

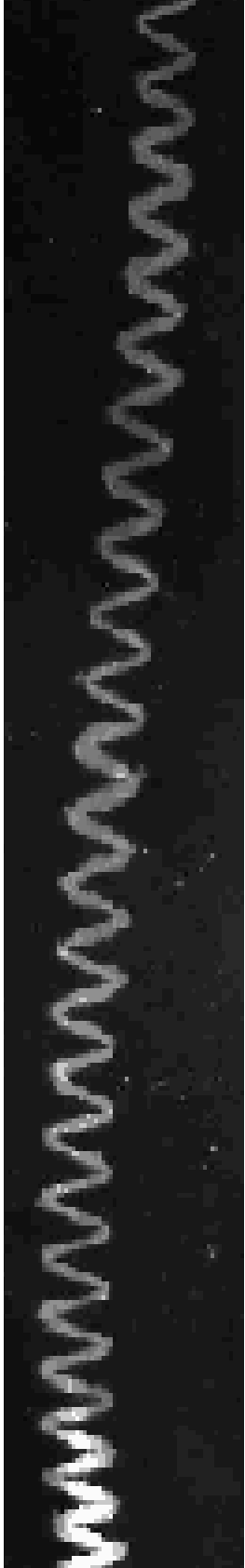
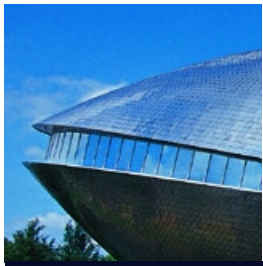
GRIPS TRIPS

EINE REISE
DURCH DAS UNIVERSUM®
ZU

SCHWINGUNGEN,
SCHALL UND LÄRM

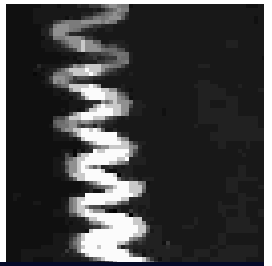
HANDREICHUNG FÜR LEHRERINNEN UND LEHRER MIT
ARBEITSMATERIALIEN (SEK I / SEK II)
FÜR DAS UNIVERSUM® BREMEN





INHALT

- HINTERGRUNDINFORMATIONEN
- REISEFÜHRER ZU SCHWINGUNGEN, SCHALL UND LÄRM (ARBEITSBOGEN FÜR SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER)
- INTERNET-LINKS
- EINBINDUNG IN DIE RAHMENRICHTLINIEN DES LANDES BREMEN
- EINBINDUNG IN DAS UNIVERSUM[®] BREMEN



HINTERGRUNDINFORMATIONEN

SCHALL

SCHALLGESCHWINDIGKEIT

ÜBERLAGERUNG VON WELLEN

STEHENDE WELLEN

DAS KUNDTSCHE ROHR

HÖRBEREICH

DAS OHR

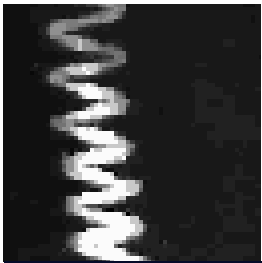
SCHALL

Schall ist eine Welle schwingender Teilchen. Diese periodischen Schwankungen werden auch als **LONGITUDINALE WELLE** bezeichnet. Longitudinale Welle bedeutet, dass die Moleküle der Luft in Richtung der Schallausbreitung hin- und herschwingen.

Die Moleküle werden durch eine Anregung aus ihrer Ruhelage gebracht, die Luft an dieser Stelle komprimiert und diese Kompression breitet sich durch Druckunterschiede, wie bei einem Dominoeffekt, weiter aus.

Bei einer Seilwelle hingegen findet die Auslenkung senkrecht zur Ausbreitung statt, man spricht von einer **TRANSVERSALEN WELLE**.

Bei beiden Wellen wird jedoch keine Masse transportiert. Die einzelnen Teilchen schwingen ausschließlich um ihre Gleichgewichtslage, die Gesamtheit aller Teilchen führt jedoch durch ihre Wechselwirkung untereinander eine räumlich periodische Schwingung aus. Es kommt daher zu einem Energie- und Impulsübertrag, ohne dass sich die Teilchen im Mittel aus ihrer Gleichgewichtslage entfernen.



MATHEMATISCHE BESCHREIBUNG

$$A = A_0 \sin(\omega t)$$

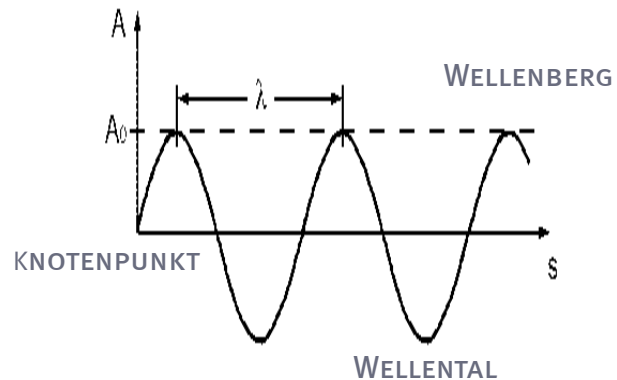
A = Amplitude

A_0 = max. Amplitude

ω = Kreisfrequenz

t = Zeit

GRAPHISCHE DARSTELLUNG



SCHALLGESCHWINDIGKEIT

Die Ausbreitungsgeschwindigkeit einer Schallwelle hängt stark von den elastischen Eigenschaften des Mediums (z.B. Luft, Wasser) ab, in dem sich die Welle ausbreitet. Je dichter das Medium ist, desto schneller breitet sich die Schallwelle aus. Die Dichte wiederum ist mehr oder weniger stark temperaturabhängig, so dass sich die Schallgeschwindigkeit mit der Temperatur verändert.

IN LUFT BETRÄGT DIE SCHALLGESCHWINDIGKEIT BEI 0 ° C = 330 m/s.

GESCHWINDIGKEIT

$$\lambda f$$

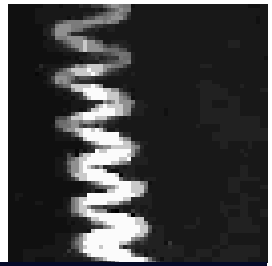
c = Geschwindigkeit

f = Frequenz

λ = Wellenlänge

ÜBERLAGERUNG VON WELLEN

Eine wichtige Eigenschaft von Wellen ist die Tatsache, dass sich Wellen ungestört überlagern. Treffen Wellenberge aufeinander addieren sie sich, hingegen sich Wellental und Berg gegenseitig auslöschen. Bei Wasserwellen können wir dies direkt sehen: "Passen" die Wellen genau übereinander, so addieren sich Wellenberge mit Wellenbergen sowie Knotenpunkte mit Knotenpunkten. Es entsteht eine stehende Welle.



STEHENDE WELLE

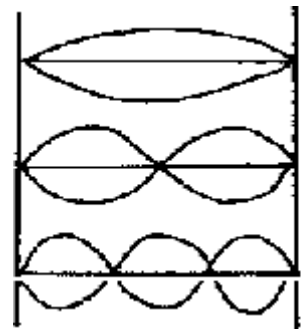
Eine stehende Welle zeichnet sich dadurch aus, dass Orte existieren, an denen die Teilchen maximal ausgelenkt werden (Schwingungsbäuche) und Orte, an denen die Teilchen in Ruhe sind (Knotenpunkte). Stehende Wellen entstehen durch die Überlagerung von laufenden Wellen, z.B. durch Reflexion einer Welle an einer Wand. Wesentlich ist dabei, dass stehende Wellen nur für bestimmte Frequenzen existieren, welche durch die Länge der Ausbreitungsmöglichkeit z.B. in einem Rohr oder Becken bestimmt ist. Eine stehende Welle entsteht, wenn die Länge der Randbedingung gerade einem Vielfachen der halben Wellenlänge entspricht. Eine halbe Wellenlänge bezeichnet den Abstand von Knotenpunkt zu Knotenpunkt bzw. von Bauch zu Bauch.

STEHENDE WELLE

$$L = n\lambda/2$$

$$L = \text{Länge}$$

$$\lambda = \text{Wellenlänge}$$

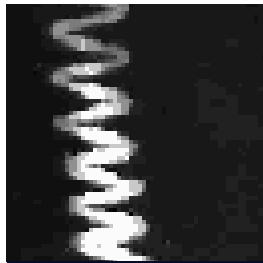


DAS KUNDTSCHE ROHR

Bei geeigneter Frequenz wird im Glasrohr eine stehende Welle erzeugt, welche sich im Korkmehl als regelmäßige Aufhäufung abbildet.

Eine stehende Welle bildet sich nur dann scharf aus, wenn die Länge der Luftsäule in der Röhre ein Vielfaches der halben Wellenlänge ist. Dann bleibt die Luft an den Knotenpunkten in Ruhe, d.h. das Korkmehl bewegt sich nicht. Dort wo aber die Schwingungsbäuche liegen, wird das Korkmehl infolge der starken Luftbewegung aufgewirbelt. Die Strecke zwischen zwei Korkmehlbergen entspricht der halben Wellenlänge der erzeugten stehenden Welle.

Betrachtet man aber die erzeugten Figuren aus Korkmehl etwas näher, so findet man, dass in den Korkmehlbergen dünne Rippeln liegen. Durch welche Kräfte diese Rippeln hervorgerufen werden und welche Parameter für ihr Verhalten von Bedeutung sind, ist bis heute Gegenstand der Diskussion [siehe Physical Review, 37 (1931) 1155].



HÖRBEREICH

In einem Frequenzbereich zwischen ca. 16 Hz und 20000 Hz (20 kHz) ist Schall für Menschen hörbar. Nur sehr wenige und sehr junge Menschen können einen Ton von 20 kHz tatsächlich noch hören. Bei älteren Menschen sinkt die Hörgrenze weit unter 10 kHz ab. Tiere, wie z. B. Fledermäuse, können Schall mit erheblich höheren Frequenzen, dem sogenannten Ultraschall, wahrnehmen. Auch Hunde können Schall über 20 kHz wahrnehmen. Elefanten dagegen tauschen Informationen im Infraschallbereich aus.

SCHALL

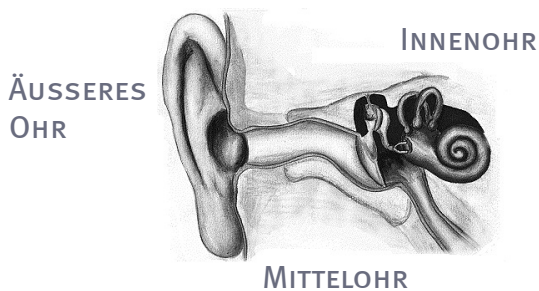
Infraschall	unter 16 Hz
hörbarer Schall	16 Hz - 20 kHz
Ultraschall	20 kHz - 10^{10} Hz
Hyperschall	mehr als 10 GHz

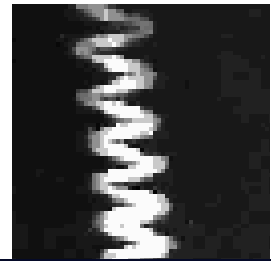
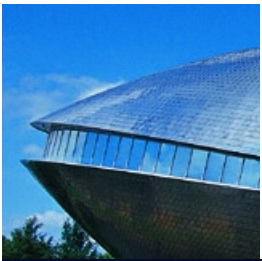
DAS OHR

Das Ohr kann man funktionell und anatomisch in drei Abschnitte einteilen: äußeres Ohr, Mittelohr und Innenohr. Das äußere Ohr erfüllt die Aufgabe der Schalleitung von der Umwelt zum Trommelfell.

Das Mittelohr leitet die Schallwellen vom Trommelfell über die Gehörknöchelchen ins Innenohr weiter und verstärkt die Schwingungen mehrfach. Das Innenohr ist mit einer wasserähnlichen Flüssigkeit gefüllt. Dort befinden sich die eigentlichen Sinneszellen, die Haarzellen auf denen die Tektorialmembran aufliegt. Durch die Schwingung wird die Tektorialmembran bewegt. Aus den Haarzellen

werden elektrische Impulse ausgesendet, die über die Nerven ins Gehirn weitergegeben und dort zu einem Höreindruck verarbeitet werden.





GONG

1

Deine Reise beginnt in der Expedition Mensch im Bereich "Hören". Dass man Schall nicht nur hören, sondern auch fühlen kann, kannst du am Exponat Gong erleben. Beschreibe, wie du den Schall spürst.

.....
.....

Je tiefer ein Ton ist, desto kleiner ist die Frequenz, d.h. dass sie in einem bestimmten Zeitraum weniger häufig schwingt.



WASSERGLAS

2

Schall ist eine Welle von schwingenden Luftmolekülen. Diese Schwingungen können jedoch auch andere Stoffe zum Schwingen bringen. Das kannst du am Wasserglas beobachten. Was erkennst du?



.....
.....

Beim Wasserglas erzeugst du immer nur einen bestimmten Ton, also eine Welle mit einer bestimmten Frequenz. Wie könntest du theoretisch die Frequenz verändern?

.....

3

RIESENWELLE

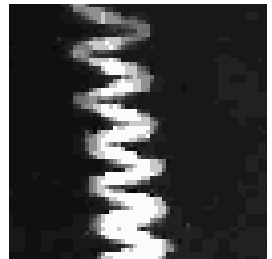
Jetzt führt dich deine Reise ins 1. OG der Expedition Kosmos. Siehst du die Riesenwelle? Versuche sie mit unterschiedlichen Frequenzen anzuregen! Beschreibe, wie hier Signale weitergegeben werden.

.....

Schaffst du es, eine Welle so zu erzeugen, dass die Auslenkung nicht weiterläuft, sondern an einer Stelle steht? Warum meinst du wird bei solch einer "stehenden Welle" kein Signal weitergeleitet?

.....





WELLENKNOTEN

4

Deine Reise führt dich jetzt durch die Expedition Kosmos in den Bereich "Schwingungen und Wellen". Nicht nur Wasser kann von Schall in Schwingungen versetzt werden. Auch der Korkstaub im Rohr fängt bei bestimmten Tönen an zu schwingen und macht das Unsichtbare sichtbar. Versuche den Korkstaub in Schwingungen zu versetzen. Wie wird der Schall bei diesem Exponat sichtbar?



.....
.....

Was würde passieren, wenn im Rohr keine Luft wäre?

.....

Welche Bedingung muss der Schall erfüllen, damit eine stehende Welle entsteht, also bestimmte Bereiche in Ruhe sind und andere maximal ausgelenkt werden?

.....

Falls du die Antwort nicht gleich findest, helfen dir vielleicht deine Beobachtungen an der Seilwelle.

SEILWELLE

5 Kannst du "stehende Wellen" mit einem oder zwei Knotenpunkten erzeugen?

WELLENKNOTEN

6

Jetzt geht es noch mal zurück zum Exponat "Wellenknoten". Bringe den Korkstaub wieder zum Schwingen. Die Geschwindigkeit mit der sich Schall in Luft ausbreitet, beträgt 330 m/s. Schätze die Wellenlänge des eingestellten Tones anhand der ruhenden Bereiche ab und berechne seine Frequenz .



.....

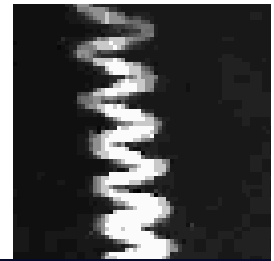
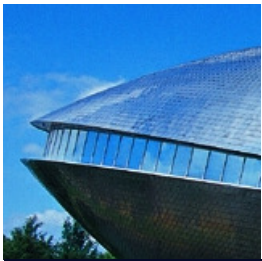
$$c = \lambda f$$

c = Geschwindigkeit

f = Frequenz

λ = Wellenlänge

Welchen tiefen Ton kannst du gerade noch hören?



7

COMPUTERMODUL "SCHWINGUNGEN UND WELLEN"

Wir hören Wellen als Schall, sehen Wellen als Licht, beobachten Seilwellen, und sogar Erdbeben breiten sich durch Wellen aus. Vieles haben diese unterschiedlichen Arten von Wellen gemeinsam, aber sie unterscheiden sich auch. Jetzt kannst du in einem Quiz testen, was du schon alles über Wellen weißt. Seilwelle, Schallwelle oder Lichtwelle?

- Welche Wellen sind transversale Wellen?
- Welche Wellen haben eine mechanische Kopplung?
- Welche Wellen breiten sich in alle Raumrichtungen aus?

Falls du nicht weiter kommst, hilft dir das Modul "Schwingungen und Wellen" unter »Animation« im Computer weiter.

8

VERZÖGERTES HÖREN



Jetzt geht deine Reise wieder im Bereich "Hören" in der Expedition Mensch weiter. Setze dich vor das Exponat "Verzögertes Hören" und lese den Text laut vor.

Schall breitet sich in Luft bei 0° C mit ca. 330 m/s aus. Licht ist ca. eine Millionen Mal schneller. Was bedeutet das für Blitz und Donner?

.....

9

WAS SIE HÖREN WOLLEN

Hören ist nicht nur die Aufnahme von Schallwellen, sondern unser Gehirn ist dabei hoch aktiv: es filtert, richtet die Aufmerksamkeit, verarbeitet und vermittelt den Sinneseindruck. Dies passiert meistens ganz unterbewusst. Man kann es aber auch aktiv lenken. Stelle dich auf das Podest und höre jedem Gespräch einzeln zu. Funktioniert es? Was passiert, wenn du dir ein Ohr zuhältst?



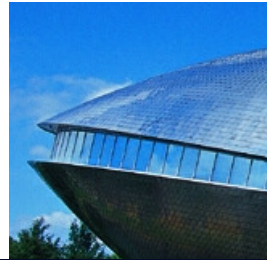
COMPUTERMODUL "HÖREN"

Setze dich an einen Infoterminal und erforsche, wie dein Ohr funktioniert. Wie groß ist der Hörbereich junger Menschen?

10

Vergleiche den Hörbereich mit den in Aufgabe 6 geschätzten Werten. Fällt dir was auf?

Jetzt ist deine Expedition zu Ende. Du hast viel zu Schwingungen und Wellen erfahren. Sicherlich bist du auf weitere Fragen gestoßen. Vielleicht findest du ja die Antworten bei deinen Eltern, in einem guten Buch oder in deiner Fantasie. Viel Spaß dabei wünscht dir das Universum-Team!



INTERNET-LINKS

<http://www.schulserver.hessen.de/gladenbach/freiherr-vom-stein-europa/infothek/physik/AppletsPhysik/phd/stlwellen.htm>

INTERAKTIVE DARSTELLUNGEN EINER STEHENDEN LÄNGSWELLE

<http://www.exploratorium.edu/snacks/snackintro.html>

EXPERIMENTE ZU SCHALL, SCHWINGUNGEN UND LÄRM

http://leifi.physik.uni-muenchen.de/seiten/inhalt_gebiete.htm

AUFBAU DES KUNDT`SCHEN VERSUCHES

<http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/992/s3435.pdf>

AUFBAU DES KUNDT`SCHEN VERSUCHES

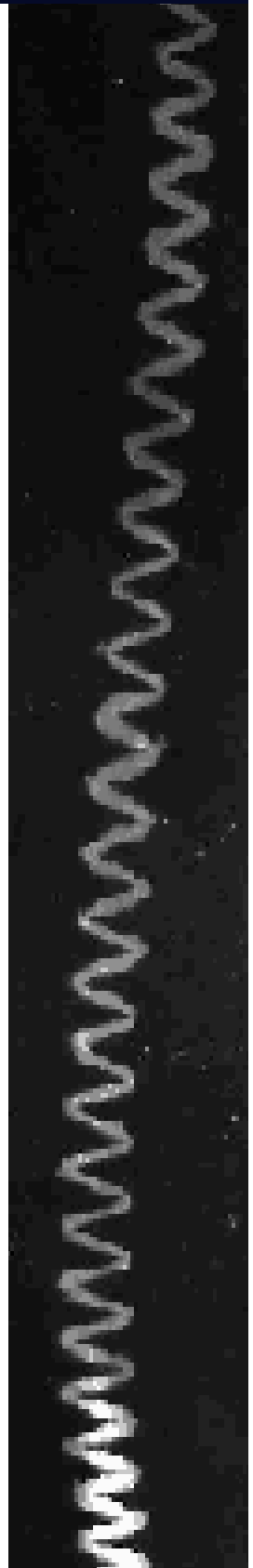
EINBINDUNG IN DIE RAHMENRICHTLINIEN DES LANDES BREMEN

Dieser Reiseführer ermöglicht den Schülerinnen und Schülern Erfahrungen, in den Bereichen SCHWINGUNGEN, SCHALL UND LÄRM und SINNE UND WAHRNEHMUNG zu sammeln. Zu folgenden Themen führen die Schülerinnen und Schüler Experimente durch: ENTSTEHUNG UND AUSBREITUNG VON SCHALL, ZUSAMMENHANG VON FREQUENZ UND TONHÖHE, REFLEXION VON SCHALL, SCHALLGESCHWINDIGKEIT, AUFBAU UND FUNKTION DES OHRES, RÄUMLICHES HÖREN, SINNE UND WAHRNEHMUNG, SINNESTÄUSCHUNG.

EINBINDUNG IN DAS UNIVERSUM® BREMEN

Dieser Reiseführer begleitet die Schülerinnen und Schüler in die Ausstellungsbereiche SCHWINGUNGEN UND WELLEN und HÖREN auf den Expeditionen Kosmos bzw. Mensch. An folgenden Exponaten erleben sie Phänomene zu den Themen: WELLENKNOTEN, SEILWELLE, RIESENWELLE, GONG, VERZÖGERTES HÖREN, WAS SIE HÖREN WOLLEN. Vertiefte Informationen erhalten die Schülerinnen und Schüler durch die Computermodule SCHWINGUNGEN UND WELLEN und HÖREN.

Weitere Informationen befinden sich auf der Homepage:
www.universum-bremen.de





KURZBESCHREIBUNG

Dieser Reiseführer wurde für Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 9-12 entwickelt. Er führt sie durch das Universum® Bremen und zeigt ihnen Phänomene, bei denen sie etwas über Schwingungen, Schall und Lärm erfahren. Sie hören Schall nicht nur, sondern fühlen und sehen ihn sogar. Außerdem erfahren sie was Schall ist und wie unsere Ohren ihn wahrnehmen.



DIESE HANDREICHUNG WURDE VOM UNIVERSUM® BREMEN
UNTER DER MITARBEIT DES LANDESINSTITUTES FÜR SCHULE,
BREMEN ENTWICKELT.
AUTORIN: DR. KERSTIN HALLER

