

Akustik – Arbeitsblätter zu Lehrvideos

Bezug zum Bildungsplan von 2016 für die Sekundarstufe I (G, M und E), 3.2.2.(1): die Funktionsweise des menschlichen Atem- und Stimmapparats sowie verschiedener Instrumentenfamilien beschreiben und deren Klang unterscheiden: menschliche Stimme, Klangerzeuger, Resonanzkörper

Anm.: Klangerzeuger werden im Video 04. als *Generator*, Resonanzkörper als *Resonator* bezeichnet.

Inhalt (Übersicht) mit empfohlener Gliederung für 2 Unterrichtseinheiten:

I.: Einführung in die Akustik

01. Wie entsteht Schall? #

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

02. Woher kommt der Klang? am Beispiel der Saiten- und Blasinstrumente #

<https://www.youtube.com/watch?v=DAVtzPd00il>

03. Frequenz und Amplitude (2 Videos) #

<https://www.youtube.com/watch?v=HYJDmoodjX0> https://www.youtube.com/watch?v=tiAbGI_J-Pc

II.: Die Funktionsweisen der Stimme und verschiedener Instrumentengruppen

04. Stimmbildung und Funktion der Stimme #

<https://www.youtube.com/watch?v=-CtF-WOr5no>

05. Schallerzeugung am Beispiel von Musikinstrumenten – zur Vertiefung #

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

06. Warum ist die Vuvuzela ein Blechblasinstrument? #

https://www.youtube.com/watch?v=ICRDYdD2Ms&list=PLAa_57BGINO4FtBAI_whfNjw8lvQLucY4&index=4

Akustik – Arbeitsblatt zu Lehrvideos

Akustik = die Lehre vom Schall, Wechseldisziplin zwischen Musik und Physik

Schaut euch die jeweiligen kurzen Lehrvideos auf youtube.com an und füllt den entsprechenden Lückentext dazu aus. Löst ggf. anschließende Aufgaben.

Danke an alle, die informative und veranschaulichende Lehrvideos zu diesem Thema kostenlos veröffentlicht haben! H. Quiring

I.: Einführung in die Akustik

01. Wie entsteht Schall?

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

(ab 2:30 wird die gesamte Lehreinheit zu einer anderen Animation wiederholt)

Führe zuerst das Einstiegs-Experiment mit einem Lineal durch.

Das Lineal ist umgeben von ganz vielen kleinen, unsichtbaren Luftteilchen (Fachbegriff: Luftmoleküle).

Diese sind niemals in Ruhe und stoßen ständig gegeneinander.

a) langer Überstand

Lenkt man das Lineal mit einem langen Überstand aus, so schwingt das Lineal relativ langsam hin und her und stößt die umgebenden Luftteilchen langsam an. Diese relativ langsamen Schwingungen übertragen sich dann auf unser Trommelfell im Ohr,

und wir nehmen einen tiefen Klang wahr.

langsamere Schwingung =
tieferer Klang

b) kurzer Überstand

Lenkt man das Lineal mit einem kurzen Überstand aus, so schwingt das Lineal relativ schnell hin und her und stößt die umgebenden Luftteilchen schnell an. Auch diese relativ schnellen Schwingungen werden auf das Trommelfell übertragen,

und wir hören einen hohen Klang.

schnellere Schwingung =
höherer Klang

02. Woher kommt der Klang? am Beispiel der Saiten- und Blasinstrumente

<https://www.youtube.com/watch?v=DAVtzPd00il>

Merke: Bei Saiteninstrumenten wird eine Saite zum Schwingen angeregt, und diese Schwingung überträgt sich auf das gesamte Instrument.
=> Wir können den Ton hören.

Bei Blasinstrumenten schwingt die Luftsäule im Instrument.

grundsätzlich gilt: Die Tonhöhe ist abhängig von der Frequenz,
und die Lautstärke ist abhängig von der Amplitude dieser Schwingung.

Frequenz = Häufigkeit, hier die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde => Tonhöhe

Amplitude = Größe (maximale Auslenkung) der einzelnen Schwingung => Lautstärke

Aufgaben zu 02.: Fülle die Lückentexte aus.

a) Im Film wurden drei sehr unterschiedlich zu spielende Saiteninstrumente genannt. Was der Akustiker/Physiker hier zu Saiteninstrumenten zählt, wird daher von Musikern gerne je nach Spielweise unterschieden:

Bei der Geige werden die Saiten mit einem Bogen gestrichen.

⇒ Streichinstrument

Bei der Gitarre werden die Saiten mit dem Finger gezupft.

⇒ Zupfinstrument

Beim Klavier werden die Saiten durch Hämmer angeschlagen, wenn eine Taste vom Spieler gedrückt wird.

⇒ Tasteninstrument

b) Erläutere den Zusammenhang zwischen der Größe eines Instruments und seiner Tonhöhe.

Je größer ein Instrument ist,

desto tiefere Töne erzeugt es.

Nebenstehendes Bild als Beispiel:
Straßenmusikerinnen mit Geige und Cello
<https://pixabay.com/de/photos/klassik-cello-stra%C3%9Fenmusik-spanien-4957853/>, User: dengmo



Cello

Geige

03. Frequenz und Amplitude (2 Videos)

Wdh: Frequenz = Häufigkeit, hier die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde => Tonhöhe

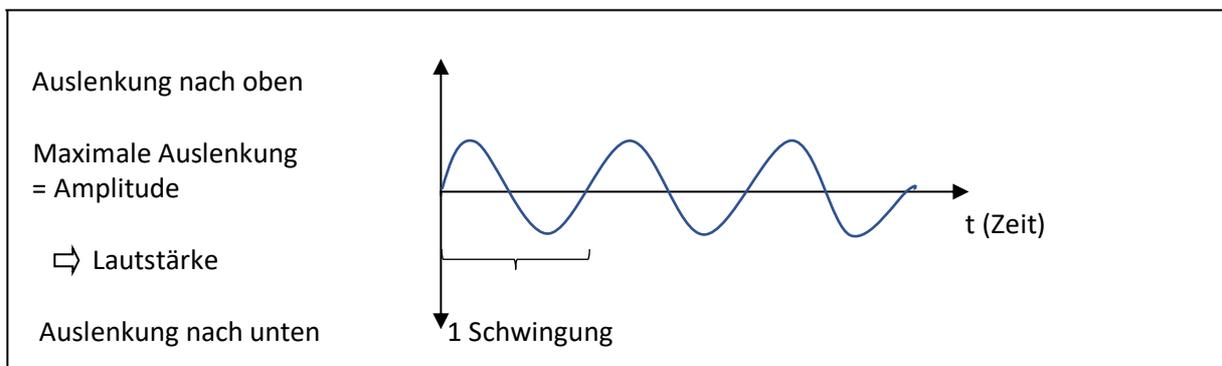
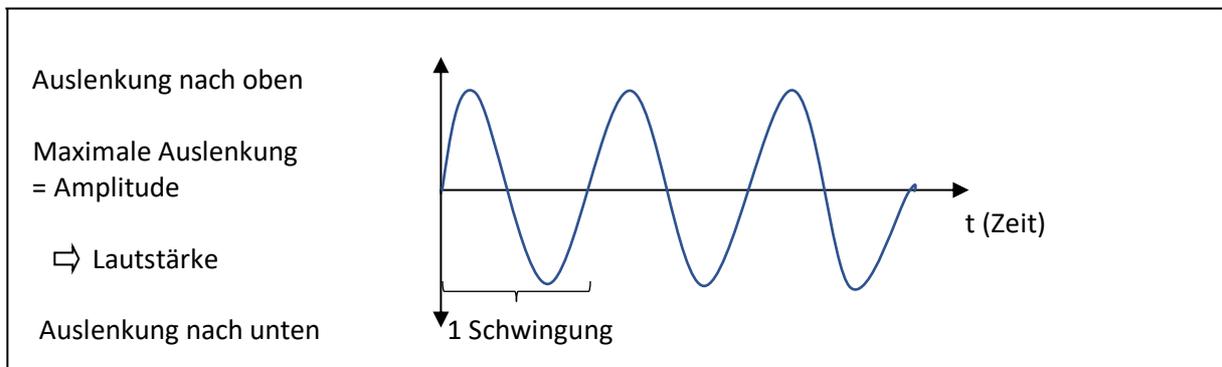
Wdh: Amplitude = Größe (maximale Auslenkung) der einzelnen Schwingung => Lautstärke

3a. Amplitude

<https://www.youtube.com/watch?v=HYJDmoodjX0>

Unterschiedlich lauten Schall kann man mit Hilfe eines Diagrammes darstellen.

In einem *Auslenkung-Zeit-Diagramm* werden die Auslenkungen einer Saite oder eines anderen schwingenden Mediums (nach oben und unten) in Bezug auf die Zeit (nach rechts) aufgezeichnet:



große Auslenkung =

lauter Klang

kleine Auslenkung =

leiser Klang

3b. Frequenz und Amplitude

https://www.youtube.com/watch?v=tiAbGl_J-Pc

Dieses Video behandelt zwar Frequenz und Amplitude im medizinischen Bereich (hier: Gehirnströme), aber alle Aussagen zu Frequenz und Amplitude können exakt auf den Bereich der Akustik übertragen werden.

Die Frequenz:

„Wie viele Schwingungen pro Sekunde?“

Maßeinheit für die Frequenz:

Die Schwingungen pro Sekunde wird in Hz (Hertz) gemessen.

Beispiele:

1 Schwingung pro Sekunde = 1 Hz (Hertz)

2 Schwingungen pro Sekunde = 2 Hz

Die Amplitude:

„Wie hoch ist der Ausschlag der Welle?“

Die hier für Gehirnströme verwendete Maßeinheit ist Mikrovolt.

Die Lautstärke wird meist in Dezibel (dB) gemessen.

Hier sind ein paar Beispiele von verschiedenen Lautstärken, gemessen in Dezibel:	
180 dB	eine abhebende Rakete
140 dB	ein Düsenjet beim Starten
120 dB	eine Rockband
110 dB	lauter Donner
90 dB	Stadtverkehr
80 dB	ein lautes Radio
60 dB	eine normale Unterhaltung
30 dB	Geflüster
0 dB	der feinste Ton, den das menschliche Ohr hören kann

Quelle: <https://www.hear-it.org/de/was-sind-dezibel-und-frequenz>

04. Stimmbildung und Funktion der Stimme

<https://www.youtube.com/watch?v=-CtF-WOr5no>

04.1. Wie bildet sich die Stimme, der Ton in unserem Kehlkopf?

Töne entstehen durch Schwingungen der Stimmbänder bzw. Stimm lippen.

Sie liegen waagrecht im Kehlkopf, im oberen Teil der Luftröhre.

Wenn wir einatmen, sind die Stimmlippen geöffnet und entspannt, damit die Luft einströmen kann.

Soll ein Ton erzeugt werden, spannen sie sich und stellen sich entsprechend eng.

Der aufsteigende Luftstrom drückt dagegen.

Die Stimmbänder geraten in Schwingung.

Der Luftstrahl wird durch die Stimmlippen laufend zerhackt. Es entstehen abwechselnd Luftscheiben mit mehr oder weniger Luftdruck.

=> Es entstehen Schallwellen.

04.2. Tonhöhenunterschiede beim Singen

Wird der Ton verändert (erhöht), läuft das Zerhacken schneller ab:

mehr Luftscheiben, also eine höhere Frequenz, und damit ein höherer Ton.

In Echtzeit ca. 300 x pro Sekunde (= 300 Hz = Schwingungen pro Sekunde).

04.3. Resonanz und Phonetik

Schließlich werden die Töne im Rachen,

in der Mund- und der Nasenhöhle weiter geformt.

Zunge und Lippen bilden daraus

Geräusche, Laute, Wörter und Melodien.

05. Schallerzeugung am Beispiel von Musikinstrumenten – zur Vertiefung

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

05.1. Einstieg

Die Gitarre zählt zu den Saiteninstrumenten, oder auch **Chordophonen**.

Sie ist im Wesentlichen aus drei Teilen aufgebaut:

Kopf

Hals

Korpus
(lat. für Körper)



<https://pixabay.com/de/photos/gitarre-klassische-luthier-spanisch-1904388/>

Pixabay, User: Fede_Modica

Darüber sind Saiten gespannt. Diese sind für die Klangerzeugung besonders wichtig:

Der Ton entsteht beim Anschlagen der Saite,

welche dadurch in Schwingung versetzt wird.

05.2. Ansicht auf atomarer Ebene:

Die Saite schwingt mit einer festen Frequenz um ihre Ursprungslage hin und her.

Dabei stößt sie die umliegenden Luftmoleküle an, die daraufhin in der

gleichen Frequenz schwingen und dann die nächsten Nachbarpartikel anregen.

Diese regen die nächsten an usw.

So entsteht eine Schallwelle, die die erzeugte Schwingung durch die Luft überträgt.

Diese Übertragung findet in alle Richtungen statt,

der Schall breitet sich als Kugelwelle aus.

Grundsätzlich gilt: Je höher die erzeugte Frequenz der Schwingung,
desto höher nehmen wir den entstehenden Ton wahr.

Wdh: Frequenz = Häufigkeit, hier die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde => Tonhöhe

05.3. Drei Möglichkeiten, unterschiedliche Tonhöhen zu erzeugen:

Der Musiker kann dabei die Tonhöhe auf unterschiedliche Weise beeinflussen:

- a) sechs Saiten – verschiedene Massen
 - Die schwereren tiefen Saiten schwingen mit einer niedrigeren Frequenz als die leichten hohen.
- b) Er kann den schwingenden Teil der Saite verkürzen, indem er die Saite auf das Griffbrett drückt.
 - Er erzeugt höhere Frequenzen.
- c) Spannt man die Saite fester,
 - wird der Ton ebenfalls höher.

05.4. Generator und Resonator: Wer erzeugt und wer verstärkt den Ton?

Während die Saiten den Ton erzeugen, verstärkt der Korpus die Lautstärke.

Durch Resonanz in seinem Inneren wird die Amplitude der Schwingungen vergrößert.

Entsprechend bezeichnet man den Korpus auch als Resonator.

Wdh: Amplitude = Größe (maximale Auslenkung) der einzelnen Schwingung => Lautstärke

Dieses Prinzip der Schallwellenerzeugung finden wir auch bei allen anderen Instrumenten,

wobei die Entstehung der Schwingung sowie die Art der Verstärkung je nach Instrumentenart verschieden sind:

Das **Schlagzeug** besteht

- aus Fellklingern = **Membranophonen**, wozu die **Trommeln** zählen,
- und Selbstklingern = **Idiophonen**, wie den **Becken**.

Bei **Trommeln** wird das Fell durch Schläge zum Schwingen angeregt und die Schallwellen im Resonanzkörper verstärkt.

Das **Becken** klingt selber und ist damit *Generator* und *Resonator* zugleich.

Bei der **Trompete**, die als Blasinstrument zu den **Aerophonen** zählt,

liegt die Besonderheit darin, dass die Lippen des Spielers selbst als Schwingungs-*Generator* dienen.

Die Frequenz der Lippen-Schwingung liegt damit allein beim Spieler.

Auch mit unserer **Stimme** nutzen wir dasselbe Prinzip:

Schwingungen der Stimmlippen im Kehlkopf erzeugen Töne,

die in verschiedenen Hohlräumen des Oberkörpers resonieren (z. B. Rachenraum, Mund- und Nasenhöhle, vgl. Video 04.).

Aufgaben zu 05.:

a) Ordne jedem Instrument seinen Generator („Was erzeugt den Ton?“) und seinen Resonator („Was verstärkt den Ton?“) zu:

Instrument	Generator („Was erzeugt den Ton?“)	Resonator („Was verstärkt den Ton?“)
Becken	----- es selbst -----	
Gitarre	<i>Saite</i>	<i>Korpus</i>
Stimme	<i>Stimmlippen</i> im Kehlkopf	<i>Hohlräume</i> des Körpers
Trommel	<i>Fell</i>	<i>Resonanzkörper</i>
Trompete	<i>Lippen (des Spielers)</i>	Wand, Schallbecher

b) Übersetze den jeweiligen Fachbegriff von Instrumentengruppen und nenne jeweils ein Beispiel.

Instrumentengruppe (Fachbegriff)	Bedeutung des Fachbegriffs	Instrument als Beispiel
Aerophon	Luftklinger / Blasinstrument	Trompete
Chordophon	<i>Saiteninstrument/-klinger</i>	<i>Gitarre</i>
Idiophon	<i>Selbstklinger</i>	<i>Becken</i>
Membranophon	<i>Fellinstrument/Fellklinger</i>	<i>Trommel</i>

c) Nenne drei Gründe, warum ein Ton tiefer als ein anderer sein kann (vgl. 05.3).

Der Ton ist tiefer, weil der ihn erzeugende Generator schwerer, länger oder weniger stark gespannt ist. Alle drei Fälle bewirken, dass der Generator langsamer schwingt.

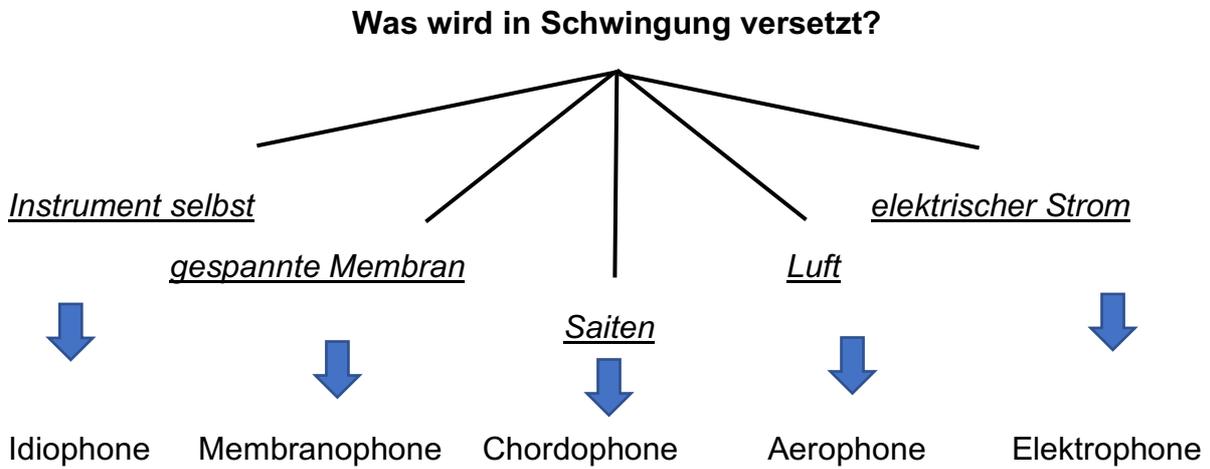
d) Setze die richtigen Begriffe für den jeweiligen Teil einer Gitarre ein (vgl. 05.1).

Bei einer Gitarre zum Beispiel werden die Saiten auf dem Griffbrett am Hals des Instrumentes verlängert oder verkürzt.

Die Spannung einer Saite ändert man, indem man am Kopf der Gitarre am zur Saite gehörenden Wirbel dreht.

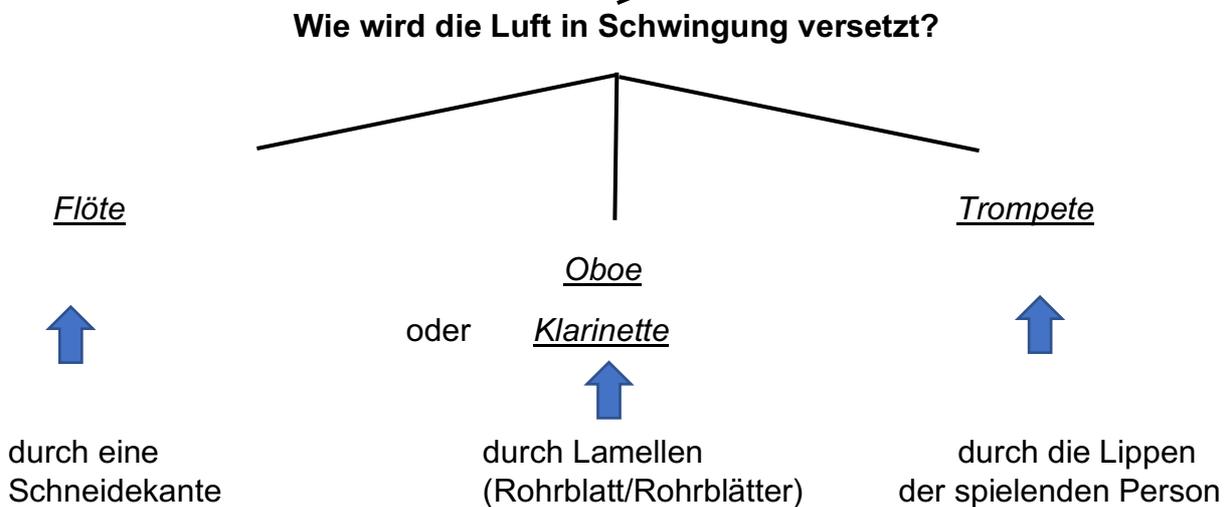
06. Warum ist die Vuvuzela ein Blechblasinstrument? #
https://www.youtube.com/watch?v=ICRDTYdD2Ms&list=PLAa_57BGINO4FtBAI_whfNjw8lvQLucY4&index=4

06.1. Klassifizierung von Instrumenten unter akustischen Kriterien nach der Hornbostel-Sachs-Systematik:



Wird die schwingende Luft umschlossen, ist es ein Blasinstrument.

06.2. Folgende Unterkategorien sind dabei möglich:



06.3. Übrigens gibt es auch Instrumente, die werden zwar aus Blech hergestellt, sind aber gar keine Blechblasinstrumente:

Eine Orgelpfeife ist ein Flöteninstrument („offene Innenspalt-Flöte ohne Grifflöcher“).

Aufgaben zu 06.:

a) Oberhalb der Tabelle sind verschiedene Instrumente gelistet. Ordne sie in die rechte Spalte der Tabelle ein und schreibe in die mittlere Spalte das Medium, welches bei der jeweiligen Instrumentengruppe in Schwingung versetzt wird.

Instrumente: Keyboard, Oboe, Geige, Pauke, Triangel

Instrumentengruppe (Fachbegriff)	Was wird in Schwingung versetzt?	Instrument als Beispiel
Aerophon	<i>Luft</i>	<i>Oboe</i>
Chordophon	<i>Saiten</i>	<i>Geige</i>
Elektrophon	<i>elektrischer Strom</i>	<i>Keyboard</i>
Idiophon	<i>Instrument selbst</i>	<i>Triangel</i>
Membranophon	<i>gespannte Membran</i>	<i>Pauke</i>

b) Was der Musiker als Tasteninstrument bezeichnet, kann für den Akustiker sehr unterschiedlich eingeordnet werden:

Beim Keyboard schwingt ein elektrischer Schwingkreis, daher zählt es zu den Elektrophenen.

Beim Klavier schwingen Saiten, daher zählt es zu den Chordophonen.

Beim Akkordeon schwingt die Luft, daher zählt es zu den Aerophonen.

c) Was der Akustiker als Saiteninstrument/Chordophon bezeichnet, kann für den Musiker je nach Spielweise sehr unterschiedlich eingeordnet werden:

Das Hackbrett zählt zu den Schlaginstrumenten.

Geige, Bratsche und Cello zählen zu den Streichinstrumenten.

Gitarre, Harfe und Ukulele zählen zu den Zupfinstrumenten.

Klavier und Cembalo zählen zu den Tasteninstrumenten.

Hinweis: Beim Klavier wird ein Nomen eingesetzt, sonst gibt stets die Tätigkeit des Musikers der Instrumentengruppe ihren Namen in Form eines Verbstamms (z. B. schlagen -> Schlaginstrumente).

d) Doch Musiker wie Akustiker teilen Instrumente manchmal nach ihrer Spielweise anders ein, als es das Material nahelegt (vgl. 05.3).

Das Saxophon bringt die Luft wie eine Klarinette durch ein einfaches Rohrblatt (Lamelle) zum Schwingen. Bei der Querflöte geschieht dies an einer Schneide(kante). Daher werden beide Instrumente trotz ihrer metallenen Bauweise nicht zu den Blech-, sondern zu den HolzBlasInstrumenten gezählt.