

Die Orgel im Physikunterricht

Materialien für Schülerinnen und Schüler der Grundschule

Instrument
des Jahres 2021
Orgel

Unterrichtseinheit Orgel

Klassenstufe: 4 bis 6

Fach: NaWi, Physik

Themen und Inhalte:

- Wie klingt welches Instrument?
- Die Orgel stellt sich vor!
- Wie erzeuge ich einen Ton?
- Baue dein eigenes Pfeifenregister!
- Orgelpfeifen und wer sie hören kann.

Zeitbedarf: 90 bis 120 min +





Hinweise zur Durchführung

- Du benötigst ein Endgerät (Smartphone, Tablet, Laptop, PC) und Kopfhörer.
- Versuche alle Aufgabenstellungen der heutigen Stunde so weit es geht **selbstständig** (allein oder im Team) zu bearbeiten. Solltest du dennoch Schwierigkeiten haben, nutze die Hilfen!
- Nutzung der Hilfen: Die **Hilfen** sollten **nur genutzt werden**, wenn du **überhaupt nicht weiterkommst**. Wenn du die Hilfen nutzen musst, beginne immer mit Hilfe 1.
- Versuche die Aufgaben **in dervorgegeben Reihenfolge** zu bearbeiten, es sei denn deine Lehrerin oder dein Lehrer gibt eine andere Reihenfolge vor.
- Notiere deine **Ergebnisse auf einem Blatt Papier** oder in einem Text-Dokument (Abspeichern nicht vergessen).
- Solltest du **schneller fertig** werden, dann kannst du die Aufgaben bearbeiten, die mit folgendem Symbol gekennzeichnet sind: 

Bearbeitung zu Hause:

Für die Nutzung aller Funktionen der PDF-Datei, muss das Dokument im Acrobat Reader oder in einer anderen Adobe Acrobat-Version geöffnet werden. Sollten die Buttons (Hilfe, Link etc.) nicht funktionieren, findest du eine Tabelle mit allen Links am Ende des Dokuments und QR-Codes direkt bei den Aufgaben.

Bearbeitung in der Klasse:

Für die Nutzung aller Funktionen der PDF-Datei, muss das Dokument im Acrobat Reader oder in einer anderen Adobe Acrobat-Version geöffnet werden. Sollten die Buttons (Hilfe, Link etc.) nicht funktionieren, findest du eine Tabelle mit allen Links am Ende des Dokuments und QR-Codes direkt bei den Aufgaben. Du findest die Hilfen auch am Tisch deiner Lehrerin oder deines Lehrers.

Farbkodierung:

- allgemeine Informationen 
- neue Inhalte kennenlernen, Vorstellungen entwickeln 
- neues Wissen erwerben; Lernprodukt anfertigen und diskutieren 
- Rückmeldung geben 

Symbole:

- Text 
- Hinweis 
- Endgerät (Smartphone, Tablet, Laptop, PC) benötigt 
- Aufgaben zur Vertiefung (für besonders Schnelle) 
- Lernprodukt anfertigen 



Aufgabe 1: Wie klingt welches Instrument?

Unter dem QR-Code oder folgendem Link findest du Klangbeispiele und Fotos von Musikinstrumenten:

- a) Ordne den Klangbeispielen die entsprechenden Bilder zu.
- b)  Benenne die Instrumente, die auf den Bildern zu sehen sind! Fertige dazu eine Liste an.

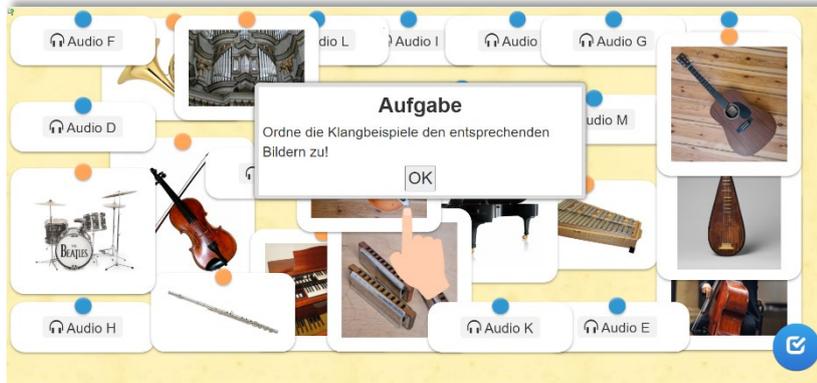


Abb. 1: Screenshot der Zuordnungsaufgabe



Du kannst deine Lösung überprüfen, indem du auf den blauen Button (mit dem weißen Häkchen) drückst, der rechts unten auf deinem Bildschirm zu sehen ist!



Aufgabe 2: Die Orgel stellt sich vor.

Unter dem QR-Code oder folgendem Link findest du ein Kreuzworträtsel zum Thema Orgel:
Löse es.

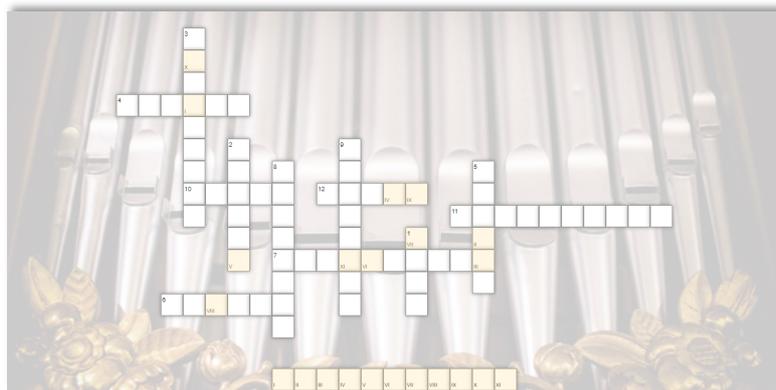


Abb. 2: Screenshot des Kreuzworträtsels

Lösungswort: _ _ _ _ _



Solltest du bisher noch nicht so viel über die Orgel wissen, dann lies vorher den Text (T1) durch und schaue dir das Video (V1) an:





T1

Die Orgel - Königin der Musikinstrumente!

Die Orgel zählt zu den größten Instrumenten, die es gibt. Manchmal ist sie so ‚klein‘ wie ein Klavier, z. B. wenn sie in kleineren Kirchen steht. Manchmal ist sie aber auch so groß wie ein mehrstöckiges Haus. Die größte spielbare Orgel der Welt steht in einem Kaufhaus in Philadelphia (USA). Ihre Aufbauten gehen über sieben Stockwerke und sie wiegt 287 Tonnen (siehe Abbildung 3).



Abb. 3: Wannamaker Orgel im Macy's Kaufhaus in Philadelphia

Eine Orgel wird über Tasten gespielt und die Töne werden erzeugt, sobald Luft durch die Orgelpfeifen strömt. Diese Luft nennt man Orgelwind oder einfach Wind. Er wird mit einem Blasebalg erzeugt. Früher musste man dazu hinter der Orgel mit den Füßen einen Blasebalg treten. Moderne und modernisierte Orgeln haben elektrische Windmaschinen.

Bedient wird die Orgel über einen Spieltisch (siehe Abbildung 4), der bei größeren Orgeln mehrere Tastaturen (sogenannte Manuale) besitzen kann, mit denen jeweils bestimmte Orgelpfeifen gespielt werden können. Zusätzlich gibt es noch Pedale. Durch das Drücken einer Taste oder eines Pedals, wird ein Ventil geöffnet, das den Wind in die jeweilige Pfeife lässt. Eine Orgel besitzt sehr viele Pfeifen. Pfeifen die ähnlich klingen, das heißt eine bestimmte ‚Klangfarbe‘ haben, nennt man Register. Die



Abb. 4: Hauptspieltisch im Passauer Stephansdom

Orgelspielerin oder der Orgelspieler kann über Knöpfe und Hebel am Spieltisch aussuchen, welche Register (also welche Pfeifen) gespielt werden sollen. So kann der Klang der Orgel ganz einfach verändert werden.



Abb. 5: Pfeifenreinigung in der Hamburger Elbphilharmonie

In Deutschland gibt es heute etwa 50.000 Orgeln, von denen sich die meisten in Kirchen oder Konzertsälen befinden. Seltener kommt es vor, dass man Orgeln in (alten) Kinos oder in Kaufhäusern findet.

Im Jahr 2017 hat die UNESCO die Tradition von Orgelbau und Orgelmusik sogar zum Kulturerbe der Menschheit erklärt. In Deutschland wurde die Orgel im Jahr 2021 zum Musikinstrument des Jahres erklärt. Neben den klassischen Pfeifenorgeln gibt es auch noch weitere Orgeltypen, wie die Drehorgel (Leierkasten), die Dampforgel, die Flaschenorgel, elektronische Orgeln (bspw. Hammond-Orgel oder Lichttonorgel) und viele weitere.

Text 1 vorlesen lassen:

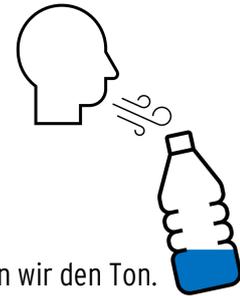
Aufgabe 3: Wie erzeuge ich einen Ton?

- Vergleiche wie bei unterschiedlichen Instrumenten die Töne erzeugt werden (siehe Aufgabe 1). Beschreibe die Gemeinsamkeiten.
- “Wenn nichts schwingt, hört man nix!” Stimmt das? Lies Text 2 und kommentiere die Aussage.

Tonerzeugung: Grundlagen

Du kennst sicherlich den Ton, der erzeugt wird, wenn man in eine (nicht mehr ganz volle) Flasche pustet. (Wenn nicht: Fülle eine leere Flasche mit etwas Wasser. Puste nun über die Öffnung und versuche einen Ton zu erzeugen). In der Physik werden Töne als Schallwelle (kurz: Schall) bezeichnet.

Durch das Pusten über die Flaschenöffnung werden Luftwirbel erzeugt. Diese Wirbel bewegen die Luft in der Flasche auf und ab – sie beginnt zu schwingen. Diese Schwingungen werden an die umgebende Luft übertragen und breiten sich als Schallwellen in alle Richtungen aus. Die Erzeugung von Schall erfolgt bei einer Blockflöte oder einer Orgelpfeife ähnlich wie bei der Flasche.



Sobald die Schallwelle auf unser Ohr (genauer auf unser Trommelfell) trifft, hören wir den Ton.

Text 2 vorlesen lassen:

- Überprüfe folgende Aussage (Hypothese) in einem einfachen Experiment: Je kürzer ein schwingender ‘Gegenstand’ ist bzw. je schneller etwas schwingt, desto höher ist der Ton. Welchen Zusammenhang stellst du fest? Versuche eine Erklärung für deine Beobachtung zu finden.

Aufgabe 4: Baue dein eigenes Pfeifenregister!

- Erkläre, wie in einer Orgel verschieden hohe Töne erzeugt werden! Lies Text 3 und formuliere einen "Je-Desto-Merksatz".
- “Die Orgel ersetzt ein ganzes Orchester.” Erkläre was mit diesem Satz gemeint ist.
- Schätze ab, wie groß die Pfeifen in Abbildung 7 sind.
- Baue ein Register mit Gegenständen aus dem Haushalt und stimme die einzelnen “Pfeifen”. Stelle dein Modell im Anschluss vor und erkläre deine Vorgehensweise.

- e) Spiele ein einfaches Lied.

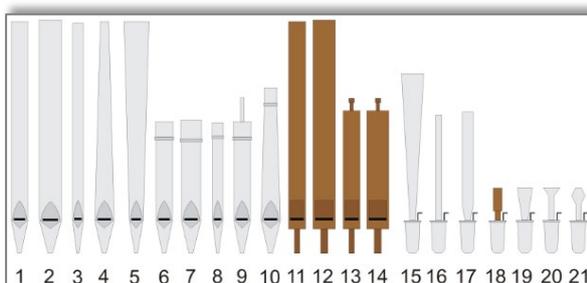


Abb. 6: Bauformen verschiedener Orgelpfeifen

1-11: Labialpfeifen aus Metall

- Prinzipal
- Offenflöte
- Gambe
- Spitzflöte
- Trichterflöte
- Gedackt
- Gedacktpfeife
- Quintade
- Rohrflöte
- Spitzgedackt

11-14: Labialpfeifen aus Holz

- Prinzipal
- Offenflöte
- Gedackt
- Gedacktpfeife

15-21: Lingualpfeifen

- Trompete
- Krummhorn
- Dulzian
- Holzregal
- Trompetenregal
- Trichterregal
- Doppelkegelregal



T3

Tonerzeugung: Tonhöhe

In einer Orgel findest du Orgelpfeifen in verschiedenen Formen (siehe Abb. 6). Jede Bauform klingt ein bisschen anders, zum Beispiel wie eine Flöte oder wie eine Trompete. Die Bauform bestimmt den Klang. Man kann also sagen, dass in einer Orgel viele verschiedene Instrumente vereint sind.

Jede einzelne Orgelpfeife kann genau einen Ton erzeugen, zum Beispiel die Note C. Damit aber ein Lied mit einem bestimmten Klang gespielt werden kann, werden viele Pfeifen derselben Bauform benötigt - für jede Note eine. In der Orgel nennt man Pfeifen derselben Bauform Register.

In Abbildung 7 siehst du verschiedene Pfeifenlängen für die Note C. Das extrem tiefe C₃ wird von der Pfeife ganz links erzeugt. Das sehr hohe C² von der Pfeife ganz rechts. Zum Größenvergleich ist auch ein Mensch schematisch dargestellt. Die Durchschnittsgröße in Deutschland beträgt 1,73 m (♀ 1,66 m, ♂ 1,80 m).

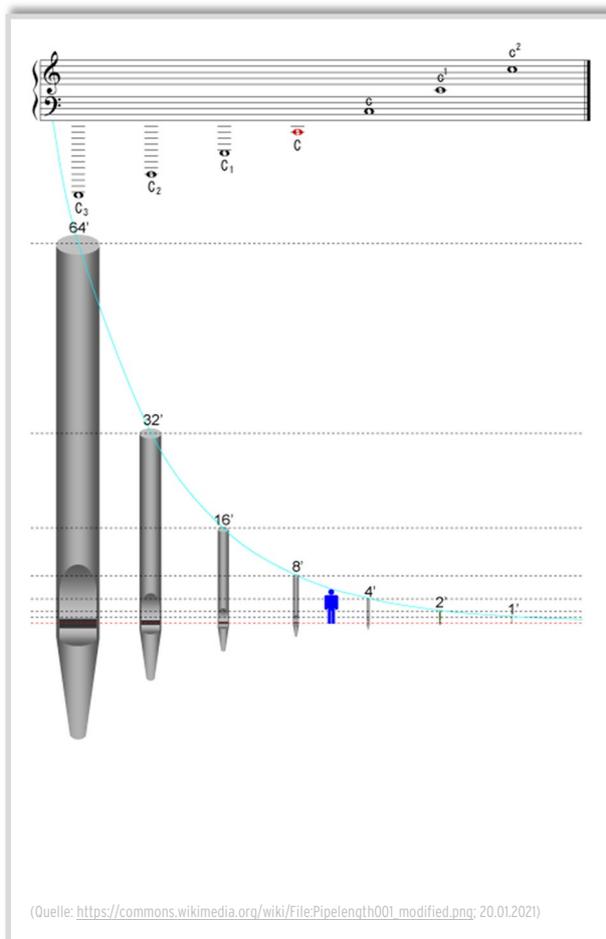


Abb. 7: Pfeifenlängen für die Note C

Text 3 vorlesen lassen:

Aufgabe 5: Orgelpfeifen und wer sie hören kann.

- Untersuche anhand eines Tongenerators, ob du die größte Pfeife (Frequenz: 8,18 Hertz) und die kleinste Pfeife (Frequenz: 523,25 Hertz) aus Abbildung 7 hören kannst.
- Der Hörbereich von Menschen und Tieren ist sehr unterschiedlich. In Abbildung 8 findest du eine Übersicht. Untersuche, ob eine 'Kirchenmaus' die beiden Orgelpfeifen hören kann.

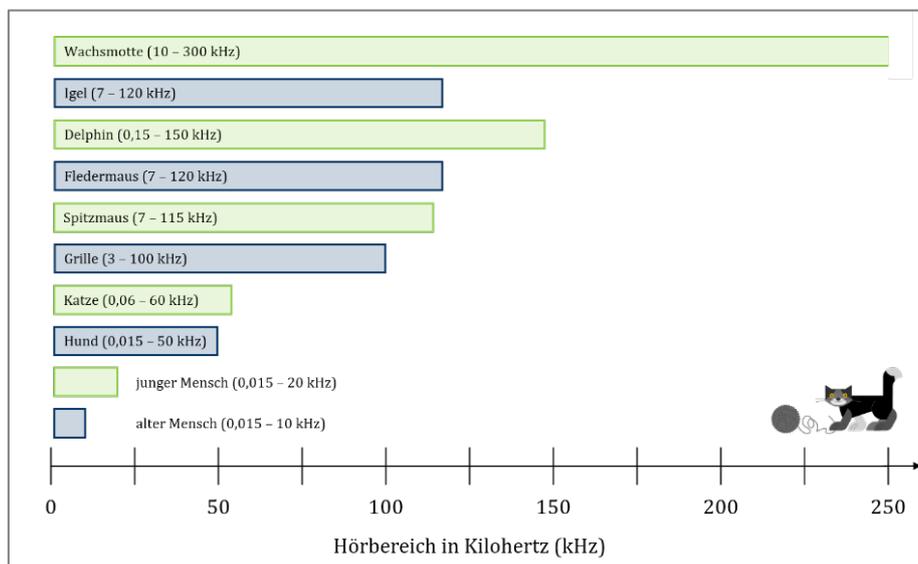


Abb. 8: Hörbereiche verschiedener Lebewesen



Zusammenfassung

Was hast du heute dazugelernt? Fasse es in Stichpunkten zusammen.

Feedback

Wie schätzt du die Aufgaben ein?

	Stimmt	Halb halb	Stimmt nicht
Ich habe das meiste verstanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hätte noch mehr Zeit gebraucht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben waren zu schwer für mich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Für mich waren es zu viele Aufgaben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mir haben die Aufgaben Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich möchte noch mehr über das Thema wissen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wenn du Hinweise oder Anmerkungen zu den Aufgaben hast, dann melde dich gerne bei deiner Lehrerin oder deinem Lehrer.

Links

Aufgabe 1

Wie klingt welches Instrument?

<https://learningapps.org/watch?v=pocz5ityi2l>

Aufgabe 2

Die Orgel stellt sich vor!

<https://learningapps.org/view16776182>

Video 1

https://www.youtube.com/watch?v=Czv4Mmii_rg

Aufgabe 3

Hilfe 1

<https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1v0synf2PMIWqYXhyStIBBRqMxCe8hdgicluieiRsoHC2LPWzhHUSIVmlmk8aTvSQPFh00y5C-zAcGrdG/pub>

Hilfe 2

https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vRMPDI2aK0giEOMUINJG9ldmLvkWFnIU_sm0eAVtllk-3kPmrrE8VRJfxcfyLKU5iIS49AiKz_hv6kr/pub

Hilfe 3

https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vTEpZan0g6lcHnaOyY0mvYqY6vRIY6Fz_Ekxs3-LcHG-yppet7ftvg9sD3eJc5i72pZncBpLS3XfiZM/pub

Aufgabe 4

Hilfe 1

<https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1v0synf2PMIWqYXhyStIBBRqMxCe8hdgicluieiRsoHC2LPWzhHUSIVmlmk8aTvSQPFh00y5C-zAcGrdG/pub>

Hilfe 2

https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1v0b4y7GrP-FBWefOr5kOKanQyysDCvQyVOCNS0LpdZxsAFoKIMW9bhk6rhGoW28dc0y-uRE0FP3Z_a/pub

Hilfe 3

<https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vSx00SiI-0IUdxDbG6sZXewsnU2jpSe5qmCqdRNUW8AIGi597r0ePndVv6uoWxHumqXeh0WnFfEAYm0/pub>

Hilfe 4

<https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vS8RBMfr2oul6aOJLxiHhQNJmV1FGTOVbU33HLHrFZbn-3wuRpELwqbznz267VBO1ijqXKRpNKoDAf/pub>

Beispiel

<https://vimeo.com/82565381>

Aufgabe 5

Online-Tongenerator

<https://www.gieson.com/Library/projects/utilities/tonegen/>

Abbildungsquellen

Abb. 1: Screenshot der Zuordnungsaufgabe

eigene Abbildung

Abb. 2: Screenshot des Kreuzworträtsels

eigene Abbildung

Abb. 3: Wannamaker Orgel im Macy's Kaufhaus in Philadelphia

Difference engine, CC BY-SA 4.0: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Detail_of_Wanamaker_Organ.jpg

Abb. 4: Hauptspieltisch im Passauer Stephansdom

Bastianfuchs, CC BY-SA 3.0: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Zentralspieltisch.JPG>

Abb. 5: Pfeifenreinigung in der Hamburger Elbphilharmonie

dpa/Christian Charisius: <https://fink.hamburg/2021/01/elbphilharmonie-orgel-pfeifen-putzen/>

Abb. 6: Bauformen verschiedener Orgelpfeifen

Sönke Kraft, CC BY-SA 3.0: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Types_of_organ_stops.png

Abb. 7: Pfeifenlängen für die Note C

Kantor.JH, CC BY-SA 3.0: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pipelength001_modified.png

Abb. 8: Hörbereiche verschiedener Lebewesen

eigene Abbildung

Kontakt

Dr. René Dohrmann
Freie Universität Berlin
Fachbereich Physik
Didaktik der Physik
Arnimallee 14
14195 Berlin

E-Mail: rene.dohrmann@fu-berlin.de

