



Ein *Synthesizer* kann natürliche Instrumente nachahmen und darüber hinaus auch künstliche Klänge erzeugen. Wie er das macht, lernst du hier.

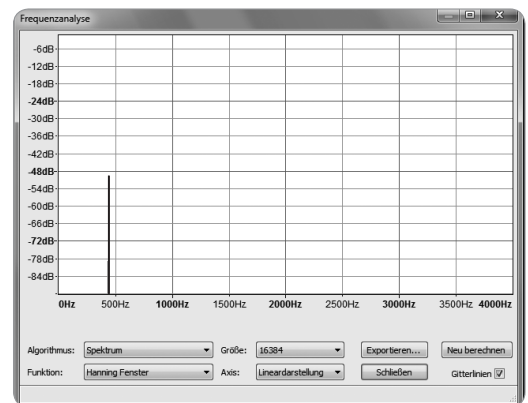
Die Schwingung einer Stimmgabel technisch nachzuahmen, ist leicht: Man erzeugt mit einem sogenannten elektrischen Schwingkreis eine Sinusschwingung. Wählt man die Frequenz 440 Hz, so ist (musikalisch ausgedrückt) der *Kammerton a* zu hören.

Klavier- oder Gitarrensaiten und die Luftsäulen in Blasinstrumenten schwingen anders als eine Stimmgabel: Hier laufen mehrere Sinusschwingungen gleichzeitig ab, die sich überlagern und dadurch die komplexen Schwingungsbilder erzeugen, die du schon gesehen hast. Aus physikalischen Gründen kommen nur Schwingungen mit Vielfachen der Grundfrequenz vor. Wird also ein „a“ gespielt, so treten die Frequenzen 440 Hz, 880 Hz, 1320 Hz usw. auf, und zwar je nach Instrument mit unterschiedlicher Intensität. Diese charakteristische Zusammensetzung der Schwingungsanteile (das sogenannte *Frequenzspektrum*) bestimmt den Klangeindruck und ermöglicht es uns, ein Klavier von einer Orgel zu unterscheiden, obwohl beide ein „a“ spielen.

Kennt man also das Frequenzspektrum eines Instrumentes, so kann man es nachahmen, indem man die verschiedenen Schwingungsanteile künstlich erzeugt und überlagert. Genau das tut ein Synthesizer.

**1** a) Starte Audacity und generiere mit *Erzeugen* → *Tongenerator(1)* einen Sinuston der Frequenz 440 Hz. Markiere mit der Maus einen beliebigen Abschnitt des Schwingungsbildes und betrachte dann mit *Analyse* → *Frequenzanalyse* das Frequenzspektrum. Skizziere das Spektrum in deinem Heft und vergleiche mit der Abbildung rechts.

b) Lade nun die Datei *vierinstrumente.wav* und spiele sie ab. Du hörst nacheinander vier Instrumente, die du am Klang sofort unterscheiden kannst. Führe für mindestens ein Instrument eine Frequenzanalyse durch und skizziere das Spektrum.



**2** a) Generiere mit *Erzeugen* → *Tongenerator(1)* eine Rechteckschwingung der Frequenz 440 Hz, höre sie dir an und führe eine Frequenzanalyse durch. Eine solche Rechteckschwingung soll in den folgenden Teilaufgaben durch Überlagerung geeigneter Sinusschwingungen „nachgebaut“ werden.

b) Erzeuge mehrere Spuren mit Sinusschwingungen der Frequenzen 440 Hz, 880 Hz, 1320 Hz usw. (je mehr, desto besser), die untereinander angeordnet sind. (Wenn eine Spur nicht markiert ist, wird beim Erzeugen eine neue Spur eingerichtet.) Öffne jetzt mit *Ansicht* → *Mixer* den Mischer und mische die Sinusanteile.

c) Mische die Anteile so, dass der Klang der Rechteckschwingung entsteht. (Tipp: Hier werden nur Anteile mit ungeraden Vielfachen der Grundfrequenz benötigt, also mit 440 Hz, 1320 Hz, 2200 Hz usw.)

d) Markiere alle Spuren und führe sie mit *Spuren* → *Spuren zusammenführen* zu einer Spur zusammen. In der zusammengeführten Spur müsstest du jetzt näherungsweise die Rechteckschwingung sehen.

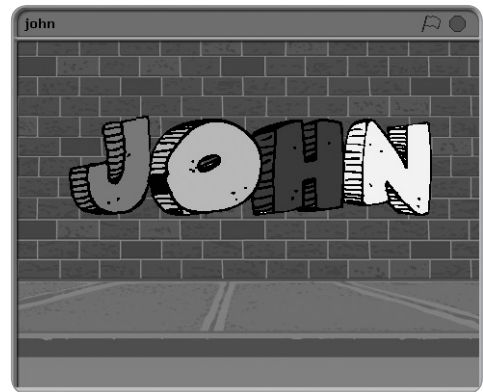
**3** Mögliche Erweiterungen:

a) Erzeuge mit Audacity durch Überlagerung von Sinusschwingungen eine Sägezahn-schwingung und höre dir an, wie sie klingt.

b) Nimm ein natürliches Instrument auf und ahme seinen Klang nach.



- 1 Starte *Scratch* und lade die Animation *john.sb*. Klicke in dem oberen rechten Fenster auf die grüne Flagge und schaue und höre dir die Animation an. (Um etwas hören zu können, müssen natürlich Boxen oder Kopfhörer angeschlossen sein.) Mit einem Klick auf das rote Stoppschild wird die Animation beendet.



- 2 Animiere nun deinen eigenen Namen.

- a) Erstelle für jeden Buchstaben deines Namens ein eigenes Objekt. Du kannst es selbst zeichnen oder einen vorhandenen Buchstaben laden und abändern. Soll das Objekt abgeändert werden, so benutze die Auswahl „Kostüme“ des mittleren Fensters.



- b) Schreibe für jedes Objekt ein *Skript*, in dem steht, was der Buchstabe tun soll. Wähle dazu im mittleren Fenster „Skripte“ und setze Bausteine zusammen, die du aus dem linken Fenster herüberziehst.



- c) Richte eine *Bühne* ein, auf der sich die Animation abspielt. Die Bühne ist ein eigenes Objekt, dessen *Hintergründe* du laden oder selbst zeichnen kannst. Falls deine Animation einen *Klang* enthalten soll, ordnest du ihn am besten der Bühne zu.



- 3 Speichere dein Projekt.