Low-Cost-Lärmampel

Institut für Didaktik der Physik

EINLEITUNG

Was ist lauter: Tischerücken oder Klatschen? Womit kann man Schall am besten isolieren? Welchen Einfluss haben der Abstand und Winkel zur Schallquelle? Eine Lärmampel ist ein beliebtes Instrument zum Akustikmanagement z.B. während Arbeitsphasen in Schulklassen. Sie ermöglicht aber auch die physikalische Beantwortung der oben genannten Fragen durch den Vergleich der Schallintensitäten verschiedener Quellen sowie den Einfluss von Abstand, Winkel oder Dämmmaterialien auf die Intensität.

Das Grundprinzip der in dieser Anleitung verwendeten Schaltung ist sehr einfach: Das verstärkte Signal des Mikrofons wird an einem analogen Eingang eingelesen und mit Schwellenwerten für die verschiedenen Stufen verglichen. An den digitalen Ausgängen (5V) werden die LEDs jeweils mit eigenem Vorwiderstand betrieben. Hier können mehr oder auch weniger LEDs verwendet werden.

MATERIALIEN

- Arduino, z.B. Arduino Uno
- Mikrofonverstärker, z.B. MAX4466
- LEDs, z.B. 3x grün, 2x gelb, 1x rot
- Vorwiderstände, z.B. 220 Ohm (Farbcode rot-rot-braun-gold)
- Diverse Kabel
- Steckbrett, z.B. 640/200 Kontakte; 165 x 55 mm
- 9V Clip und 9V Batterie oder Netzgerät oder Versorgung durch USB-Kabel
- Kabelbinder, Spiralband

Software

- Programmcode Laermampel_LowCost.ino (unter http://www.physikkommunizieren.de)
- Software zum Übertragen des Programmcodes und Aufrufen der seriellen Schnittstelle (z.B. Arduino IDE von http://www.arduino.cc)

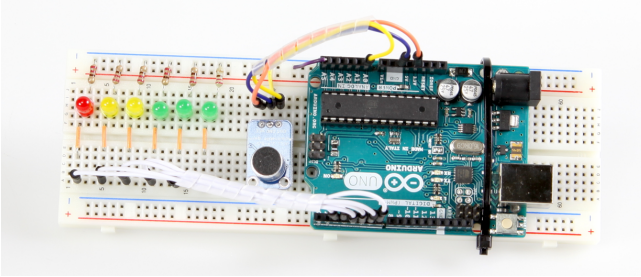

Abbildung 1: fertige Schaltung

BAUANLEITUNG

Stellen Sie die Schaltung wie in der Abbildungen 1 und 2 zu sehen schrittweise her. Die Anschlüsse der LEDs und Widerstände können gekürzt werden, damit diese flach auf dem Steckbrett liegen.

LEDs und Vorwiderstände

- Stecken Sie die LED und die Vorwiderstände in das Steckbrett wie in Abbildung 1 und dem Schaltplan in Abbildung 2 zu sehen. Achten Sie darauf, dass LEDs polarisiert sind und daher richtig herum eingebaut werden müssen. Das lange Bein ist die Anode und muss an die digitalen Ausgänge angeschlossen werden. Das kurze Bein ist die Kathode und kommt an die Masse.
- Wenn die Schaltung funktioniert, können Sie die Beine der Bauteile noch kürzen.
- Fixieren Sie den Arduino ggf. mit Kabelbinder auf dem Steckbrett.
- Die Kabel können z.B. mit Spiralband zusammengebunden werden, damit die Schaltung übersichtlicher wird.

Mikrofonverstärker

- Greifen Sie von den drei Anschlüssen des Mikrofonverstärkers den Ausgang (meist bezeichnet mit OUT) ab und verbinden Sie diesen mit dem analogen Eingang A0.
- Verbinden Sie den Anschluss GND des Mikrofonverstärkers mit der Masseleiste des Steckbrettes und die Masseleiste mit GND am Arduino.
- Verbinden Sie VCC des Mikrofonverstärkers entweder mit dem 5V oder besser mit dem 3.3V Versorgungsausgangs des Arduinos. Der 3.3V Ausgang liefert oft eine konstantere Spannung.
- An den Mikrofonverstärker muss ggf. noch eine Steckleiste angelötet werden, damit er betrieben werden kann.

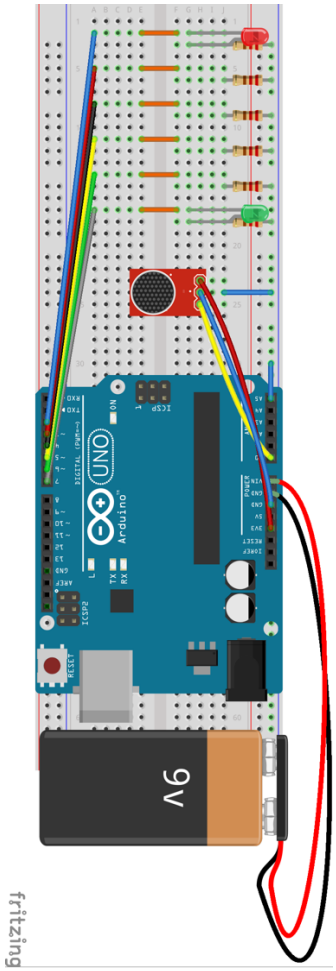

Abbildung 2: Schaltplan der Lärmampel. Aus Gründen der Übersicht fehlen die vier mittleren LEDs, diese sind wie die obere und untere LED

INBETRIEBNAHME UND BEDIENUNG

- Übertragen Sie das Programm Laermampel_LowCost.ino per USB auf den Arduino.
- Bei jedem Start führt das Programm zunächst zwei Lautstärkemessungen zur Bestimmung der Grundlautstärke durch. Aus dem Mittelwert beider Messungen wird der Offset eingestellt. Vermeiden Sie in der Zeit Geräusche, starten Sie den Arduino und damit die Messung ggf. neu.
- Wenn die LEDs einmal an und ausgeschaltet wurden, ist die Bestimmung des Offsets erfolgt und die Lärmampel kann verwendet werden.
- Im Programmcode können individuell Pegelgrenzen für die einzelnen LEDs gesetzt werden. Die Pegel können zudem im seriellen Monitor analysiert werden.
- Der Mikrofonverstärker hat eine Schraube um die Verstärkung einzustellen. Wir haben mit mittleren Werten gute Erfahrungen gemacht.

SPANNUNGSSCHWANKEN

- Bei sehr geringen Pegeln ist der Mikrofonverstärker besonders anfällig für eine schwankende Versorgungsspannung. Dies kann im schlimmsten Fall dazu führen, dass die Lärmampel nach einem Vollausschlag nicht mehr den Pegel senken kann. Um dieses Problem zu minimieren sind verschiedene Maßnahmen zu treffen:
- Verwenden Sie zum Betrieb der Schaltung - wenn möglich - ein gutes Netzgerät oder eine vollgeladene Batterie bzw. Akku. Die Versorgung ist gerade bei USB stark Lastabhängig.
- Verwenden Sie statt des 5V- den 3.3V-Versorgungskreis zum Betrieb des Mikrofonverstärkers.
- Idealerweise weichen die beiden Messungen bei ai und ausgeschalteten LEDs kaum (1-2 Counts) oder gar nicht voneinander ab. Ist die Abweichung zu groß, ist die Funktion beeinträchtigt.
- Die analogen Eingänge können je nach Arduino und Schaltung zu stark rauschen. Es kann helfen, einen weiteren der analogen Eingänge gegen GND zu schalten, um auf den anderen analogen Eingängen das Rauschen zu minimieren (vgl. Abbildung 2).

QUELLEN UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR

- SCHOLL, MARC & PUSCH, ALEXANDER (2018): Low-Cost und High-End Lärmampel. In: Naturwissenschaft im Unterricht Physik, 167.
- BRABAND, JENS & PETER, DIRK (2015) Lärmampel fürs Klassenzimmer. In: Make 4/2015 S. 88-91.
- DATENBLATT MAX4466 z.B. unter https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/MAX4465-MAX4469.pdf
- HANSEN, HELGA (2017) Lärm-O-Meter fürs Klassenzimmer. In: Make 6/2017 S. 102-103.