



Unser Konzept: Das  
Wasser ist keine Grenze  
mehr!

STARTING! 2017  
TEAM KATHARINA PAULUS

# Vorwort

Mit Freude präsentiert Ihnen das Team Katharina Paulus, das im Rahmen der StartInG! Woche, entwickelte Gesamtkonzept des Sealanders 680.

Im Folgenden Verzeichnis ist die Dokumentation unserer Ausarbeitung aufgeführt:

## Inhalt

1.0	Skizze des Gesamtsystems .....	2
1.1	Schaltskizze der Elektronik zum Antrieb .....	3
1.2	Skizze des Steuersystems .....	3
1.3	Verwendete Teilsysteme für den Abtrieb .....	4
1.3.1	Unser Motor .....	4
1.3.2	Akku .....	4
1.3.3	Ladegerät .....	4
1.3.4	Wandler .....	4
1.3.5	Brennstoffzelle .....	4
1.3.6	Steuerung .....	4
1.4	Gadget Liste .....	4
2.0	Skizze und Funktionsdarstellung der wichtigsten Teilkomponenten.....	5
2.1	Unsere Verstauekonstruktion (Anleitung) .....	5
2.2	Unsere Steuerbrücke (Flybridge).....	8
2.3	Thruster Position .....	8
2.4	Steuersystem .....	8
3.0	Überschlagsrechnung zur Dimensionierung und Wirtschaftlichkeit.....	9
4.0	Berechnungen .....	10
4.1	Berechnung für die Auswahl des Motors .....	10
4.2	Berechnung des Sperrriegels.....	10
4.2.1	Berechnen der Kraft, auf den Sperrriegel anhand des Momentengleichgewichtes .....	10
4.2.2	Berechnung der zulässigen Scherspannung .....	10
4.2.3	Berechnung des Durchmessers (Bei 2 Bolzen) .....	10
5.0	Ausführung der Anforderungskriterien.....	11
6.0	Quellen .....	12

## 1.0 Skizze des Gesamtsystems

- Modernes Design
- Perfekt für den „klassischen/modernen Camper“
- Kein Bootsführerschein nötig
- Einfache und Intuitive Bedienung
- Viele Features (Smarthome)
- Einfache Verstauung des Antriebs durch eine Person möglich



Abbildung 1: Gesamtansicht des Sealander 680



Abbildung 3: Ansicht von hinten

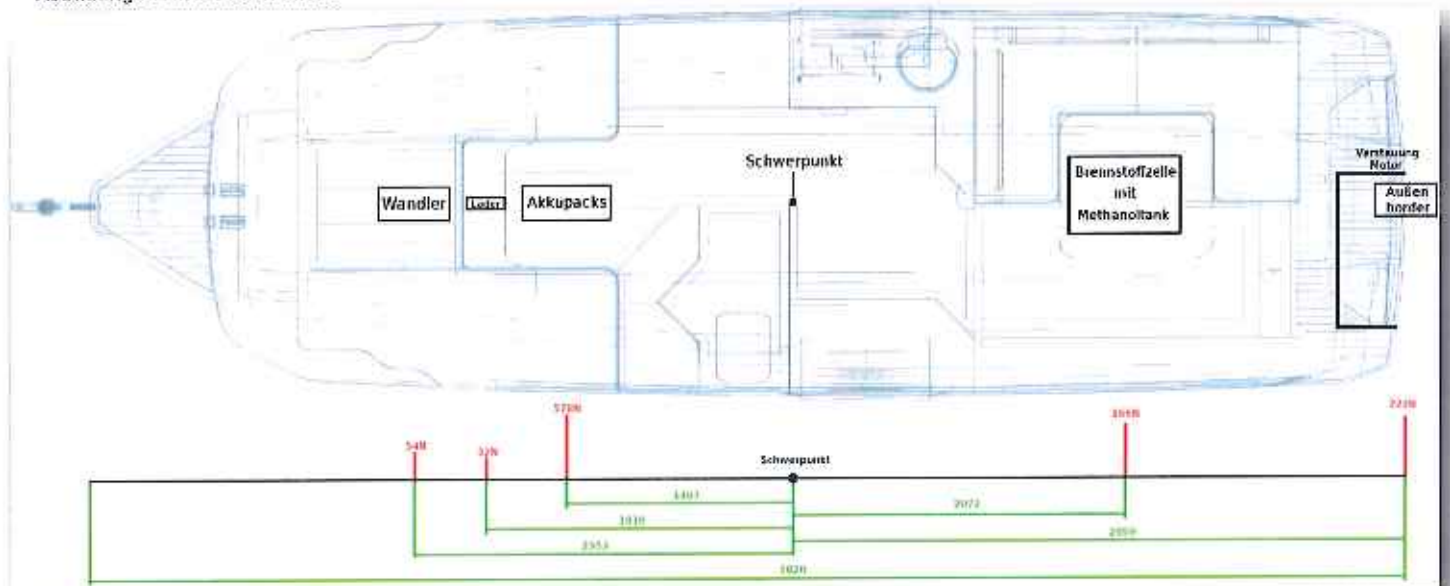


Abbildung 2: Sealander Draufsicht und Position der Teilsysteme. Darunter: Vereinfachte Seitenansicht als Wippe dargestellt.

Anhand von Gewichtsrechnungen war es möglich die Position der Teilsysteme (siehe Abb. 1) so festzulegen, dass der Sealander auf seiner Wasserlinie tariert ist und keine Bug- oder Heck-Lage erfährt. Alle Gerätschaften sind mittschiffs angeordnet. Die Tiefe (in das Bild rein) sollte möglichst nah bei der Kiellinie sein, um den Schwerpunkt tief zu halten.

## 1.1 Schaltskizze der Elektronik zum Antrieb

- Energieversorgung des Antriebs:
  - Brennstoffzelle
  - Solarpanels
  - Lichtmaschine des ziehenden Fahrzeugs
  - Landnetzanschluss
- DC /AC Wandler sorgt für nötige Spannungsumwandlung
- In Reihe geschaltete Akkus liefern Energie für Elektromotor.

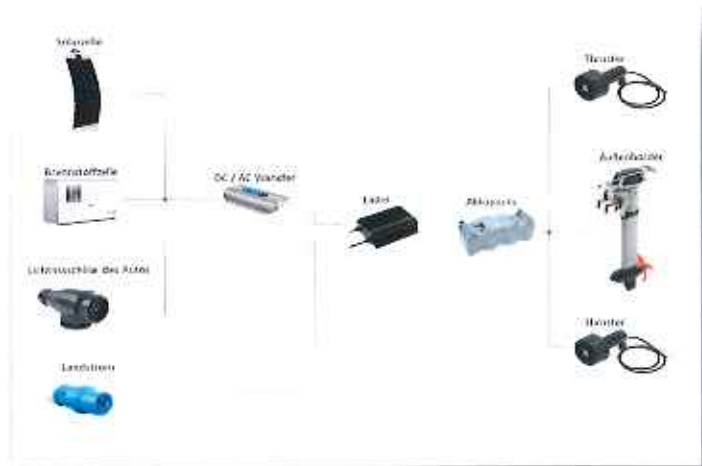


Abbildung 4: Vereinfachte Schaltskizze

## 1.2 Skizze des Steuersystems

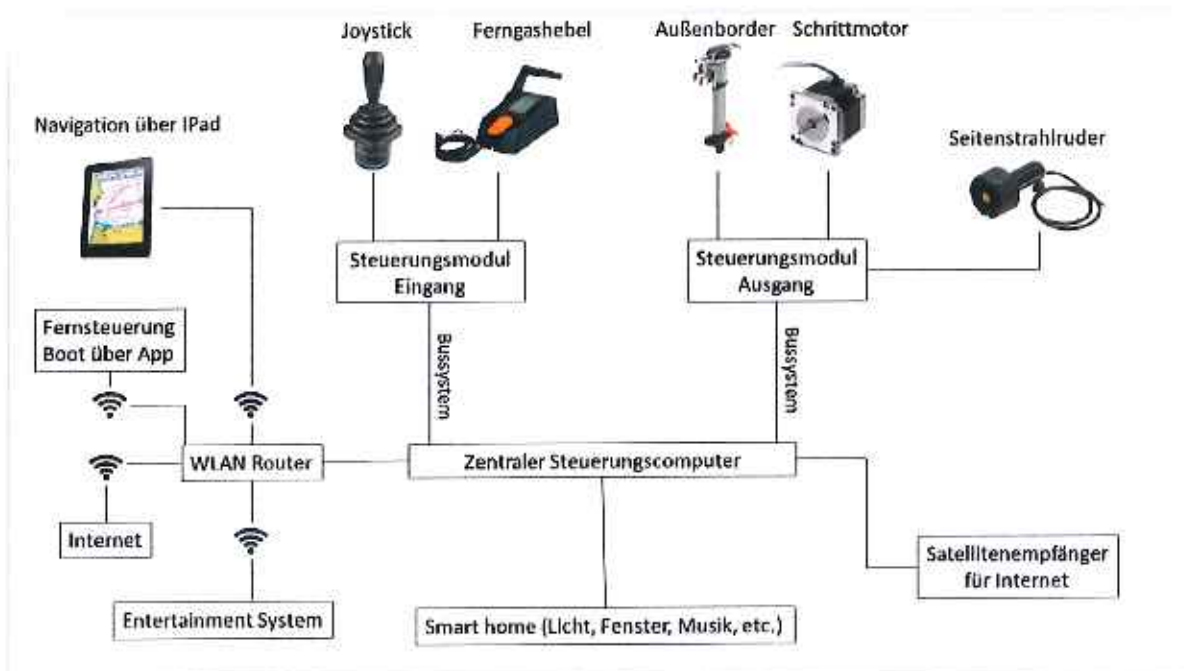


Abbildung 5: Verknüpfungen zum Zentralen Steuerungscomputer

- Zentraler Steuerungscomputer sorgt für die Verwaltung aller Daten
- Durch Gashebel und Joystick werden Steuerungsbefehle eingegeben und über ein Busssystem mit dem Steuerungscomputer bis zum Außenborder, Schrittmotor und Seitenstrahlruder geleitet
- Durch einen Satellitenempfänger ist das empfangen von Fernseh- und Internetsignal möglich
- Über die WLAN Konnektivität kann der Benutzer mit einem Smartphone oder Tablet das Boot fernsteuern, das Entertainmentssystem bzw. Smarthome bedienen und navigieren.

## 1.3 Verwendete Teilsysteme für den Antrieb

### 1.3.1 Unser Motor

- **Torqeedo Cruise 4.0 RS (3549€)**
  - Gewicht: 16,1 Kg
  - Eingangsleistung: 4000 W
  - Vortriebsleistung in Watt: 2240
  - Vergleichbarer Benzin- Außenborder (Vortriebsleistung): 8 PS



Abbildung 6: Torqeedo Cruise 4.0 RS

### 1.3.2 Akku

- **2x Torqeedo Power 26 – 104 (2499€)**
  - Lithium Hochleistungsbatterie mit 2.685 Wh
  - Nennspannung 25,9 V; Ladung 104 Ah
  - Gewicht: 2x 24.3 kg
  - Wasserdicht IP67
  - Reichweite: Halbgas 162km



Abbildung 7: Torqeedo Power 26 – 104

### 1.3.3 Ladegerät

- **Torqeedo Ladegerät Power 26 – 104 (399€)**
  - Wasserdicht IP67
  - Ladestrom: 10A
  - Ladezeit: 0 – 100% max. 11 Std
  - Gewicht: 3,3 kg



Abbildung 8: Torqeedo Ladegerät Power 26 – 104

### 1.3.4 Wandler

- **Mean Well A – 301/302 – 1K7 (270€)**
  - Eingangsspannung: 12 V
  - Ausgangsspannung: 230 V ± 10%
  - Leistungskapazität: 1500 W
  - DC / AC
  - Gewicht: 5.5 kg



Abbildung 9: Mean Well A – 301/302 – 1K7

### 1.3.5 Brennstoffzelle

- **EFOY COMFORT 210 (5499€)**
  - Max. Leistung: 105 W
  - Ladekapazität / Tag: 210Ah
  - Nennspannung: 12 V
  - Ladestrom: 8,8 A
  - Nennverbrauch / kWh: 0,9 L
  - Gewicht: 8,5 kg
  - Treibstoff: Biomethanol



Abbildung 10: EFOY COMFORT 210

### 1.3.6 Steuerung

- **Bestandteile des Systems**
  - 2 Bugstrahlruder (**SeaBotix von Teledynemarine**) [200€]
  - Joystick (**Try 100 von Megatron**)
    - Drehung des Außenborders durch links/rechts Bewegung des Joysticks
    - Steuerung des Bugstrahlers durch drehen des Joystickkopfes

**Gesamtkosten: ~ 14915€**

## 1.4 Gadget Liste

Server:	Hp Proliant Gen 10 Ultra	227€
Radio:	Fusion MS-RA205KTS Combo Pack	257,50€
Innenbeleuchtung	Lunatic PX1802 WLAN-Controller	39,90€
WLAN-Hotspot	HUAWEI E5330 Mobiler WLAN Hotspot	47,99€
Sicherheitsystem	Geosafe GPS Alarm Tracker	139,90€
Unterwasserbeleuchtung	Yachtlight Pacific LED 12-24V 30W Blau	je 548,99€
Heizung	Isotherm Air Heater 12-24V	319,95€
	<b>Gesamt:</b>	<b>1581,23</b>

## 2.0 Skizze und Funktionsdarstellung der wichtigsten Teilkomponenten

### 2.1 Unsere Verstauekonstruktion (Anleitung)

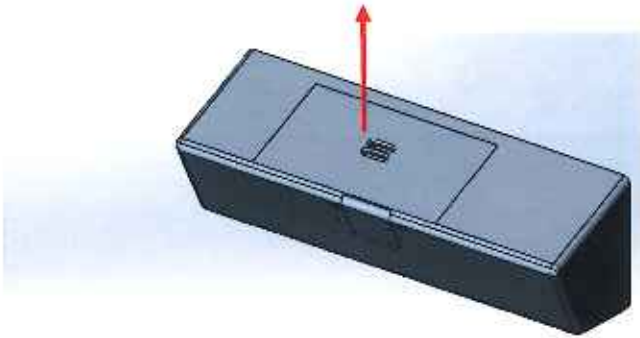


Abbildung 11: Deckel entfernen

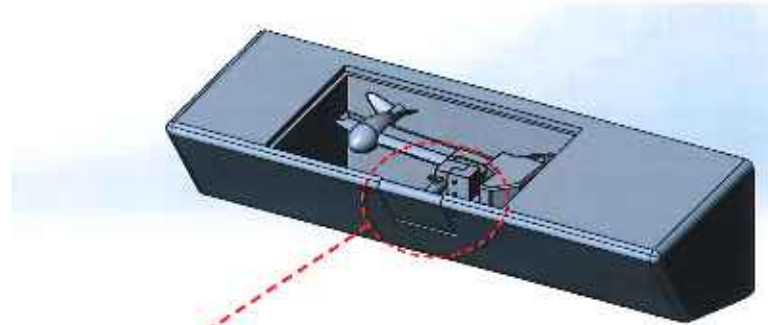


Abbildung 12: Antrieb in Stauposition

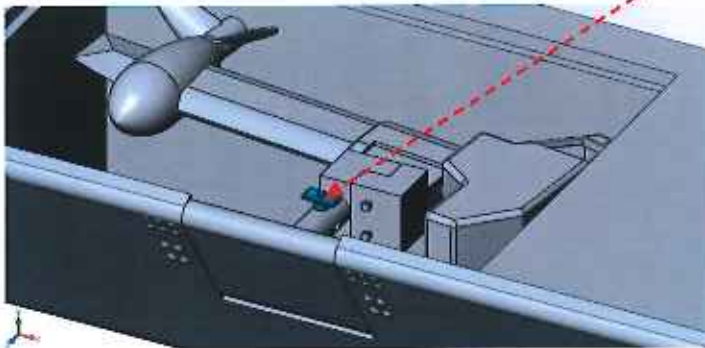


Abbildung 14: Genauere Betrachtung auf den Kugelsperbolzen

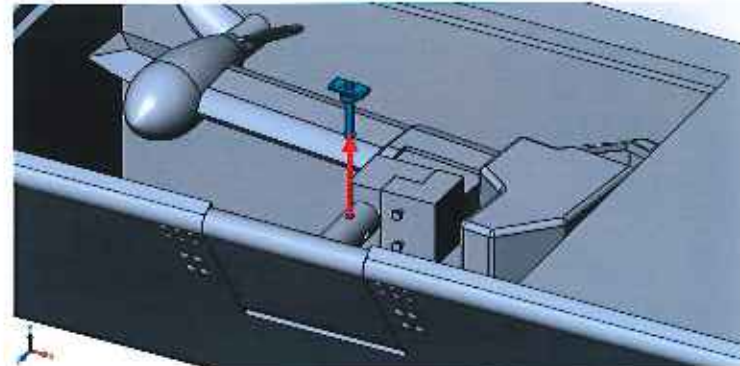


Abbildung 13: Entfernen des Kugelsperbolzens

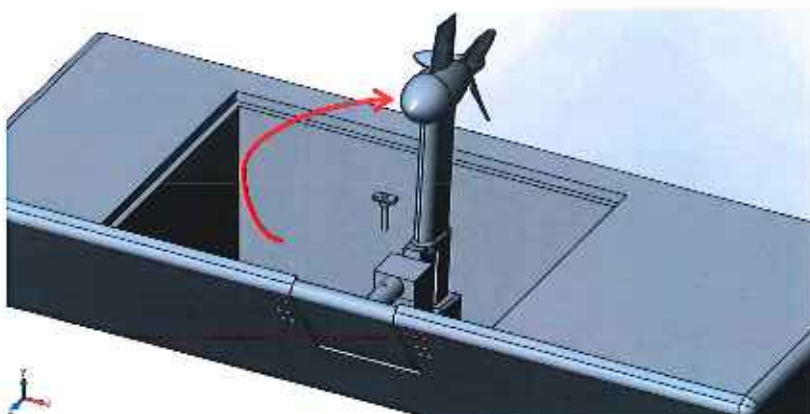


Abbildung 15: Ausklappen des Motors

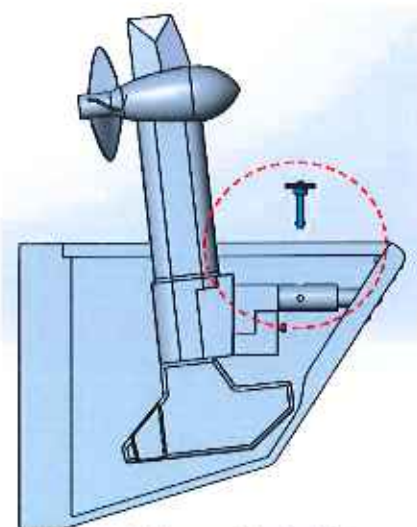


Abbildung 16: Seitenansicht des Motors mit Kugelsperbolzen

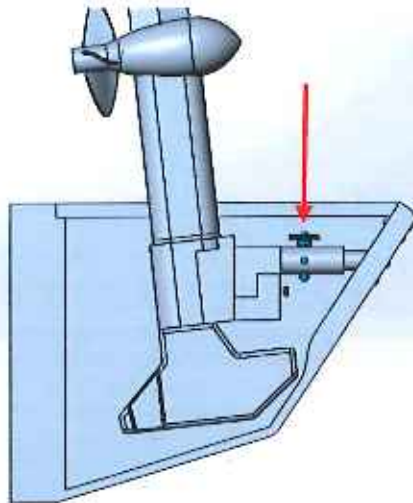


Abbildung 18: Sichern des Motors durch den Sperrbolzen

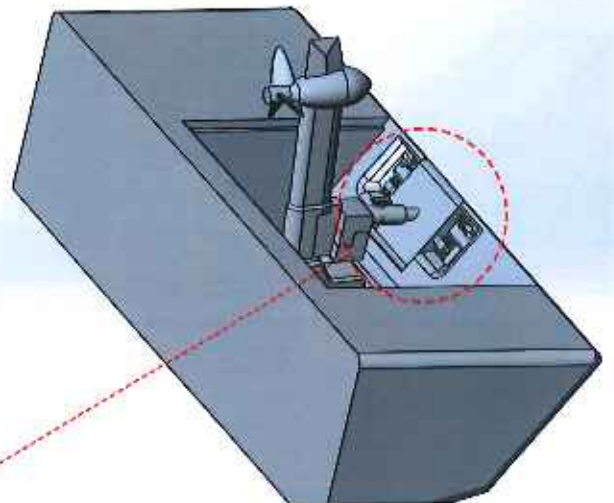


Abbildung 17: Genauere Betrachtung der Klappenverriegelung

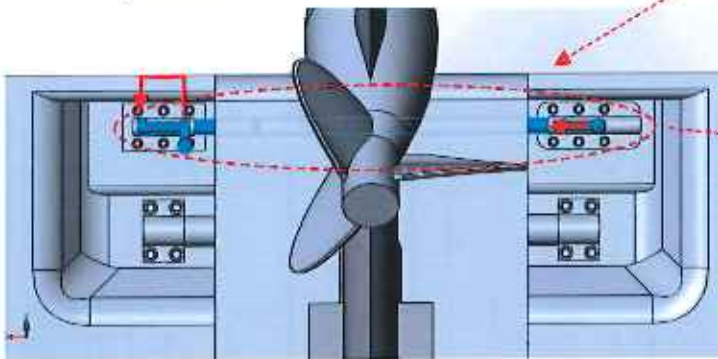


Abbildung 20: Entsperren der Verriegelung

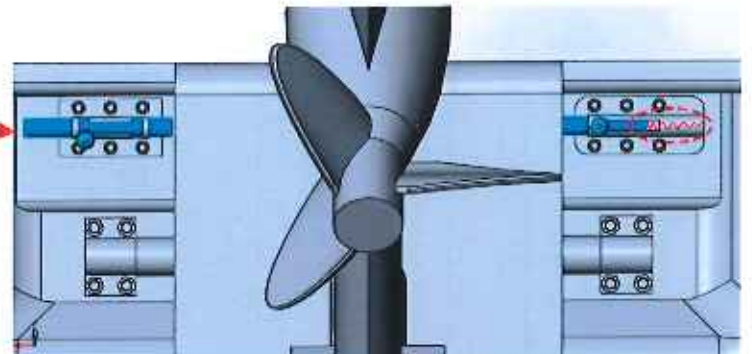


Abbildung 19: Bedienung nur auf linker Seite erforderlich (rechte Seite wird durch Feder bewegt)

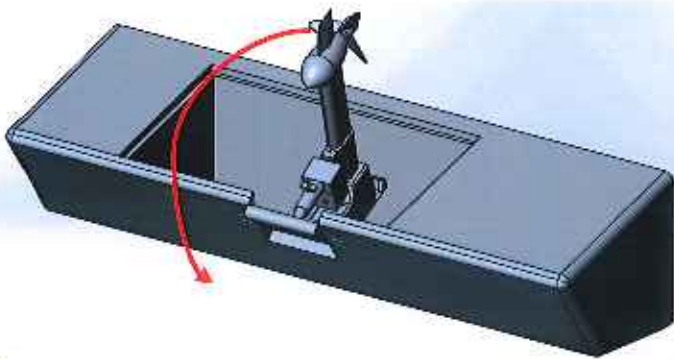


Abbildung 22: Ausklappen des Motors

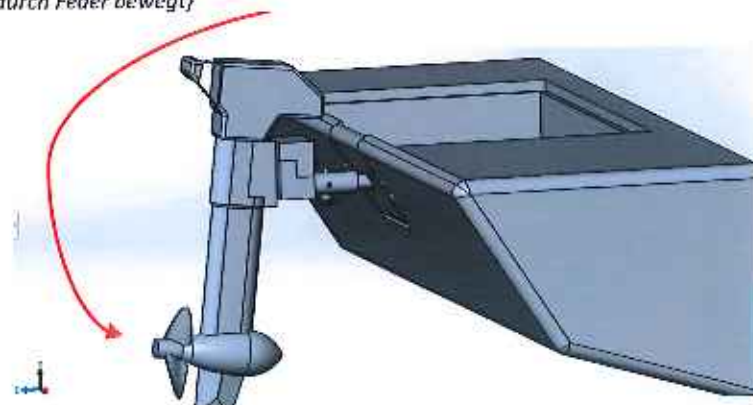


Abbildung 21: Motor in Fahrposition Bringen

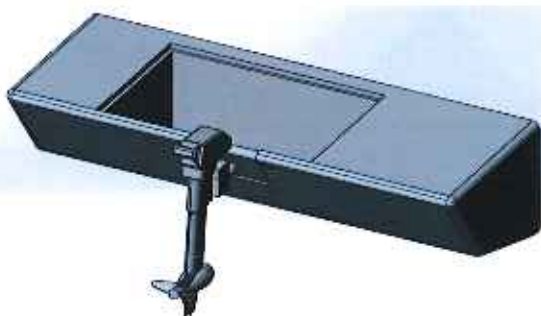


Abbildung 23: Heck durch Motorspiegel geschlossen und Spritzwasser geschützt

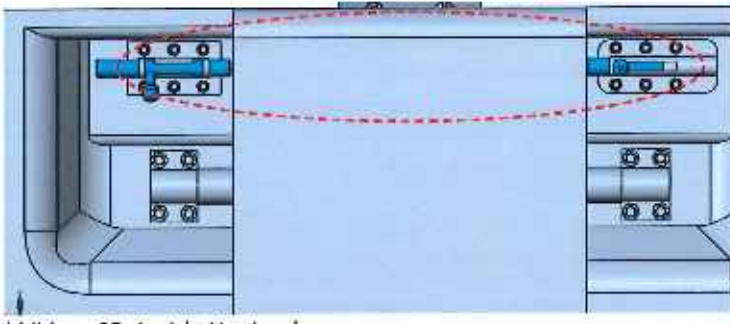


Abbildung 25: Ansicht Verriegelung

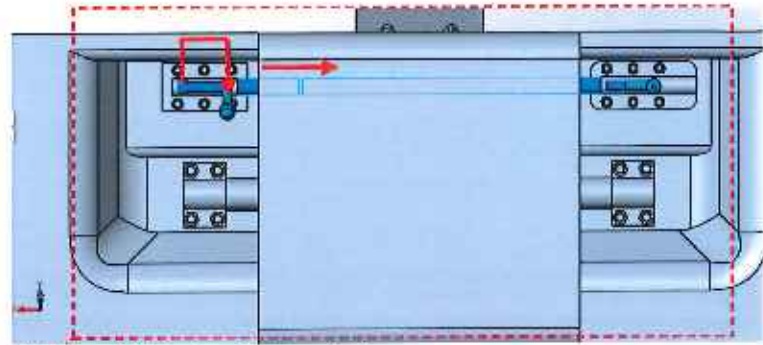


Abbildung 24: Motorspiegel verriegeln

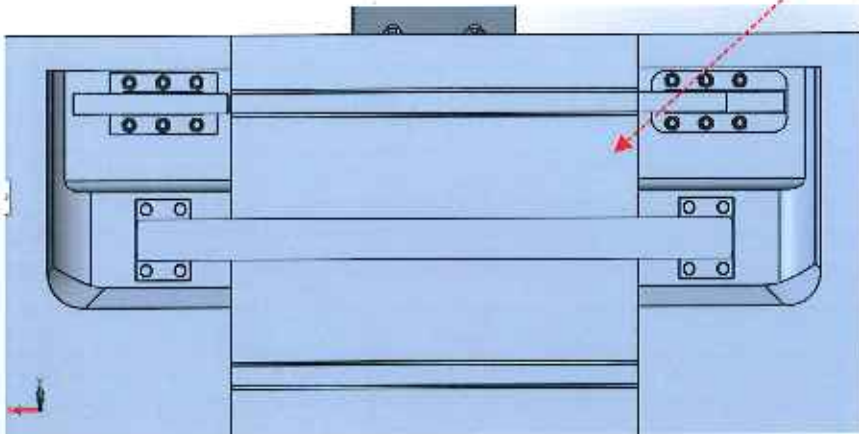


Abbildung 26: Schnittansicht des Motorspiegels

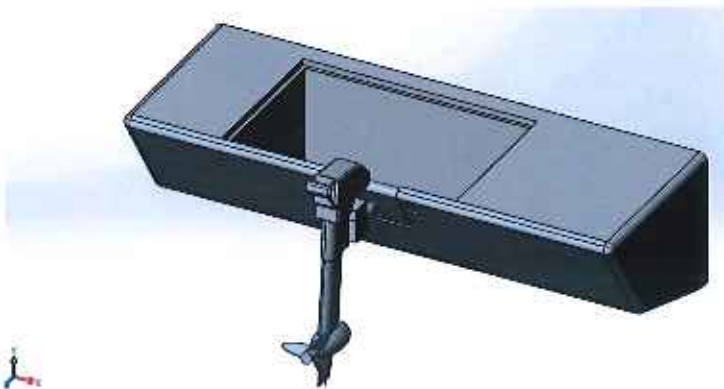


Abbildung 27: Motor in Fahrposition

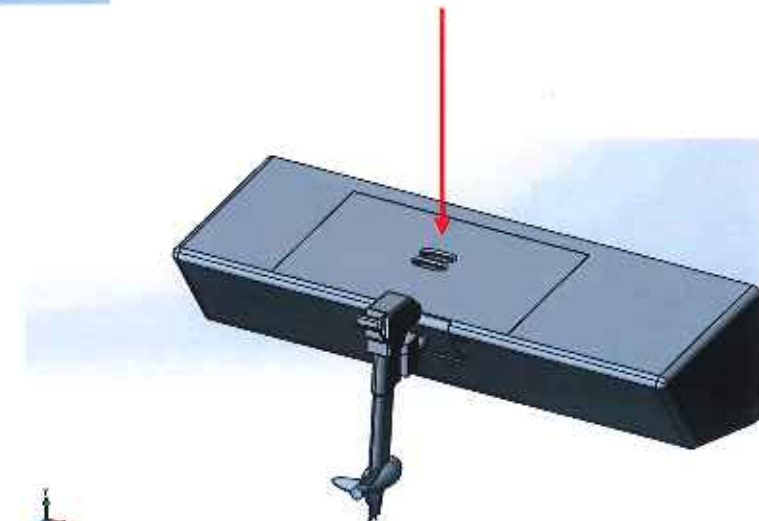


Abbildung 28: Boot bereit zum Ablegen!



## 2.2 Unsere Steuerbrücke (Flybridge)

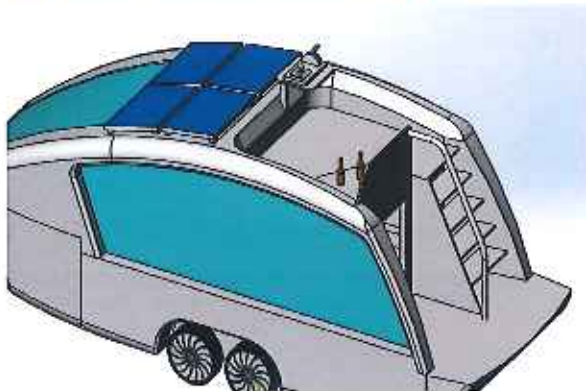


Abbildung 30: Flybridge mit PV-Anlage

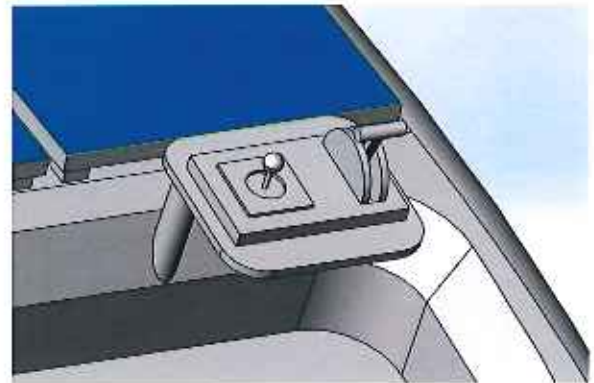


Abbildung 29: Vereinfachte Steuerkonsole

## 2.3 Thruster Position

Zur besseren Manövrierbarkeit bei langsamer Fahrt und An-/Ablege Manövern sind links und rechts gespiegelt zwei Bugstrahlruder positioniert.

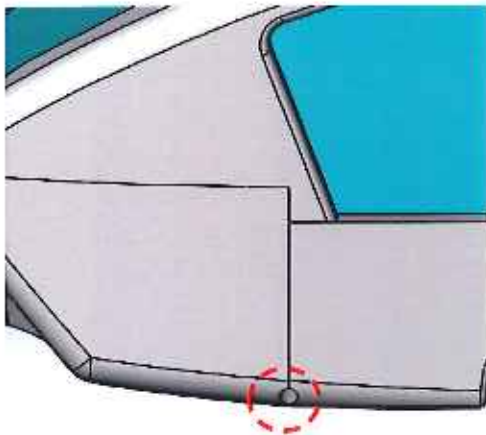


Abbildung 32: Position der Bugstrahlruder

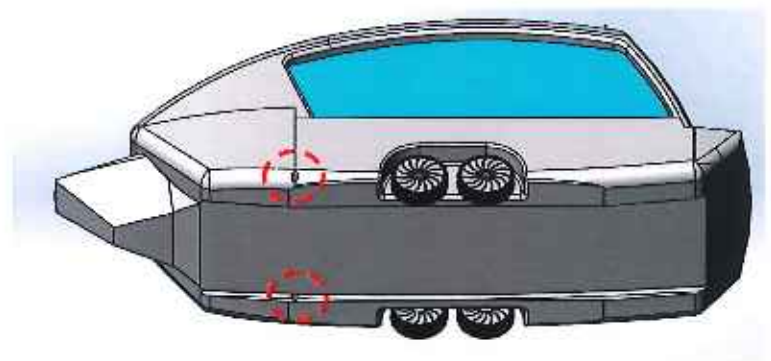


Abbildung 31: Ansicht von schräg unten auf die Thruster

## 2.4 Steuersystem

Unsere Idee zur Anlenkung ist so kompakt gebaut, dass die Verstaung des Motors nicht beeinträchtigen ist.



Abbildung 34: Motor mit Lenkeinrichtung

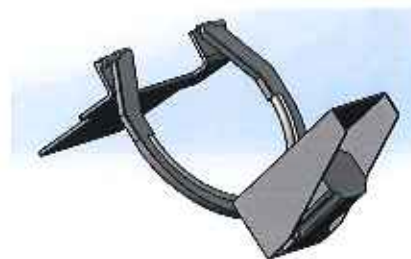


Abbildung 33: Lenkeinrichtung mit Ritzel und Zahnkranz

### 3.0 Übersichtsrechnung zur Dimensionierung und Wirtschaftlichkeit

KOSTEN	Beschreibung							
<b>1 Entwicklungskosten</b>		<i>Personal</i>						
<i>Die Entwicklungskosten sind die Kosten, die lediglich zu Beginn einer Produktentwicklung einmalig anfallen.</i>	Anzahl Mitarbeitende	10						
	Arbeitsstunden pro Tag	8						
	Stundenlohn	€ 75,00						
	Tage	5	Start ING! Woche					
	Faktor Lohnnebenkosten	2						
	Divlsons-Faktor für Einzel- oder Serlenfertigung	3	3 Jahre Serlenfertigung 10 Stück pro Jahr					
	Werden die Arbeitsschutzgesetze eingehalten, z.B. der ILO?	Ja						
<b>Gesamte Entwicklungskosten</b>								<b>€ 20000,00</b>
<b>2 Material (pro Jahr)</b>		<i>Material, Vorprodukte, Rohstoff (Motoren, Stahl)</i>		<i>Kosten in €</i>		<i>Regen</i>	<i>Recycle</i>	<i>Gefahre</i>
<i>Die Materialkosten sollen für ein Produktionsjahr berechnet werden. Handelt es sich um eine Einzelanfertigung, existieren nur einmalige Materialkosten. Zur Vereinfachung werden Hilfs- und Betriebsstoffe aus der Berechnung ausgelassen.</i>	Teilsysteme Antrieb/ Steuerung	4716,39						
	Teilsystem Energieversorgung	11925,8						
	Gadgets	2190,77						
<b>Gesamte Materialkosten</b>								<b>181.724,10 €</b>
<b>3 Lohnkosten inkl. Maschinen (pro Jahr)</b>								
<i>Für die Herstellung des Produkts fallen Lohnkosten an. Diese werden pro Jahr berechnet</i>	Anzahl Mitarbeitende	5	1x Logistik 4x Installation					
	Arbeitsstunden pro Tag	8						
	Stundenlohn	50	pro Stunde					
	Tage im Jahr	20	Tage pro Jahr					
	Werden die Arbeitsschutzgesetze eingehalten, z.B. der ILO?	Ja						
<b>Gesamte Materialkosten</b>								<b>40.000,00 €</b>
<b>GESAMTKOSTEN (pro Jahr)</b>								<b>241.924,10 €</b>
<b>5 Folgekosten (pro Jahr) für Nutzer*Innen</b>								
<i>Das Produkt soll möglichst geringe Folgekosten für die Nutzer*Innen zur Folge haben.</i>	Energiekosten / Emission in CO2-Äquivalent	0	Strom, Wärme, Kälte (z.B. 0.25€/kWh) / Gramm CO2-eq. pro Nutzungsdauer					
	Wasserkosten / Wasserverbrauch	0	1,50€/m³					
	Reparatur							
	Wichtige Verschleißteile können ausgetauscht werden	Ja	Ja / Nein					
	(Einfache) Reparaturarbeiten können von den Nutzer*innen selbst durchgeführt werden	Ja	Ja / Nein					
Nutzungsdauer verlängern								
Können weitere Personen, ggf. durch einfache Änderungen, das Produkt nach Erstinutzung verwenden?	Ja	Ja / Nein						
Entsorgung								
Entstehen Kosten bei Entsorgung durch Gefahrenstoffe o.ä.?	Ja	Ja / Nein						
<b>Einschätzung Folgekosten</b>								
<b>ERLÖS</b>		<i>Beschreibung</i>						
	Verkaufspreis pro Stück	#####	Gesamtkosten + Gewinnaufschlag					
	Verkaufte Stückzahl pro Jahr	10	Einzelanfertigung / Serienfertigung					
Umsatz = Verkaufspreis pro Stück * Stückzahl								<b>1.250.000,00 €</b>
Gewinn = Umsatz - Gesamtkosten								<b>1.008.075,90 €</b>

## 4.0 Berechnungen

### 4.1 Berechnung für die Auswahl des Motors

➤ Variablen:

- $C$  = Admiraltätskonstante  $\left[ \frac{\text{kn}^3 + \text{t}^{\frac{2}{3}}}{\text{PS}} \right]$
- $P$  = Antriebsleistung [PS]
- $\Delta$  = Verdrängung [t]
- $v$  = Geschwindigkeit [kn]

➤ Allgemeine Formeln:

$$C = \frac{v^3 \cdot \Delta^{\frac{2}{3}}}{P}$$

$$P = \frac{(v^3 \cdot \Delta^{\frac{2}{3}})}{c}$$

➤ Berechnung des  $C$  – Wertes mit Vergleichsdaten vom Sealander 380

$$C = \frac{5^3 \cdot 0,55^{\frac{2}{3}}}{1,36} = 61,7 \frac{\text{kn}^3 + \text{t}^{\frac{2}{3}}}{\text{PS}}$$

○

○ Übertrag auf Sealander 680

$$P = \frac{6,5^3 \cdot 2^{\frac{2}{3}}}{61,7} = 7,06 \text{PS}$$

**Der benötigte Motor muss min. ~ 7 PS leisten.**

### 4.2 Berechnung des Sperrriegels

#### 4.2.1 Berechnen der Kraft, auf den Sperrriegel anhand des Momentengleichgewichtes

Kraft des Motors: 850N

Abstand zum Drehpunkt: 0,625m

Kraft auf den Sperrriegel:  $F_s$

Abstand zum Drehpunkt: 0,1m

$$850 \cdot 0,625 = F_s \cdot 0,1$$

$$F_s = 5312,5 \text{N}$$

#### 4.2.2 Berechnung der zulässigen Scherspannung

Streckgrenze: 220N/mm<sup>2</sup> (1.4539)

$$\text{Schерfließgrenze: } 0,6 \cdot 220 = 132 \text{N/mm}^2$$

$$\text{Zulässige Scherspannung: } \frac{132}{2,5} = 52,8 \text{N/mm}^2$$

#### 4.2.3 Berechnung des Durchmessers (Bei 2 Bolzen)

$$\text{Erf. Querschnittsfläche: } \frac{2656}{52,8} = 50,3 \text{mm}^2$$

$$\text{Erf. Durchmesser: } \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 50,3 \text{mm}^2$$

$$\underline{d = 8 \text{mm}}$$

## 5.0 Ausführung der Anforderungskriterien

Anforderungstabelle			
NR.	Forderung / Wunsch	Anforderung	Unser Konzept
1	F	CE – Seetauglichkeit Kategorie D	Erfüllt
2	W	CE – Seetauglichkeit Kategorie C	Nicht Erfüllt
3	F	Theoretische Rumpfgeschwindigkeit von 6,5 kn	Erfüllt (siehe Motorleistung)
4	F	Reichweite s = 12sm bei Halbgas	Erfüllt (Siehe Akku, Energieversorgung)
5	F	Gesamtgewicht des Antriebs ≤ 180 kg	Erfüllt
6	F	Ist der Antrieb im Wasser ≥ 120kg, so muss er auf der Straße entfernt werden	Erfüllt
7	F	Der Antrieb muss kraftflussgerecht am Rumpf befestigt werden	Erfüllt (siehe Abb.2)
8	F	Umrüsten des Antriebs (Straße / Wasser durch eine Person)	Erfüllt
9	F	Manövriermöglichkeit bei niedriger Geschwindigkeit z.B. beim An- und Ablegen unter Berücksichtigung der speziellen Bugform bzw. des Unterwasserschiffes muss gegeben sein	Erfüllt (siehe 2.3)
10	F	Der vorhandene Steuerstand auf dem Dach (Flybridge) darf hinsichtlich der Funktionalität, der Rundumsicht und der Position nicht beeinträchtigt werden.	Erfüllt (siehe 2.2)
11	W	Die Steuerung ist von verschiedenen Positionen möglich (mobil)	Erfüllt (siehe 1.2)
12	W	Intermodalität; mögliche Applikation und digitale Features rund um den Einsatz und Nutzung eines zeitgemäßen Wohnwagens/Bootes (smart home) im Kontext Elektrifizierung und Digitalisierung.	Erfüllt (siehe 1.2)
13	W	Es soll möglichst wenig Nutzraum beeinträchtigt werden.	Erfüllt
14	W	Optionales Verstauen des Antriebs während der Straßennutzung.	Erfüllt (siehe 2.1)
15	W	Mögliche zusätzliche „Fun“-Features als Verkaufsargumente (extra Gadgets).	Erfüllt

Anforderung	Erfüllt	Nicht/Teilweise erfüllt	Wünsche	Gefordert	

## 6.0 Quellen

### Motor: Torqeedo Cruise 4.0 RS / Torqeedo Power 26 – 104 / Torqeedo Ladegerät Power 26 – 104

<http://www.torqeedo.com/de>

### Joystick:

<http://digchip.com/datasheets/photos/1230/HFX-22S10.jpg>

### Ferngashebel:

<http://www.torqeedo.com/de/produkte/zubehoer/kabel-und-steuerung/ferngashebel/1918-00.html>

### Wandler:

<https://meanwell.com>

### Bugstrahlruder:

<http://ocean-innovations.net/companies/seabotix/options/auvrov-thrusters/>

### iPad:

<https://www.apple.com/de/ipad/>

### Solarpanel

<http://awn.de/bootsausruestung>

### Schrittmotor

<https://de.nanotec.com>

### Brennstoffzelle:

<https://www.efoy-comfort.com>