

# Bauanleitung für ein HVLA-Trainingsgerät für eine Ilium-anterior-Dysfunktion.

cc Franziska Mohs, 2021

## Material

### Grundaufbau

- 1 Rumpf eines Kunsstoffskelettes (ohne Schädel und Extremitäten)
- 1 Multiplexplatte 15mm ca. 70cm x 40cm (oder entsprechend der Skelettgröße)
- 1 Sperrholzplatte 5mm ca. 70cm x 40cm
- 4 Quadrate aus Sperrholz 5cm x5cm mit Loch, 3cm im Durchmesser
- 1 Holzlatten 4cm x 1,5 cm je 37cm
- 1 Holzlatten 4cm x 1,5 cm je 36,5cm
- 2 Holzlatten 4cm x 1,5 cm je 70 cm
- 2 Flacheisen 20mm x 4mm je 15cm
- 2 Gewindeschrauben M6 80mm
- 6 Muttern M6
- 1 Sortimentbox oder flache Kunststoffbox mit Deckel

Holzschrauben

Draht

Silikonkleber

Sekundenkleber

Lochband (Alternative: Draht)

optional: Schaumstoff

fester Stoff oder Kunstleder

Klettverschluss

**Elektronik**

- 1     Arduino UNO
- 2     HX711 10Hz (mit Modifikation für 80Hz)  
      oder: HX711 80Hz (muss nicht modifiziert werden)
- 4     Loadcell 50kg
- 1     Kabel USB-A auf USB-B (2m)
- Elektroniklitze  
      oder: Arduino-Steckkabel

**Werkzeuge**

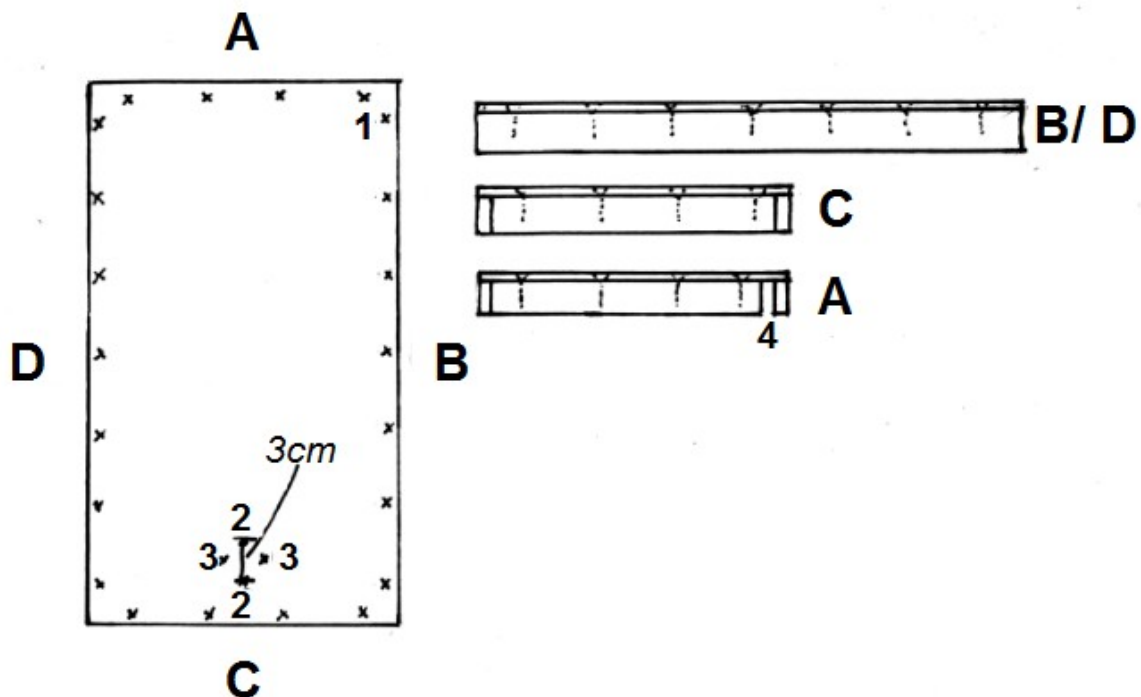
- Bohrmaschine oder Akkuschrauber  
      mit: Bohrspitzen für Metall und Holz und Kegelsenker  
      Bits für Holzschrauben
- Heißklebepistole
- Lötkolben und Lötzinn  
      oder: Elektronik-Steckverbinder

## Grundaufbau

Bohre Löcher (Durchmesser entsprechend der Holzschrauben) entlang des Randes der Multiplexplatte und füge jeweils Senkungen hinzu (siehe 1 auf Abb. 1 ). Bohre zwei Löcher (6mm) im Abstand von 3cm in der Mittellinie der Platte ca. 10cm von Seite C entfernt (siehe 2 auf Abb. 1) sowie zwei Löcher (3mm) rechts und links daneben (siehe 3 auf Abb. 1). Diese dienen zur Befestigung des Kreuzbeins und der Führung der Kabel. Schraube die Holzplatten an die Multiplexplatte, an Seite A entsteht dabei eine Lücke (siehe 4 auf Abb. 1).

**Abbildung 1**

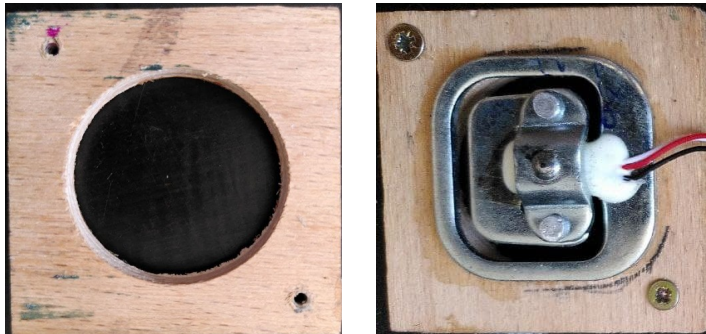
*Schemazeichnung der Grundplatte.*



Klebe die Wägezellen mit Sekundenkleber auf die Sperrholzquadrate, sodass die Zungen der Sensoren frei schweben (siehe Abb. 2). Bohre in zwei Ecken der Quadrate je ein Loch für eine kleine Holzschraube. Diese wird die Sensoren später an der Grundplatte befestigen.

**Abbildung 2**

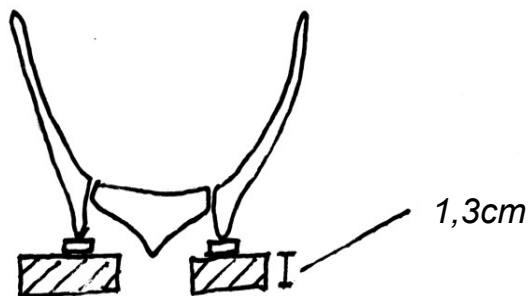
*Wägezelle mit Sperrholzquadrat.*



Suche eine ebene Unterlage. Nun platziere das Skelett mit der Wirbelsäule nach unten auf der Platte. Schiebe flache Gegenstände unter die Auflagefläche der Beckenknochen (SIPS) in einer Höhe von ca. 1,3 cm. Das Kreuzbein sollte nun nicht mehr den Boden berühren. Hierzu kann beispielsweise Pappe oder Holz verwendet werden. Lege nun die Flacheisen möglichst mittig unter die Beckenknochen. Der Aufbau sollte nun der Zeichnung in Abb. 3 ähneln.

**Abbildung 3**

*Schemazeichnung des Aufbaus zum Kleben des Flacheisens an die Beckenschaufeln.*



Klebe die Flacheisen von der Seite mit ausreichend Heißkleber an die Beckenknochen an. Fülle dabei möglichst den Raum zwischen Beckenknochen und Flacheisen auf. Wenn der Kleber fest ist, drehe das Skelett um und bringe weiteren Kleber von innen auf, sodass eine gute Verbindung zwischen Metall und Kunststoff entsteht (siehe Abb. 4).

**Abbildung 4**

*Fertig geklebtes Flacheisen.*

Schraube die beiden Beckenschaufeln vom Kreuzbein ab und trenne die Verbindung am Schambein.

Bohre nun von unten durch das Flacheisen zwei Löcher in die Beckenschaufel, füge eine Senkung hinzu und fixiere die Verbindung mit zwei Holzschrauben. Wiederhole diesen Vorgang mit der anderen Beckenschaufel. Setze zusätzlich zwei Senkungen mithilfe des Bohrers mittig jeweils 2 cm vom Rand entfernt in die Flacheisen (siehe Abb. 5). Raue die Gelenkfläche des Iliosakralgelenkes beidseitig sowohl am Kreuzbein als auch an der Beckenschaufel mithilfe von kleine Bohrungen an. Bohre jeweils ein Loch auf Höhe der SIAS in die Beckenschaufeln (siehe Abb. 6).

**Abbildung 5**

*Geschraubtes Flacheisen mit Senkungen.*



*Anmerkung: Das Loch in der Mitte ist nicht notwendig.*

**Abbildung 6**

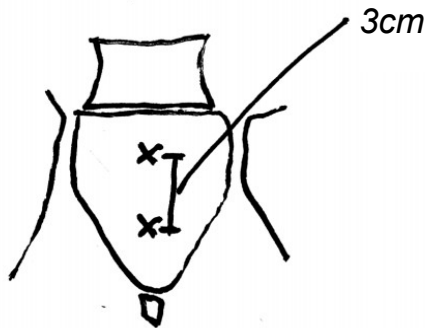
*Bohrung an der SIAS.*



Auch in das Kreuzbein werden zwei Löcher im Abstand von 3cm gebohrt (6mm) (siehe Abb. 7). Eventuell muss dafür ein Stück der Metallstange entfernt werden, welche die Wirbelsäule zusammenhält. Schraube nun die Gewindeschrauben in diese Löcher und befestige sie mit einer Mutter. Schraube eine zweite Mutter locker darüber. Führe nun die Schrauben in die Löcher der Grundplatte (siehe 2 in Abb. 1) und befestige sie von unten locker mit einer weiteren Mutter.

#### Abbildung 7

*Schemazeichnung für die Bohrung des Kreuzbeins.*



Schiebe nun erneut die bereits genutzte flache Erhöhung rechts und links neben das Kreuzbein und stelle die Beckenschaufeln mit den Flacheisen darauf. Verbinde die SIAS der Beckenschaufeln mit etwas Draht, welcher durch die Bohrungen geführt wird. Erneuere die Verbindung am Schambein. Richte die Beckenschaufeln zum Kreuzbein so aus, dass ein gleichmäßiger 0,3cm - 0,5cm breiter Spalt im Iliosakralgelenk entsteht. Justiere dafür die Höhe des Kreuzbeins mithilfe der mittleren Mutter. Trage nun beidseitig Silikon auf die Gelenkflächen des Iliosakralgelenkes auf und klebe sie so mit dem bereits beschriebenen Abstand aneinander (siehe Abb. 8). Achte darauf, dass an jedem Punkt des Gelenkes eine ausreichende Silikonschicht vorhanden ist. Die Flacheisen sollten möglichst parallel zur Grundplatte ausgerichtet sein und flach auf der Unterlage aufliegen.

**Abbildung 8**

*Das geklebte Iliosakralgelenks.*

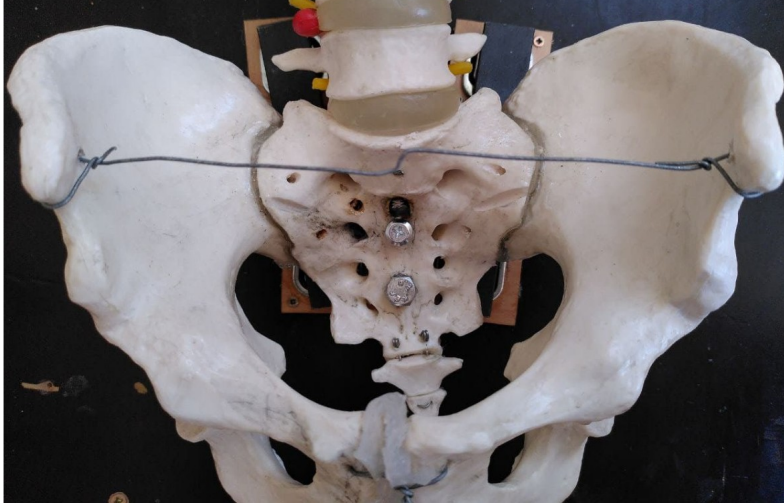


Lasse das Silikon 48 Stunden trocknen. Löse das Skelett von der Grundplatte und Fülle von allen Seiten bei Bedarf noch Silikon in den Gelenkspalt nach. Lasse das Silikon erneut trocknen.

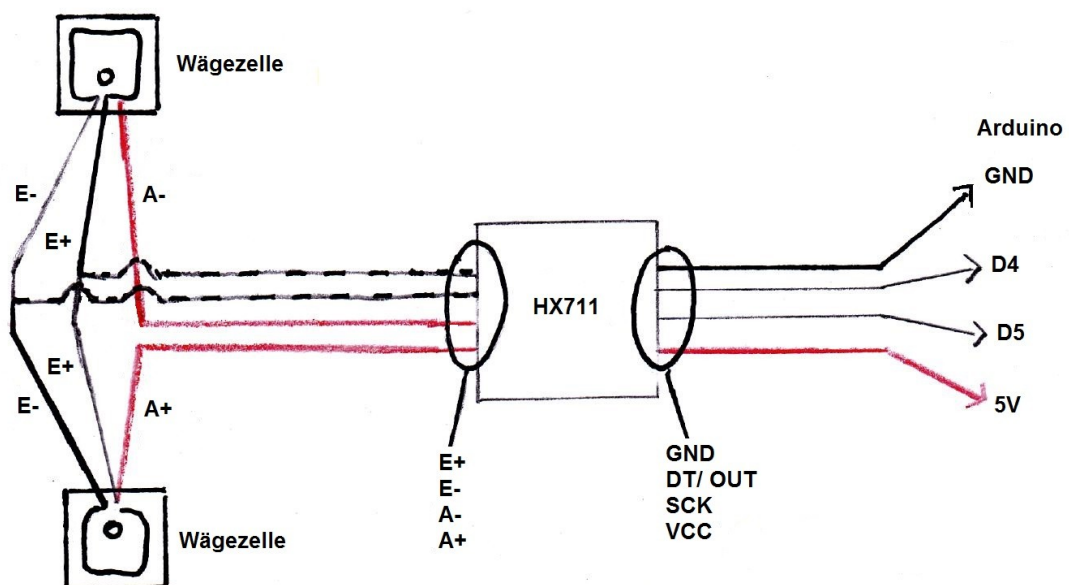
Befestige die Sperrholzquadrate mit den Sensoren mithilfe von Klebeband an den Flacheisen. Achte darauf, dass der Kontaktpunkt der Sensoren jeweils in einer Senkung des Flacheisens liegt. Die Kabel der Sensoren sollten zueinander entlang des Flacheisens zeigen. Befestige nun das Skelett mit dem Kreuzbein erneut an der Grundplatte. Überprüfe die korrekte Ausrichtung und Lage der Sensoren und fixiere diese anschließend mit ein wenig Heißkleber an der Grundplatte. Entferne das Klebeband von den Flacheisen und löse das Skelett wieder. Schraube nun die Sensoren mit kleinen Holzschrauben durch die vorgebohrten Löcher an die Platte. Entferne, falls möglich, die Reste des Klebebands und des Heißklebers. Führe die Kabel der Sensoren durch die kleinen Löcher in der Platte. Spanne den Draht zwischen den Beckenschaufeln eine wenig (siehe Abb. 9).

**Abbildung 9**

Foto des fertig präparierten Beckens.

**Elektronik****Abbildung 10**

Schemazeichnung der Verkabelung der Wägezellen der rechten Seite mit dem HX711 und dem Arduino UNO.





Abhängig von dem erworbenen HX711 muss der Chip modifiziert werden um in den 80Hz Modus zu wechseln. Achte hierzu auf die Angaben des Herstellers. Alternativ können Modelle, welche direkt im 80Hz-Modus laufen, erworben werden. In Abb. 10 ist die Verkabelung der Sensoren der rechten Seite zu sehen.

Die Verkabelung der linken Seite wird bis zum HX711 gleichermaßen durchgeführt. Der HX711 der linken Seite wird wie folgt an den Arduino angeschlossen:

GND → GND

DT/OUT → D7

SCK → D6

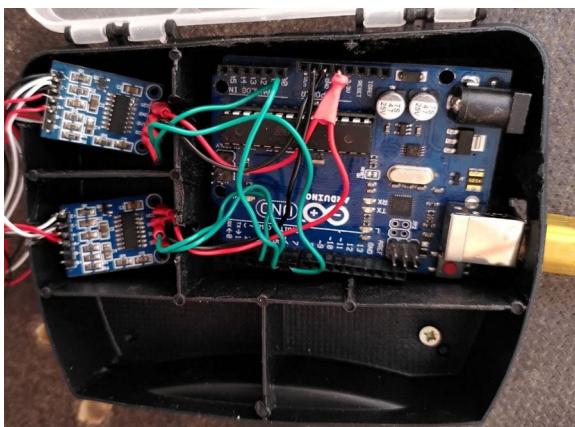
VCC → 5V

Dabei können die Kabel für GND und VCC jeweils an die äquivalenten Kabel der rechten Seite gelötet werden. Soll auf das Löten komplett verzichtet werden, kann auf Elektronik-Steckverbinder zurückgegriffen werden.

Verstaue den Arduino UNO und die beiden HX711 in einer flachen Kunststoffbox o. Ä. und schraube diese an die Unterseite der Multiplexplatte (siehe Abb. 11). Führe das USB-Kabel durch die Lücke an Seite A.

### Abbildung 11

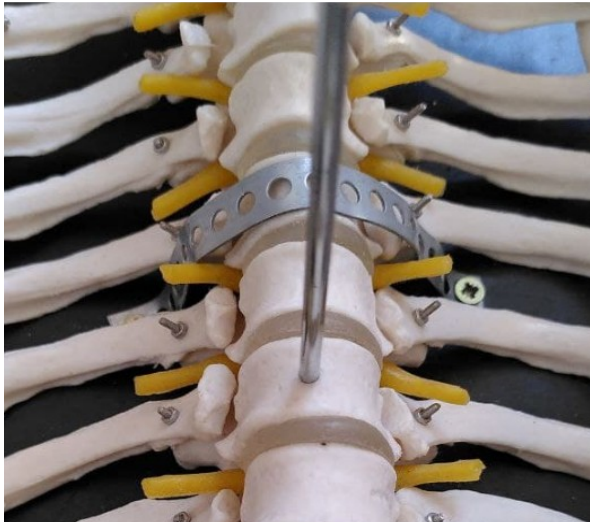
*Foto der fertigen Elektronik in einer Kunststoffbox.*



## Fertigstellung

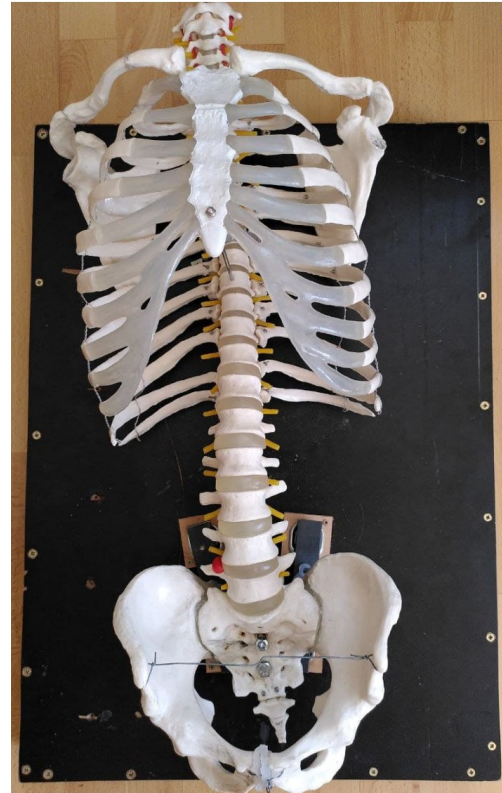
**Abbildung 12**

*Befestigung des Skelettes an der Brustwirbelsäule.*



**Abbildung 13**

*Der fertige Aufbau.*



Schraube das Skelett wieder an die Grundplatte an. Befestige die Brustwirbelsäule mit etwas Draht oder Lochband und zwei Holzschrauben ebenfalls an der Platte (siehe Abb. 12). Fixiere nun die Sperrholzplatte mit kleinen Holzschrauben an der Unterseite der Grundplatte um den Hohlraum zu verschließen. Auf Abb. 13 ist der fertige Aufbau zu sehen.

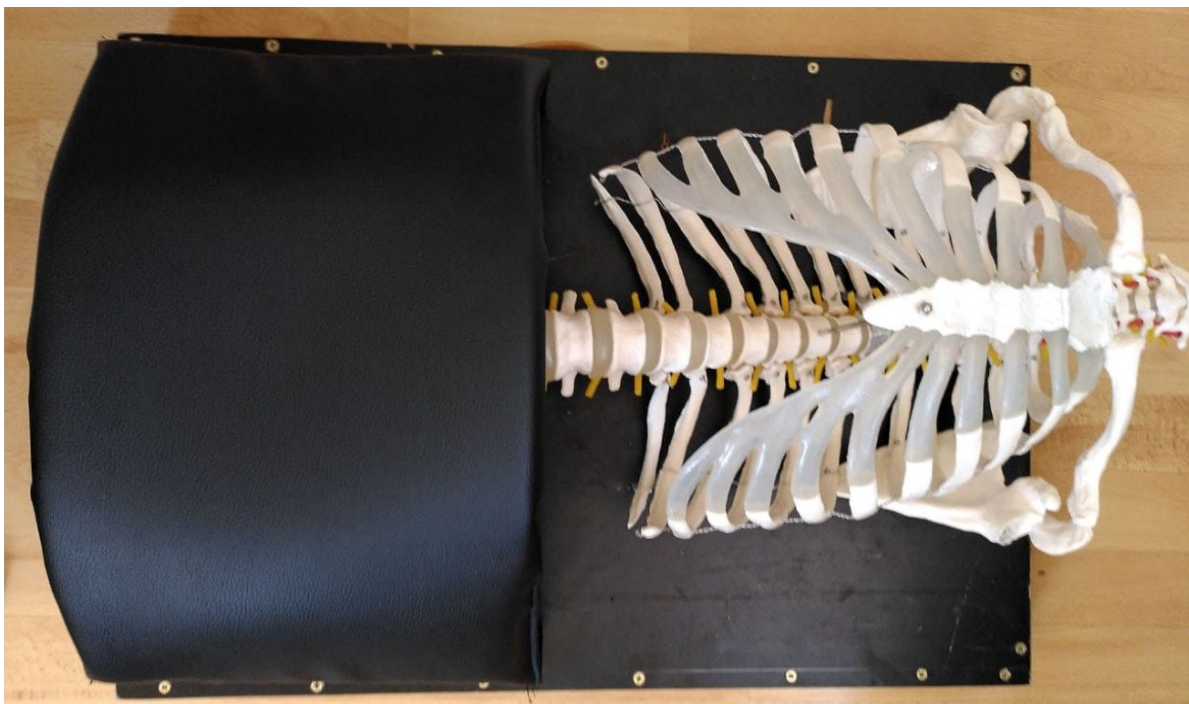
Optional kann aus etwas Schaumstoff und einem festen Stoff oder Kunstleder ein Polster genäht werden, welches mittels Klettverschluss über das Becken des Skelettes gespannt werden kann (siehe Abb. 14 und 15). Dies ermöglicht eine authentischere Palpation und macht das Üben mit dem Trainingsgerät für die Hände angenehmer.

**Abbildung 14**

*Polster aus Kunstleder und Schaumstoff.*

**Abbildung 15**

*Fertiges Trainingsgerät mit Polster.*

**Installation**

Lade die Arduino IDE von der Seite <https://www.arduino.cc/en/software> und installiere sie. Installiere die Bibliothek HX711\_ADC in der Arduino IDE. Lade von der Seite <https://github.com/franzimohs/thrust-o-meter> alle Dateien als ZIP-Ordner herunter (Code → Download ZIP) und entpacke den Ordner an einem Ort deiner Wahl. Öffne die Datei „Thrust-O-Meter\_für\_ArduinoUNO.ino“ mit der Arduino IDE. Schließe den Arduino an den

Computer an und wähle das passende Board aus. Lade die Datei „Thrust-O-Meter\_für\_ArduinoUNO.ino“ auf den Arduino.

Lade nun Python3 von der Seite <https://www.python.org/downloads/> herunter und führe die Installation aus.

Installiere im Anschluss folgende Pakete:

pygame: <https://github.com/pygame/>

aupyom: <https://github.com/pierre-rouanet/aupyom>

numpy: <https://github.com/numpy/numpy>

scipy: <https://github.com/scipy/scipy>

matplotlib: <https://github.com/matplotlib/matplotlib>

pyqtgraph: <https://github.com/pyqtgraph/pyqtgraph>

pyserial: <https://github.com/pyserial/pyserial>

Am besten geht das über das Kommando „pip install“. Öffne dazu eine Shell in deinem Betriebssystem. Suche dafür in deinem Computer nach folgenden Programmen:

Windows: cmd

Mac OS: Terminal

Linux: Terminal

Gebe den Befehl *pip install pygame* in das Terminal ein und bestätige mit Enter. Das Paket pygame wird nun installiert. Verfahre ebenso mit den Anderen Paketen.

Schließe das Trainingsgerät an den Computer an und starte das Programm „Thrust-O-Meter.py“. Es befindet sich im gleichen Ordner wie das Programm „Thrust-O-Meter\_für\_ArduinoUNO.ino“.

## Eichung

Schließe das Trainingsgerät an den Computer an. Führe das Programm „Thrust-O-Meter.py“ aus. Gebe den Seriellen Port an, über den das Trainingsgerät angeschlossen ist. Er ist im Gerätemanager oder in der Arduino IDE zu finden. Lege nun ein Massestück von

1kg auf die rechte Seite des Beckens. Achte darauf, dass wirklich nur die gewünschte Seite belastet ist. Drücke den Button „Eichung 1kg rechts“. Ein Wert erscheint im Feld links des Buttons. Schreibe diesen Wert auf. Lege nun das Massestück auf die linke Seite des Beckens. Drücke den Button „Eichung 1kg links“. Ein zweiter Wert erscheint. Schreibe auch diesen auf. Drücke nun auf „SAVE!“. In den Feldern links des Buttons steht nun „gespeichert!“.

Nun ist das Trainingsgerät einsatzbereit. Sollte es mit anderen Geräten genutzt werden ist die Installation von „Thrust-O-Meter“ erneut erforderlich. Damit keine erneute Eichung erforderlich ist, können die aufgeschriebenen Werte an die Nutzenden weitergegeben werden. Diese können dann die Werte händisch in die Felder links des Buttons „Eichung 1kg rechts“ eingeben und direkt auf „SAVE!“ drücken.

Die Anleitung zur Nutzung des Gerätes ist in der Datei „README!“ im Ordner „Thrust-O-Meter“ zu finden. Die Software „Thrust-O-Meter“ und diese Bauanleitung stehen unter folgender Creative-Commons-Lizenz:

Namensnennung-Nicht kommerziell-Share Alike 4.0 International.

Die vollständige Lizenz ist unter <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.de> zu finden.