

# WaterRino 0.9

Adruino

4. Dezember 2019

## Zusammenfassung

Dieses Dokument gibt eine mehr oder weniger solide Anleitung zum Bau eines WaterRower.

## 1 Rudermaschine

### 1.1 Komponenten

Für die Konstruktion der Rudermaschine wurden die folgenden Komponenten verwendet, die ausschließlich von einem örtlichen Baumarkt, nohrd (<https://www.nohrd.com/de/waterrower>) und ebay stammen. Die Preisangaben sind exklusive Versandkosten. Für den Zuschnitt wurde ausschließlich 24 mm Siebdruckplatte verwendet. Die Kleinstmaße des Zuschnitts betragen 80×80 mm (Mindestzuschnitt beachten!).

Die nachfolgend aufgeführten Werkzeuge wurden verwendet, können aber teilweise improvisiert werden:

- Tischbohrmaschine
- Bohrer (Holz): 3 mm, 6 mm, 12 mm, Senker, Forstner-Bohrer: 20 mm, 32 mm
- Bohrer (Metall): 4 mm, Stufenbohrer 6-30 mm Bosch (alternativ kleiner Bohrer und Multifunktionsschleifgerät)
- Ponal Holzleim
- Silikon für Fugen
- Gehrungssäge
- Rohrschneider (bis 14 mm)

Für die finale Konstruktion wurden die folgenden Bauteile verwendet. Holzzuschnitte mit Maßen sind separat gelistet.

Für die Zuschnitte wurde 24 mm Siebdruckplatte verwendet.

Tabelle 1: Preisliste

Komponente	Zahl (Verw.)	Preis (€)	Händler
Gewindestange M12 (A2)	1 m	6,75	BH
Rosette Vollmetall A2	5	1,03	BH
Rutschstopper Sk.	1 Set (2)	2,25	BH
Blindniete A2 4×8	1	0,14	BH
Gummikordel 8 mm	1,5 m	2,99	FK
Holzdübel 6×30	50 (4)	2,29	FK
Kauschen für Seil bis 8 mm	1	2,29	FK
Augenplatte rund 6×40	1	4,29	FK
Gewindestange M12 (vz.)	1 m	3,79	FK
Vollgummiring 75×30×12 mm	2	2,99	FK
Türpuffer 30×25 mm	2	3,99	FK
WC-Sitzpuffer 20×10 mm	5 (10)	2,29	FK
Holzzuschnitt	-	73	FK
10×Kugellager 6201 12×32×10 mm 2 RS	2 (20)	7,50	EB
Procraft Softgrip Griffe (Paar, schwarz)	1	3,90	HB
Truvativ Stylo T20 Lenker 31,8×600 mm 5°	1	13,90	HB
Hobbyglas 2 mm (Rest)	1 (Ø 45 mm)	-	-
SK TX 10 3,5×20 A2	4	-	BH
SK TX 20 4,5×50 A2	2	-	BH
SK TX 20 4,5×40 A2	24	-	BH
L-Schiene Kunststoff 27×15×2 mm	2,5 m	-	TM
Auslaufhahn 3/4"BC	1	5,95	EB

Tabelle 2: Zuschnitte aus 24 mm Siebdruckplatte

Maße cm	Zahl	Preis (€)
210 ×11,5	2	16,24
26 ×11,5	2	2,60
57 ×11,5	2	4,55
40 ×11,5	1	3,25
30 ×11,5	1	2,60
72 ×26	1	12,35
22 ×8	2	1,18
22 ×20,3	1	3,00
8 ×8	2	0,81

## 1.2 Zusammenbau

Die Augenplatte wird mittig auf der rauen Seite des  $26 \times 11,5$  cm Zuschnitt montiert, mit dem Kausch versehen und das Gummiseil mit einem Zweistrang-Bändselknoten gesichert (siehe 1).



Abbildung 1: Seilbefestigung

Anschließend wird die zweite  $26 \times 11,5$  cm Platte mit vier gesenkten (für 4,5 mm SK Schrauben) 3 mm Bohrungen mit einem Eckabstand von 82 und 20 mm ,als auch einer mittigen 32 mm Durchgangsbohrung auf 20 mm versehen (siehe 2).



Abbildung 2: Querstrebe

Für die zukünftige Laufschiene wird das 2,5 m L-Profil in zwei gleichgroße Teile getrennt und mit zwei gesenkten 3 mm Bohrungen (für 3,5 mm SK Schrauben) jeweils 25 mm vom Ende versehen. An einer Seite wird der Kürzere Schenkel

mit einem 45°Schnitt versehen. Hierbei auf die Symmetrie der schienen achten (Spiegelbildlich, 3)!

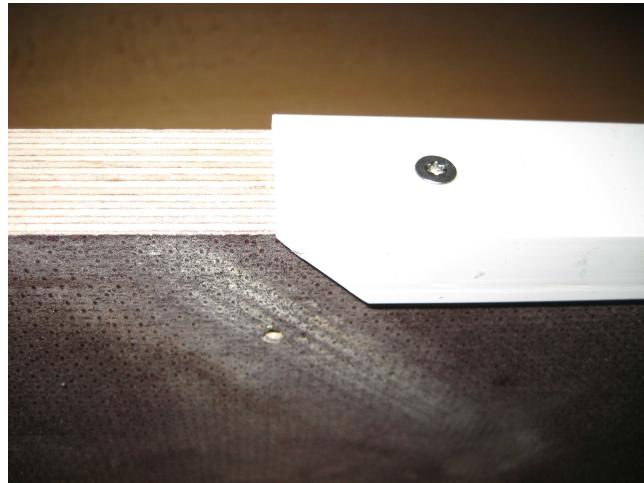


Abbildung 3: Gleitschiene

Nach Fertigstellung beider Schienen werden diese mit jeweils zwei SK TX 10 3,5×20 mm auf den 210×11,5 cm Platten montiert. Die Schienen werden mit der langen Seite auf der 24 mm Seite und der kurzen auf der rauen Seite aufliegend am Ende der Platten montiert. Die kurzen Seiten der L-Profile zeigen jeweils nach innen (siehe 4).



Abbildung 4: Gleitschiene (montiert)

Die beiden 210×11,5 cm Platten werden spiegelsymmetrisch mit den folgenden Bohrungen und Fase versehen (x-y).

Am linken Ende jeweils symmetrisch eine gesenkte 3 mm Bohrung mit 127 mm und 25 mm Abstand zu den Seiten, einer 12 mm Bohrung (kann bei Vorhandensein eines 12,5 mm Metallbohrers aufgebohrt werden) 60 mm-30 mm. An der

unteren Linken Ecke wird eine  $10 \times 45^\circ$ -Fase angelegt. Außerdem wird noch eine 3 mm Bohrung mit einem oberen Kantenabstand von 25 mm und einem horizontalen Abstand (nach links) von 850 mm gesetzt. An der Unterseite (am Ende mit der Fase) werden mittig zwei WC-Sitzpuffer mit einem Kantenabstand von 60 und 80 mm montiert (siehe 5).



Abbildung 5: Detailansicht Laufschiene (links)

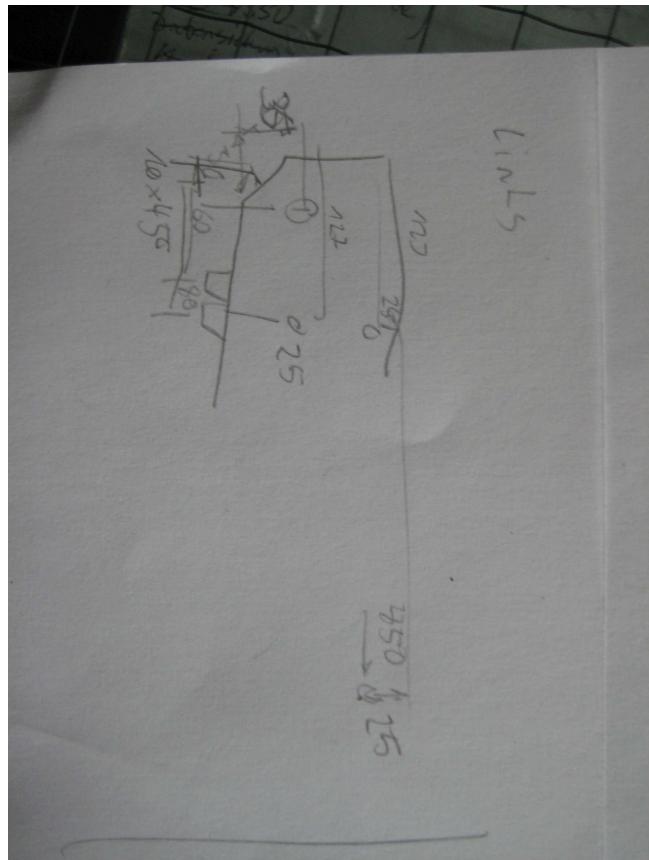


Abbildung 6: Zeichnung der 2,5 m Profile

Um später den Einbau einer Welle durch die 12 mm Bohrung zu erlauben empfiehlt es sich die Leisten als Sandwich zu bohren. Gleiches gilt für die zwei  $57 \times 11,5$  cm Leisten. Für eine Präzise Bohrung nach dem Bohrern der langen Leisten jeweils eine der beiden  $57 \times 11,5$  cm Leisten senkrecht zu der jeweiligen langen Leiste orientieren und mit der 12 mm Bohrung versehen (siehe 7).



Abbildung 7: Bohren der vertikalen Träger (veranschaulicht)

Am rechten Ende der Leiste werden zwei 3 mm Bohrungen auf einer Höhe von 45 mm und einem Kantenabstand (nach Rechts) von 25 und 90 mm gesetzt. Auf der Unterseite der Leiste werden wie zuvor links zwei WC-Sitzpuffer mittig mit einem Kantenabstand von 60 und 80 mm montiert (siehe 8).



Abbildung 8: Detailansicht Laufschiene (rechts)

Nach der Fertigstellung der Leisten können diese mit den zuvor fertiggestellten Teilen verbunden werden. Hierzu wird die Querstrebe mit Seil horizontal und Bündig am Ende der Leiste montiert, während die Querstrebe mit 32 mm Bohrung Horizontal montiert wird, wobei die Durchgangsbohrung nach unten Orientiert ist (siehe 9 und 10).



Abbildung 9: Querstrebe (rechts)



Abbildung 10: Querstrebe (links)

Die  $57 \times 11,5$  cm Leisten werden entsprechend der Zeichnung (siehe 11) versehen. Ein WC-Sitzpuffer wird mit 15 mm Kantenabstand mittig montiert (siehe 12)

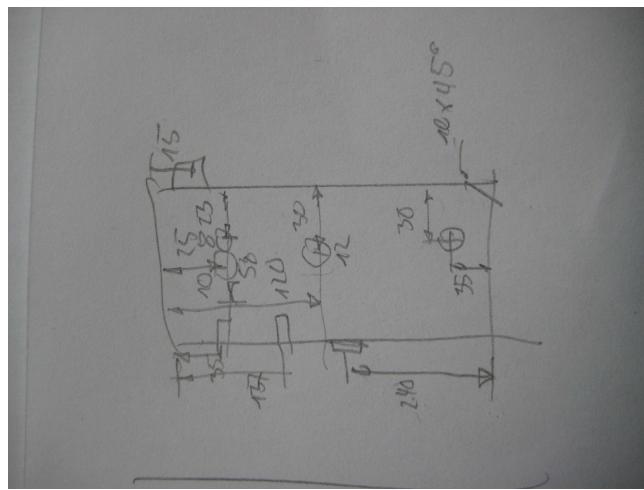


Abbildung 11: Bohrungen Träger

Das zusammengebaute Teil sollte wie folgt aussehen und spiegelbildlich zweimal ausgeführt werden. Einziger Unterschied zwischen den Teilen ist die Montage einer Gurtschelle an einem der Träger.



Abbildung 12: Bohrungen Träger

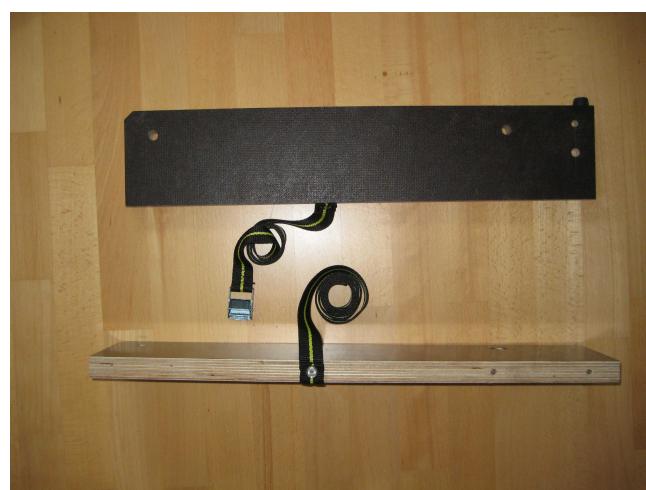


Abbildung 13: Fertiggestellte Träger

In den oberen beiden Bohrungen kann die gekaufte Umlenkrolle platziert werden.



Abbildung 14: Umlenkrolle

In der 12 mm Bohrung wird eine 140 mm M12 Gewindestange eingesetzt. Alternativ eine 12 mm Stange mit jeweils 13 mm langen M12 Gewinden. Ein Ende der Gewindestange wird mit einer selbstsichernden M12 Nuss versehen, durch den ersten Träger geschoben, anschließend wird ein 4 mm Spacer aus einem 15 mm Alurohr (12 mm Innendurchmesser), 6 Kugellager und ein weitere Spacer gesetzt (siehe 15).



Abbildung 15: Laufrolle aus Kugellagern

Anschließend wird die zweite  $57 \times 11,5$  cm Leiste aufgesetzt und die Welle mit einer selbstsichernden M12 Mutter verschraubt.

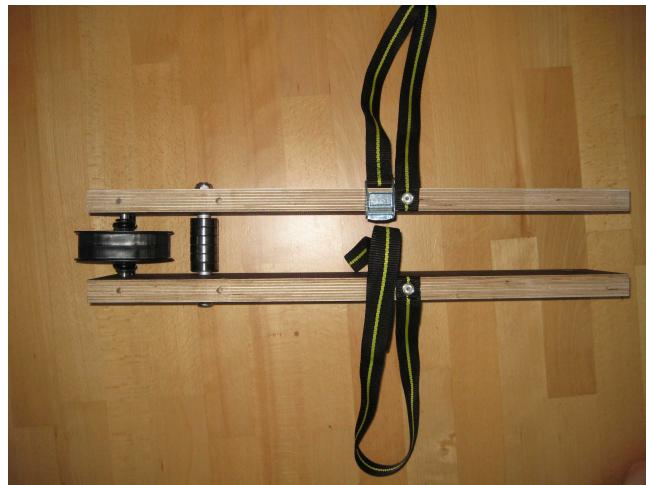


Abbildung 16: Zusammengebauter Träger

Der Träger wird anschließend mit 4 SK TX 20 4,5×40 A2 Schrauben montiert.

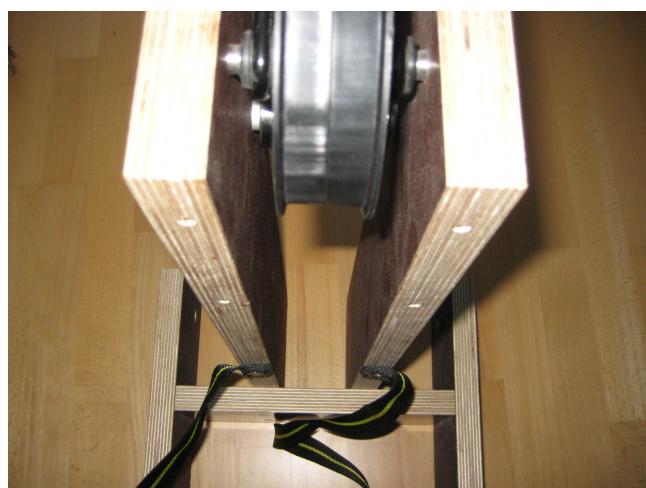


Abbildung 17: Montierter Träger

Um das Rollen des Rudergerätes zu erlauben wird aus einer 33cm langen M12-Gewindestange (alternativ 12mm Stange mit zwei 15mm M12 Endgewinden) durch ein Rad, einen 33mm Alu-Spacer, die Querstrebe, einen 4mm Spacer, 6 Kugellagern, einen 4mm Spacer, einen 33mm Spacer und das zweite Rad geschoben und mit einer selbstsichernden M12 Mutter gesichert (siehe 18).



Abbildung 18: Montierte Welle mit Laufrädern

Als Tank der Rudermaschine wird eine Grünguttonne verwendet.



Abbildung 19: Grünguttonne als Wassertank

Der Deckel der Grünguttonne in der Mitte mit einer 12 mm Bohrung versehen (exakter Mittelpunkt lässt sich gut mit einem Zirkel bestimmen). Für das einfacher Befüllen und Entleeren wird für den Hahn eine 26 mm Bohrung mit 25 mm vom inneren Rand versehen.



Abbildung 20: Gebohrter Deckel

Durch die Bohrung wird der Hahn montiert.



Abbildung 21: Deckel mit Hahn

Der Rotor der Rudermaschine wird aus Edelstahl gefertigt. Hierzu die M12 A2 Gewindestange auf 450 mm Kürzen und 50 mm vom oberen Ende mit einer 6 mm Bohrung versehen.



Abbildung 22: Gebohrte Gewindestange

Als Querträger der Schaufel werden  $2 \times 25 \times 310$  mm 1,5 mm A2 Edelstahl zurechtgeschnitten. Mit einer 12 mm Bohrung in der Mitte und jeweils 2×3 mm Bohrungen (20 und 70 mm Randabstand) versehen.



Abbildung 23: Querträger des Rotors

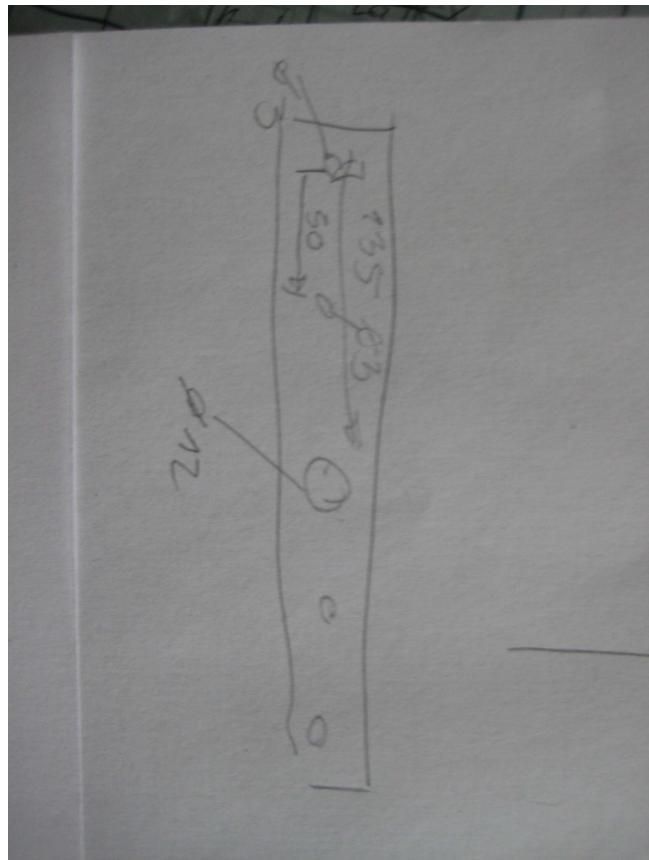


Abbildung 24: Bohrzeichnung Querträger des Rotors

Die Schaufel werden aus  $250 \times 140$  mm (1,5 mm) A2-Edelstahl Blechen gebogen. Für die Montage werden zwei 25 mm Laschen gebogen ( $90^\circ$ ).



Abbildung 25: Fertig gebogene Flosse

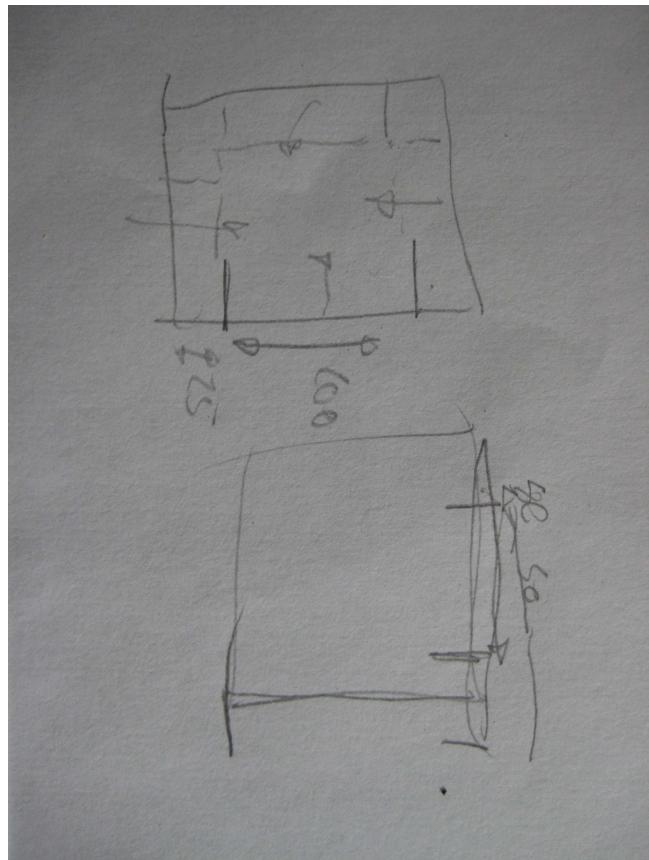


Abbildung 26: Bohr- und Schneidschablonen Rotorflossen

Zum Einsetzen der Welle in den Tank wird zunächst nur eine Flosse montiert. Hierzu wird eines der Querbleche mit zwei Selbstsichernden M12 Muttern am Ende der Welle (Ende ohne 6 mm Bohrung) montiert. Der zweite Querträger wird im Abstand von 200 mm vom ersten Montiert und zwischen zwei M12-Muttern gesichert. Nach Montage der Querträger wird die erste Flosse mit vier M3×15 mm Schrauben gesichert.



Abbildung 27: Halb-montierter Rotor

Anschließend wird der Rotor in den Tank eingeführt und die zweite Flosse montiert.

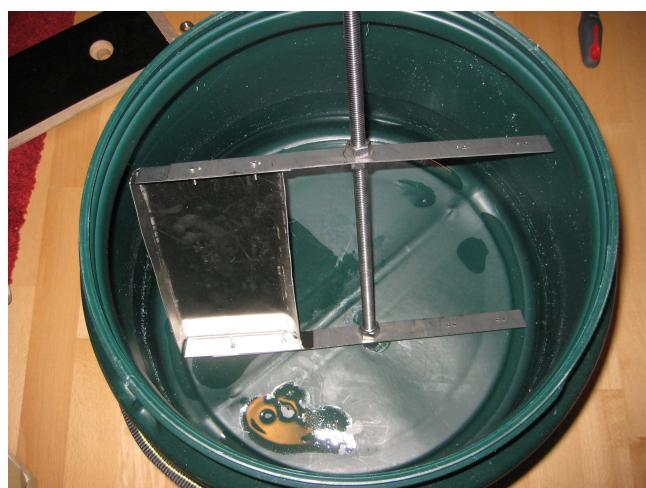


Abbildung 28: Positionierter Rotor

Nach der Montage wird der Tank mit dem Deckel verschlossen.

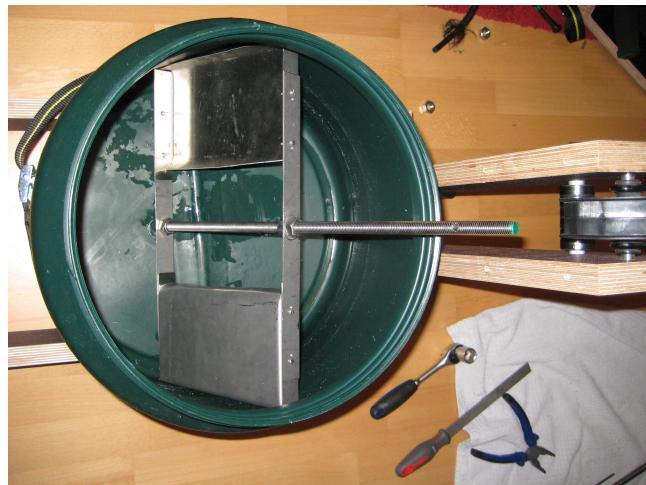


Abbildung 29: Vollständiger Rotor



Abbildung 30: Tank mit Rotor und Deckel

Montage zweier M12 Muttern (eine mit Magnet für den Sensor) auf der Welle und 15 mm Distanzhülse.



Abbildung 31: Magnet und Mutter auf Welle

Für die Ruderkinematik wird die  $40 \times 11,5$  cm Leiste mit einer  $24$  mm  $45^\circ$ Nut und zwei zentrierten Bohrungen für die Umlenkrolle ( $12$  mm,  $75$  mm) und Welle ( $195$  mm) versehen. Für die Welle wird mit einem  $32$  mm Forstnerbohrer eine  $10$  mm tiefe Bohrung (von der Oberseite) und anschließend eine  $20$  mm Durchgangsbohrung gesetzt.

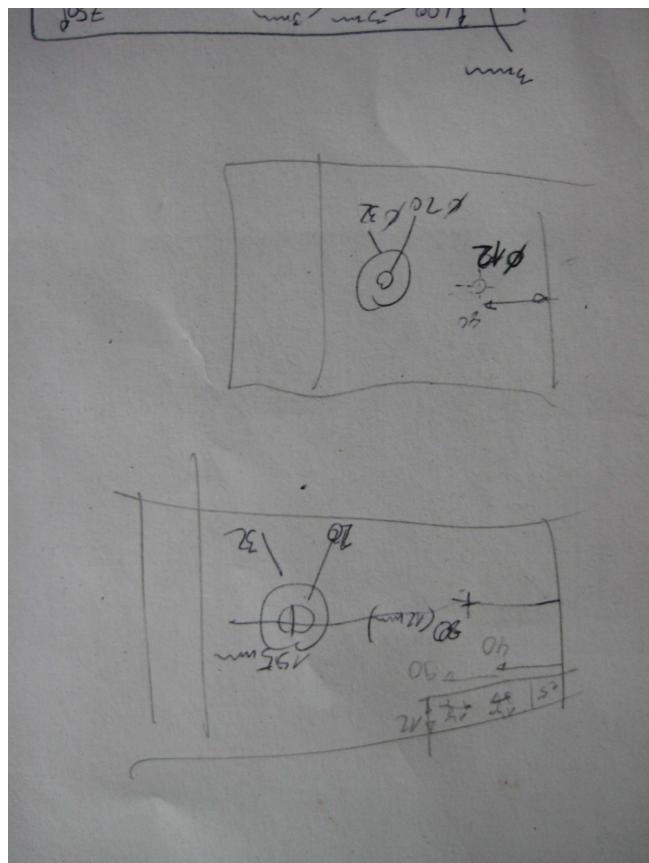


Abbildung 32: Bohrschablone Ruderkinematik



Abbildung 33: Untere Ruderkinematik (Oberseite)

Auf der Unterseite werden zwei 3 mm Bohrungen (185 und 205 mm mit

20 mm Seitenabstand) für die Montage des Fahrradsensors gesetzt. Zur Montage der 80×80 mm Stabilisierungsklötze werden zwei gesenkte 40 mm Bohrungen mit 25 mm Kantenabstand mit 40 mm und 90 mm auf beiden Seite ausgeführt.



Abbildung 34: Untere Ruderkinematik (Unterseite)

Die beiden Stabilisierungsklötze werden mit jeweils zwei SK TX 20 4,5×50 schrauben montiert.



Abbildung 35: Untere Kinematik mit Stabilisierungsteilen

Als Umlenkrolle wird eine 100 mm Gewindestange, mit 10 mm Distanzhülse, 3×Kugellager, eine 45 mm Plexiglasscheibe, 3×Kugellager und eine 7 mm Distanzhülse zusammengesteckt.



Abbildung 36: Umlenkrolle

Die obere Leiste der Ruderkinematik ( $30 \times 11,5$  cm Leiste) wird mit einer 24 mm 45°Nut und einer zentrierten Bohrung für die Welle (195 mm) versehen. Für die Welle wird mit einem 32 mm Forstnerbohrer eine 10 mm tiefe Bohrung (von der Oberseite) und anschließend eine 20 mm Durchgangsbohrung gesetzt. Für die Umlenkrolle wird eine zentrierten Bohrungen (12 mm, 75 mm) gesetzt. Zur Montage der  $80 \times 80$  mm Stabilisierungsklötzte werden zwei gesenkte 40 mm Bohrungen mit 25 mm Kantenabstand mit 40 mm und 90 mm auf beiden Seite ausgeführt.



Abbildung 37: Oberer Ruderkinematik (Oberseite)



Abbildung 38: Obere Ruderkinematik (Unterseite)

Die beiden Teile der Kinematik werden so ausgerichtetet, dass die eingesetzten Kugellager und Welle fluchten.



Abbildung 39: Ausgerichtete Ruderkinematik

Der Sensor wird auf der Unterseite der Ruderkinematik auf einem  $36 \times 22$  mm montiert.

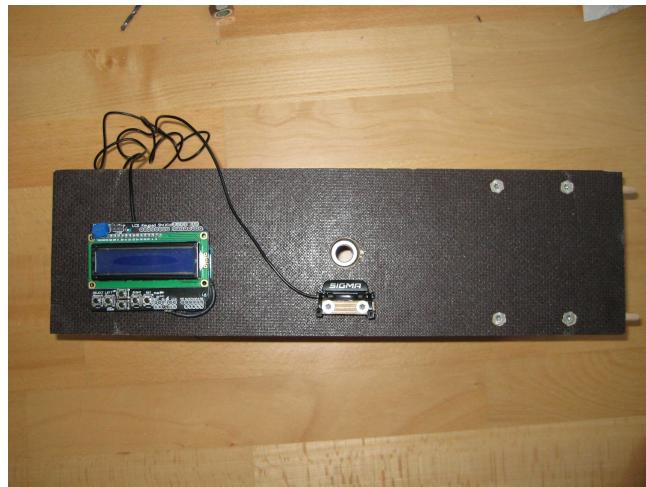


Abbildung 40: Ruderkinematik mit Sensor

Im nächsten Schritt soll die Rückziehrolle auf der Welle montiert werden. Zur Ausrichtung wurde eine auf Pass gedreht 19 mm×70 mm ABS Hülse mit 12 mm Durchgangsbohrung mit einer 5,5 mm (Abstand von oberer Kante) 6 mm Durchgangsbohrung verwendet. Die Sicherung der Welle erfolgt mit einer 41 mm M6 Hex-Schraube mit Selbstsichernder Mutter. Oberhalb der Hülse wird ein 13 mm Alu-Spacer montiert, bevor das Kugellager aufgesetzt und mit einer M12 Mutter und M12 Hutmutter gesichert wird.



Abbildung 41: Abschluss der Welle mit M12+M12 Hutmutter.

Als Zuggriff wird der Fahrradlenker auf 480 mm gekürzt, mittig mit einer 4 mm Bohrung versehen und der 3200 mm Gurt mit einer Hülse und Niete gesichert. 20 mm vom Ende des Gurtes wird ein Loch für die M5 Schraube des Mittnehmers gestanzt und der Gurt durchgefädelt.



Abbildung 42: Zuggriff mit Gurt



Abbildung 43: Befestigung des Zuggurtes

Für das Rückhohlen wird ein 2 m Langer Gurt montiert, zweimal um die Achse gewickelt und anschließend durch über die Umlenkrollen geführt.

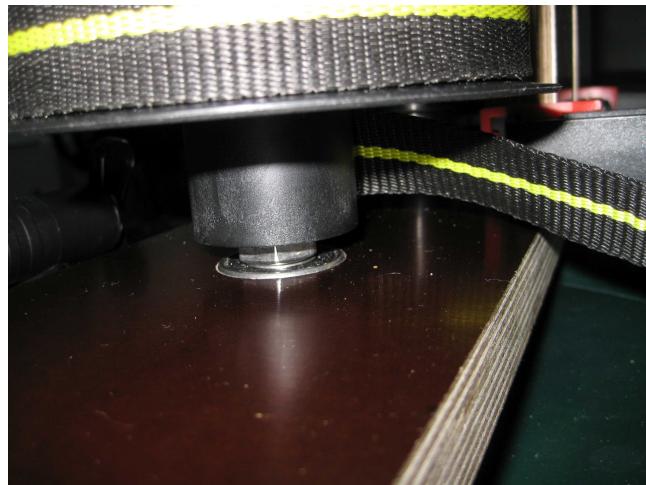


Abbildung 44: Befestigung des Rückholgurtes



Abbildung 45: Führung des Rückholgurtes

Im nächsten Schritt wird das Gummiseil mit dem Rückhohlgurt verbunden.



Abbildung 46: Befestigung des Rückholseils

Als Fußbrett wird die  $72 \times 26$  cm Leiste verwendet. Auf dieser werden zwei umgedrehte Türpuffer (als Halterung für den Griff) und eine Grundplatte für den Arduino montiert. Für die Füße werden zwei alte Sportschuhe montiert. Der Abstand und die Positionierung sind der folgenden Abbildung zu entnehmen.



Abbildung 47: Fertiggestellte Fußplatte

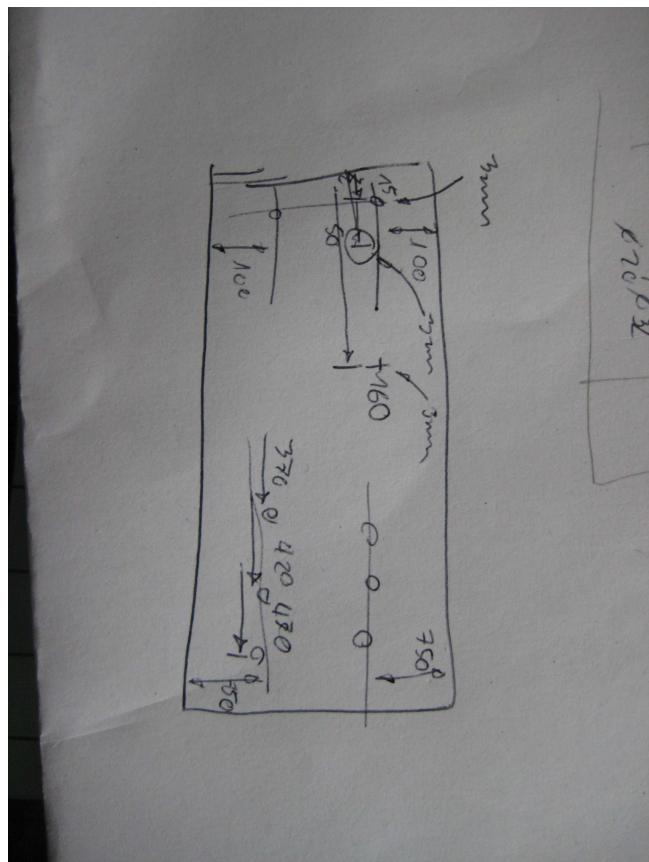


Abbildung 48: Bohrzeichnung Fußplatte

Das Fußbrett wird zunächst an der Unterseite mit den zwei seitlichen Schrau-

ben montiert. Die mittige Ausrichtung mit Bezug auf die Ruderkinematik kann mit zwei Anschlägen und Schnellspannzwingen erfolgen. Nach der Positionierung und Vorbohren mit einem 3 mm Bohrer wird die Fußplatte mit vier SK TX 20 4,5×40 fixiert.



Abbildung 49: Ausrichtung des Fußbrettes

Im nächsten Schritt wird der Rollhocker gebaut. Hierzu werden die zwei  $22 \times 8$  cm und der  $22 \times 20,3$  cm Zuschnitt zu einem U-Verschraubt. Die Bohrungen erfolgen mit jeweils 25 mm Kantenabstand (siehe Zeichnung ).

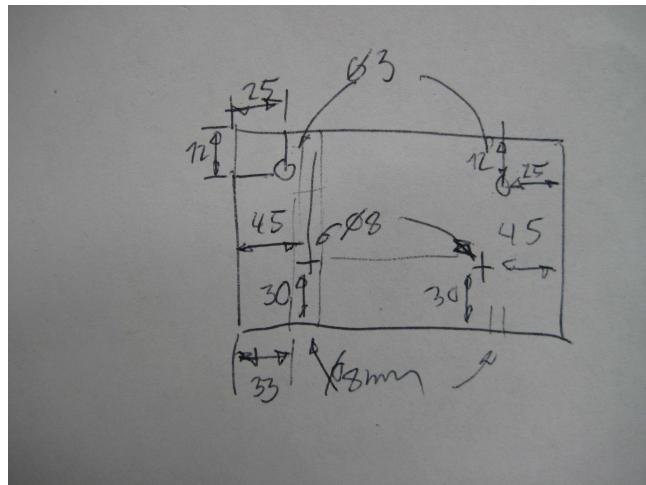


Abbildung 50: Bohrzeichnung Rollbock

Für die Montage an das Sitzkissen werden  $4 \times 8$  mm Durchgangsbohrungen zentriert mit 33 mm Kantenabstand gesetzt (langer Bohrer von Nöten, oder Bohren mit Anschlag). Als Laufräder werden vier Skateboard Rollen auf, auf 75 mm gekürzte M8 Flachkopfschrauben mit 15 mm Aluminiumdistanzhülsen montiert und mit selbstsichernden M8 Muttern versehen.



Abbildung 51: Rollbock mit Skateboardrollen

Nach zusammenschrauben der U-Form werden vier Kugellager mit jeweils einem 1 mm Aluminiumspacer und 110 mm M8 Hex Schrauben montiert. Die Kugellager werden mit den Schrauben so ausgerichtet, dass der Schlitten mittig auf der Rudermaschine läuft.



Abbildung 52: Rollbock

Zur Fertigstellung der Rudermaschine wird der Sitz auf die Laufschienen gesetzt. Um ein Herausrollen aus der Schiene zu verhindern werden zwei selbstklebende Rutschstopper auf die Schiene geklebt.



Abbildung 53: Rutschstopper am Ende der Laufschienen

Im letzten abschließenden Schritt muss der Rundlauf des Rotors getestet werden. Hierzu wird der Tank durch den Hahn mit 10l Wasser befüllt. Nach entsprechender Höhenausrichtung der Rotors kann der Tank mit Silikon verschlossen werden, so keine Änderungen an diesem durchgeführt werden müssen. Sollten Änderungen notwendig sein ist es am einfachsten die seitliche Verschraubung des Fußbrettes zu lösen und den Tank nebst Ruderkinematik nach hinten herauszuziehen.