



DIY- Swingweightmachine Crazy-Mini



© Crazydoc



● Inhalt

1. Stückliste:	4
1.1 Technikpart:	4
1.2 Hardwarepart:	5
1.3 Softwarepart:	6
1.4 Sonstiges:	7
1.5 Tools & Links:	8
2. Vorbereitung:	9
2.1 Display:	9
2.2 Sensor:	9
2.3 Prototype shield:	10
3. Verkabelung des Arduino Uno:	11
3.1 Verkabelung ohne Prototype Shield:	12
3.2 Verkabelung mit Prototype Shield:	13
4. Halterung aus Hutschiene fertigen:	14
5. Gehäuse vorbereiten:	15
5.1 Ansichten:	15
5.2 Zusammenbau:	17
6. Software	20
6.1 Arduino IDE	20
6.2 Schwungwertprogramm	25
6.2.1 Source Code:	25
6.2.2 Bibliotheken:	25
7. Messung:	28
7.1 Ablauf der Messung:	28
8. Ablaufdiagramm:	29
9. Kalibrierung:	30
10. Q&A:	32



1. Stückliste:

Folgende Utensilien werden für den Bau des **Crazy-Mini** benötigt.

1.1 Technikpart:

<ul style="list-style-type: none">• Arduino Uno R3 Ellegoo, Az-Delivery, Arduino	
<ul style="list-style-type: none">• Prototyp shield Optional, erleichtert die Verkabelung	
<ul style="list-style-type: none">• 4x4 Matrix Keypad	
<ul style="list-style-type: none">• 16x2 LCD Display mit I2C Schnittstelle Zusatzplatine muss bei den meisten Fabrikaten selbst auf das Display gelötet werden	
<ul style="list-style-type: none">• Hall Winkelsensor (0-5V) Man kann auch Fabrikate eines anderen Herstellers wählen. Wichtig wäre das die Welle des Sensors 6mm beträgt und der Sensor eine Versorgungsspannung von 5V voraussetzt.	
<ul style="list-style-type: none">• Verbindungskabel	



1.2 Hardwarepart:

<ul style="list-style-type: none"> • Gehäuse (150*100*60) <p>Es können auch Gehäuse mit größeren Abmessungen verwendet werden. Es sollte nur ausreichend stabil sein.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Hutschiene aus Aluminium ca 20 cm <p>Grundsätzlich kann jegliche Konstruktion als Schlägerhalterung verwendet werden. Die Hutschiene bietet sich aufgrund seiner guten Passform an.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Flanschkupplung 6mm <p>Die Abmessungen der Kupplung sind nicht von Belang, solange diese passend auf eine 6mm Welle montierbar ist.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Klett Kabelbinder (ca 20 cm lang) 	



1.3 Softwarepart:

- [Arduino IDE](#)

Die Arduino IDE ist die Entwicklungsumgebung um Programme auf den Arduino spielen zu können.

- Source Code:

[Uno Swingweight Lcd2rows V1_0](#)

Das ist jenes Programm, welches die Berechnung des Schwunggewichtes und die Ausgabe auf das Display ermöglicht.

- Benötigte Bibliotheken:

[Keypad](#)

[Arduino-LiquidCrystal-I2C-library-master](#)



1.4 Sonstiges:

<ul style="list-style-type: none">• Kleine Schrauben Muttern Beilag Scheiben <p>Wenn ihr nicht sowieso Schrauben, Muttern und Beilagscheiben zuhause habt, könnt ihr euch an kleinen Sortimenten aus dem Baumarkt bedienen</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Anti Rutsch Pads <p>Damit das Gerät verlässlich Messen kann ist für einen guten „Stand zu sorgen. Um diese zu erreichen kann man sich an Anti-Rutschpads oder dergleichen bedienen.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Montagekleber, Heißkleber oder dergleichen <p>Im Grunde benötigt ihr für die Befestigung des Displays bzw. des Flansches auf der Schlägerhalterung eine Art Kleber. Auch super Kleber eignet sich zum Kleben von Metallen!</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Akkuschauber, Laubsäge, <p>Um das Gehäuse zu bearbeiten wäre eine kleine Laubsäge ideal.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Lötkolben <p>Für das Löten der Zusatzplatine des LCD-Displays wird ein Lötkolben benötigt. Alternativ kann man natürlich einen Bekannten fragen.</p>	
<ul style="list-style-type: none">• Feilen für Gehäuse <p>(ihr werdet das schon schaffen ;))</p>	



1.5 Tools & Links:

- [Egalisierungstool:](#)

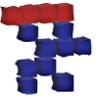
Das Tool erlaubt die Berechnung von Gewichtspositionen und Gewichtshöhen um mehrere Tennisschläger angleichen zu können. Zudem kann damit die Auswirkung auf Schwunggewicht, Balance etc. von bestimmten Gewichten an bestimmten Positionen vorausberechnet werden

- [Referenzstangenberechnung:](#)

Um Gerät kalibrieren zu können benötigt man Referenzstangen mit einem bekannten Schwunggewicht. Mithilfe dieses Tools lassen sich Referenzstangen aus z.B. Alurohren berechnen.

- [FAQ:](#)

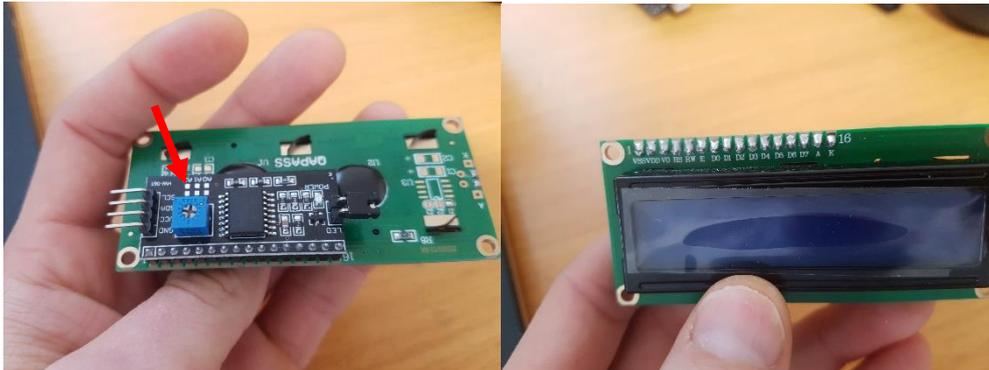
Um Fragen nicht mehrmalig beantworten zu müssen wurde ein FAQ für das Crazy-Mini erstellt. Hier können auftretende Fragen die im Zusammenhang mit dem Bau eines Gerätes entstehen gestellt werden.



2. Vorbereitung:

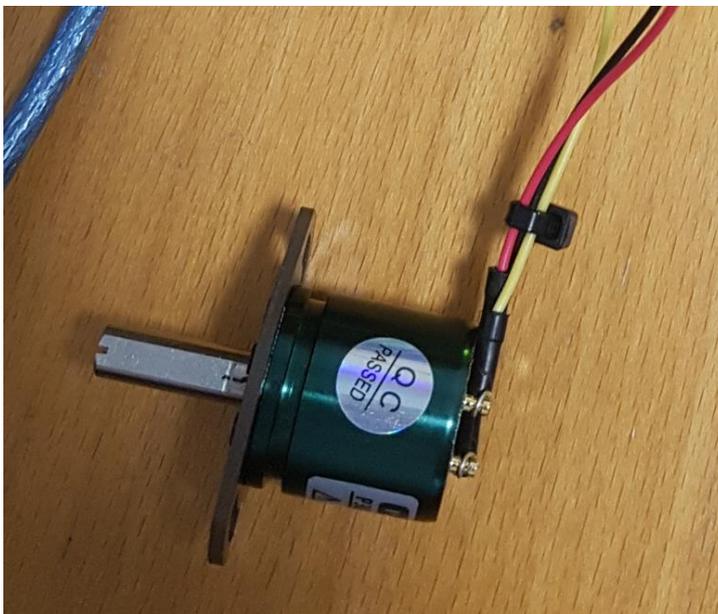
2.1 Display

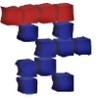
Um Pin's zu sparen und das LCD Display anzubinden muss die Zusatzplatine auf das LCD Display gelötet werden. Um später eine scharfe Anzeige zu erhalten kann der Kontrast über ein Potentiometer eingestellt werden (siehe Pfeil).



2.2 Sensor

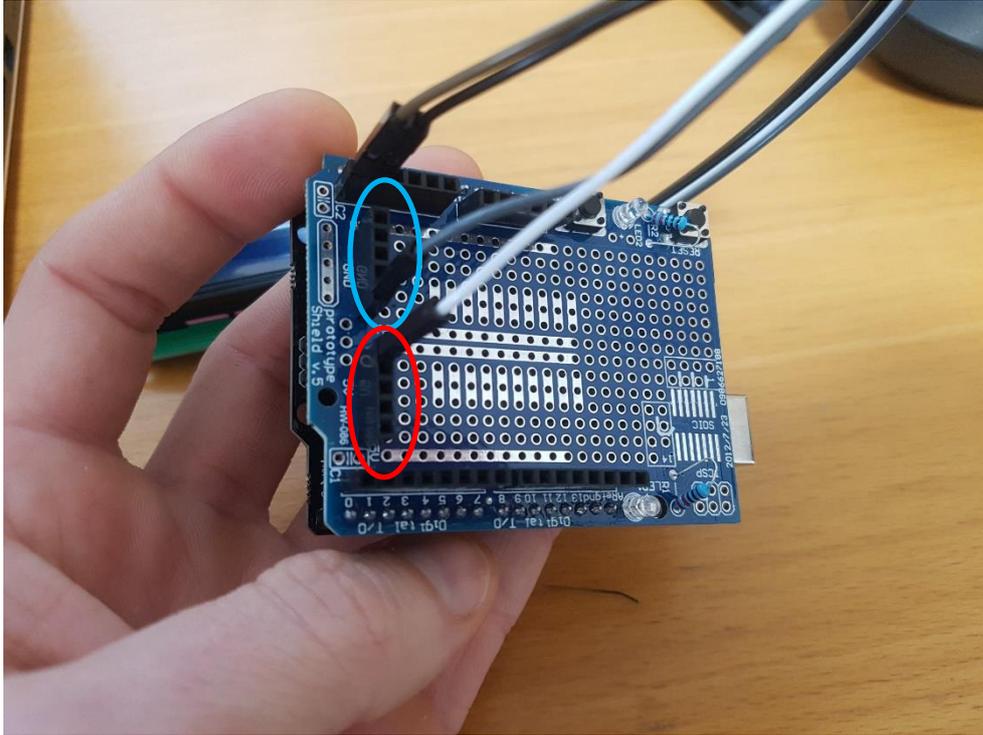
Um den Sensor zu verkabeln kann man mit einer kleinen Spitzzange die Jumperdrähte um die Sensorpins wickeln. Dabei ist auf einen guten Kontakt zu achten. Alternativ können die Jumperdrähte auch angelötet werden.

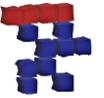




2.3 Prototype shield

Grundsätzlich muss das „Prototype shield“ nicht verwendet werden. Dennoch erleichtert dieses die weitere Verkabelung. Um das „Prototype shield“ zu verwenden muss es lediglich auf den Arduino gesteckt werden. Damit erhält man zusätzliche Pins für die Spannungsversorgungen (Rot=5V, Blau=GND) und muss sich nicht mit Klemmen auseinandersetzen.





3. Verkabelung des Arduino Uno:

Sind die oben genannten Schritte erledigt kann mit der Verkabelung des Arduinos begonnen werden. Grundsätzlich wird nachfolgend zwischen einer Verkabelung mit und ohne „Prototype shield“ unterschieden.

- **Folientastatur:**

Stecker → an Digitale Pins 2 bis 9

- **I2C LCD:**

GND → GND

VCC → 5V

SDA → A4

SCL → A5

- **Hall Sensor:**

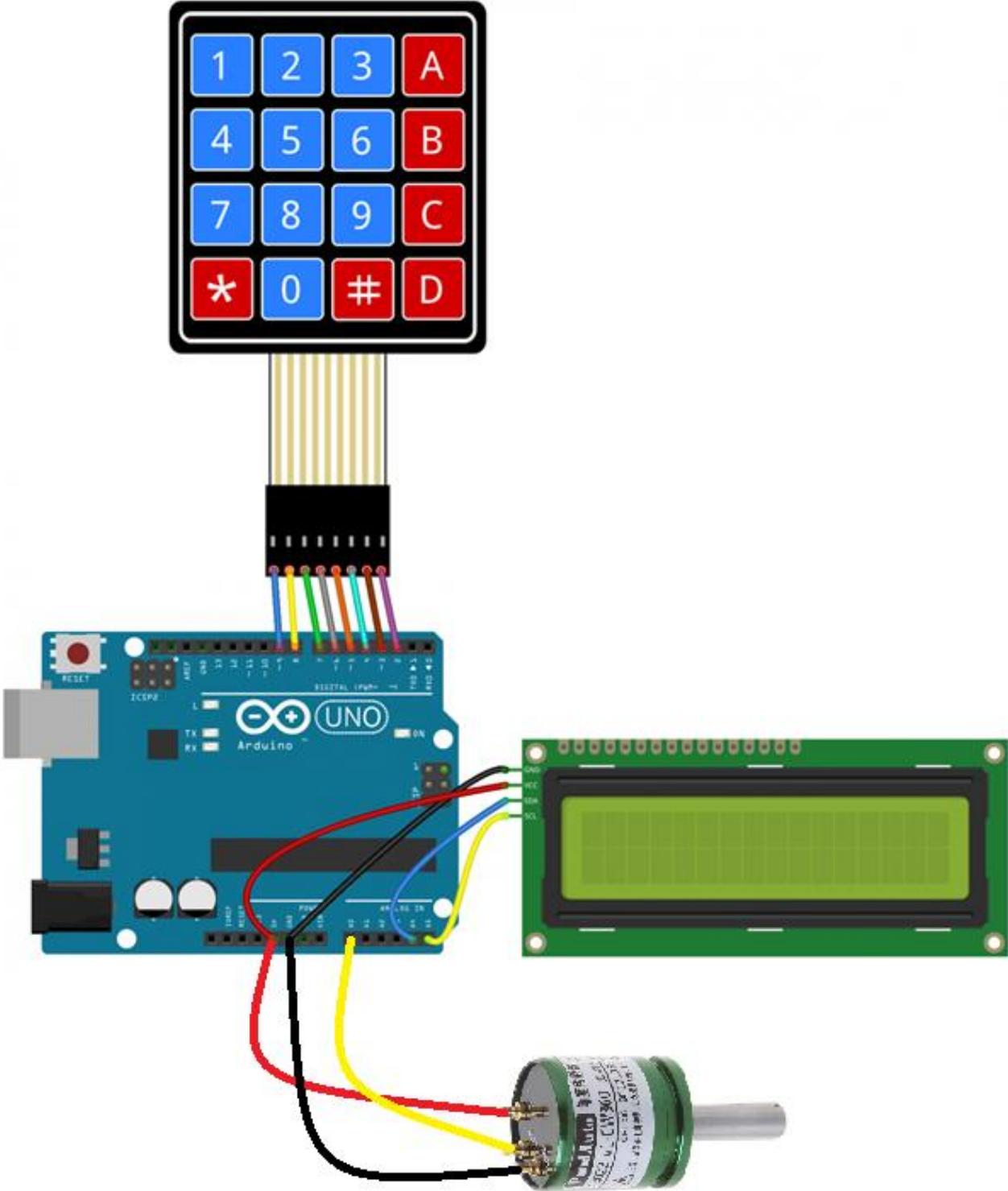
GND → GND

VCC → 5V

OUT → A0

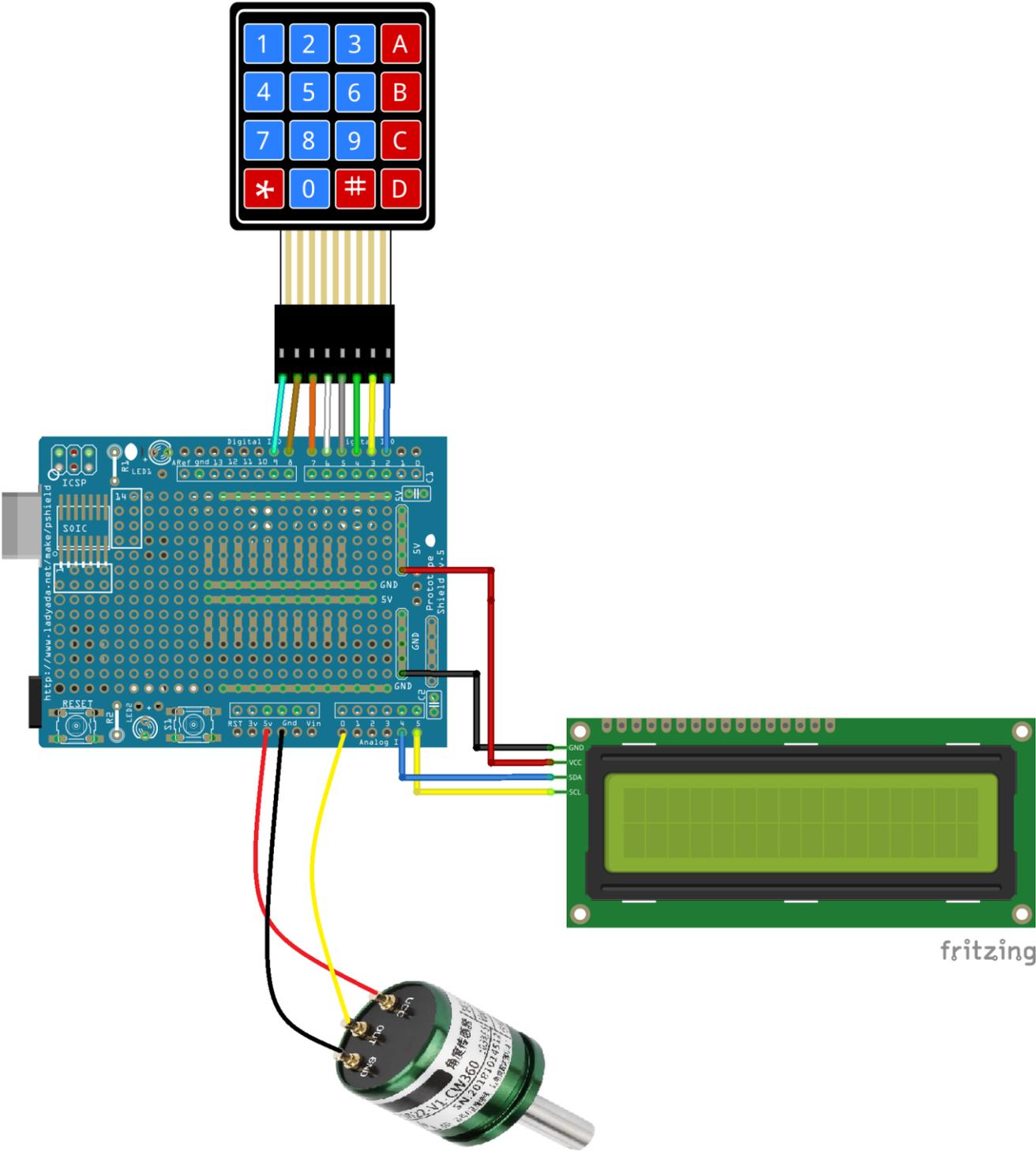


3.1 Verkabelung ohne Prototype Shield

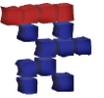




3.2 Verkabelung mit Prototype Shield

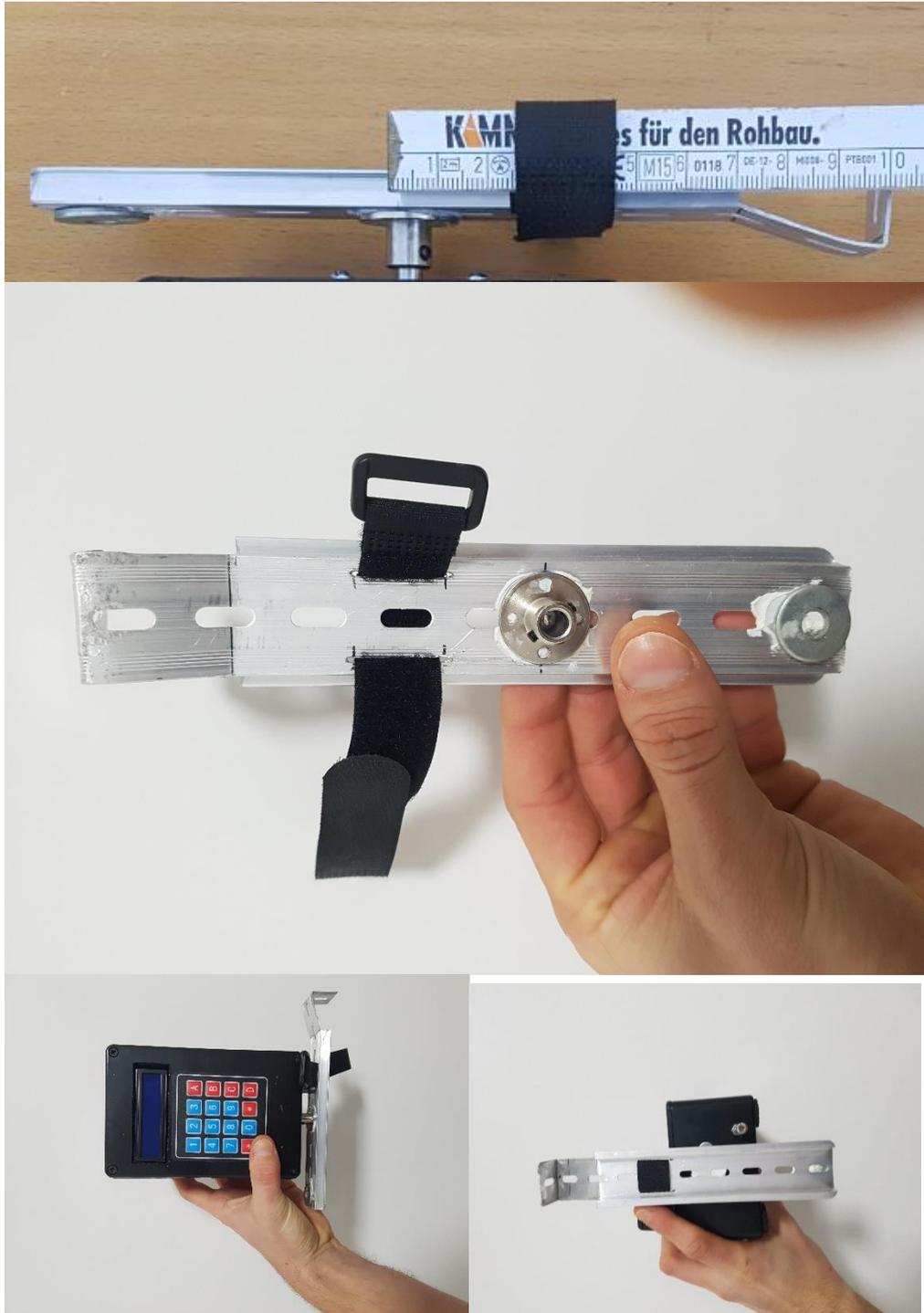


fritzing



4. Halterung aus Hutschiene fertigen:

Dazu die Hutschiene mit einer Flex oder Tremmel geeignet bearbeiten. Wichtig ist nur, dass der Mittelpunkt des Flansches sich bei einem montierten Schläger auf 10 cm vom Griffende befindet. Der Flansch lässt sich verschrauben oder kann wie im Bild ersichtlich mit Montagekleber bzw. Superkleber befestigt werden.

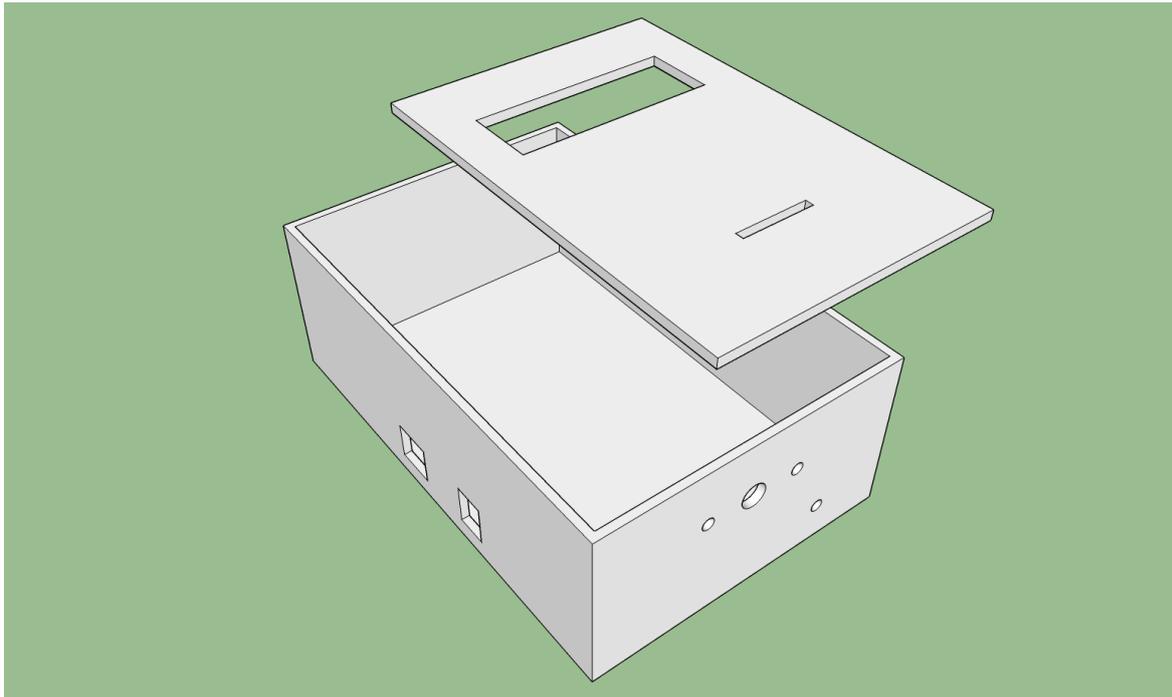




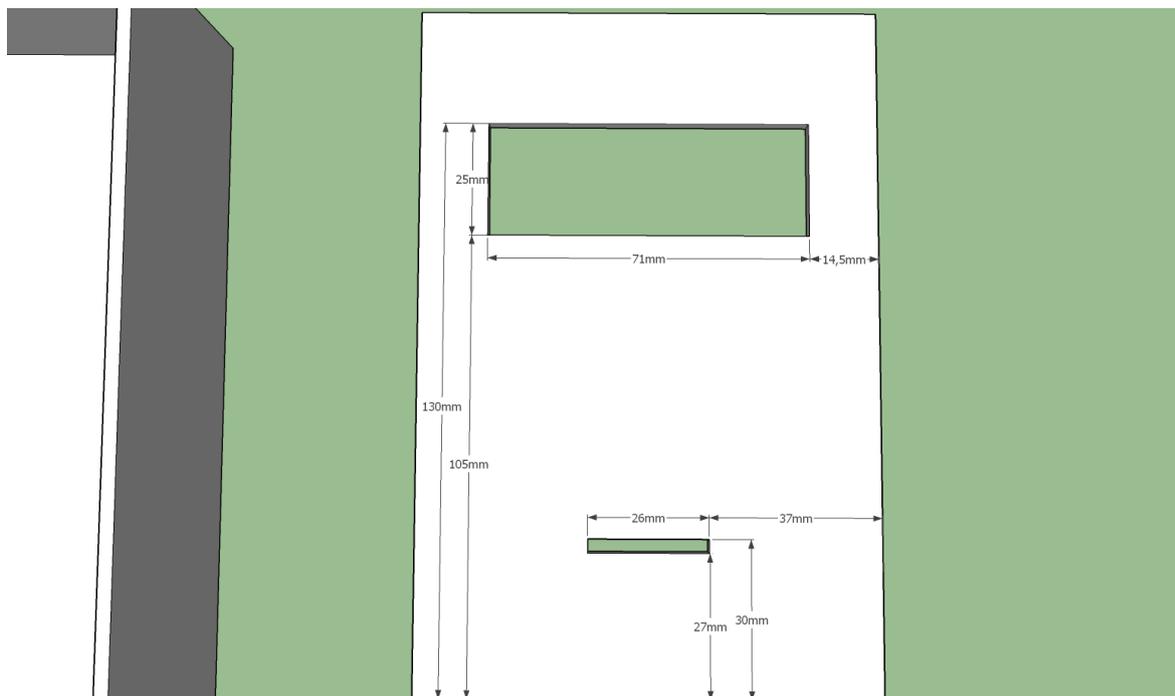
5. Gehäuse vorbereiten:

Um die Maschinenteile zu schützen, sowie den Sensor befestigen zu können müssen einige Ausschnitte in das Gehäuse geschnitten werden. Dies klappt am besten, wenn man Löcher in die Ecken des Displayausschnittes bohrt, um danach mit einer Laubsäge das Rechteck auszuschneiden. Alternativ kann man natürlich auch einen Tremmel benutzen.

5.1 Ansichten:

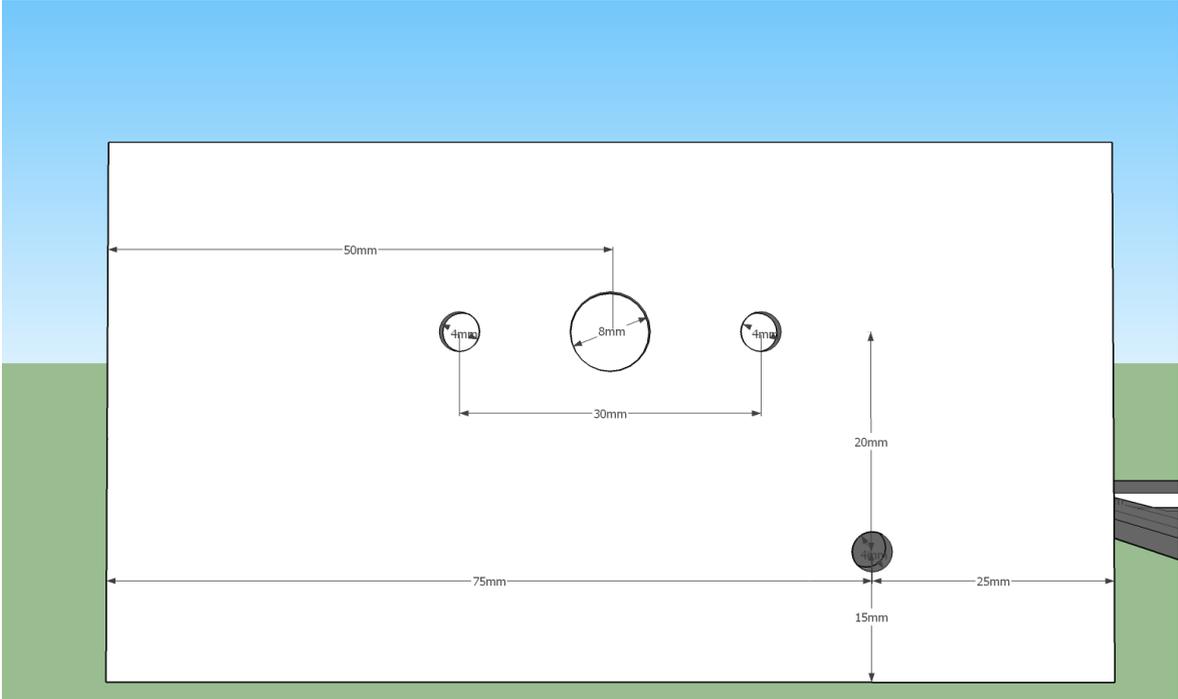


Ausschnitte Deckel:

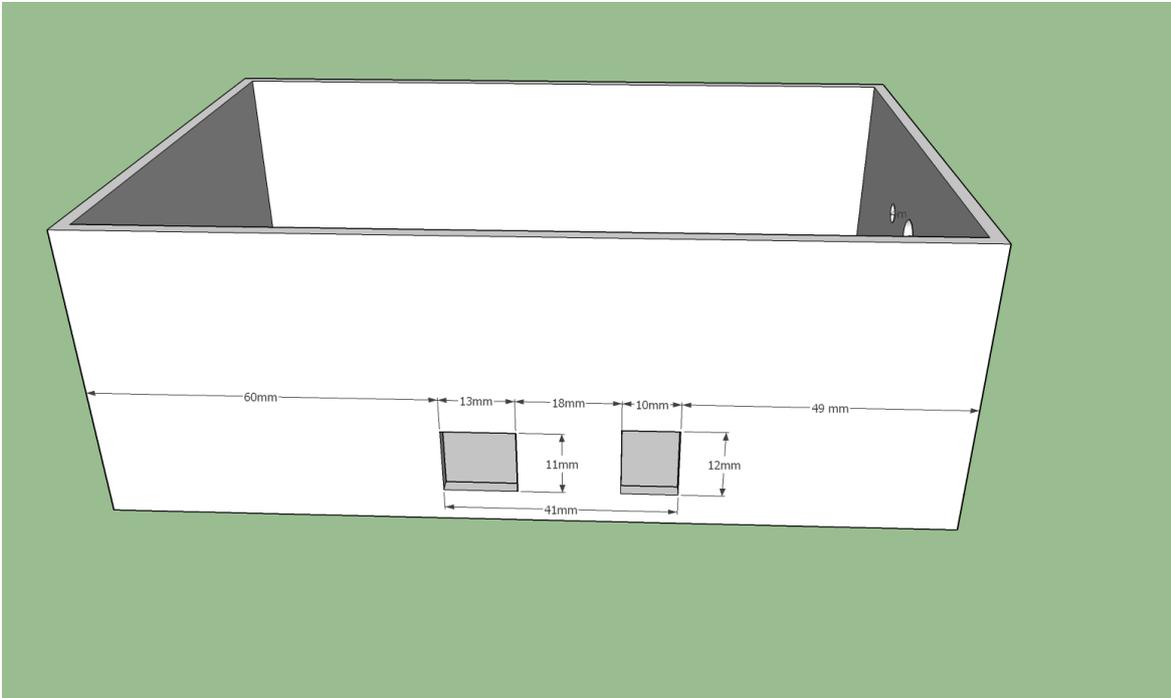


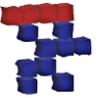


Ausschnitte Vorderansicht:



Ausschnitte Seitenansicht:



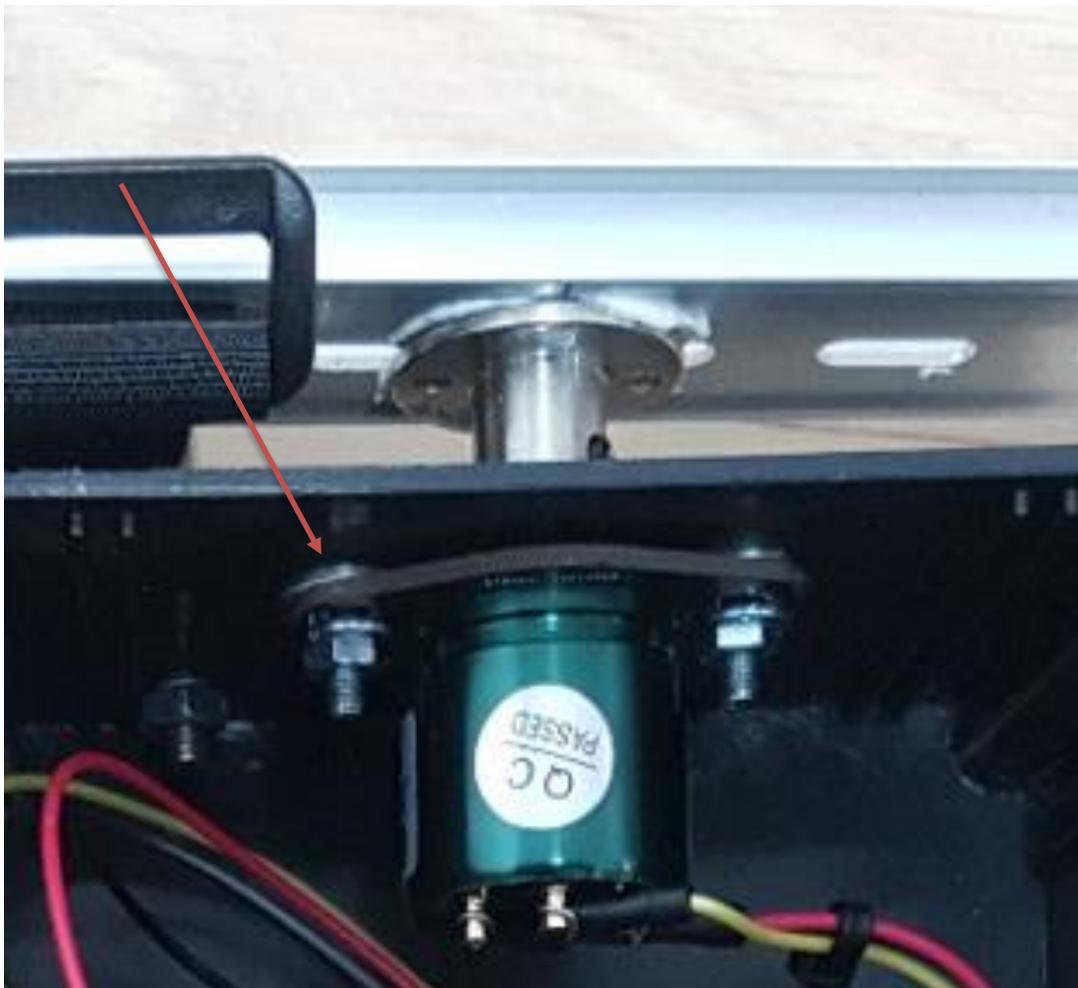


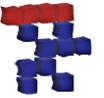
5.2 Zusammenbau:

- 8 mm Loch für den Winkelsensor (6mm Welle) bohren.
- 4 mm Loch für die Halterungen des Winkelsensors bohren.

Der Sensorhalterung darf sich im montierten Zustand nicht verdrehen, demnach alles gut festziehen. Zudem muss darauf geachtet werden, dass die Sensorhalterung gut am Gehäuse anliegt. Dazu kann eine geeignete Beilagscheibe (roter Pfeil) zwischen Sensorhalterung und Gehäuse verwendet werden. Wenn euer Gehäuse im Inneren Verstrebungen aufweisen sollte kann man diese im Bereich des Sensors vorsichtig mit einem Cutter Messer oder einer Feile entfernen. Ist der Sensor montiert sollte noch einmal alles überprüft werden.

Ist alles schön festgezogen und lässt sich die 6mm Welle noch sehr leichtgängig drehen, ist alles in Ordnung.

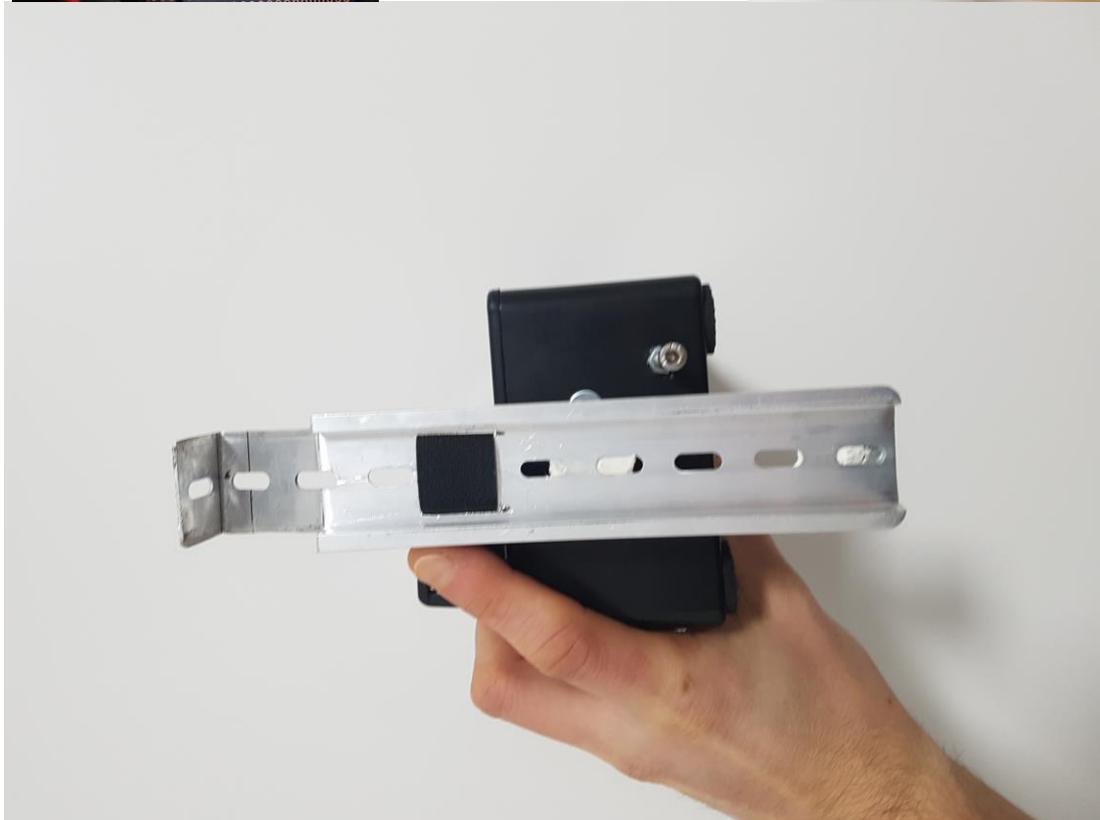


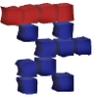


Zu guter Letzt sollte noch eine Gewindeschraube als Anschlag verwendet werden. Diese kann mit zwei Muttern am Gehäuse befestigt werden.

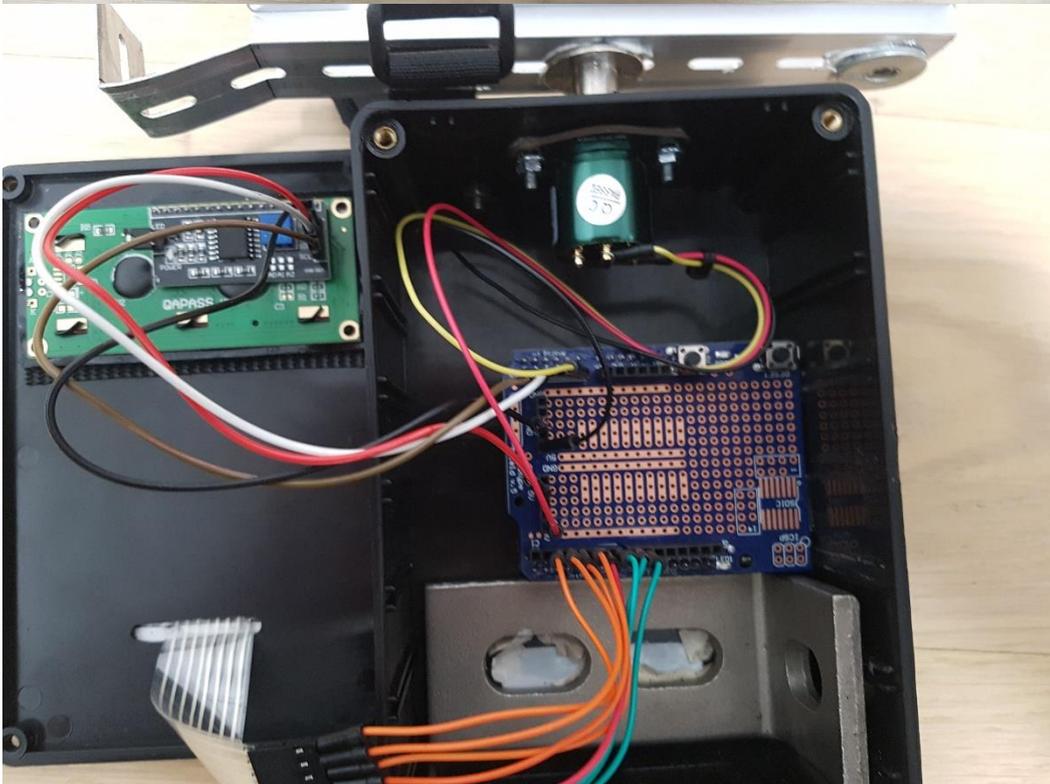
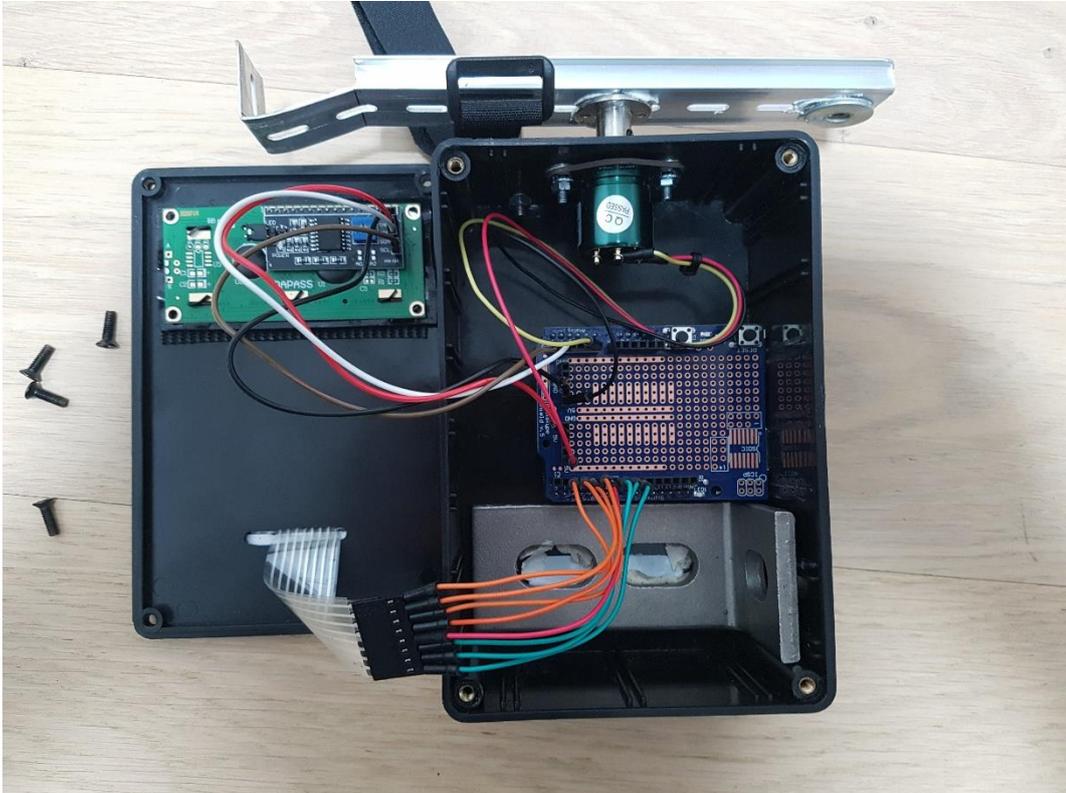


Nun kann die Schlägeraufnahme am Sensor befestigt werden.





Ist alles zusammengebaut sollte es dann schlussendlich in etwa so wie im Bild ersichtlich aussehen: Der Edelstahlwinkel dient als Gegengewicht, damit die Box bei montierten Schläger nicht kippen kann. Jedenfalls ist auf einen guten Stand des Gerätes zu achten. Dazu kann man auch Anti Rutsch Pads verwenden.





6. Software

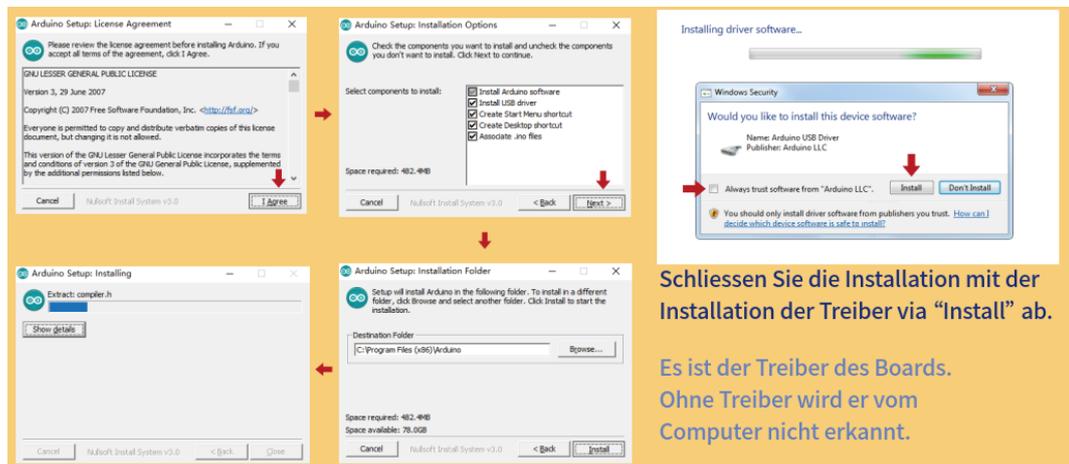
6.1 Arduino IDE

Damit das Gerät funktioniert muss der verbaute Arduino noch mit dem richtigen Programmcode bespielt werden. Dazu benötigt man ein Programm welches es erlaubt eine Verbindung mit dem Arduino herzustellen und diesen zu bespielen. Die sogenannte Arduino IDE.

- Dazu einfach auf die [Arduino Homepage](#) gehen und die neueste Version der Entwicklungshomepage herunterladen. Die Arduino IDE ist Freeware und kann kostenlos gedownloadet werden.

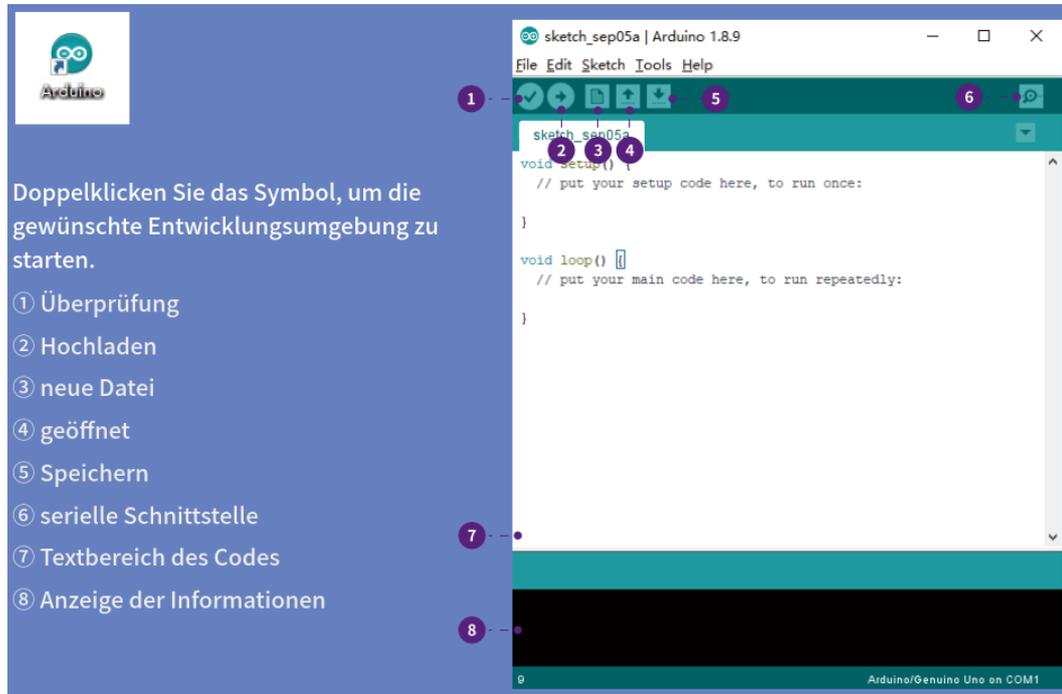


- Danach die Installationsdialoge durchführen. Nicht auf die Installation des USB Treibers vergessen!



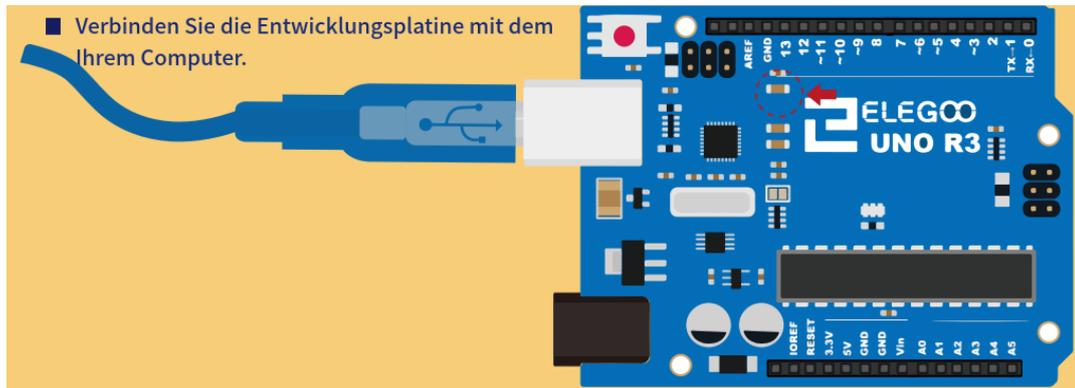


- Nach der Installation das Programm starten.
Ihr solltet dann so eine Ansicht bekommen.

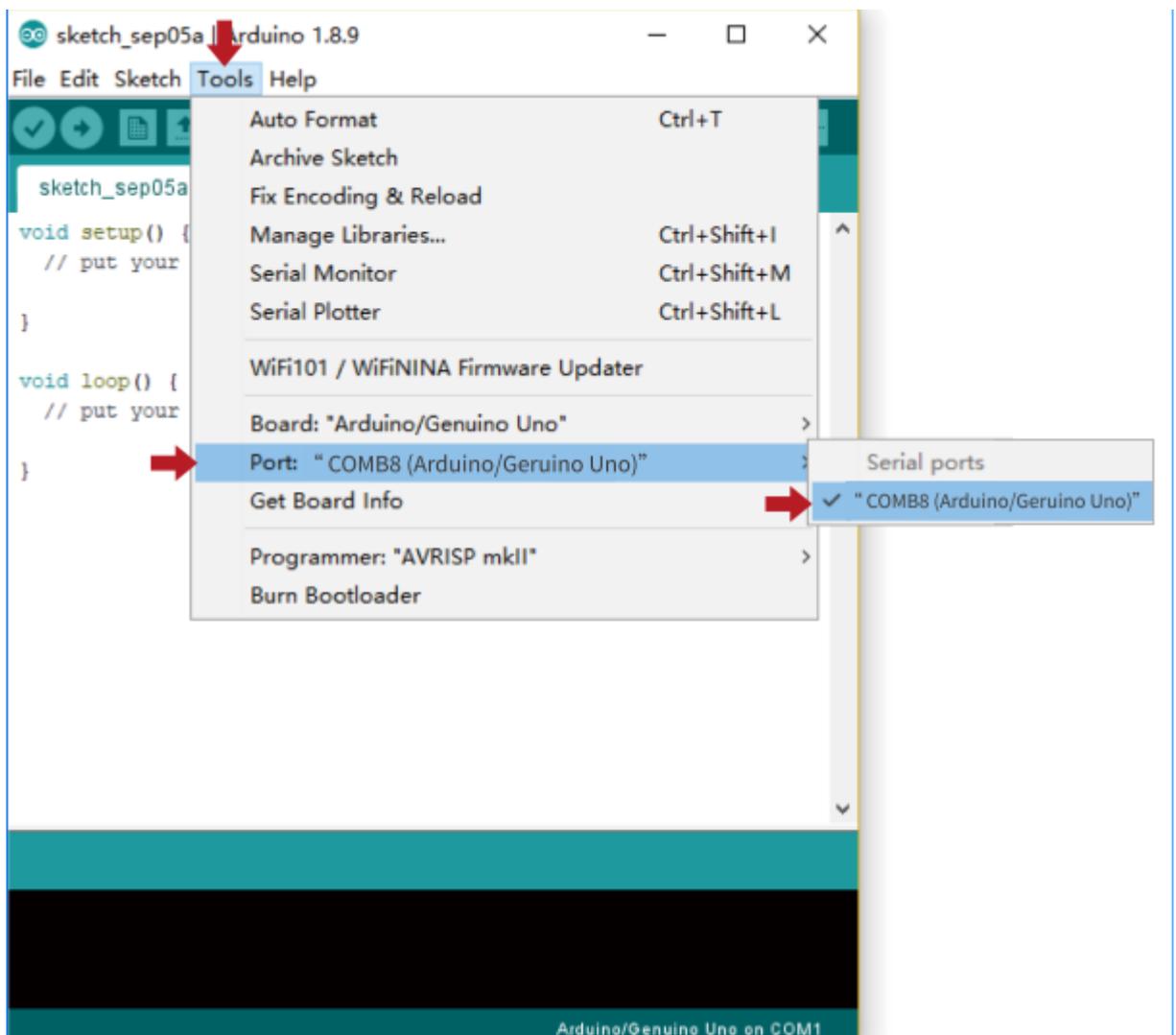




- Nun könnt ihr den Arduino mit dem mitgelieferten USB Kabel an den PC anschließen.



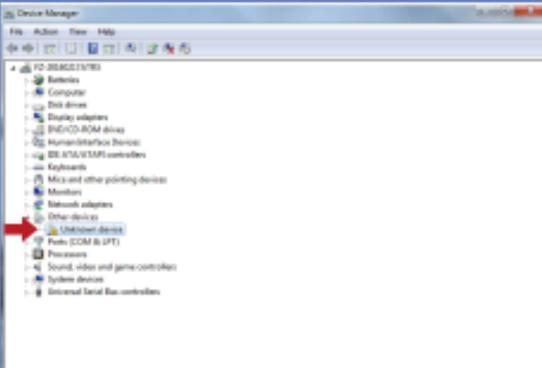
- Um eine Verbindung mit der Software herstellen zu können muss der richtige Port ausgewählt werden. Der Port kann je nach PC oder Arduino unterschiedlich sein.



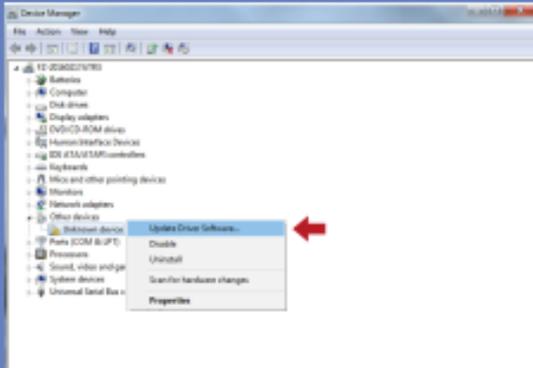


- Wenn der COM Port des Arduinos nicht angezeigt wird, kann es sein, dass der Treiber manuell installiert werden muss.

Öffnen Sie den Geräte-Manager, indem Sie mit der rechten Maustaste auf Arbeitsplatz klicken



Rechtsklick auf unbekanntes Gerät -----
Gerätesoftware aktualisieren.



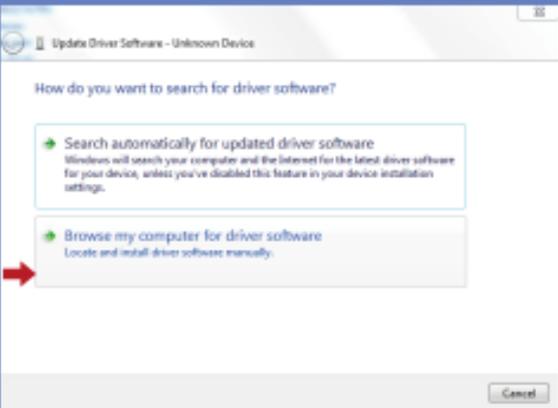
Es wird angezeigt, dass der Treiber nicht installiert wurde und Sie "Auf meinem Computer" nach Treibersoftware suchen klicken sollten, um die Treiber zu finden. Normalerweise finden Sie die Treiber im Ordner unter C:\Programme(x86)\Arduino.

Update Driver Software - Unknown Device

How do you want to search for driver software?

Search automatically for updated driver software

Browse my computer for driver software



Installations-Ordner:

Name	Date/modified	Type	Size
drivers	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
examples	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
hardware	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
java	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
lib	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
libraries	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
reference	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
tools	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
tools-builder	1/16/2017 9:16 AM	File folder	
arduino.exe	1/9/2017 7:33 PM	Application	393 KB
arduino_hq.ini	1/9/2017 7:33 PM	Configuration sett...	1 KB
arduino_debug.exe	1/9/2017 7:33 PM	Application	262 KB
arduino_debug.ini	1/9/2017 7:33 PM	Configuration sett...	1 KB
arduino-builder.exe	1/9/2017 7:32 PM	Application	3,192 KB
libusb.dll	1/9/2017 7:32 PM	Application extens...	43 KB
nvcpu100.dll	1/9/2017 7:32 PM	Application extens...	412 KB
nvcpu100.inf	1/9/2017 7:32 PM	Application extens...	793 KB
serialmon.txt	1/9/2017 7:32 PM	Text Document	81 KB
uninstall.exe	1/16/2017 9:16 AM	Application	404 KB
wrapper-manual.pdf	1/9/2017 7:33 PM	PDF Document	1 KB

Wählen Sie den Arduino\Treiber-Ordner aus.

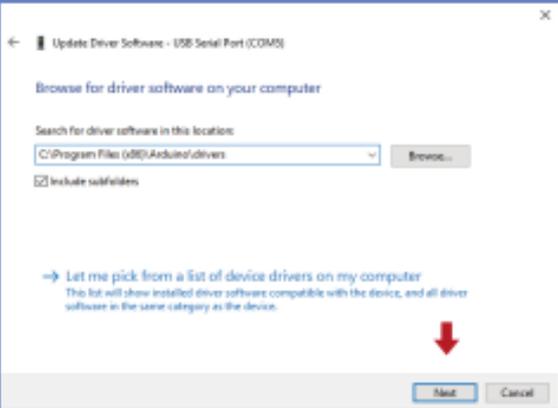
Update Driver Software - USB Serial Port (COM5)

Browse for driver software on your computer

Search for driver software in this location:

C:\Program Files (x86)\Arduino\drivers

Let me pick from a list of device drivers on my computer



Installieren Sie den Arduino USB Device.

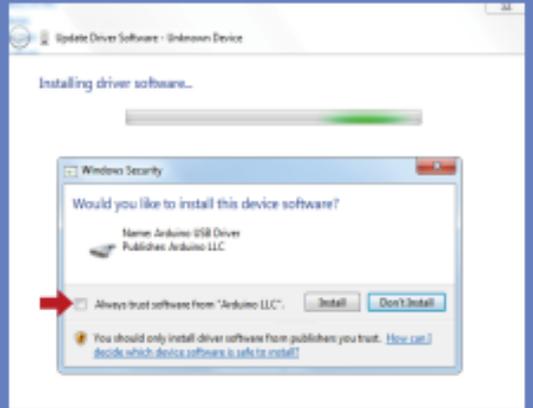
Installing driver software...

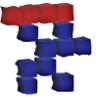
Windows Security

Would you like to install this device software?

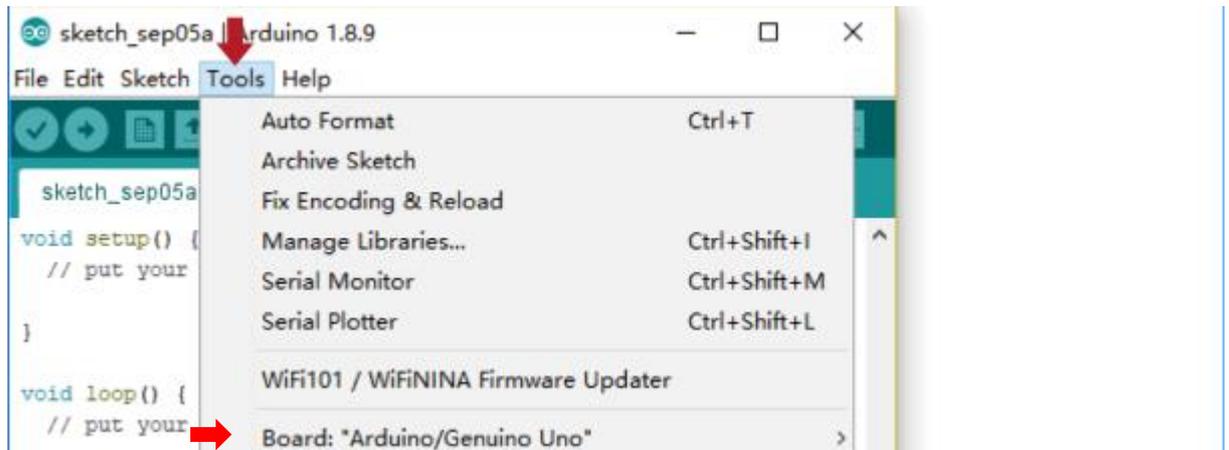
Name: Arduino USB Driver
Publisher: Arduino LLC

Always trust software from "Arduino LLC".





- Danach muss noch das zu bespielende Controllerfabrikat ausgewählt werden. In unserem Fall wäre das der Arduino Uno





6.2 Schwungwertprogramm

6.2.1 Source Code:

Jetzt kann via File → Open das aufzuspielende Programm ausgewählt werden.
Das Programm für die Schwungwertmessung findet ihr hier:

[Uno Swingweight Lcd2rows V1 0](#)

6.2.2 Bibliotheken:

- Das Programm benötigt für das Display sowie die Folientastatur 3 frei zugängliche Bibliotheken. Zwei davon müsst ihr noch hinzufügen.

 SchwunggewichtWeightBalancefree | Arduino 1.8.13

File Edit Sketch Tools Help



```
/* @file SchwunggewichtWeightBalancefinal.pde
  || @version 1.0
  || @author Crazydoc
  || @contact
  ||
  || @description
  || | Measure Swingweight of Tennisrackets via Balance and Weight
  || #
  */
```

```
//Part für LCD
```

```
#include <Wire.h> // Wire Bibliothek
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Bibliothek für LCD mit I2C
#include <Keypad.h> // Bibliothek für Folientastatur
```

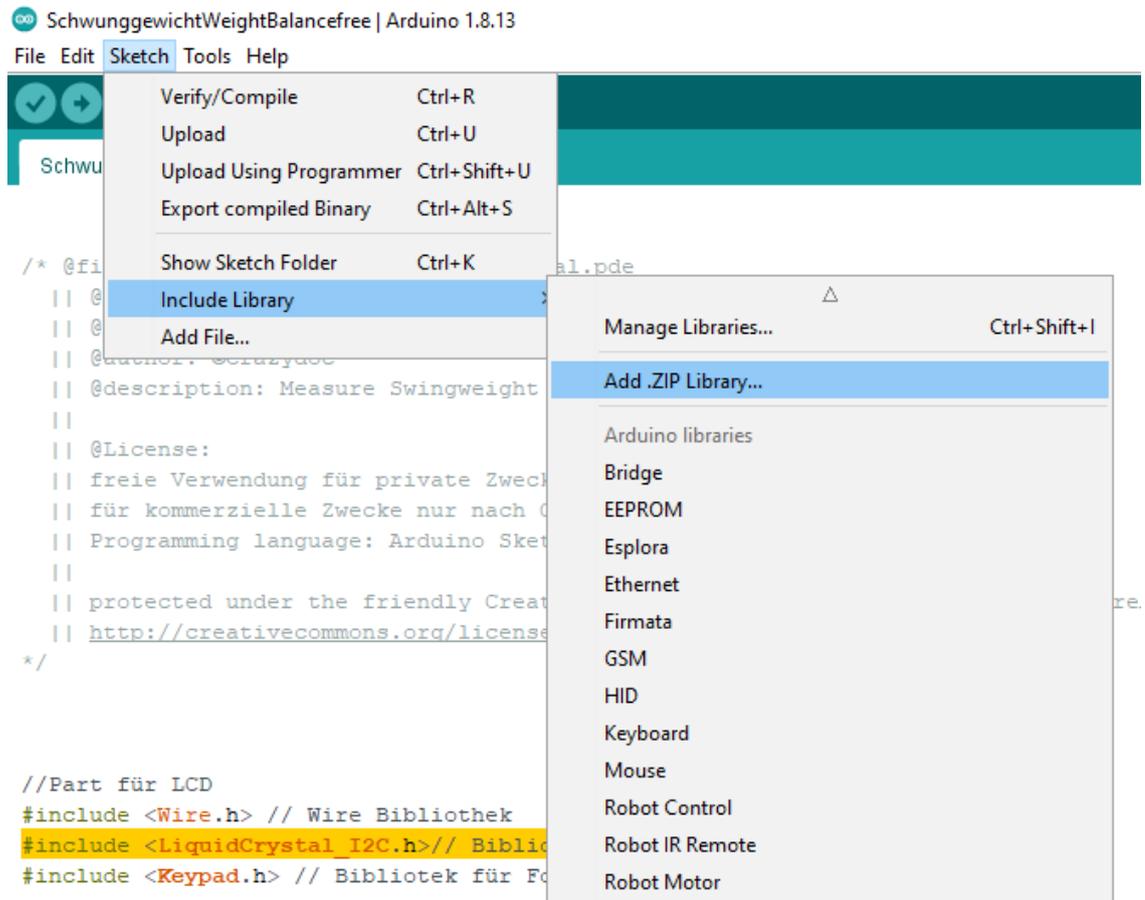


- Um diese hinzuzufügen einfach unter *Sketch* → *Include Library* → *Add .ZIP Library* die Bibliotheken „*Arduino-LiquidCrystal-I2C-library-master.zip*“ sowie „*Keypad.zip*“ hinzufügen :

Die Bibliotheken findet ihr hier:

[LiquidCrystal_I2C:](#)

[Keypad:](#)





- Zu guter Letzt kann nun das Programm auf den Arduino gespielt werden:
Dazu einfach den Upload starten.



```
/* @file SchwunggewichtWeightBalancefinal.pde
   || @version 1.0
   || @author Crazydoc
   || @contact
   ||
   || @description
   || | Measure Swingweight of Tennisrackets via Balance and Weight
   || #
 */

|

//Part für LCD
#include <Wire.h> // Wire Bibliothek
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Bibliothek für LCD mit I2C
#include <Keypad.h> // Bibliothek für Folientastatur
```

- Hat der Upload geklappt, beginnt das Gerät zu leuchten und das Display zeigt die Menüführung. Leuchtet das Display und ist dennoch nichts zu erkennen, kann es sein, dass der Kontrast verstellt ist. Dieser Kontrast kann wie im Kapitel [2.1 Display](#) beschrieben eingestellt werden. Ist die Menüführung erkennbar, ist das Gerät bereit und kann für eine Schwungwertmessung verwendet werden.



7. Messung:

Um eine Messung zu starten muss der Schläger wie auf dem Bild ersichtlich an der Halterung befestigt werden.



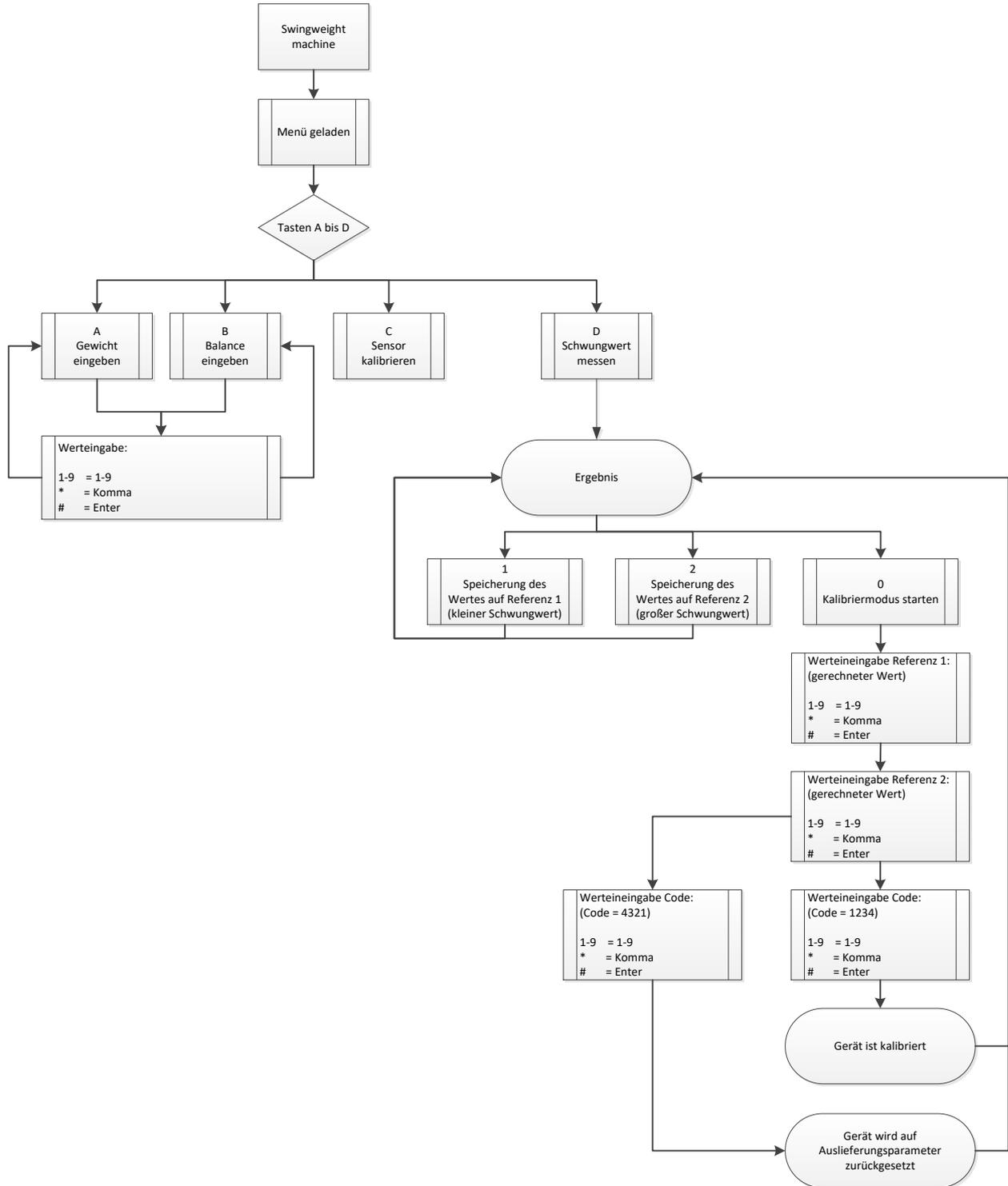
Wird das Gerät nun mit Strom versorgt erscheint nach dem Lagevorgang die Menüführung.

7.1 Ablauf der Messung:

- Taste "A":
Das Gewicht des Schlägers kann eingegeben werden ("*" = Komma; "#"= Bestätigen)
- Taste "B":
Die Balance des Schlägers kann eingegeben werden ("*" = Komma; "#"= Bestätigen)
- Taste "C":
Der Sensor kann kalibriert werden. Darauf achten, dass der Schläger sich nicht bewegt. ("#"= Bestätigen). Muss bei jedem Neustart des Gerätes einmalig gemacht werden.
- Taste "D":
Messmodus wird gestartet. Danach werdet ihr aufgefordert den Schläger bis zum Anschlag auszulenken. Danach den pendeln lassen. Nach einigen Schwüngen wird das Ergebnis des Schwungwertes am Display ausgegeben.
- Für eine Wiederholung der Messung muss einfach die Taste "D" gedrückt werden.



8. Ablaufdiagramm:





9. Kalibrierung:

Grundsätzlich muss das Gerät aufgrund des Aufbaues nicht kalibriert werden. Der Sensor, sowie der einfache Aufbau sollte im Normalfall lediglich vernachlässigbare Verluste aufweisen. Dennoch schadet es nicht das Gerät kalibrieren zu können. Dazu benötigt man zwei Objekte mit einem bekannten Schwunggewicht. Alternativ kann man sich auch Referenzstangen herstellen. Dazu eignet sich am besten ein Alu oder Stahlrohr. Aufgrund deren Aufbau sollten diese Stangen eine homogene Masseverteilung aufweisen. Dies ist die Voraussetzung um das zu erwartende Schwunggewicht der Stange berechnen zu können.

Um dieses Schwunggewicht zu berechnen könnt ihr folgendes Tool verwenden:

[Referenzstangenberechnung](#)

Da Tennisschläger in der Regel ein Schwunggewicht in einem Bereich von 250-350 kg*cm² liegen, wären Referenzstangen mit 200kg*cm² und 300kg*cm² ideal.

Habt ihr solche Stangen hergestellt muss lediglich das Gewicht sowie die halbe Länge des Stabes als Balance in das Schwungwertgerät eingeben und somit das Schwunggewicht der Stange gemessen werden. Dieser Wert kann nach der Messung durch Drücken der Taste "1" auf den Speicherplatz für die Referenzstange (kleiner Schwungwert) gespeichert werden. Diese Prozedur müsst ihr dann mit der zweiten Referenzstange (höherer berechneter Wert) wiederholen. Nach der Messung könnt ihr durch Drücken der Taste "2" den Messwert auf den Speicherplatz für die Referenzstange (großer Schwungwert) speichern.

Sind die beiden Speicherplätze belegt kann mit der Taste "0" der Kalibriermodus gestartet werden.

Nun werdet ihr aufgefordert, eure berechneten Werte der Referenzstangen einzugeben und das Gerät beginnt mit der Berechnung der Kalibrierungsvariablen.

Um die Kalibrierungsvariablen in den Permanentenspeicher zu übernehmen muss nach Aufforderung der Code „1234“ eingegeben werden.



Viel Spaß!





10. Q&A:

Kann ich das Gerät mit einem Akku betreiben?

Grundsätzlich funktioniert ein Akku prima. Es ist jedoch darauf zu achten das die Spannungsversorgung konstant ist. Spannungsschwankungen führen zu einem Messfehler.

Das Display leuchtet und ist mit dem Arduino verbunden, zeigt aber keinen Text?

Dieser Zustand kann mehrere Gründe haben:

- Potentiometer des Displays ist verstellt (Kontrast)
- schlechte Lötstellen
- das Arduino Programm wurde noch nicht auf den Controller gespielt.
- Verkabelung prüfen

Das Gerät zeigt keine konstanten Werte an?

Überprüfe ob sich der Sensor leichtgängig bewegt. Ist dies der Fall überprüfe den Arbeitsbereich des Sensors. Dazu einfach die Taste „C“ auf der Folientastatur drücken und die Halterung bis zum Anschlag verschieben. Der Arbeitsbereich sollte so gewählt werden, dass der angezeigte Wert nicht durch 0 bzw. 1023 geht.

Überprüfung ob die Maschine einen guten Stand hat.

Wird der Anschlag benutzt?

Überprüfung der konstanten Stromversorgung. Bei Versorgung mit Laptop alle nicht benötigten USB Teilnehmer sowie die Stromversorgung des Laptops entfernen.

Kann ich mit dem Gerät auch das Schwunggewicht von Badminton- bzw. Squash-Schläger ermitteln?

Grundsätzlich kann man mit diesem Gerät das Schwunggewicht jeglicher Objekte bestimmen. Die Grenzen liegen an der mechanischen Belastung der Bauteile.

Kann ich einen anderen Micro Controller verwenden?

Dies sollte möglich sein. Voraussetzung ist aber die Verwendung der Arduino IDE.