

Gedackte Pfeifen

Röhrchen werden am einen Ende mit dem Finger verschlossen und am andern mündlich zum Pfeifen gebracht. Sie sollen das Frequenzspektrum untersuchen.

Vorbereitung: Laden Sie die Applikation “phyphox” auf Ihr Smartphone (android, apple).

<https://phyphox.org/de/home-de/>

Material: Smartphone oder Computer mit Mikrofon und geeignetem Programm, Röhrchen verschiedener Längen, Thermometer, Desinfektionsmittel

1. Demonstration

Lassen Sie sich das Experiment einmal vom Lehrer vorführen, z.B. die Einstellungen.

Das Spektrum besteht aus Teiltönen (= Partialtöne = Grundton plus Obertöne).

Achtung: Nicht zu stark blasen (überblasen), sonst wird ein Oberton dominant. Das Messgerät soll auch nicht in die Sättigung getrieben werden; das Signal darf nicht oben oder unten “abgeschnitten” sein. Das Mikrofonsignal (Spannung vs. Zeit) wird vom Computer digitalisiert. Eine Fourier-Transformation liefert für alle Frequenzen die Amplitude der Tonschwingung.

2. Messungen

Desinfizieren Sie die Röhrchen vorher und nachher mit Alkohol!

a) Messen Sie die Längen aller Röhrchen und deren Spektren mit hoher Auflösung. Exportieren Sie die Spektren als Excelfile via Mail; vergessen Sie nicht, die Rohrlänge mitzuschicken. Protokollieren Sie zur Sicherheit die Grundfrequenz und die Rohrlänge auf Papier.

b) Notieren Sie die Zimmertemperatur.

3. Auswertung

a) Recherchieren Sie die Theorie der gedackten Orgelpfeifen. Gedackte Pfeifen sind auf der einen Seite zu und auf der anderen offen (Gegensatz: beidseits offene Pfeifen).

b) Öffnen Sie die exportierten Files auf dem Computer. Stellen Sie Amplitude als Funktion der Frequenz dar. Wählen Sie einen sinnvollen Ausschnitt auf der Frequenzachse, z.B. 0 bis 4000 Hz.

c) Bestimmen Sie in allen Spektren die Frequenz des Grundtons (Maximalstelle des tiefsten Partialtons). Die Schwingungsdauer ist der Kehrwert der Grundfrequenz. Stellen Sie die Schwingungsdauer als Funktion der Rohrlänge dar.

Warum sollten die Messwerte auf einer Geraden liegen? Zeichnen Sie eine passende Gerade zu den Messwerten und bestimmen Sie die Steigung. Welche Bedeutung hat die Steigung?

d) Nehmen Sie das schönste Spektrum, bei dem viele Obertöne sichtbar sind. Skalieren Sie die Amplituden-Achse logarithmisch: Rechtsklick auf die Achse, von z.B. 0.1 bis zum Maximum skalieren (nur positive Werte ohne Null können logarithmiert werden), setzen Sie ein Häkchen bei der passenden Option. Bestimmen Sie die Frequenzen aller Partialtöne.

Die Obertöne (Frequenzen) sollten ganzzahlige Vielfache des Grundtons sein. Stellen Sie die Grund- und Obertonfrequenzen als Funktion der natürlichen Zahlen so dar, dass die Messwerte auf einer Geraden liegen. Der Grundton hat Nummer Eins. Sie müssen damit rechnen, dass einige Obertöne fehlen. Wie findet man die zum Oberton gehörende Nummer? Bestimmen Sie die Steigung der Geraden. Welche Bedeutung hat sie?

e) Berechnen Sie die Schallgeschwindigkeit aus einer der gemessenen Frequenzen und Rohrlängen.