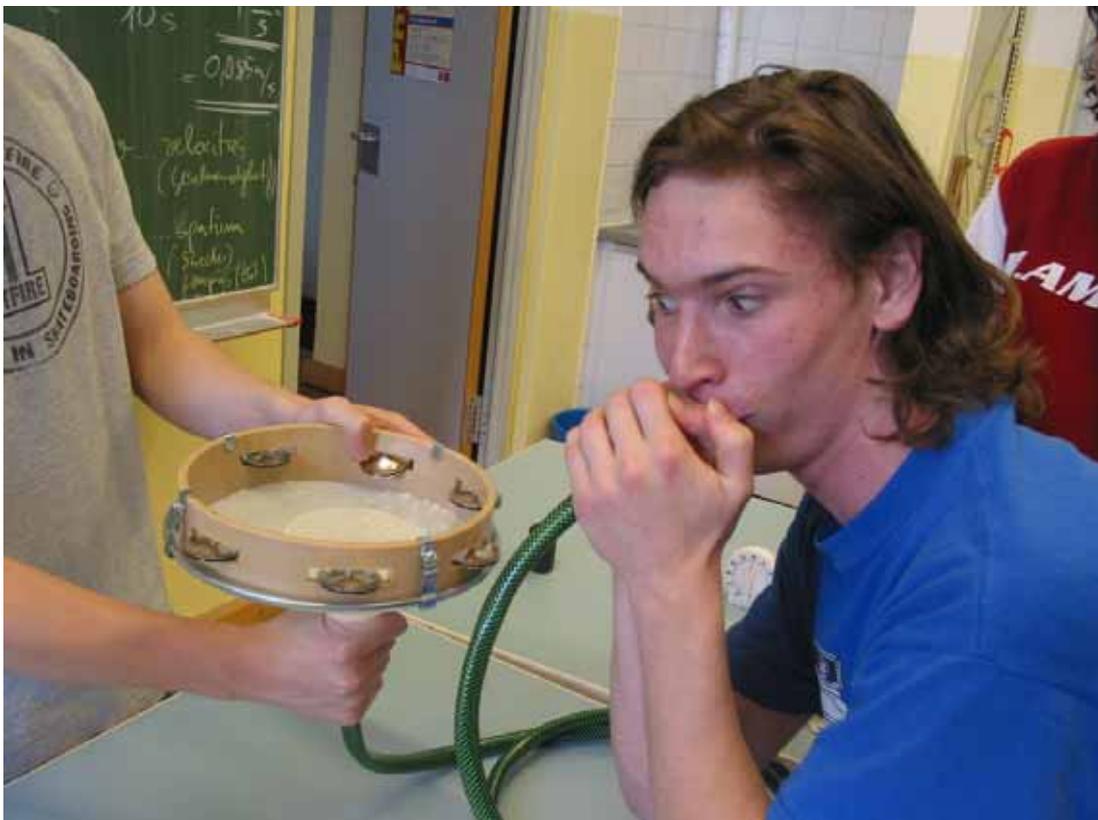
Man legt ein paar Reiskörner auf die Tamburinbespannung und schlägt das Tamburin leicht an.

Variante 2:

Man richtet den Gartenschlauch auf die Membran (das Trommelfell). Ein Versuchspartner bläst in das andere Schlauchende und versucht die Luftsäule so zum Schwingen anzuregen, dass die Reiskörner auf der Membran springen.

## **Erklärung**

Die Schwingungen des Trommelfells bewirken, dass die Reiskörner „zu tanzen“ beginnen. Wenn die Eigenfrequenz der Reiskörner durch die Tamburinschwingungen getroffen wird, kommt es zur Maximierung der Schwingungsamplitude – man spricht von Resonanz.



# 15) Schallkanone

## **Material**

1 Kerze, 1 Plastikflasche, 1 Luftballon

## **Durchführung**

Man schneidet den unteren Teil der Flasche ab und spannt den zerschnittenen Luftballon als Membran darüber (im Koffer befindet sich bereits eine so vorbereitete Flasche).

Man zündet die Kerze an und hält die Schallkanone in einiger Entfernung (ca. 30 cm). Dann zupft man bzw. schnippt gegen die Membran, dadurch erlischt die Kerze.

## **Erklärung**

Der Schall breitet sich mittels Druckwellen aus, die die Kerze auslöschen.



# 16) Kleiderbügelglocke

## **Material**

1 Kleiderbügel, 2 Stück Zwirn

## **Durchführung**

Um die Enden des Kleiderbügels werden die Zwirnstücke gewickelt, die Endstücke des Zwirns werden um die Zeigefinger gewickelt. Mit den Zeigefingern hält man sich die Ohren zu. Dann schlägt man den Kleiderbügel an einen festen Gegenstand (Tisch etc.) und hört einen glockenähnlichen Ton.

## **Erklärung**

Die Schwingungen übertragen sich vom Kleiderbügel auf den Zwirn, weiter auf die Knochen der Finger, den Schädelknochen und von dort auf das Innenohr – ein glockenähnlicher Ton ist zu hören. Der Grund dafür ist, dass sich der Schall in festen Materialien wesentlich schneller ausbreitet als in Luft. (Vergleiche Versuch 9) „Töne in unserem Kopf“)



# 17) Gehörtest 1

## **Material**

1 Reiskorn, 1 Lineal, Versuchspartner

## **Durchführung**

Man stellt sich mit dem Rücken zum Tisch, der Versuchspartner lässt das Reiskorn immer aus einer Höhe von ca. 10cm auf den Tisch fallen (mit Lineal überprüfen).

Man gibt Bescheid, wenn man das Reiskorn auf den Tisch fallen gehört hat. Dann entfernt man sich 2m und der Partner lässt das Reiskorn wieder fallen. Das wiederholt man so lange, bis man das Reiskorn nicht mehr hört.

Wechselt man sich ab, wird man eine unterschiedliche Empfindlichkeit des Gehörs feststellen.

## **Erklärung**

Die Ausbreitung des Schalls bzw. das „Hörerlebnis“ genügt einem quadratischen Zusammenhang. Bei doppelter Entfernung ist nur noch ein Viertel der Schallintensität vorhanden.



# 18) Gehörtest 2

## **Material**

1 Stimmgabel

## **Durchführung & Erklärung**

Setzt man den Griff einer schwingenden Stimmgabel auf die Mitte des Kopfes, lokalisiert ein Mensch mit einseitiger Luftleitungsschwerhörigkeit (z.B. durch eine Mittelohrerkrankung) die Stimmgabel zur kranken Seite hin.

Man kann dies als Gesunder simulieren, indem man ein Ohr zuhält und den Versuch durchführt. Bei Innenohrschwerhörigkeit wird der Ton zur gesunden Seite hin lokalisiert, weil das kranke Ohr den Ton leiser hört.



# 19) Sichtbare Schwingungen

## **Material**

1 Weinglas, Zwirn, 1 Knopf, Schlagzeugstick

## **Durchführung**

Den Knopf mit dem Zwirn so an den Stiel des Glases binden, dass er am Rand des Glases hängt. Mit den Fingerspitzen der einen Hand das Glas am Boden halten und mit einem Schlagzeugstick an die äußere Wand des Glases schlagen, so dass es einen Ton von sich gibt. Solange der Ton anhält, wird der Knopf an der Glaswand herumspringen.

## **Erklärung**

Die Schwingungen des Glases werden auf den Knopf übertragen.



## 20) Schwingende Gläserresonanz

### **Material**

2 Weingläser, 1 Stück Draht, Wasser

### **Durchführung**

Die beiden Weingläser werden auf genau die gleiche Höhe zu  $\frac{3}{4}$  mit Wasser gefüllt und in geringem Abstand zueinander aufgestellt. Auf das eine Glas wird das Drahtstück gelegt. Das Glas ohne Draht wird mit einem feuchten Finger in Schwingung versetzt. Der Draht auf dem anderen Glas beginnt zu vibrieren.

### **Erklärung**

Durch die Schallwellen der Luft werden die Schwingungen des ersten Glases auf das zweite übertragen.



# 21) Stimmgabelversuch

## **Material**

Stimmgabel, 1 Glas Wasser

## **Durchführung**

Auch die Schwingungen einer Stimmgabel kann man sichtbar machen, zum Beispiel mit einem Glas Wasser. Man hält die angeschlagene Stimmgabel mit den Fingern fest und nähert sie dem Wasser. Die Schwingungen pflanzen sich auch auf der Wasseroberfläche fort. Wenn man die Stimmgabel eintaucht, spritzt das Wasser richtig auf.

## **Erklärung**

Das Wasser wird von den Schwingungen der Stimmgabel bewegt.



## 22) Linealmusik

### **Material**

1 Plastiklineal

### **Durchführung**

Man legt das Lineal auf einen Tisch und hält es dabei so fest, dass es zur Hälfte über die Tischkante hinausreicht. Nun lässt man das freie Ende des Lineals schwingen, indem man es anschlägt. Dann verschiebt man es zur Tischmitte hin, sodass nur noch ein kurzes Stück über die Tischkante hinausragt. Dann wird es wieder angeschlagen. Dasselbe macht man, wenn  $\frac{3}{4}$  des Lineals über die Tischkante reichen.

### **Erklärung**

Durch das Anschlagen versetzt man das Lineal in Schwingung, die schwingende Luft und das aufprallende Lineal auf dem Tisch, lassen „Musik“ ertönen. Je kürzer das frei bewegliche Linealstück ist, desto höher ist der erzeugte Ton.



## 23) Gläserxylophon

### **Material**

2 Weingläser, Wasser, 1 Löffel

### **Durchführung**

Zwei Gläser werden unterschiedlich hoch mit Wasser gefüllt. (Wenn mehr Gläser zur Verfügung stehen, kann eines der Gläser leer bleiben). Nun schlägt man mit einem Löffel sachte an die Seite der Gläser. Wenn das Glas angeschlagen wird, wird dabei das darin befindliche Wasser in Schwingung versetzt. Je mehr Wasser vorhanden ist, desto tiefer ist der Ton.

### **Erklärung**

Durch die verschiedenen hohen Wasserstände hat jedes Glas seine eigene Tonhöhe. Dadurch lassen sich sogar Melodien spielen. Mehr Wassermasse bedeutet niedrigere Schwingungsfrequenzen und damit tiefere Töne.



# 24) Singendes Weinglas

## **Material**

1 Weinglas, Wasser

## **Durchführung**

In ein Weinglas wird ca. 1cm Wasser eingefüllt, den Fuß des Glases hält man mit der einen Hand, mit dem befeuchteten Zeigefinger der anderen Hand streicht man vorsichtig über den Rand des Glases. Durch stärkeres oder schwächeres Aufdrücken kann man das Glas irgendwann zum „Singen“ bringen – ein klarer Ton ist zu hören. Durch verschiedene Wassermengen lässt sich die Tonhöhe im Glas variieren.

## **Erklärung**

Durch die verschiedenen hohen Wasserstände hat jedes Glas seine eigene Tonhöhe. Dies wird durch Resonanz erreicht (man „erwischt“ durch die Handbewegung die Eigenfrequenz des Glases).



# 25) Meeresschnecke

## **Material**

1 Schnecke

## **Durchführung**

Man hält sich die Schnecke ans Ohr und hört das Meer bzw. sein Blut rauschen.

## **Erklärung:**

Durch die besonders gute Schallübertragung im Körper ist das Rauschen des Blutes zu hören.



## 26) Stimmgabelresonanz

### **Material:**

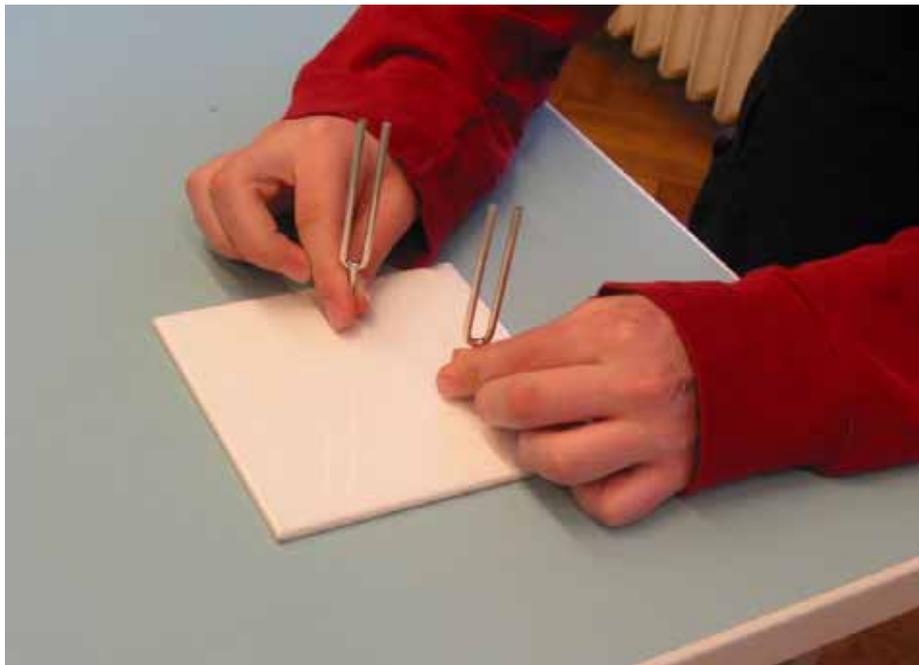
Zwei Stimmgabeln und eine Kachel

### **Durchführung:**

Wir bringen zwei gleiche Stimmgabeln zum Schwingen. Eine davon setzen wir auf eine Kachel.

### **Erklärung:**

Durch die Resonanz hören wir den Ton der Stimmgabel relativ laut, weil die Kachel mitschwingt.



# 27) Körperschall

**Material:**  
Stimmgabel

**Durchführung:**

Variante 1:

Man nimmt die Stimmgabel, schlägt sie an und hält sie gegen das Ellbogengelenk, wobei die Hand ein Ohr berührt. Der Klang der Stimmgabel ist deutlich zu hören.

Variante 2:

Man hält die schwingende Stimmgabel gegen die Ferse und hält sein Knie gegen das Ohr (siehe Foto). Der Klang der Stimmgabel ist deutlich zu hören.

**Erklärung:**

Der Klang der Stimmgabel wird über den Körper (Knochen) sehr gut zum Ohr übertragen, die Schallgeschwindigkeit in den Knochen ist deutlich höher als in Luft.

