

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
Xin Chu

**Aufbau eines Systems zur  
handgeführten Abstands- und  
Trajektorienmessung und  
Rückmeldung an ein  
vibrotaktiler Feedbacksystem  
im Brustbereich**

2021

**BACHELORARBEIT**

---

**Aufbau eines Systems zur  
handgeführten Abstands- und  
Trajektorienmessung und  
Rückmeldung an ein  
vibrotaktilen Feedbacksystem  
im Brustbereich**

Autor:  
**Herr Xin Chu**

Studiengang:  
**Elektro- und Informationstechnik**

Seminargruppe:  
**EI17wA-BC**

Erstprüfer:  
**Prof. Dr.-Ing. Michael Kuhl**

Zweitprüfer:  
**B. Sc. Kevin Blümel**

Einreichung:  
**Mittweida, 18.07.2021**

# **BACHELOR THESIS**

---

## **Setup of a system for hand-held distance and trajectory measurement and feedback to a vibrotactile feedback system in the chest area**

author:

**Mr. Xin Chu**

course of studies:

**Electrical and Information technology**

seminar group:

**EI17wA-BC**

first examiner:

**Prof. Dr.-Ing. Michael Kuhl**

second examiner:

**B.Sc. Kevin Blümel**

submission:

**Mittweida, 18.07.2021**

---

## **Bibliografische Angaben**

Nachname, Vorname: Chu Xin

**Aufbau eines Systems zur handgeführten Abstands- und  
Trajektorienmessung und Rückmeldung an ein vibrotaktiler  
Feedbacksystem im Brustbereich**

**Setup of a system for hand-held distance and trajectory measurement and  
feedback to a vibrotactile feedback system in the chest area**

61 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,  
Fakultät Ingenieurwissenschaften, Bachelorarbeit, 2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Formelverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Thema des Bachelorarbeit.....	1
1.2 Inhalt.....	2
1.3 Voraussetzungen.....	2
1.4 Designidee.....	2
<b>2 Hardware.....</b>	<b>3</b>
2.1 Arduino.....	4
2.1.1 Grundparameter.....	5
2.2 Ultraschallsensor(SRF05).....	6
2.2.1 Grundparameter.....	7
2.2.2 Arbeitsprinzip.....	7
2.2.3 Formel.....	8
2.2.4 Messbereich.....	9
2.2.5 Schaltplan.....	10
2.3 VL53L1X Laser Sensor.....	11
2.3.1 Grundparameter.....	11
2.3.2 Arbeitsprinzip.....	12
2.3.3 Formel.....	13
2.3.4 Schaltplan.....	14
2.4 Schalter.....	15
2.5 Vibrationsmotor.....	16
2.5.1 Grundparameter.....	16
2.5.2 Arbeitsprinzip.....	16
2.5.3 Schaltplan.....	18
2.5.4 Der Zweck der Motor-Paralleldiode.....	19
2.6 OLED 1306.....	20
2.6.1 Grundparameter.....	20
2.6.2 Arbeitsprinzip.....	21

---

2.6.3 Schaltplan.....	21
2.7 Netzteil.....	22
<b>3 Software.....</b>	<b>25</b>
<b>4 Außendesign.....</b>	<b>26</b>
<b>5 Umsetzung.....</b>	<b>29</b>
<b>6 Testergebnisse.....</b>	<b>31</b>
6.1 Genauigkeit.....	31
6.2 Messbereich.....	32
6.3 Entfernungsurteil.....	32
6.4 Vibrationsmotor-Effekt.....	32
<b>7 Zusammenfassen.....</b>	<b>34</b>
7.1 Programmieraspekte.....	34
7.2 Sichere Verwendung von Komponenten.....	34
7.3 Strukturelle Anordnung.....	35
7.4 Hardware.....	35
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>38</b>
<b>Anlagen.....</b>	<b>39</b>
1 Werkzeug.....	39
2 Programmiercode.....	40
<b>Eigenständigkeitserklärung.....</b>	<b>49</b>

## Abkürzungsverzeichnis

**AC: Alternating Current**

**cm: centimetre**

**DC: Direct Current**

**IC: Integrated Circuit**

**KHz: Kilohertz**

**m: Meter**

**mA: Milliampere**

**mm: Millimeter**

**ms: Millisekunde**

**OLED: organic light-emitting diode**

**S: Sekunde**

**uc: Microcontroller**

**us: Microsekunde**

**V: Volt**

## **Formelverzeichnis**

1. Abstandsformel für Ultraschallsensoren

2. Abstandsformel für VL53L1X Laser Sensor

---

# Abbildungsverzeichnis

- 1.Hardware Konzept
- 2.Arduino UNO R3
- 3.Grundparameter des Arduino UNO R3
- 4.Ultraschallsensor Rückschuss
- 5.Konstruktionszeichnung des Ultraschallsensors
- 6.Arbeitswellenform des Ultraschallsensors
- 7.Schematische Darstellung der Ultraschallsensorabstandsberechnung
- 8.Messbereich des Ultraschallsensors
- 9.Schaltplan von Arduino und Ultraschallsensor
- 10.Arbeitsprinzip des Laser Sensor
- 11.Arbeitswellenform des Laser Sensor
- 12.Schematische Darstellung der Lasersensorabstandsberechnung
- 13.den Schaltplan von Arduino und Lasersensor
- 14.Laser Sensorplatzierungswinkel
- 15.Schalter
- 16.Schaltplan von Arduino und Schalter
- 17.Vibrationsmotor
- 18.Vibrationsmotor
- 19.Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 0-100cm
- 20.Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 100-200cm
- 21.Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 200-300cm
- 22.Schaltplan von Arduino und Vibrationmotoren
- 23.Schaltplan von Diode-Schutzschaltung

- 
- 24.Schaltplan von Diode-Schutzschaltung
  - 25.OLED 1306
  - 26.OLED und Arduino entsprechende Schnittstelle
  - 27.den Schaltplan von Arduino und OLED1306
  - 28.Schematische Darstellung von vier Stromanschlussmethoden
  - 29.Vorderansicht des Powerbank
  - 30.Obenansicht des Powerbank
  - 31.Software Konzept
  - 32.Ober- und Rückseite des Gehäuses
  - 33.Ober- und Vorderseite des Gehäuses
  - 34.Der hintere und untere Teil des Gehäuses
  - 35.Oberseite der Umsetzung
  - 36.Ober- und Vorderseite der Umsetzung
  - 37.Der hintere der Umsetzung
  - 38.Rückseite der Umsetzung
  - 39.Platzierungsdiagramm
  - 40.Entfernungsurteil
  - 41.Vibrationsmotor-Oszilloskops
  - 42..Statistisches Diagramm des Entfernungfehlers verschiedener Farben ohne externe Lichtquelle
  - 43.Statistisches Diagramm des Entfernungfehlers verschiedener Farben in der Innenbeleuchtung

## **Tabellenverzeichnis**

1. Name und Menge der Komponenten
2. Grundparameter des Ultraschallsensor
3. Grundparameter des VL53L1X Laser Sensor
4. Grundparameter des Vibrationsmotor
5. Grundparameter des OLED 1306
6. Name und menge des Werkzeug
7. Skalenwert und Messwert

# 1 Einleitung

Haben Sie schon einmal an eine Person mit Sehbehinderung gedacht, die ohne ein Gerät auf der Straße ist, um zu beurteilen, ob sich um sie herum Hindernisse befinden, wie sie sich sicher und frei bewegen kann?

Die Nutzungseffizienz der bisherigen Blindenführungsausrüstung wird immer geringer und sie ist für die Aktivitäten des modernen Menschen allmählich nicht mehr geeignet.

Die Aufgabe war entsprechend ein Instrument zu entwerfen, das mit Sensoren die umliegenden Objekte scannt, um Menschen (Blinden) das Gehen und Umgehen von Hindernissen zu erleichtern und die Lebensqualität von Blinden zu verbessern.

## 1.1 Thema des Bachelorarbeit

Aufbau eines Systems zur handgeführten Abstands- und Trajektorienmessung und Rückmeldung an ein vibrotaktilen Feedbacksystem im Brustbereich.

## **1.2 Inhalt**

Es sind Sensoren und Vibrationsmotoren zu verwenden, um ein System mit Hinderniserkennung, Entfernungspositionsbeurteilung, Vibrations-Feedback-Erinnerung und anderen Funktionen aufzubauen.

## **1.3 Voraussetzungen**

Der Messbereich beträgt drei Meter. Das System kann die Position des Objekts beurteilen und die Entfernung des Objekts durch die Vibrationsfrequenz des Vibrationsmotors zurückmelden.

## **1.4 Designidee**

(1) Die Anzahl der Sensoren beträgt drei.

(2) Drei Sensoren steuern jeweils drei Vibrationsmotoren.

(3) Dem System wird ein Schalter hinzugefügt, um die Arbeit und den Stopp des Systems zu steuern.

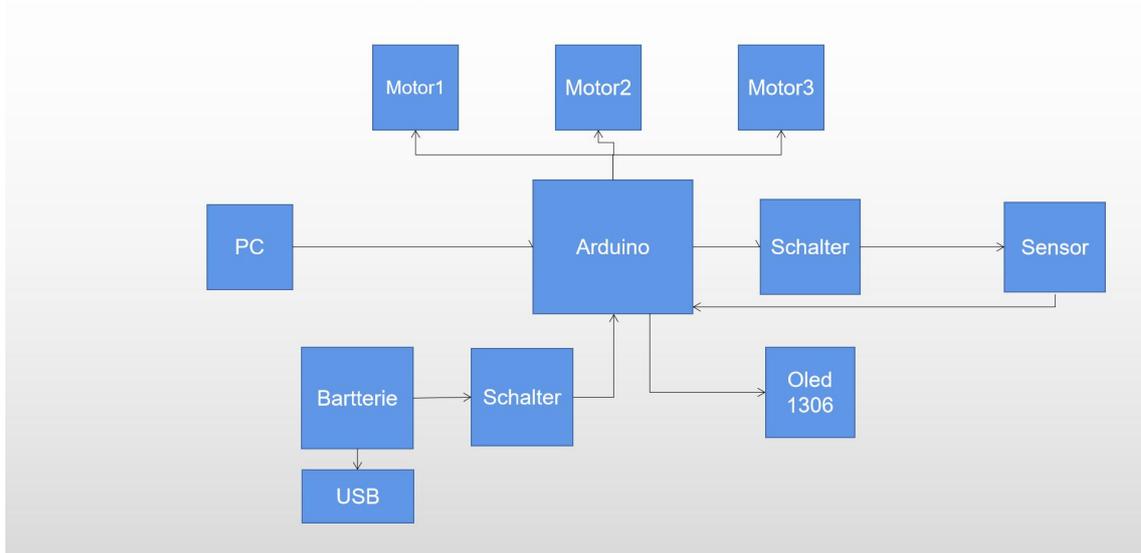
(4) Je nach Abstandsänderung wird eine unterschiedliche Vibrationsrückmeldung erhalten.

(5) Es ist eine Struktur und das Aussehen eines Hardwaresystems entsprechend den Anforderungen des Subjekts zu entwerfen, um den Zweck des bequemen Tragens und der hohen Erkennungsflexibilität zu erreichen

(6) Es sind auf Basis der Grundfunktionen ein Anzeigebildschirm zur Anzeige der Entfernung hinzu zu fügen.

## 2 Hardware

### Hardware Konzept



#### 1. Hardware Konzept

Ausrüstung	Menge
Arduino UNO R3	1
Ultraschallsensor	1
VL53L1X Laser Sensor	3
Vibrationsmotor	3
Schalter	1
OLED 1306 128*32	1

#### 1. Name und Menge der Komponenten

## 2.1 Arduino

Arduino ist eine bequeme, flexible und einfach zu bedienende elektronische Open-Source-Plattform, einschließlich Hardware (verschiedene Arten von Arduino-Boards) und Software (arduino IDE).

Diese Bachelorarbeit wurde basierend auf der Hardware- und Softwareprogrammierung von Arduino, sodass einige grundlegende Kenntnisse über Arduino erlernt werden müssen.

Die in dieser Bachelorarbeit verwendete Hardware ist ein Arduino UNO R3. Die verwendete Entwicklungssoftware ist eine Arduino IDE. Die Versionsnummer ist 1.8.49.0



2.Arduino UNO R3

Bild1: Arduino UNO R3, <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

## 2.1.1 Grundparameter

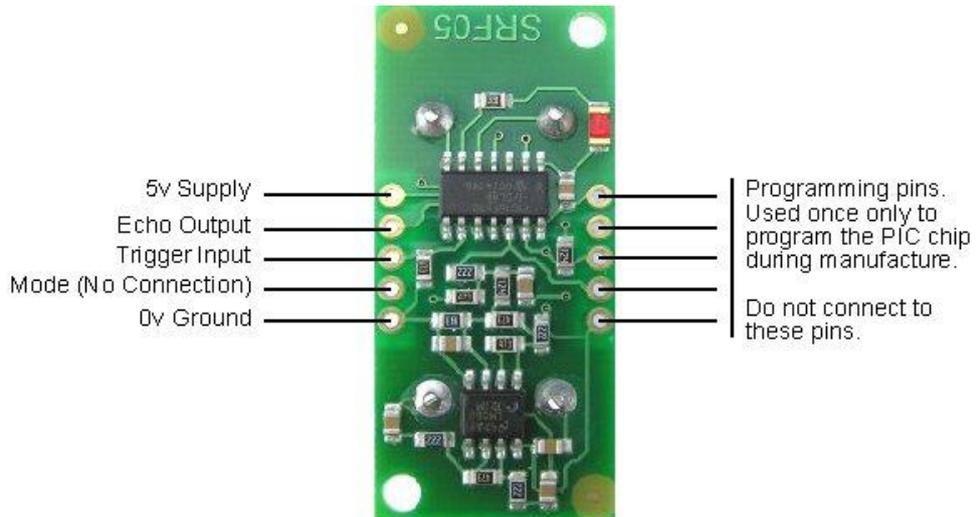
Microcontroller	ATmega328P
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

### 3. Grundparameter

Bild2: Grundparameter, <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>

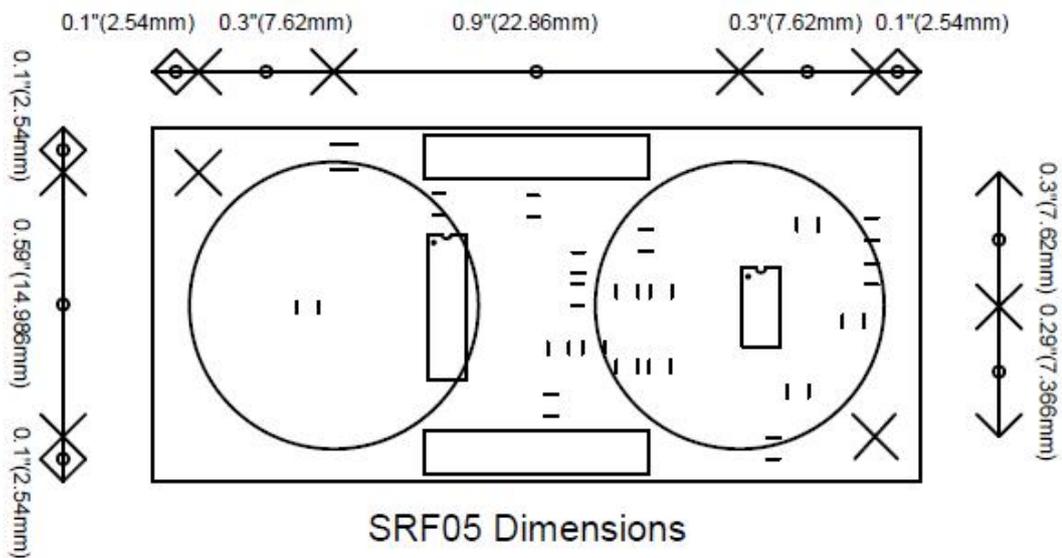
## 2.2 Ultraschallsensor(SRF05)

In der Anfangsphase des Bachelorarbeit wurden Ultraschallsensoren eingesetzt, die später auf Laser Sensoren umgestellt wurden.



Connections for 2-pin Trigger/Echo Mode (SRF04 compatible)

### 4. Ultraschallsensor Rückseite



### 5. Konstruktionszeichnung des Ultraschallsensors

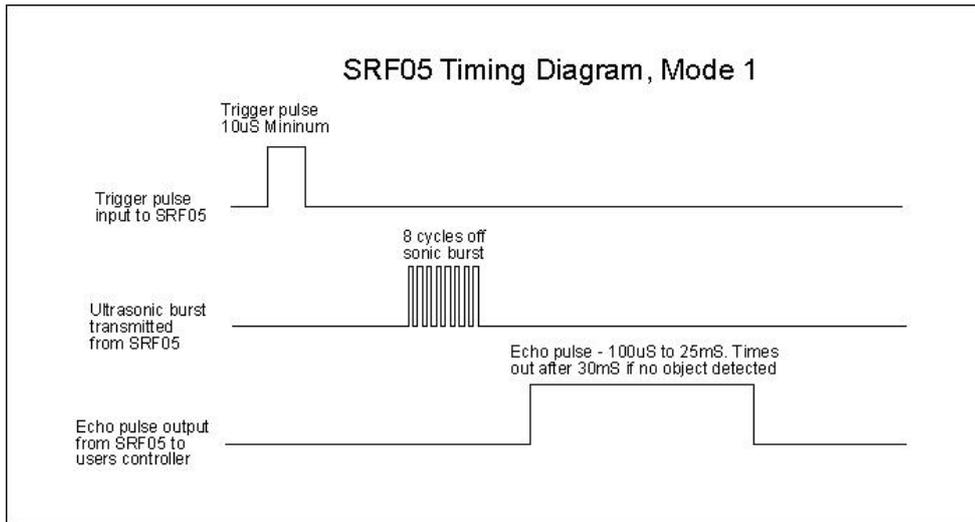
## 2.2.1 Grundparameter

Funktion	Daten
Arbeitsspannung	5V
Arbeitsstrom	30mA
Maximale Erkennungsentfernung	4 m
Mindesterkennungsabstand	2 cm

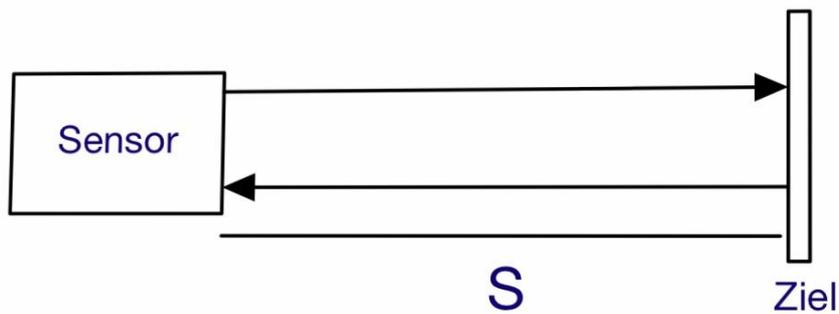
*2.Grundparameter des Ultraschallsensors*

## 2.2.2 Arbeitsprinzip

1. Es ist der I/O-Port TRIG zu verwenden, um die Entfernungsmessung auszulösen und ein Signal mit hohem Pegel von mindestens 10  $\mu$ s zu geben.
2. Das Modul sendet automatisch 8 Rechteckwellen mit 40 kHz und erkennt automatisch, ob eine Signalerückgabe vorliegt.
3. Es gibt eine Signalerückgabe und ein High-Pegel wird über den I/O-Port ECHO ausgegeben. Die Dauer des High-Pegels ist die Zeit vom Start bis zur Rückleitung.



6. Arbeitswellenform



7. Schematische Darstellung der Sensorabstandsberechnung

2.2.3 Formel

$$S = \frac{V \times t}{2}$$

V: Schallgeschwindigkeit 340m/s

t: Schall Umlaufzeit

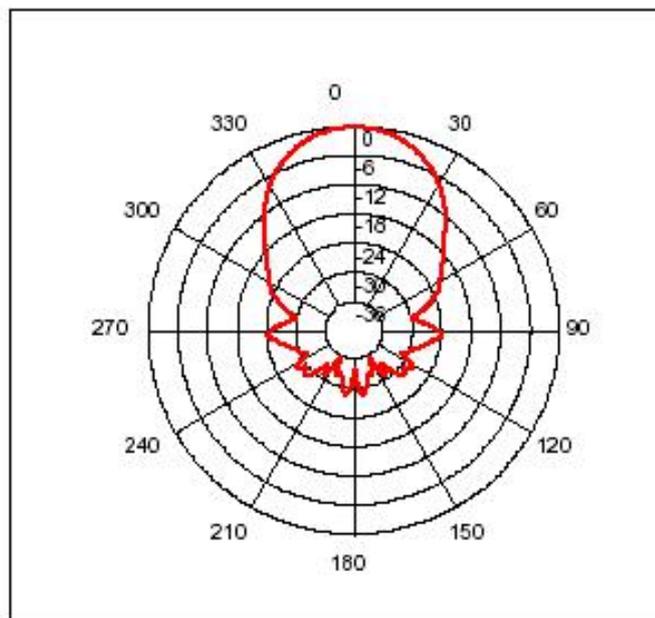
$$\text{Distanz(S)} = \text{Zeit(s)} * 340\text{m/s (Schallgeschwindigkeit)} / 2$$

$$\text{Distanz(S)} = \text{Zeit(us)} * 34000\text{cm} / 1000000\text{us} / 2$$

$$= \text{Zeit(us)} * 17000\text{cm} / 1000000\text{us}$$

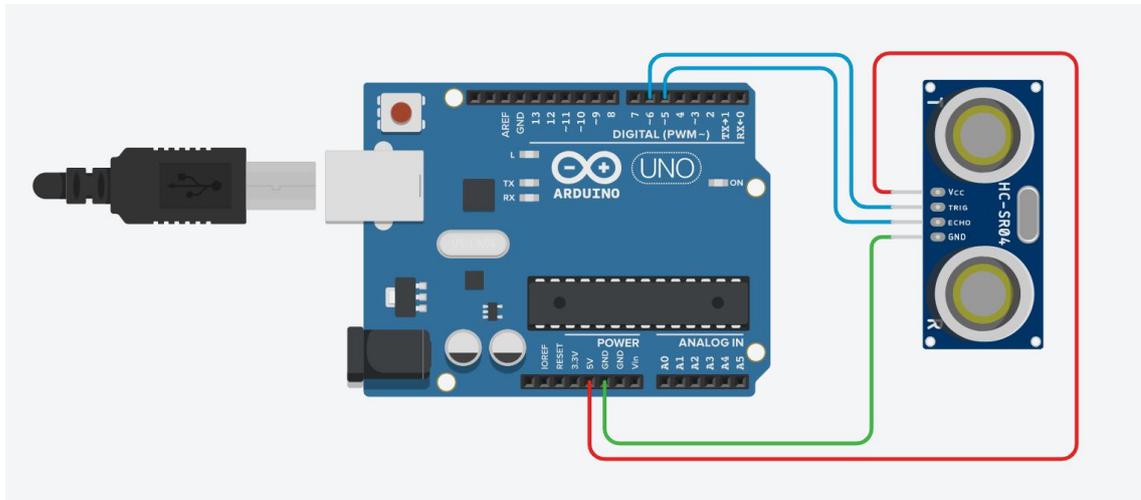
$$= \text{Zeit} * 17 / 1000 (\text{cm})$$

## 2.2.4 Messbereich



8. Messbereich

## 2.2.5 Schaltplan



9.den Schaltplan von Arduino und Ultraschallsensor

## 2.3 VL53L1X Laser Sensor

Ein Lasersensor ist ein Sensor, der Lasertechnologie zur Messung verwendet.

Es besteht aus einem Laser, einem Laserdetektor und einer Messschaltung.

Der Lasersensor stellt eine neue Art von Messgerät dar. Seine Vorteile sind, dass er eine berührungslose Fernmessung, hohe Geschwindigkeit, hohe Präzision, große Reichweite, starke Licht- und elektrische Störfestigkeit usw..

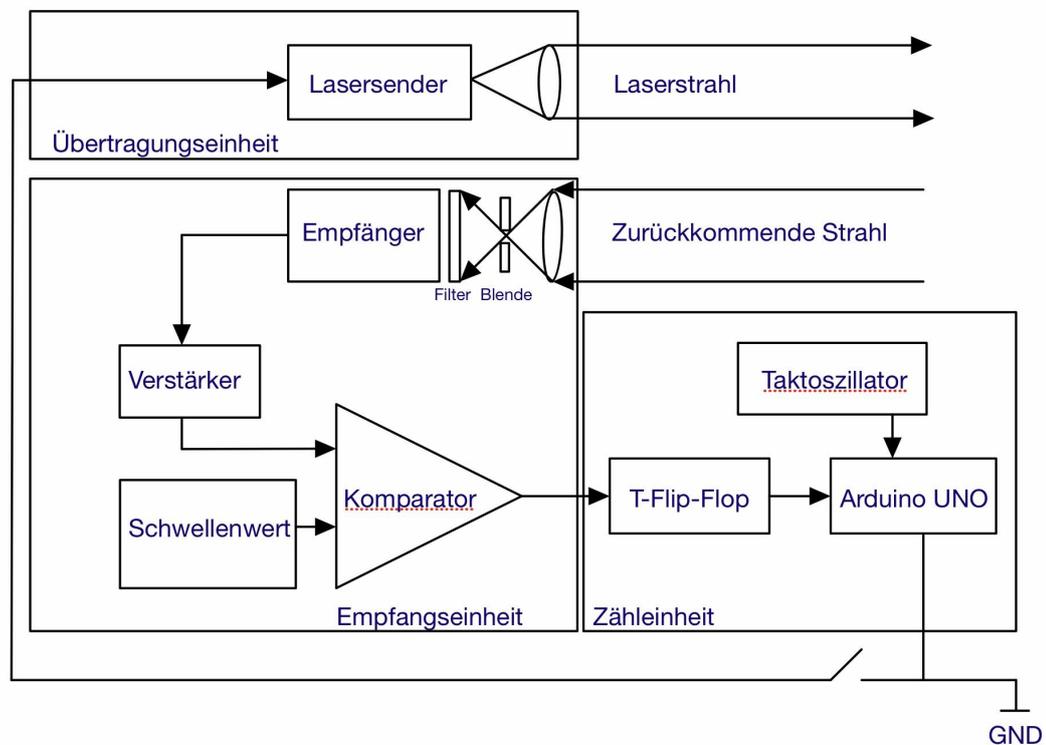
### 2.3.1 Grundparameter

Funktion	Daten
Größe	4.9 x 2.5 x 1.56 mm
Betriebsspannung	2.6 bis 3.5 V
Betriebstemperatur	-20 bis 85 °C
Empfänger Sichtfeld (diagonal FOV)	Programmierbar von 15 bis 27 Grad
Infrarotstrahler	940 nm

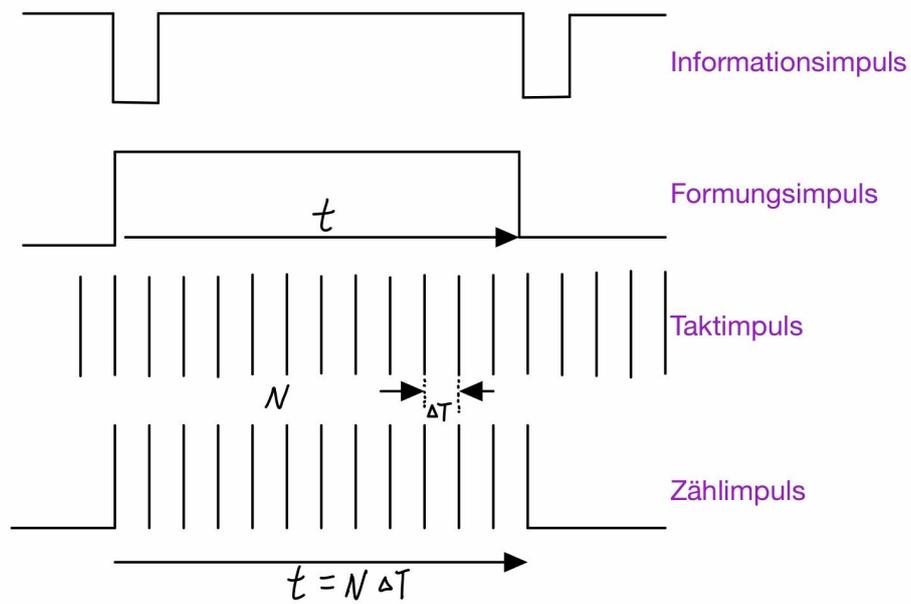
*3.Grundparameter des VL53L1X Laser Sensor*

## 2.3.2 Arbeitsprinzip

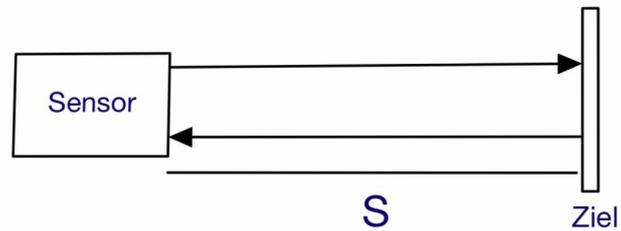
Der Laser-Entfernungsmesser strahlt während der Arbeit einen sehr dünnen Laserstrahl zum Ziel aus. Der vom Target reflektierte Laserstrahl wird von der photoelektrischen Komponente empfangen. Der Timer misst die Zeit, die der Laserstrahl abgefeuert wird, um zu empfangen, und berechnet die Entfernung vom Beobachter zum Ziel.



10.Arbeitsprinzip des Laser Sensor



11.Arbeitswellenform



12.Schematische Darstellung der Sensorabstandsberechnung

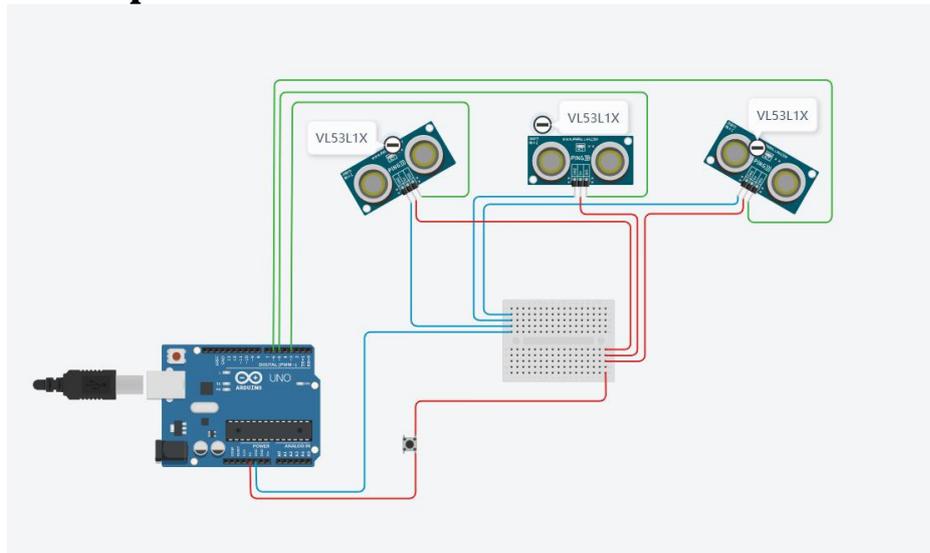
### 2.3.3 Formel

$$S = \frac{c \times t}{2}$$

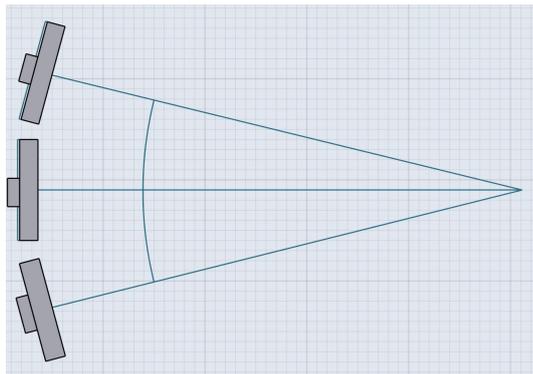
c: Lichtgeschwindigkeit

t: Laser Umlaufzeit

## 2.3.4 Schaltplan



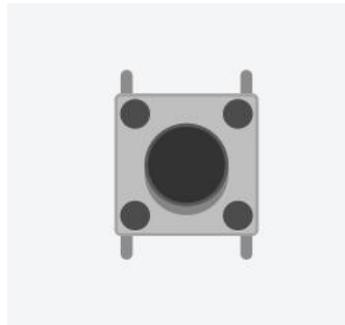
13.den Schaltplan von Arduino und Lasersensor



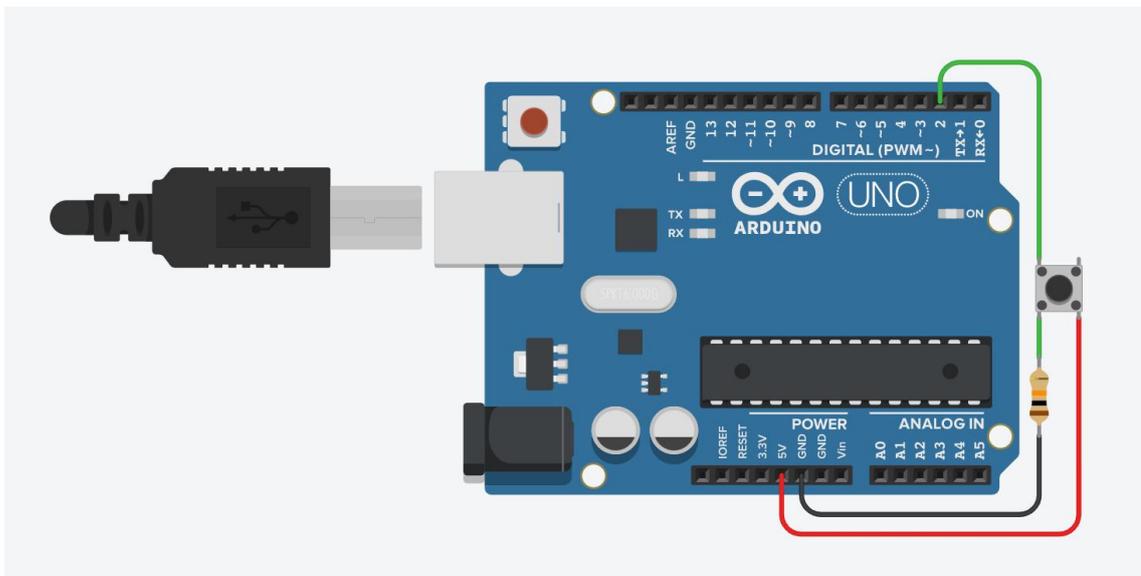
14.Sensorplatzierungswinkel:15 Grad

je nach Messbereich des Sensors wird der eingeschlossene Winkel des Sensors auf 15 Grad festgelegt. Einerseits soll damit der Messblindbereich zwischen den Sensoren reduziert werden, andererseits soll aber auch vermieden werden, dass zu viel Überlappungsbereich zu falschen Messergebnissen führt.

## 2.4 Schalter



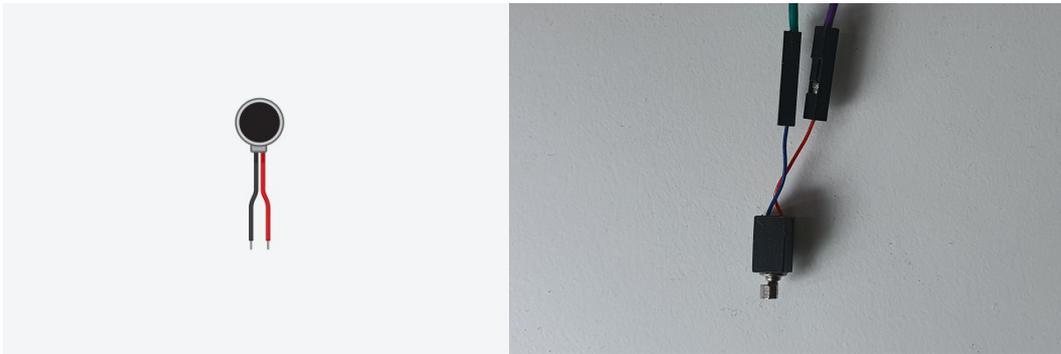
15.Schalter



16.den Schaltplan von Arduino und Schalter

Der Zweck des Schalters besteht darin, selektiv zu scannen. Der Sensor muss nicht ständig arbeiten. Einerseits kann aufgrund der begrenzten Batteriekapazität die Zeit verlängert und mehr Bereiche gescannt werden. Andererseits kann die Lebensdauer des Sensors erhöht und Wartung und Austausch vermieden werden.

## 2.5 Vibrationsmotor



18. Vibrationsmotor

### 2.5.1 Grundparameter

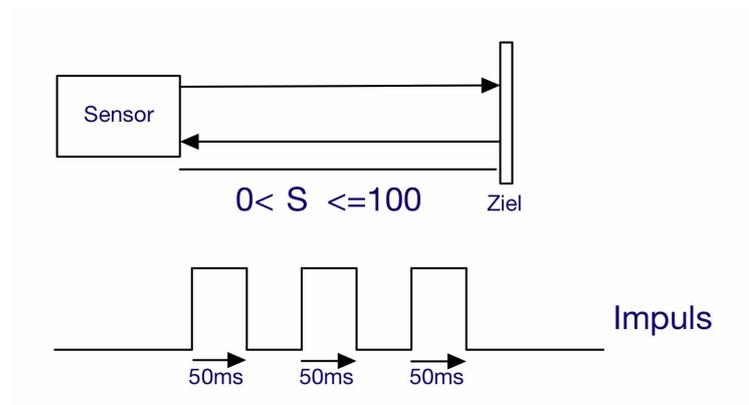
Funktion	Daten
Größe	12mm x 5 mm x 5 mm
Betriebsspannung	3.3 bis 5 V
Maximaler Laststrom	120 mA
wasserdichtes Niveau	Nicht wasserdicht

3. Grundparameter des Vibrationsmotor

### 2.5.2 Arbeitsprinzip

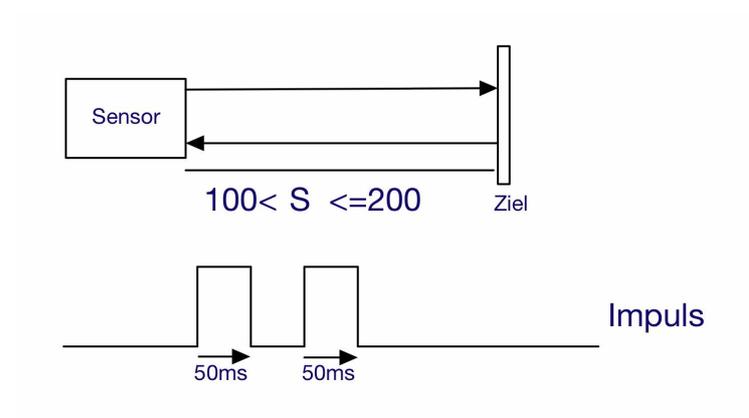
Die vom Sensor gemessene Entfernung rechnet der Arduino um, um die Entfernung in ein Vibrationsmuster des Vibrationsmotors umzuwandeln.

Die Vibrationsfrequenz des Vibrationsmotors ändert sich dabei entsprechend der Entfernungsänderung, um eine Rückmeldung der Entfernungsänderung zu an den Menschen zu realisieren.



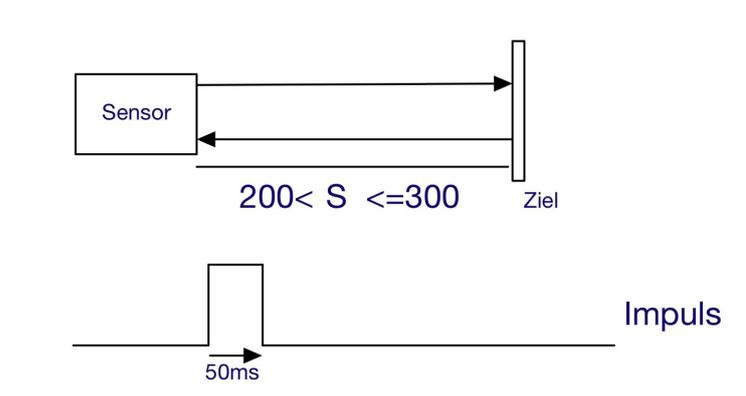
19. Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 0-100cm

Wenn der Abstand größer als null und kleiner als 100 cm ist, vibriert der Aktor einmal in einer Vibrationsperiode



20. Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 100-200cm

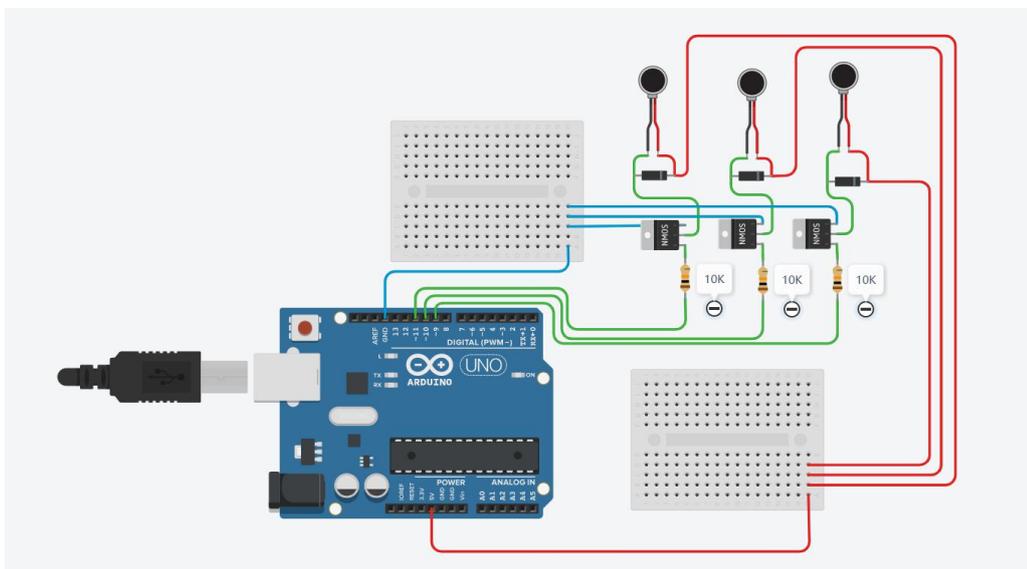
Wenn der Abstand größer als 100 cm und kleiner als 200 cm ist, vibrieren der Aktor zweimal in einer Vibrationsperiode



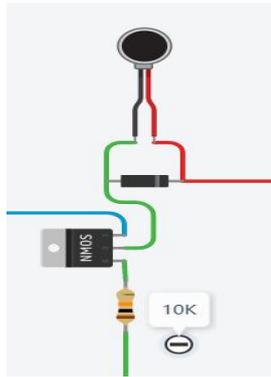
21.Arbeitswellenform des Vibrationsmotor 200-300cm

Wenn der Abstand größer als 200 cm und kleiner als 300 cm ist, vibriert er dreimal in einer Vibrationsperiode

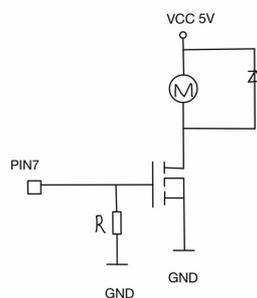
### 2.5.3 Schaltplan



22.den Schaltplan von Arduino und Vibrationmotoren



23. Schaltplan von Diode-Schutzschaltung

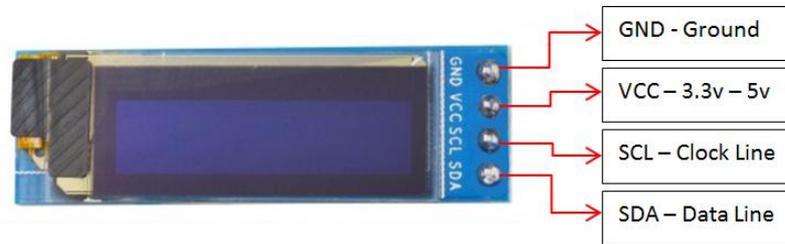


24. Schaltplan von Diode-Schutzschaltung

## 2.5.4 Der Zweck der Motor-Paralleldiode

Da der Motor aus einer elektromagnetischen Spule besteht, stellt er eine induktive Last dar. Er erzeugt im Moment des Einschaltens und Trennens eine umgekehrt induzierte elektromotorische Kraft. Diese induzierte Energie muss vernichtet (z.B. in Wärme umgesetzt) werden, andernfalls wird eine sehr hohe Sperrspannung erzeugt und verursacht eine Zerstörung des MOSFET infolge eines Spannungsdurchschlages. Durch das Anschließen einer Freilauf-Diode kann die von der Motorspule erzeugte induzierte Energie freigesetzt und gleichzeitig der Motor gesteuert werden

## 2.6 OLED 1306



25. OLED 1306 128\*32

ARDUINO UNO	OLED 0.91 inch 128X32
5V	VCC
GND	GND
SDA	SDA
SCL	SCL

26. OLED und Arduino entsprechende Schnittstelle

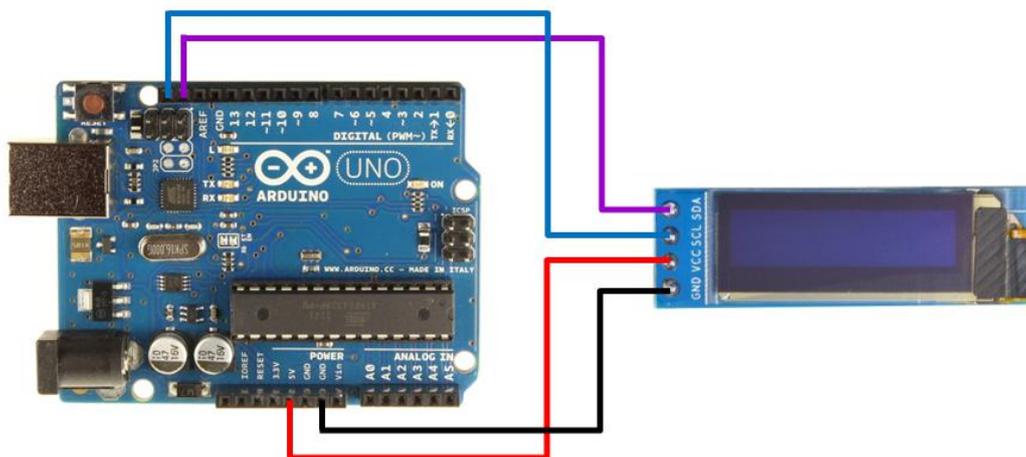
### 2.6.1 Grundparameter

Funktion	Daten
Punktmatrix	128 x 32 Punkt
Größe	30.0mm x 11.5mm x 1.26mm 0.91 Zoll
Bildschirm Größe	22.384mm x 5.584mm
Bildschirm Modus	Passiver Matrix
Bildschirm Farbe	Monochrom
IC	SSD1306
Schnittstelle	4-wire SPI

## 2.6.2 Arbeitsprinzip

Es ist die vom Sensor ermittelte Entfernung und die Änderung der Entfernung auf dem Bildschirm anzuzeigen. Der Abstand ist der kleinste Wert unter den drei Sensor-Feedbackwerten.

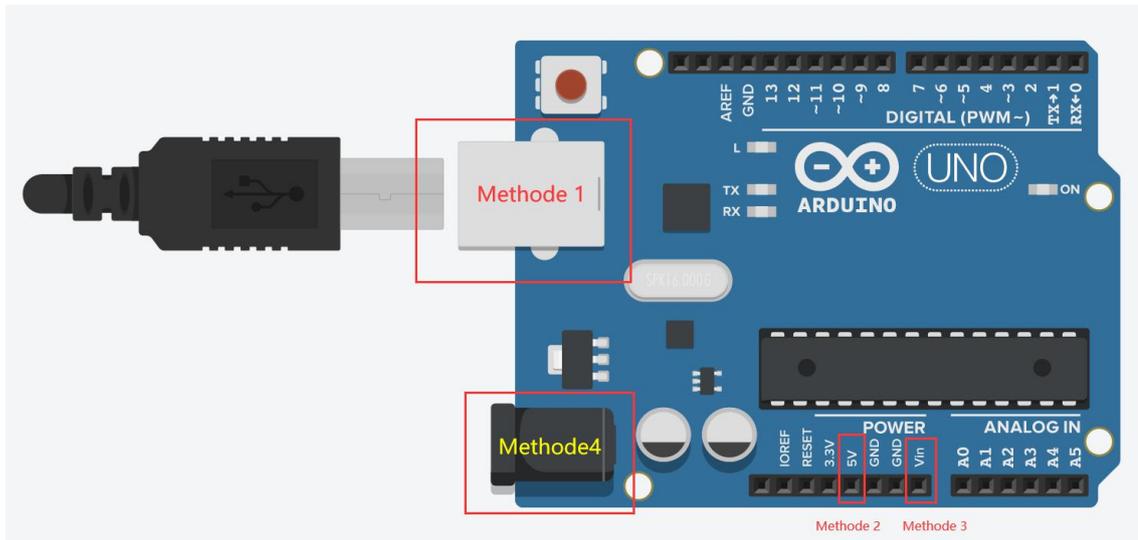
## 2.6.3 Schaltplan



27. den Schaltplan von Arduino und OLED1306

## 2.7 Netzteil

Es gibt vier gängige Stromversorgungsmethoden für Arduino.



28. Schematische Darstellung von vier Stromanschlussmethoden

### **Methode 1: Verwendung des USB-Anschlusses, um das Arduino mit Strom zu versorgen**

Benutzer können den Arduino-USB-Anschluss verwenden, um das Arduino-Entwicklungsboard mit Strom zu versorgen. Bei dieser Stromversorgungsmethode muss die Stromversorgungsspannung eine stabile +5V-Gleichspannung betragen.

Wenn das Arduino-Entwicklungsboard über ein USB-Kabel an den USB-Port des Computers angeschlossen wird, um Arduino-Programme zu entwickeln, kann der USB-Port des Computers das Arduino-Entwicklungsboard mit Strom versorgen. Das Arduino-USB-Datenkabel kann auch verwendet werden, um eine Verbindung zu einem Mobiltelefonladegerät oder einer Powerbank herzustellen, um das Arduino mit Strom zu versorgen.

## **Methode 2: Verwendung des 5V-Pins, um das Arduino mit Strom zu versorgen**

Der 5V-Pin in den Stromversorgungspins des Arduino-Entwicklungsboards kann nicht nur verwendet werden, um +5V-Strom für externe elektronische Komponenten bereitzustellen, sondern kann auch zur Stromversorgung des Arduino-Entwicklungsboards verwendet werden.

Hinweis: Wenn der 5-V-Pin zur Stromversorgung des Arduino-Entwicklungsboards verwendet wird, muss sichergestellt werden, dass die Stromversorgungsspannung eine stabile DC-Stromversorgung ist und die Stromversorgungsspannung +5 V beträgt. Dies ist sehr wichtig, da sonst das Arduino-Entwicklungsboard beschädigt werden kann!

## **Methode 3: Verwendung des Vin-Pins, um das Arduino mit Strom zu versorgen**

Der Vin-Pin kann verwendet werden, um das Arduino-Entwicklungsboard mit Strom zu versorgen. Wenn der Vin-Pin jedoch zur Stromversorgung des Arduino-Entwicklungsboards verwendet wird, muss die DC-Stromversorgungsspannung 7 V ~ 12 V betragen. Die Verwendung einer Stromversorgungsspannung von weniger als 7 V kann dazu führen, dass das Arduino instabil arbeitet. Die Verwendung einer Stromversorgungsspannung von mehr als 12 V birgt die Gefahr der Zerstörung des Arduino-Entwicklungsboards.

## **Methode 4: Verwendung der Stromschnittstelle, um den Arduino mit Strom zu versorgen**

Es kann ein DC-Netzteil verwendet werden, um das Arduino über die Stromschnittstelle des Arduino-Entwicklungsboards mit Strom zu versorgen. Wenn das Arduino-Entwicklungsboard mit dieser Methode mit Strom versorgt wird, beträgt die DC-Versorgungsspannung 9 V ~ 12 V. Die Verwendung einer Stromversorgungsspannung von weniger als 9 V kann dazu führen, dass das Arduino instabil arbeitet. Die Verwendung einer Stromversorgungsspannung von mehr als 12 V birgt die Gefahr der Zerstörung des Arduino-Entwicklungsboards.

In Anbetracht der Flexibilität beim Design von Produkten wurde in der frühen Phase der Bachelorarbeit die Stromversorgungsmethode von Methode 4 verwendet, die die einfachste Methode ist. Aber mit der ständigen Aktualisierung des Graduierungsdesigns wird immer mehr Hardware an den Arduino angeschlossen und auch die benötigte elektrische Energie steigt. Die Leistung einer gewöhnlichen 9V-Batterie ist in kurzer Zeit erschöpft. Daher wurde in der späteren Phase des Experiments auf die Stromversorgungsmethode von Methode 1 umgestellt und die Powerbank als Stromversorgung verwendet. Die Powerbank kann nicht nur ausreichend Strom liefern, sondern auch wiederholt aufgeladen werden und verwendet, um die Umwelt zu schützen.



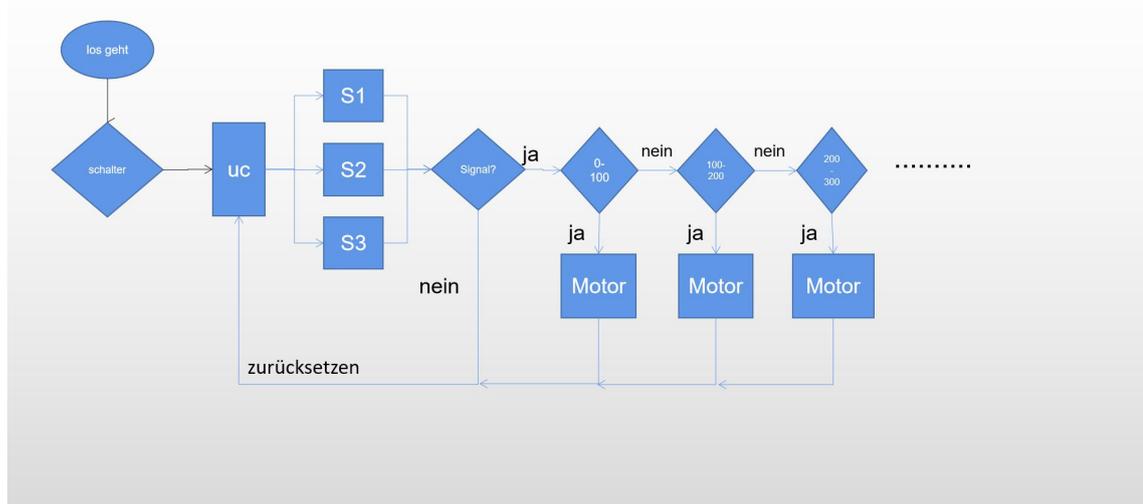
*29. Vorderansicht des Powerbank*



*30. Obenansicht des Powerbank*

### 3 Software

#### Software Konzept



#### 31. Software Konzept

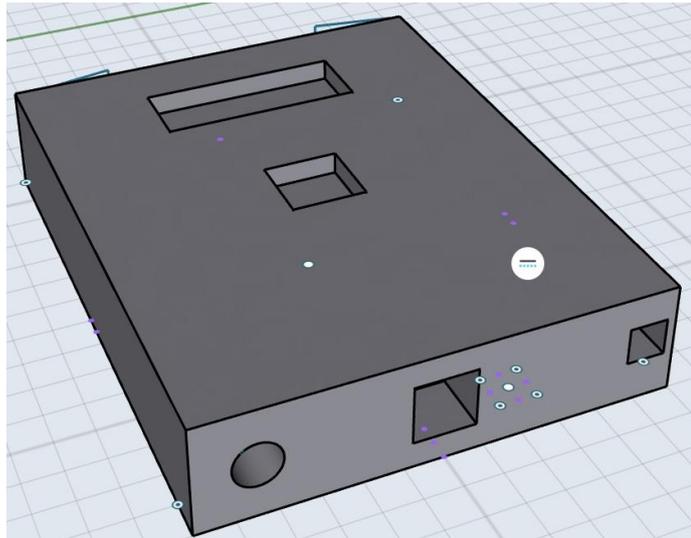
Schalten Sie das Gerät ein und warten Sie, bis das Programm startet. Nach erfolgreichem Programmstart erfolgt eine Vibrationserinnerung. Drücken Sie die Schalter, Arduino pulsiert den Sensor, damit er funktioniert. Erkennt der Sensor in einem Arbeitszyklus kein Objekt, kehrt er in den Ausgangszustand zurück, wartet auf das nächste Impulssignal und führt einen neuen Zyklus aus. Erkennt der Sensor innerhalb eines Arbeitszyklus ein Objekt, erfolgt die Abstandsberechnung und Füllstandsbeurteilung. Bei einem Abstand zwischen 0 und 100 cm vibriert der Vibrationsmotor dreimal in einem Arbeitszyklus. Bei einem Abstand zwischen 100 und 200 cm vibriert der Vibrationsmotor zweimal in einem Arbeitszyklus. Bei einem Abstand zwischen 200 und 300 cm vibriert der Vibrationsmotor einmal in einem Arbeitszyklus. Danach kehren Sensor und Vibrationsmotor in den Ausgangszustand zurück, warten auf das nächste Impulssignal und führen einen neuen Zyklus aus.

## 4 Außendesign

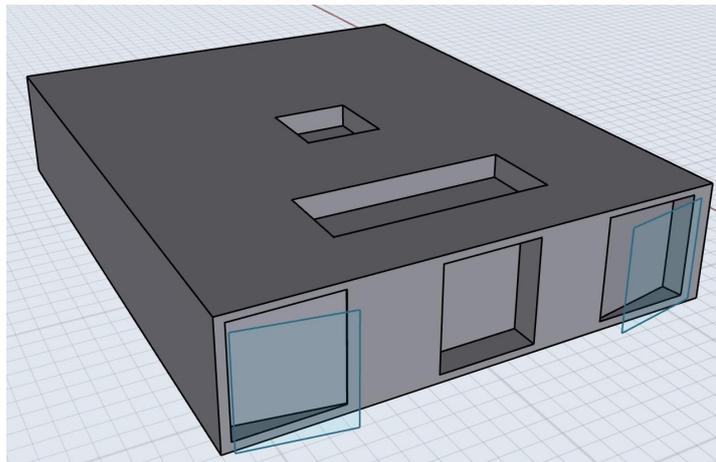
**Größe des Gehäuses:83mm\*95mm\*34mm**

<i>Lochposition</i>	<i>Größe</i>
<i>OLED</i>	<i>31mm*11mm</i>
<i>Schalter</i>	<i>10mm*10mm</i>
<i>Lasersensor</i>	<i>24mm*14mm</i>
<i>Power</i>	<i>12mm*12mm</i>
<i>Vibrationsmodul</i>	<i>8mm*5mm</i>
<i>Reset</i>	<i>5mm*4mm</i>

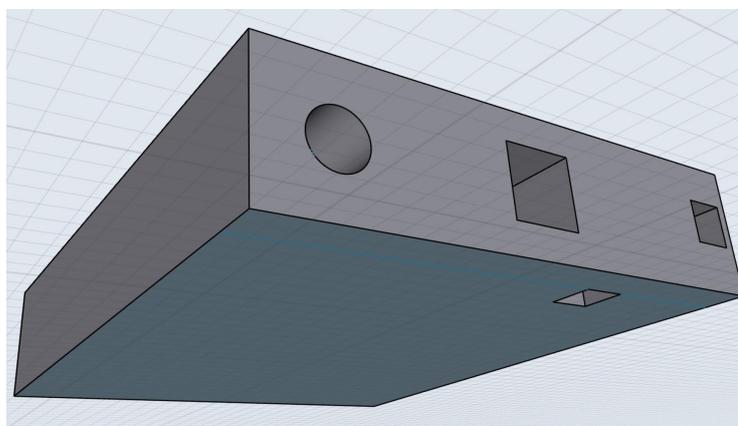
*6.Name und Größe der Lochen*



32. Ober- und Rückseite des Gehäuses



33. Ober- und Vorderseite des Gehäuses



34. Der hintere und untere Teil des Gehäuses

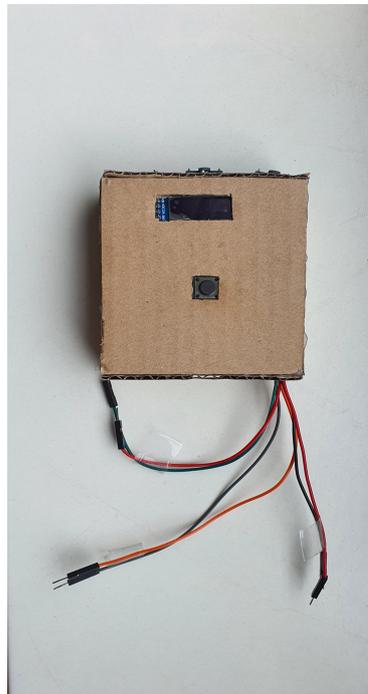
Der Zweck dieser Gestaltung der Formstruktur besteht darin, die Anzahl der Drähte zwischen den Komponenten zu reduzieren, die redundante Verbindung des Handteils und des Vibrationsrückkopplungsteils zu reduzieren, um so das Volumen zu reduzieren, die Verwendung zu erleichtern und die Flexibilität zu erhöhen.

Die Komponenten sind in eine harte Schale gehüllt, um eine gute Arbeitsumgebung zu schaffen und Geräteausfälle oder Kurzschlüsse aufgrund von Temperatur, Regen, Staub und anderen Gründen zu reduzieren.

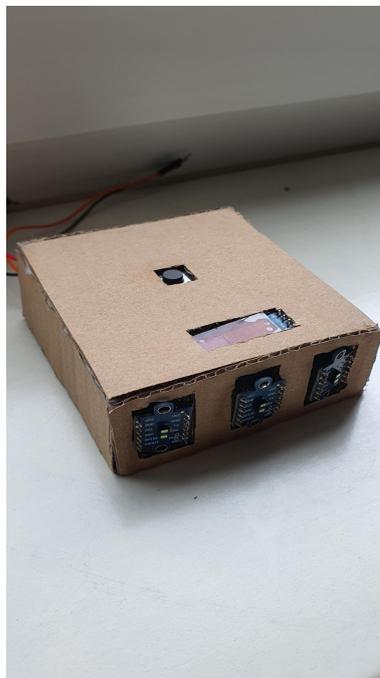
Die Position des Schalters berücksichtigt die Ergonomie, so dass der Benutzer den Knopf auf natürliche Weise drücken kann und die Benutzer die Bedienlogik einfach und schnell verwenden können.

Die Power-Schnittstelle ist an der Rückseite ausgeführt, was eine bequeme Verdrahtung ermöglicht und die Flexibilität der Nutzung nicht einschränkt.

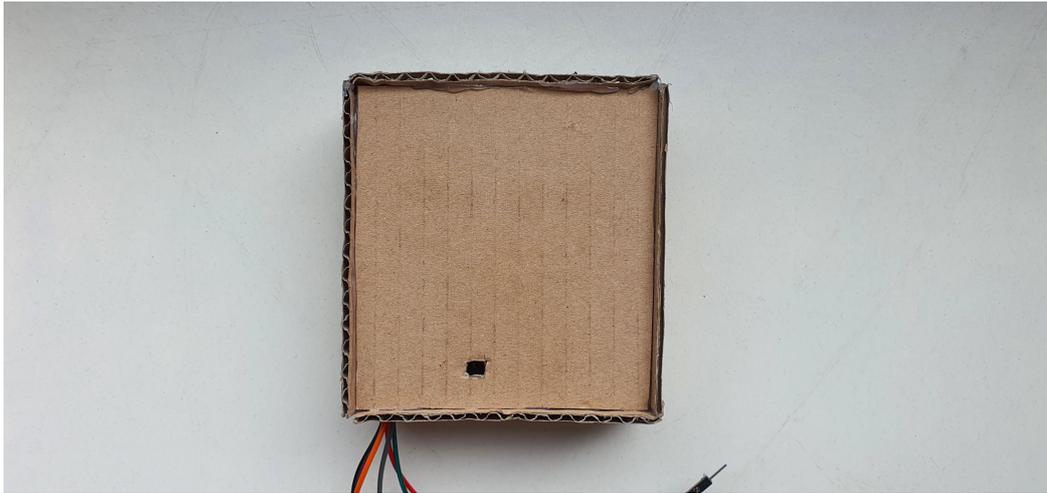
## 5 Umsetzung



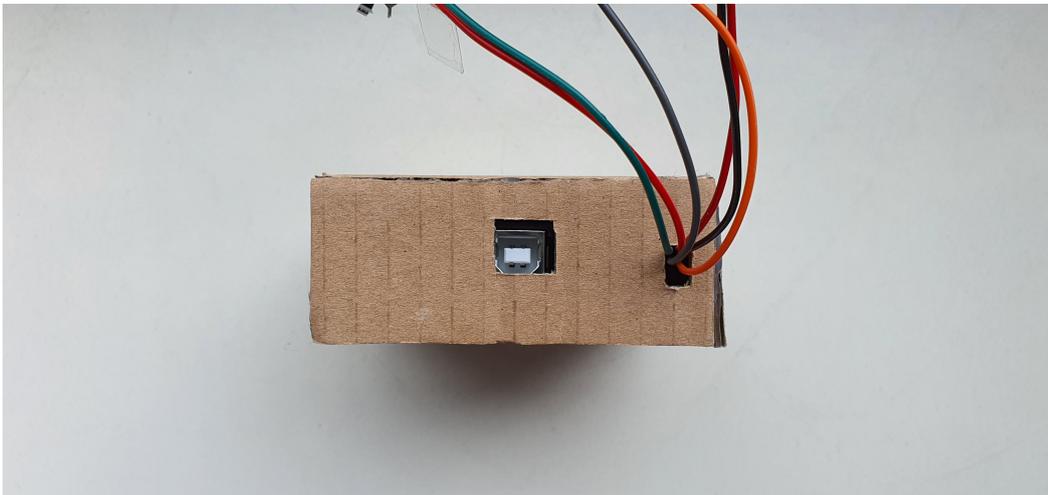
35. Oberseite der Umsetzung



36. Ober- und Vorderseite der Umsetzung



*37. Rückseite der Umsetzung*



*38. Anschlussseite der Umsetzung*

## 6 Testergebnisse

### 6.1 Genauigkeit

Platzieren Sie den Sensor in 10 cm Entfernung vom Maßband, platzieren Sie die Hindernisse in 20 cm, 30 cm, 40 cm usw., drücken Sie den Schalter und erhalten Sie die entsprechenden Messwerte in verschiedenen Abständen über das OLED-Display.



39. Platzierungsdiagramm

Skalenwert (cm)	Messwert (cm)	Skalenwert (cm)	Messwert (cm)
10	9	60	58
20	19	70	68
30	29	80	78
40	39	90	88
50	49	100	97

7. Skalenwert und Messwert

## 6.2 Messbereich

Bei anderen Lichtquellen beträgt die maximale Ablesung des OLED-Displays 291 cm. Wenn keine anderen Lichtquellen vorhanden sind, beträgt die maximale Ablesung des OLED-Displays 352 cm. Die Anforderung an die Bachelorarbeit besteht darin, dass der Messbereich 3 Meter beträgt. In Kombination mit dem Fehler des Sensors erfüllen die Designergebnisse die Designanforderungen.

## 6.3 Entfernungsurteil

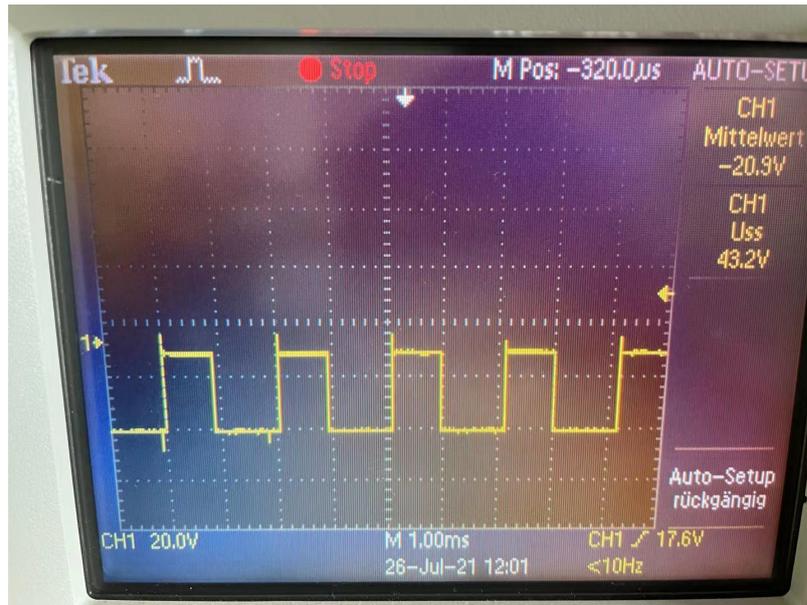
Platzieren Sie den Sensor 10 cm vom Maßband entfernt und platzieren Sie Hindernisse an unterschiedlichen Orten und in unterschiedlichen Abständen voreinander. Das OLED-Display zeigt immer die kürzeste Distanz an.



40. Entfernungsurteil

## 6.4 Vibrationsmotor-Effekt

Wenn der Sensor das Objekt erkennt, wandelt er das Entfernungssignal in die Vibration des Vibrationsmotors um. Schließen Sie den Vibrationsmotor an das Oszilloskop an, um eine Rechteckwelle mit regelmäßiger Periodizität zu erhalten. Je nach Entfernung von Hindernissen wird eine Rückmeldung unterschiedlicher Schwingungsfrequenzen erhalten.



41. Vibrationsmotor-Oszilloskops

---

## **7 Zusammenfassen**

Ich nutzte diese Gelegenheit des Bachelorarbeits und habe Ich von Anfang an mit einer einfachen Designidee bis zum Endprodukt erlebt, das mich zufrieden stellt.Lassen Sie mich den gesamten Herstellungsprozess eines Produkts durchgehen.Es hat mir für mein weiterführendes Studium und meine zukünftige Arbeit sehr geholfen. Ich habe sie in vier Punkte unterteilt:

### **7.1 Programmieraspekte**

Ich habe Programmieren gelernt.Bei diesem Prozess traten viele Probleme auf, beispielsweise die Situation, in der das Programm nicht lief, die Designanforderungen nicht erfüllte und die Hardware nicht steuern konnte. Nachdem die Ursache des Problems gefunden und entsprechende Materialien konsultiert wurden, wurde das Problem Schritt für Schritt gelöst. Schließlich habe ich das Programm optimiert, damit andere mein Programm besser verstehen können.

### **7.2 Sichere Verwendung von Komponenten**

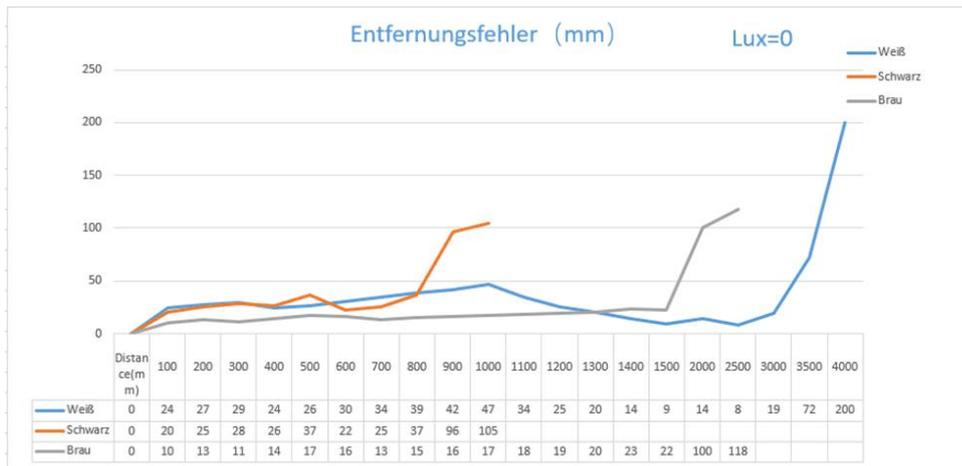
Bevor ich mit dem Abschlussprojekt beginne, lese ich die Laborregeln und experimentellen Vorsichtsmaßnahmen. Aufgrund meiner Unkenntnis der Hardwareparameter und Vernachlässigung der Sicherheit ereignete sich während des Experiments ein kleiner Unfall. In der Anfangsphase des Abschlussprojekts habe ich LED-Leuchten anstelle von Vibrationsmotoren verwendet. Da die LED-Lampe keinen Serienwiderstand hat und der Strom zu groß ist, explodiert die LED-Lampe sofort. Bei den anschließenden Versuchen habe ich die Arbeitsbedingungen und Anforderungen der Komponenten vollständig berücksichtigt, sie mit Bedacht eingesetzt und es kam zu keinen Versuchsunfällen.

## 7.3 Strukturelle Anordnung

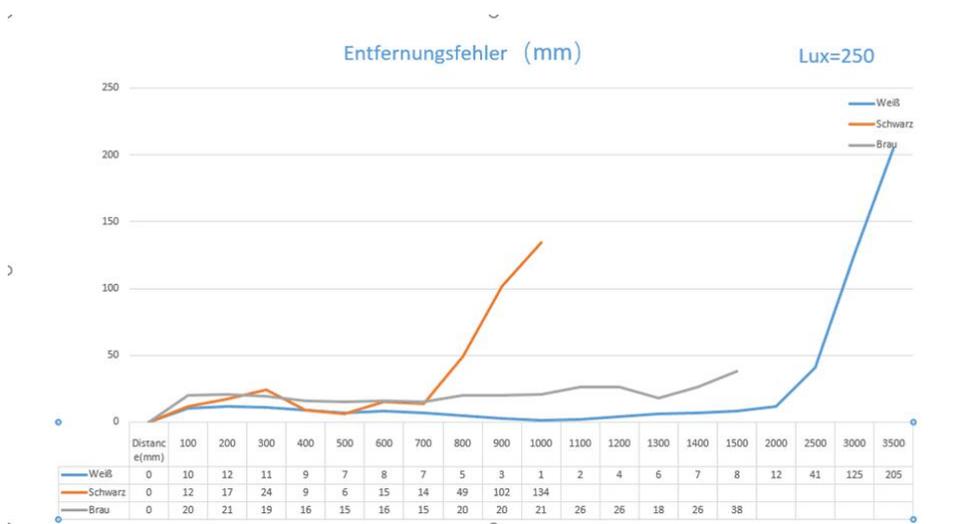
In der Anfangsphase des Abschlussprojekts habe ich die gesamte Schaltung nicht sorgfältig geplant, was zu einer komplizierten Verkabelung während des Experiments führte, ich habe viele Kabelbäume und Steckbretter verwendet, was viel Einfluss auf mich hatte, und es gab eine Kurzschluss in der Verkabelung. Danach erkannte ich die Bedeutung von Schaltungsoptimierung und Hardwareplatzierung, kombiniert mit meinen eigenen Ideen, und entwarf schließlich mein Endprodukt, damit das Volumen des Endprodukts so klein wie möglich sein kann.

## 7.4 Hardware

7.4.1 Während des Experiments habe ich festgestellt, dass der Sensor selbst einige Probleme hat. Zum Beispiel liegt ein Fehler in der Entfernung des Sensors vor. Verschiedene Sensoren geben unterschiedliche Werte im gleichen Abstand zurück, daher muss der Sensor selbst kalibriert werden. Auch das Funktionsprinzip des Sensors bringt einige Probleme mit sich: So stört beispielsweise Fremdlicht den Betrieb des Lasersensors und die Genauigkeit sinkt bei Tests im Freien deutlich. Wenn der Sensor auf ein dunkles Objekt trifft, erkennt er oft nicht oder weist große Entfernungsfehler auf. Und mit zunehmender Entfernung nehmen auch der Entfernungsfehler des Sensors und die Fehlerrate der Objektbeurteilung deutlich zu.



42. Statistisches Diagramm des Entfernungsfehlers verschiedener Farben ohne externe Lichtquelle



43. Statistisches Diagramm des Entfernungsfehlers verschiedener Farben in der Innenbeleuchtung

7.4.2 Der Arduino ist ebenfalls abgestürzt, und ich muss die Reset-Taste drücken oder das Netzteil wieder anschließen, damit es normal funktioniert.

7.4.3 Das taktile Empfinden des Vibrationsmotors ist in verschiedenen Körperpositionen unterschiedlich. Mit Hilfe unserer Klassenkameraden haben wir die Vibrationswirkung des Vibrationsmotors an verschiedenen Körperteilen getestet und schließlich festgestellt, dass das Platzieren des Vibrationsmotors auf der Brust sich am offensichtlichsten anfühlte. Auch ohne bewusste Wahrnehmung lassen sich gute Ergebnisse erzielen. Zu den experimentellen Anforderungen gehört auch, den Vibrationsmotor auf der Brust zu platzieren.

---

## Literaturverzeichnis

Arduino:

<https://www.arduino.cc/>

OLED:

<https://www.instructables.com/Tutorial-to-Interface-OLED-091inch-128x32-With-Ard/>

Ultraschallsensor:

<https://www.keyence.de/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/>

VI53L1X:Produkteinführung und Bedienungsanleitung

<https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l1x.pdf>

Vibrationsmotor:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Vibrator\\_\(Technik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Vibrator_(Technik))

# Anlagen

## 1 Werkzeug

Werkzeug	Menge
Heißschmelzpistole	1
Elektrischer LötKolben	1
PCB-Board	4
Steckbrett	3
Laptop	1
Kabel	viele

Online-Schaltungszeichnungssoftware: <https://www.tinkercad.com/>

## 2 Programmiercode

```
#include "U8glib.h" //Load the library file for u8g

U8GLIB_SSD1306_128X64
u8g(U8G_I2C_OPT_DEV_0|U8G_I2C_OPT_NO_ACK|U8G_I2C_OPT_FAST); // Fast
I2C //Select parameters to match the oled display model

#define Motor1 9 //Define interface pins for each of the three vibration motors

#define Motor2 10

#define Motor3 11

int pin1 = 3; //Define interface pins for each of the three sensors

int pin2 = 5;

int pin3 = 6;

unsigned long duration1;

unsigned long duration2;

unsigned long duration3;

void draw(long dstasd) // Set the oled display

{

    String strenge = String(dstasd); // cast to string

    u8g.setFont(u8g_font_gdr25); // set font

    u8g.setPrintPos(50, 48); // set print position
```

---

```
    u8g.print(strengen); // print string

}

void setup() {

    Serial.begin(9600); //Set serial baud rate to 9600 for communication

    pinMode(pin1, INPUT); //Setting a Pin as Input Pin

    pinMode(pin2, INPUT);

    pinMode(pin3, INPUT);

    pinMode(Motor1,OUTPUT); //Setting a Pin as Output Pin

    pinMode(Motor2,OUTPUT);

    pinMode(Motor3,OUTPUT);

    digitalWrite(Motor1, HIGH); //Set the Power On Vibration Alert for 200 ms

    delay(200);

    digitalWrite(Motor1, LOW);

}

void loop() {

    uint16_t distance1 = 0;

    uint16_t distance2 = 0;

    uint16_t distance3 = 0;
```

---

```
duration1 = pulseIn(pin1, HIGH); //Get sensor time from launch to signal recovery

duration2 = pulseIn(pin2, HIGH);

duration3 = pulseIn(pin3, HIGH);

distance1 = duration1 /85; //Calculate the distance from the sensor to the object

distance2 = duration2 /85;

distance3 = duration3 /85;

int min = distance1;

if (distance2 < min )

min=distance2;

if (distance3 < min )

min=distance3;    //Data comparison, selects the minimum value obtained by the
sensor for the oled display

// picture loop

u8g.firstPage();

do {

    draw(min);

}

while( u8g.nextPage() ); // rebuild the picture after some delay
```

---

```
if ( 300>=distance1&&distance1>200) //Changing the vibration frequency of a  
vibrating motor1 based on distance variation
```

```
{
```

```
    digitalWrite(Motor1, HIGH);
```

```
    delay(50);
```

```
    digitalWrite(Motor1, LOW);
```

```
    delay(50);
```

```
}
```

```
if ( 200>=distance1&&distance1>100)
```

```
{
```

```
    digitalWrite(Motor1, HIGH);
```

```
    delay(50);
```

```
    digitalWrite(Motor1, LOW);
```

```
    delay(50);
```

```
    digitalWrite(Motor1, HIGH);
```

```
    delay(50);
```

```
    digitalWrite(Motor1, LOW);
```

```
    delay(50);
```

```
}
```

---

```
if ( 100>=distance1&&distance1>0)

{

digitalWrite(Motor1, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor1, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Motor1, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor1, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Motor1, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor1, LOW);

delay(50);

}

if ( 300>=distance2&&distance2>200) //Changing the vibration frequency of a vibrating
motor2 based on distance variation

{

digitalWrite(Motor2, HIGH);
```

---

```
    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

}

if ( 200>=distance2&&distance2>100)

{

    digitalWrite(Motor2, HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

}

if ( 100>=distance2&&distance2>0)

{

    digitalWrite(Motor2, HIGH);
```

---

```
    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor2, LOW);

    delay(50);

}

if ( 300>=distance3&&distance3>200) //Changing the vibration frequency of a vibrating
motor1 based on distance variation

{

    digitalWrite(Motor3, HIGH);

    delay(50);

    digitalWrite(Motor3, LOW);

    delay(50);
```

```
}

if ( 200>=distance3&&distance3>100)

{

digitalWrite(Motor3, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor3, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Motor3, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor3, LOW);

delay(50);

}

if ( 100>=distance3&&distance3>0)

{

digitalWrite(Motor3, HIGH);

    delay(50);

digitalWrite(Motor3, LOW);

delay(50);
```

```
digitalWrite(Motor3, HIGH);

delay(50);

digitalWrite(Motor3, LOW);

delay(50);

digitalWrite(Motor3, HIGH);

delay(50);

digitalWrite(Motor3, LOW);

delay(50);

}

Serial.print("distance: ");

Serial.print( min);

Serial.println(" cm"); //Let the serial monitor display data

delay(500);

}
```

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

---

Ort, Datum

Vorname Nachname

Mittweida, 18.07.2021

Xin Chu