

Experimente mit PC

Falls sie das eigene Notebook nutzen wollen, sollten sie folgende Programme installieren

- **Audacity:** http://www.chip.de/downloads/Audacity_13010690.html
- **Scope:** http://www.zeitnitz.de/Christian/scope_de
- Tracker Videoanalyse: <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>
Programmpakete Tracker neueste Version (mit Xuggle) installieren
- LabJack U3HV driver: <http://labjack.com/support/software>
→Support → U6/U3/UE9 Devices → Windows Installer
- http://www.chip.de/downloads/Apowersoft-Smartphone-Manager_77025697.html
(zur Verbindung mit dem Smartphone und Anzeige/Screenshot des Smartphonebildschirms auf dem PC)

Eventuell auch

- **TrueRTA level1:** http://www.trueaudio.com/rta_down.htm
- **Visual Analyser** <http://www.sillanumsoft.org/download.htm>

Hinweise für Experimente .. (Detaillierte Anwendungen finden sie unter [Experimentsheets](#))

1. Messung der Schallgeschwindigkeit

Einfache Stereokopfhörer als ‘Stereomikrophone’ benutzen, Stereotracks mit ‘audacity’ aufnehmen. Kopfhörereingang in die Buchse Mikrophon (Line-In) stecken.
Einstellungen PC Audio –Stimme: maximale Empfindlichkeit für Line-In
Einstellungen Audacity Mikrophon: **Line -In**

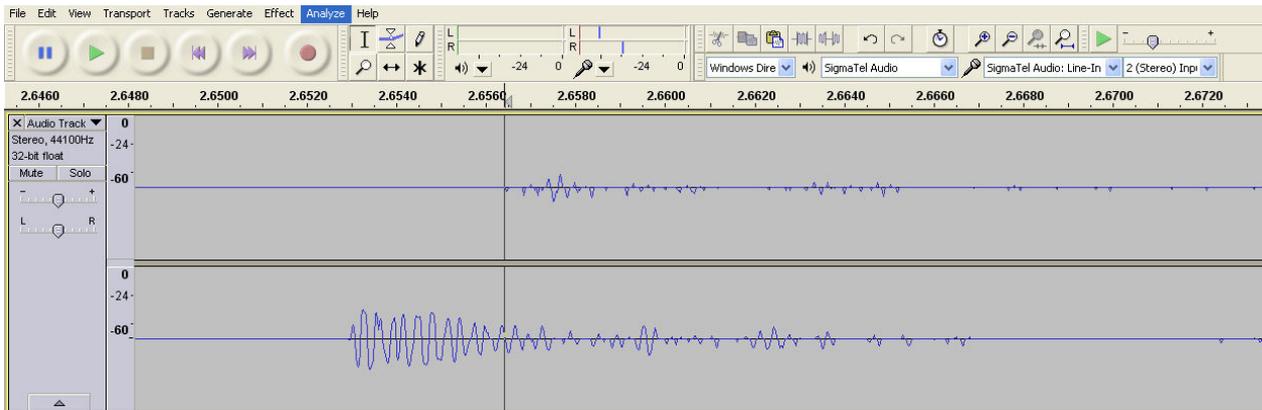
2 (Stereo) Input Channels

Empfindlichkeit maximal, **Audio Track → waveform (db)**

Beide Kopfhörer im Abstand von ca. 1.5 m platzieren. Audacity Aufnahme starten. Einen lauten Knall erzeugen in der Verbindungslinie der beiden Kopfhörer (z.B. mit Hammer auf Metall schlagen).

Auswertung: Audio Track auf **waveform (db)** einstellen. Bereich des Knalls ausschneiden und in neuen Stereo Track kopieren.

Vergrößern und schieben, bis beide Signalanfänge deutlich sichtbar sind. Zeitskala zeigt dann ms an. Zeitabstand Δt der beiden Signalanfänge messen und den Abstand Δl der beiden Kopfhörerausgänge. $v_{\text{schall}} = \Delta l / \Delta t$.



Gleichermassen lässt sich auch die Schallgeschwindigkeit in Metall (Mikrofone drauflegen) und in Wasser (Mikrofone in Plastiktütchen packen) messen.
 Noch besser gehts mit Soundkarten-Oszillograph (siehe unten)

2. Schwebungen

Zwei Tonquellen, z.B. PC mit **TrueRTA** oder Smartphone mit App **TrueTone** (möglichst über Boxen wiedergeben) mit **sin** – Ton abspielen .

Frequenzen einstellen auf z.B. 400 Hz und 405 Hz, Aufnahme mit Audacity (auch auf demselben PC möglich). Relative Lautstärke so einstellen, dass Schwebungamplitude auf Null geht.
 Mit verschiedenen Frequenzdifferenzen wiederholen.

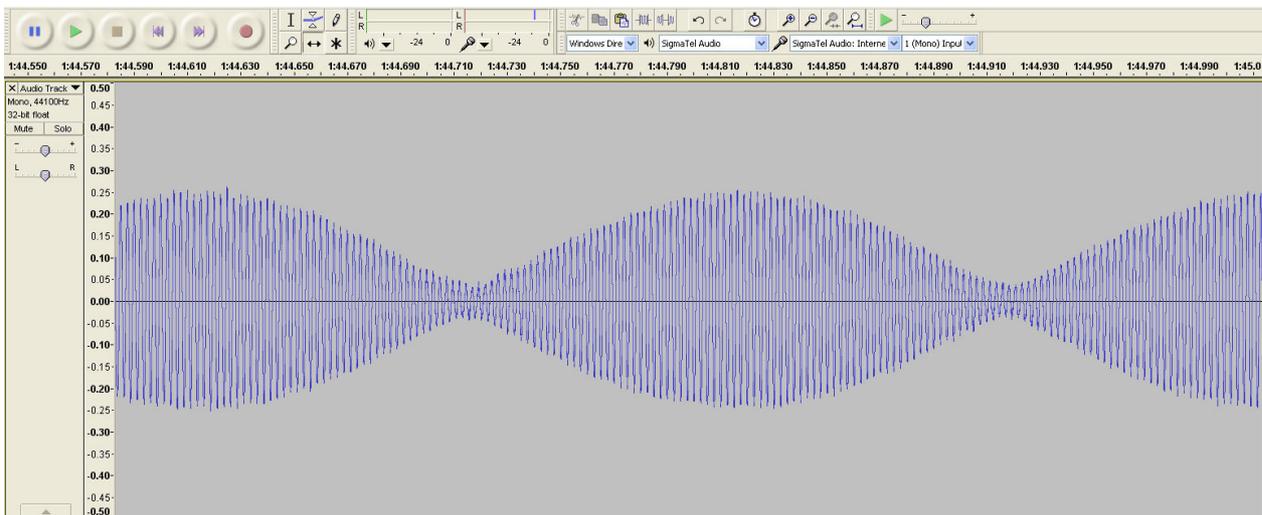


Abb.: Beispiel für 400 und 405 Hz. Schwebungsfrequenz 5 Hz.

3. Frequenzanalysen von Tönen, Klängen und Geräuschen

Mit Audacity aufnehmen, dann **Analyse** → **Plot Spektrum** oder auch im Fenster **Audio Track** → **spectrogramm (log f)** auswählen.

4. Soundkarten-Oszillograph

Dieses Programm bietet erstaunlich viel und wird bedient wie ein Digitaloszillograph. Im Prinzip können auch niederfrequente (<20 kHz) elektrische Spannungen über den Line-In Eingang angezeigt werden, solange die maximalen Spannungen 0.7 V nicht übersteigen. Inklusive Frequenzanalyse, Tongeneratoren ...

http://www.zeitnitz.de/Christian/scope_de

Sehr empfehlenswertes Programm. Damit lassen sich Klangfarben analysieren und z..B als **single shot** aufnehmen und speichern. Auch zur Darstellung von Schwebungen mit einem einzigen Programm.



Abb. Screenshot der Oszillographenanzeige.

Anschauen von Schwebungen, Klängen etc. mit dem eingebauten Signalgenerator

Hierzu unter **Einstellungen** → auf den Knopf **Aufnahme** klicken und den Eingang 'Stereomix' wählen.

Tip: Falls Stereomix nicht sichtbar ist, dann im Windows-Fenster unter **Optionen?** aktivieren und auswählen (Windows XP) oder bei Windows 7/8: **Rechtsklick ins Fenster → Verborgene Objekte sichtbar machen**. Hinweis: falls der Ton aus den Lautsprechern stört, dann leise schalten aber auf keinen Fall den Ton ausschalten, das deaktiviert die Soundkarte.

Als Tonquelle können sie gut den integrierten Tongenerator nutzen: **Signalgenerator** → **Signalgenerator in separate window**. Wählen sie 2 Frequenzen für Kanal 1 und Kanal2 (z.B. 400 Hz und 402 Hz) und aktivieren sie die Signalgeneratoren.

Jetzt können sie die beiden Tonausgänge von Kanal 1 und Kanal 2 tatsächlich als separate Spuren auf dem Oszi sehen. z. B. Schwebungen, wenn sie unter Channel Mode die Option CH1+CH2 wählen., oder im **X-Y Graph** Lissajou – Figuren. Wenn sie im Signalgenerator statt sine andere Wellenformen wählen, dann können sie mit **Frequenz** die spektrale Zusammensetzung von Rechteck-, Dreieck-, Sägezahn- etc Figuren ansehen. Wenn sie Rauschen wählen können sie bei eingeschaltetem Filter die Filterfunktionen anschauen (Hoch-, Tief-, Bandpass).

Hinweis: Nutzen sie die ZOOM-Funktion bei der Frequenzmessung und die Cursors zur Frequenzbestimmung.

Messung der Schallgeschwindigkeit:

Stereokopfhörer in den Line-In Eingang stecken und Kopfhörer in grösserem Abstand platzieren (≥ 1 m). Oszillograph auf single shot einstellen. Seitlich von Mikrofon 1 einen Knall erzeugen und auf Kanal 1 triggern. Triggerschwelle geeignet einstellen. Jetzt beide Kanäle anzeigen im Synchronmodus. Zeitskala ca. 20 ms.

Der Zeitabstand kann mit dem Cursor gemessen werden **Messen: Status --> Cursor --> Zeit**

5. Messung des Dopplereffekts mit Visual Analyser

Hier nutzen wir nur die Frequenzanalyse des Programms. Beim Starten sehen sie die **Wave** und **Frequenzanzeige** übereinander und rechts die zugehörigen Kontrollfenster. Die Bedienung ist leider nicht sehr intuitiv und ein brauchbares Manual fehlt. Daher hier nur eine Kurzanleitung für eine präzise Frequenzmessung.

Als bewegliche Tonquelle eignet sich sehr gut ein Smartphone und das App True Tone. Wählen sie z. B. eine Frequenz von 8000 Hz. Dann sollten sie im Frequenzfenster eine Peak bei 8k sehen (Im Frequenz Kontrollfenster **Main** das Kästchen **Hold** ausschalten). Nutzen sie eine log y-Skala. Um den Frequenzbereich um 8000 Hz herauszuzoomen, wählen sie bei **X-axis** z.B. eine Skalenfaktor x8 und schieben sie die x-Skala mit dem Schieber unter der Frequenzanzeige wieder so, dass 8k in der Mitte liegt. Aktivieren sie die digitale Frequenzanzeige → die Frequenz mit maximaler Intensität wird digital angezeigt.

Messvorgang: Starten sie True Tone auf dem Smartphone (8000 Hz, Sinusform)

Sie sehen die Frequenz angezeigt und als Peak im graphischen Fenster. Klicken sie **Hold** an. Bewegen sie jetzt das Smartphone zum PC-Mikrofon hin und weg → sie sehen eine deutliche Peakverschiebung und Frequenzänderung. Zur quantitativen Ablesung hilft es im Fenster der digitalen Frequenzanzeige auf **Hold** zu klicken.

Im Experiment können sie das Smartphone z.B. auf einen kleinen Wagen kleben und den am Mikrofon des PC vorbeifahren lassen.