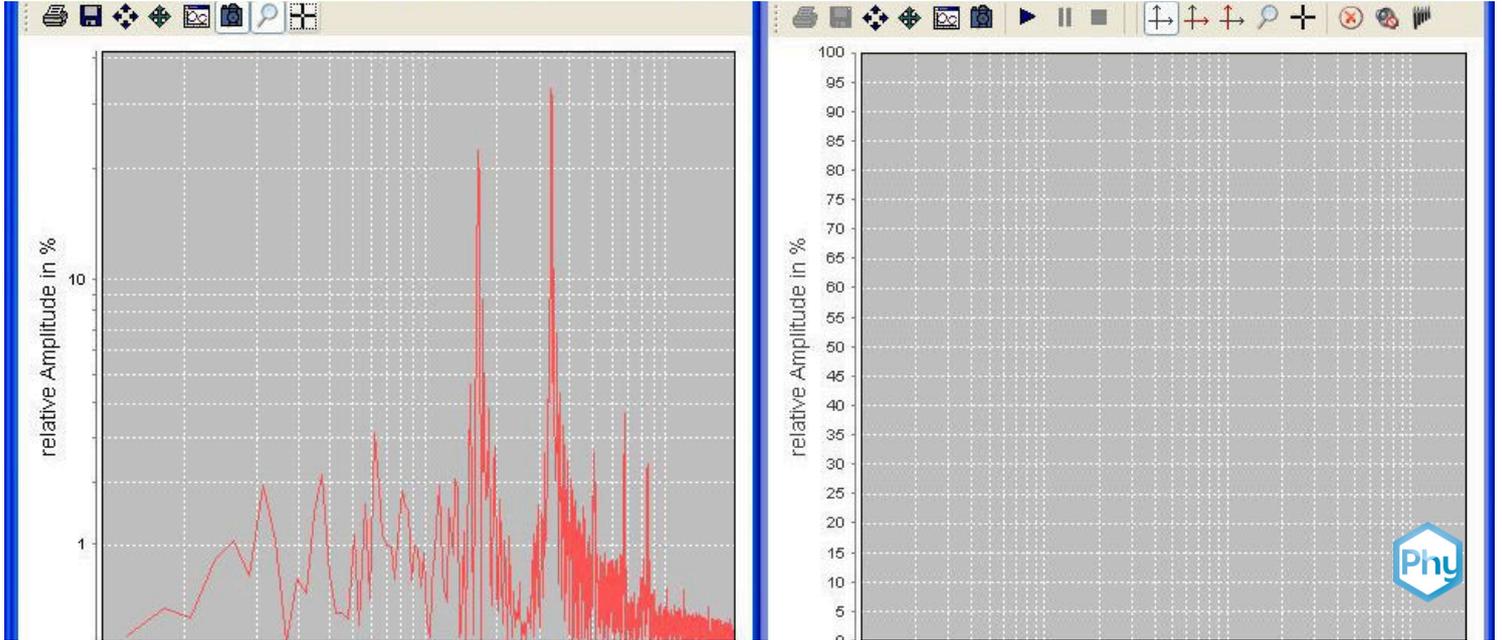


Grundton, Oberton und Klangfarbe



Physik

Akustik

Schallerzeugung & -Ausbreitung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

1



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

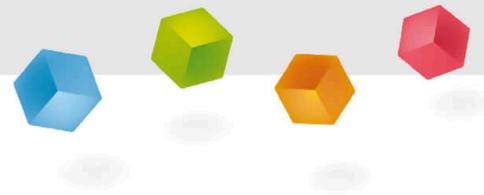
10 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/5f5e7c9cc512240003287d21>

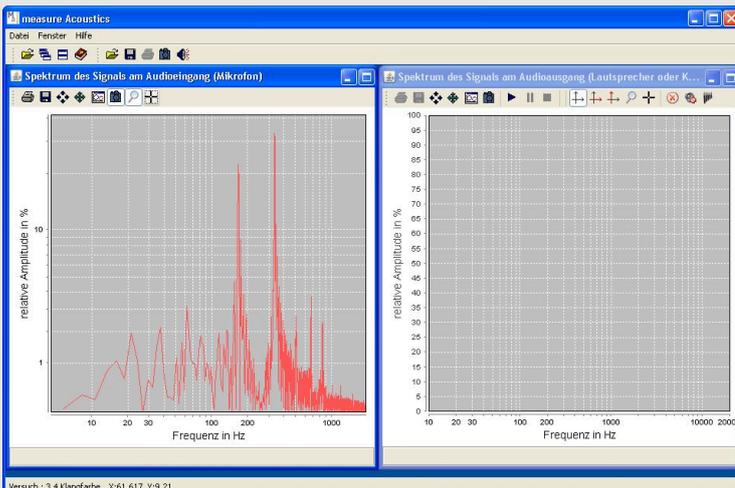
PHYWE



Lehrerinformationen

Anwendung

PHYWE



Versuchsaufbau

In diesem Experiment untersuchen die Schüler die Frequenzspektren ihrer Stimme und von zwei Instrumenten.

Sie lernen, dass die unterschiedlichen Obertonspektren für unterschiedliche Klangfarben verantwortlich sind, die Grundtöne aber die Tonhöhe bestimmen.

Außerdem versuchen sie, den Klang eines Instruments mit einer Gruppe von Sinustönen zu simulieren.

Sonstige Lehrerinformationen (1/3)

PHYWE

Vorwissen



Vor Durchführung des Experiments sollten die Schüler mit der Software measure Acoustics vertraut sein.

Sie sollten wissen, was ein Frequenzspektrum darstellt und warum Körper Eigenfrequenzen besitzen.

Prinzip



In diesem Versuch werden die Schüler ihre Stimme und die Töne einiger Musikinstrumente digital aufnehmen und untersuchen, wodurch die unterschiedlichen Klangfarben entstehen.

Sonstige Lehrerinformationen (2/3)

PHYWE

Lernziel



In diesem Experiment lernen die Schüler, wie man die Klangfarbe eines Tons beeinflussen kann.

Aufgaben



Die Schüler untersuchen in diesem Experiment die Klangfarbe verschiedener Töne.

1. Sie analysieren das Frequenzspektrum deiner Stimme.
2. Sie vergleichen die Klangfarben von Instrumenten.
3. Sie simulieren den Klang eines Instrumentes mit dem PC.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- In Teil 2 sollen die Schüler den Kammerton a' (440 Hz) auf zwei verschiedenen Instrumenten spielen. Sollten keine Instrumente zur Verfügung stehen, dann verwenden die Schüler hinterlegte Audiodateien. Es können auch andere Audiodateien verwendet werden. Diese sollte im WAV-Format (44 KHz, 8 Bit, mono) gespeichert sein.
- Diese Einstellungen können überprüft oder geändert werden, wenn man die WAV-Datei vorher im Windows Audiorecorder öffnet und neu abspeichert.

Sonstige Lehrerinformationen (3/3)

PHYWE

Hinweise zu Aufbau und Durchführung

- In Teil 3 sollen die Schüler anhand der Beobachtungen in Teil 2 den Klang eines Instruments simulieren. Eine mögliche Konfiguration für ein Klavier wäre z.B.:

Ton	Frequenz in Hz	Amplitude in %	Abklingdauer in ms	Abspieldauer in ms
1	436	40	3000	3000
2	880	15	2500	2500
3	1321	18	2000	2000
4	1766	10	1500	1500
5	2215	8	1000	1000
6	2661	3	1000	1000
7	3123	4	1000	1000

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

PHYWE

Schülerinformationen



Motivation

PHYWE



Ein Orchester

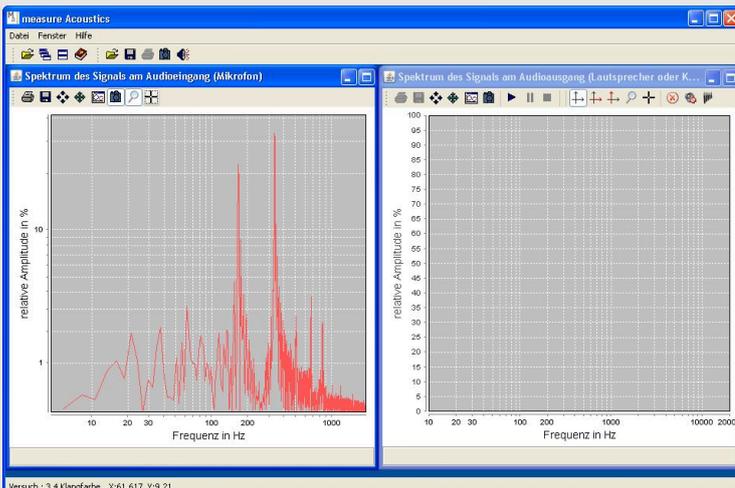
In einem Orchester harmonieren viele unterschiedliche Instrumente. Dabei klingt ein und derselbe Ton bei unterschiedlichen Instrumenten anders.

Man spricht von der unterschiedlichen Klangfarbe eines Tons. Da jedes Instrument eine typische Klangfarbe hat, lässt sich ihr Klang mit elektronischen Tongeneratoren, z.B. Synthesizern oder Keyboards, nachstellen.

In diesem Versuch werden Töne visualisiert und festgestellt, wodurch die unterschiedlichen Klangfarben verursacht werden.

Aufgaben

PHYWE



Der Versuchsaufbau

Untersuche in diesem Experiment die Klangfarbe verschiedener Töne.

1. Analysiere das Frequenzspektrum deiner Stimme.
2. Vergleiche die Klangfarben von Instrumenten.
3. Simuliere den Klang eines Instrumentes mit dem PC.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Software "measure Acoustics"	14441-61	1

Aufbau

PHYWE

- Schließe die Lautsprecher und das Mikrofon korrekt an den Computer an.
- Öffne die Audio-Einstellungen des PCs. Regele die Ausgabelautstärke auf einen angenehmen Wert. Die Aufnahmelautstärke sollte maximal sein.
- Starte die Software measure Acoustics. 
- Öffne die Experimentübersicht (Menüpunkt "Datei" → "Experiment öffnen" oder in der Menüleiste "Experiment öffnen" auswählen). Wähle aus dem Ordner "3 Anwendungen aus Medizin, Musik und Alltag" das Experiment "3.4 Klangfarbe". 

Durchführung (1/7)

PHYWE

Teil 1: Frequenzspektrum deiner Stimme

1. Stelle das Mikrofon unmittelbar vor dich und singe den Buchstaben "u" in einer beliebigen Tonhöhe.
2. Halte den Ton für einige Sekunden und friere währenddessen das Diagramm ein.

Wähle dafür im Diagrammfenster "Zeitfunktion des Signals am Audioeingang (Mikrofon)"  "Aktivieren/Einfrieren des Diagramms" aus.

Durchführung (2/7)

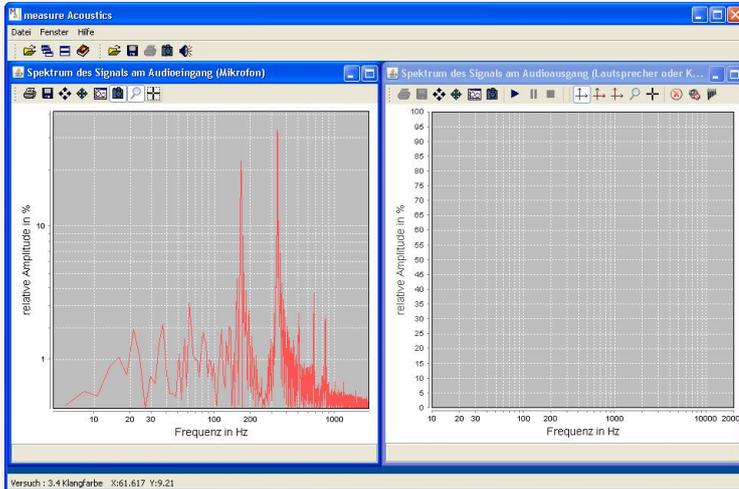


Abbildung 1

3. Passe eventuell den Diagrammausschnitt so an, dass das Frequenzspektrum deiner Stimme gut erkennbar ist.

Benutze dafür die Lupe "Zoom" und ziehe mit Hilfe eines Linksklicks ein Rechteck um den Bereich, den du vergrößern möchtest.

4. Notiere, welche Frequenzen du im Frequenzspektrum erkennen kannst und mit welchen relativen Amplituden sie auftreten.

Durchführung (2/7)

PHYWE

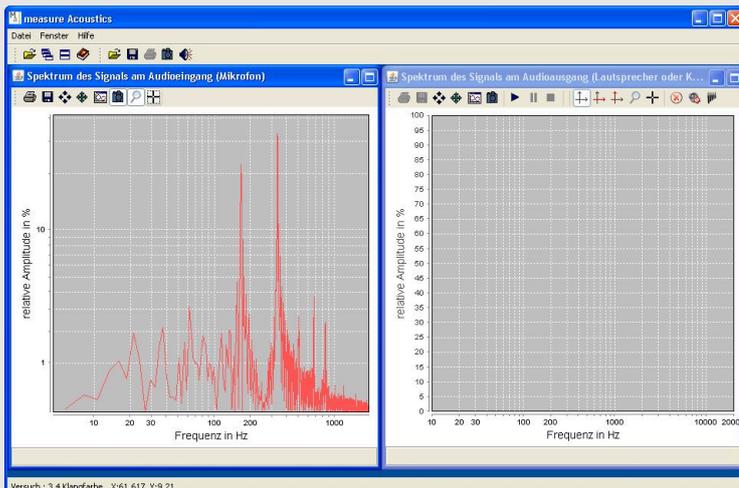


Abbildung 1

3. Passe eventuell den Diagrammausschnitt so an, dass das Frequenzspektrum deiner Stimme gut erkennbar ist.

Benutze dafür die Lupe "Zoom" und ziehe mit Hilfe eines Linksklicks ein Rechteck um den Bereich, den du vergrößern möchtest.

4. Notiere, welche Frequenzen du im Frequenzspektrum erkennen kannst und mit welchen relativen Amplituden sie auftreten.

Durchführung (3/7)

PHYWE

Teil 2: Klangfarbe von Instrumenten

Anstatt deiner Stimme nimm nun das Spektrum zweier Instrumente auf. Am besten geeignet sind möglichst unterschiedliche Formen von Instrumenten, z.B. ein Saiten- und ein Tasteninstrument. Wiederhole für beide Instrumente das Vorgehen aus Teil 1:

1. Stelle das Mikrofon nahe an das Instrument und spiele den Kammerton a' (440 Hz).
2. Friere währenddessen das Frequenzspektrum ein (siehe Hilfe 2).
3. Betrachte das Diagramm und notiere auftretende Frequenzen mit den zugehörigen relativen Amplituden.

Durchführung (4/7)

PHYWE

Wenn du kein Instrument zur Verfügung hast, kannst du stattdessen die Audioaufnahme des Tons a' (440 Hz) von einem Klavier und einer Geige abspielen. Das machst du so:

1. Stelle das Mikrofon vor die Lautsprecher.
2. Öffne im Programm measure Acoustics den Audioplayer.
3. Lade eine Audiodatei. Wähle dafür  "Audioplayer" in der Symbolleiste.
4. Du findest Audiodateien für Geige und Klavier im Ordner \Ressourcen\Sounds. Lade diese Dateien über den Menüpunkt "Datei -> Öffnen".
5. Aktiviere das Diagramm "Spektrum ... (Mikrofon)". Starte die Wiedergabe der Audiodatei mit  "Start".

Durchführung (5/7)

PHYWE

5. Friere während der Wiedergabe das Frequenzspektrum ein.
6. Notiere, welche Frequenzen mit welchen relativen Amplituden im Frequenzspektrum des Instrumentes auftreten.

Durchführung (6/7)

PHYWE

Teil 3: Simulation eines Instruments

1. Versuche den Klang eines Instruments zu simulieren, indem du mit dem Tongenerator eine Gruppe von maximal acht Tönen erzeugst.
2. Wähle ein Instrument aus, das du in Teil 2 untersucht hast. Am einfachsten funktioniert dieses Experiment mit einem Klavier oder einem Blasinstrument. Streichinstrumente sind schwieriger nachzuahmen.
3. Betrachte deine Beobachtungen aus Teil 2 zu diesem Instrument. Wähle acht Frequenzen aus, die charakteristisch für den Klang des Instruments sind. Solltest du in Teil 2 mehr als acht Frequenzen im Spektrum beobachtet haben, dann wähle die Frequenzen mit den höchsten relativen Amplituden aus.

Durchführung (7/7)

PHYWE

4. Erzeuge im Menü des Tongenerators (Rechter Mausklick ins Diagramm -> Menü "Tongenerator") bis zu acht Töne mit den Frequenzen und relativen Amplituden, die du aus Teil 2 übernimmst.
5. Stelle für alle Töne eine Abklingdauer und eine Abspieldauer von jeweils 3 Sekunden ein.
6. Übernehme alle Einstellungen und starte dann die Wiedergabe dieser Tongruppe.
7. Höre dir die Ausgabe mehrmals an. Ändere eventuell die Abklingdauern der höheren Frequenzen. Diese klingen bei einem echten Instrument oft schneller ab als die niedrigen Frequenzen.

PHYWE



Protokoll

Aufgabe 1

PHYWE

Warum kann derselbe Ton bei zwei Instrumenten unterschiedlich klingen?

Wie wir Töne wahrnehmen hängt auch von der Ausbreitungsgeschwindigkeit der Schallwelle zusammen. Die Schallwellen eines Tons mit unterschiedlicher Ausbreitungsgeschwindigkeit haben andere Klangfarben.

In der echten Welt sind Töne zumeist nicht reine Sinusschwingungen, sondern Klänge, also Mischungen aus vielen Tönen. Man kann also ein und dieselbe Frequenz durch unterschiedliche Überlagerungen erreichen. Diese haben je nach den darin vermischten Tönen unterschiedliche Klangfarben.

Instrumente erzeugen Wellen mit gleicher Frequenz aber unterschiedlicher Amplitude. Diese variierenden Amplituden erzeugen unterschiedliche Klangfarben.

Aufgabe 2

PHYWE

Warum erzeugt die Stimme beim Sprechen keine saubere Sinusschwingung?

Die Aussage ist falsch. Die Stimme erzeugt ausschließlich saubere Sinusschwingungen.

Da wir zwei Stimmbänder besitzen, würde bei der Erzeugung von zwei klaren Sinusschwingungen der Ton verschwinden, da die beiden Schallwellen destruktiv miteinander interferieren würden.

Damit unsere Stimmbänder einen Sinuston produzieren, müssten beide Stimmbänder in der exakt selben Frequenz schwingen. Beim Sprechen ist der Luftstrom, der die Stimmbänder in Schwingung versetzt, viel zu inkonsistent um nur einen klaren Ton zu erzeugen. Dies ist jedoch auch sinnvoll um eine vielfältige Kommunikation mit vielen unterschiedlichen Geräuschen zu ermöglichen.

Aufgabe 3

PHYWE

Bei der Wahrnehmung der Tonhöhe ist vor allem der Grundton verantwortlich.

 Wahr Falsch Überprüfen

Bei der Wahrnehmung der Klangfarbe sind vor allem die Obertöne verantwortlich.

 Wahr Falsch Überprüfen