

# startIng!



**SEALANDER**



Team Ada Lovelace

13.11.2017

„Ada-Pod“

## Inhalt

1. Einleitung .....	2
2. Diversity .....	3
3. Antrieb .....	4
3. Antriebsdimensionierung .....	5
4. Steuerung .....	7
4.1. Flybridge .....	7
4.2. Fernbedienung.....	8
4.3. CruiseMode.....	8
4.4. HarbourMode .....	8
5. Kosten- Leistungsrechnung.....	9
6. Gadgets .....	10
7. Konklusion.....	11

## 1. Einleitung

Die Anforderungen des zu entwickelnden Antriebskonzepts lauten:

- CE-Seetauglichkeitseinstufung Kategorie D
- Theoretische Rumpfgeschwindigkeit von 6,5kn
- Min. Reichweite 12sm bei Halbgas
- Gesamtgewicht des Antriebes  $\leq 180\text{kg}$
- Wenn der Antrieb schwerer als 120kg ist muss er für den Straßengebrauch entfernt werden
- Antriebsanlage ist kraftflussgerecht am Rumpf anzubringen
- Umrüstung des Antriebes (Straße/Wasser) durch eine Person
- Einfache Manövrierbarkeit bei niedriger Geschwindigkeit (An-und Ablegen)
- Der Steuerstand auf der Flybridge wird nicht verändert

Die folgenden Anforderungen sollten nach Möglichkeit auch erfüllt werden:

- CE-Seetauglichkeitseinstufung Kategorie C
- Die Steuerung ist von verschiedenen Positionen möglich (mobil)
- Digitale Features, Elektrifizierung, Smart Home, Digitalisierung
- Es soll möglichst wenig Nutzraum beeinträchtigt werden
- Optionales Verstauen des Antriebes während der Straßennutzung
- Mögliche zusätzliche Gadgets

## 2. Diversity

Die Zielgruppe des Sealander 680 ist die gutverdienende Mittel- bis Oberschicht. Angesprochen werden sowohl alleinstehende Personen als auch Familien.

Weitere Überlegungsmöglichkeiten wären der Verleih des Sealanders über Vercharterer und Eventanbieter. Beispielsweise für Junggesellenabschiede oder Familienurlaube.

Unter der Prämisse Diversity wurde gewährleistet, dass bspw. für die Wartung wichtige Bereiche, unabhängig vom Körperbau erreichbar sind.

Ein Umbau der Sanitäreinheit würde dazu führen, dass der Innenraum mit minimal 80cm Breite für Rollstuhlfahrer geeignet wäre. Dies käme auch Menschen mit Gehbehinderungen, halbseitigen Lähmung und anderen Einschränkungen der Extremitäten durch die einfache Erreichbarkeit des Interieurs zugute.

Die intuitive Bedienung und Steuerung des Sealanders und vor allem auch die Möglichkeiten per Fernbedienung von jedem Ort des Vehikels aus zu steuern, sind weitere Aspekte die berücksichtigt wurden.

### 3. Antrieb

Zugunsten der Manövrierbarkeit und der einfachen Steuerung des Sealanders wurde eine Kombination aus einem drehbaren Hauptantriebs achtern und einem Jet-Strahlssystem in der Bugsektion entwickelt.

Der **Hauptantrieb** besteht aus einem Pod-Antrieb, wie man ihn bei der Firma „Krätler Elektromaschinen“ findet (ACR 8.0), der einen Lenkansschlag von 180° besitzt. Um die Fahrt über Land nicht zu beeinträchtigen lässt sich der Motor um 400mm in den Rumpf einziehen. Dies wird mithilfe einer Automatischen Hubvorrichtung realisiert.

Pod-Antrieb: 8.0 kW Leistung, Gewicht (inkl. Lenk und Hub): ca. 59kg

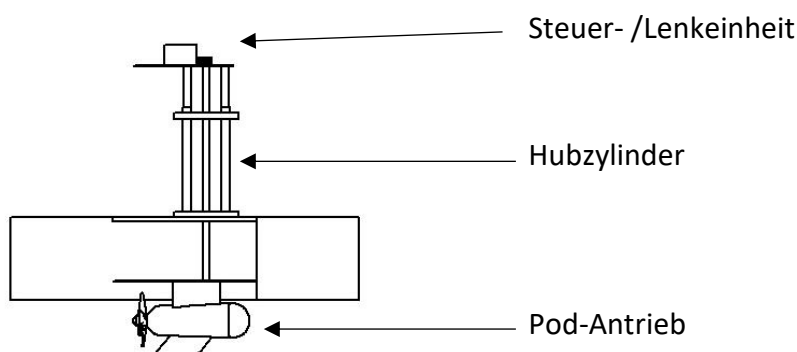


Abb. 1 Hauptantrieb

Als **Bugstrahlssystem** wurde ein Platzsparendes Jet-System (z.B. JT-30 Jet Thruster, Holland Marine Parts) ausgewählt, um ebenfalls die Strömungsgeometrie und die Fahrt über Land nicht zu beeinträchtigen.

Jet: 3 kW Leistung, Gewicht: ca. 30 kg

Die **Energiequelle** besteht aus einer 5 kWh starken Lithium-Ionen HE Batterie (z.B. Firma Victron Energy), welche sowohl den Haupt- als auch den Jet-Antrieb versorgen kann.

Batterie: Gewicht: ca. 28 kg

### Erreichbare Strecke im Verhältnis zur gefahrenen Geschwindigkeit für verschiedene Batterien:

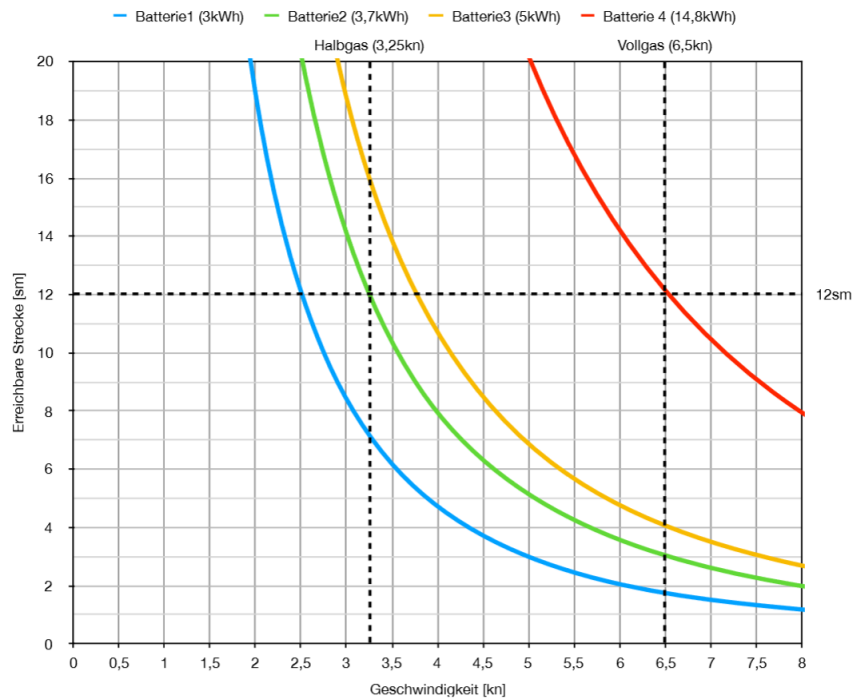


Abb. 2 Reichweite

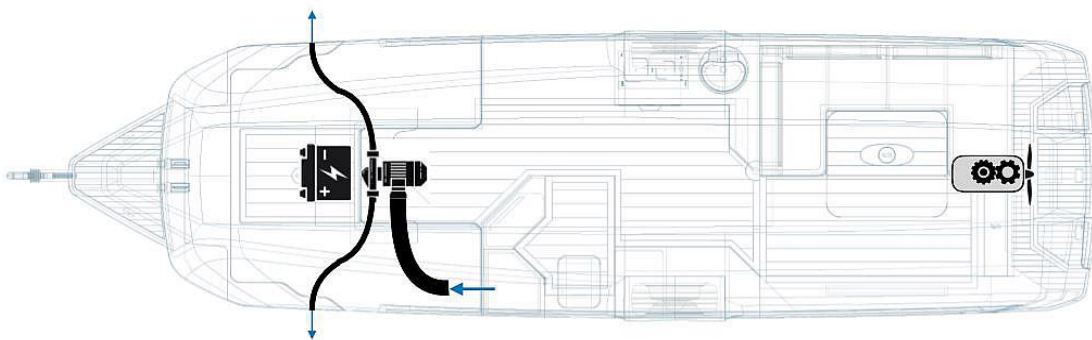


Abb. 3 Draufsicht mit Antriebselemente

Die Systeme sollen wie in der Skizze dargestellt eingebaut werden um den geplanten Gewichtsschwerpunkt beizubehalten.

Ein **Gesamtgewicht** des Antriebs von 120 kg wird nicht überschritten und ist damit für eine Festinstallation erstellt.

### 3. Antriebsdimensionierung

Zur Berechnung der benötigten Motorleistung wird eine Richtzahl für die Effizienz der Schiffskonstruktion benötigt. Diese sogenannte Admiraltätskonstante wird in Formeln mit

einem C gekennzeichnet. Diese Konstante wurde hergeleitet anhand der technischen Daten

des Sealanders 360. Die verwendeten Formeln sind:  $R_T = \frac{P}{U}$ ,  $C = \frac{\nabla^{\frac{2}{3}} * U^2}{R_T}$  und  $P = \frac{\nabla^{\frac{2}{3}} * U^3}{C}$ .

$R_T$  beschreibt das Verhältnis von der Kraft zur Geschwindigkeit, P die Leistung, U die Geschwindigkeit,  $\nabla$  die Verdrängung und C die Admiralitätskonstante. Für die Berechnung der Admiralitätskonstante haben wir ein Gewicht von 900kg angenommen. In dem Sealander 360 ist ein 2000W Motor vorgesehen. Das entspricht 2,72PS. Daraus ergibt sich ein  $R_T$  von  $0,544 \frac{PS}{kn}$ . Mit diesem Wert ergibt sich eine Admiralitätskonstante C von

$$42,839 \frac{t^{\frac{2}{3}} * kn^3}{PS}$$

Wenn man diesen Wert auf die Dimensionen des Sealanders 680 überträgt, ergibt sich, dass eine Motorleistung von 8kW ausreichend ist, um bei einem Gewicht von 2,28t eine Geschwindigkeit von 6,5kn zu erreichen.

Sealander 360 bei 0,9t Gewicht:

$$R_T = \frac{p}{U} = \frac{2,72PS}{5kn} = 0,544 \frac{PS}{kn} \quad C = \frac{\nabla^{\frac{2}{3}} * U^2}{R_T} = \frac{(0,9t)^{\frac{2}{3}} * (5kn)^2}{0,544 \frac{PS}{kn}} = 42,839 \frac{t^{\frac{2}{3}} * kn^2}{Ps}$$

Sealander 680 bei 3t Gewicht:

$$\nabla = \left( \frac{p * C}{U^3} \right)^{\frac{3}{2}} = \left( \frac{10,9PS * 42,839 \frac{t^{\frac{2}{3}} * kn^2}{Ps}}{6,5kn^3} \right)^{\frac{3}{2}} = 2,217t \quad p = \frac{\nabla^{\frac{2}{3}} * U^3}{C} = \frac{(3t)^{\frac{2}{3}} * (6,5kn)^3}{42,839 \frac{t^{\frac{2}{3}} * kn^2}{Ps}} = 13,335Ps$$

#### Motorleistung im Verhältnis zur Theo. Rumpfgeschwindigkeit für verschiedene Massen:

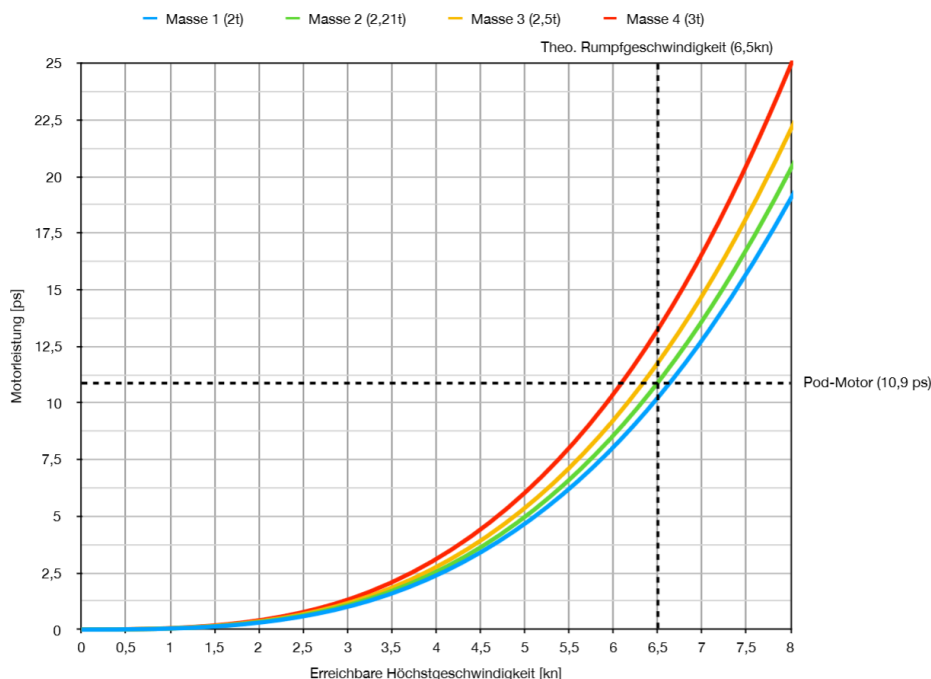


Abb. 4 Geschwindigkeit

## 4. Steuerung

Für die Fahrt im freien Gewässer ist eine Steuerung rein über den schwenkbaren POD-Antrieb vorgesehen. Unter schwierigen Navigationsbedingungen kann der HarbourMode aktiviert werden. Dieser schaltet den zusätzlichen JET-Antrieb hinzu. Gesteuert wird wahlweise über einen festen Steuerstand auf der Flybridge oder eine Fernbedienung. Aus Sicherheitsgründen wird nach dem Umschalten zwischen Brücke und Fernbedienung, sowie zwischen HarbourMode und CruiseMode, der Gashebel erst aktiviert, wenn er einmal die Leerlaufstellung passiert hat.

Durch die Kombination aus POD-Antrieb im Heck und JET-Antrieb im Bug ist eine einfache Navigation im Hafen möglich. Der um 180° drehbare POD-Antrieb, der Vor- und Rücklauf besitzt, ermöglicht in Kombination mit dem JET-Drive ein Driften in jede Richtung und eine Rotation auf der Stelle.

Die für die Antriebe vorgesehenen Bedienteile werden durch einen Microcontroller simuliert. Der Microcontroller berechnet anhand der Stellungen der Bedienelemente den benötigten Schub und den Stellwinkel der Antriebe.

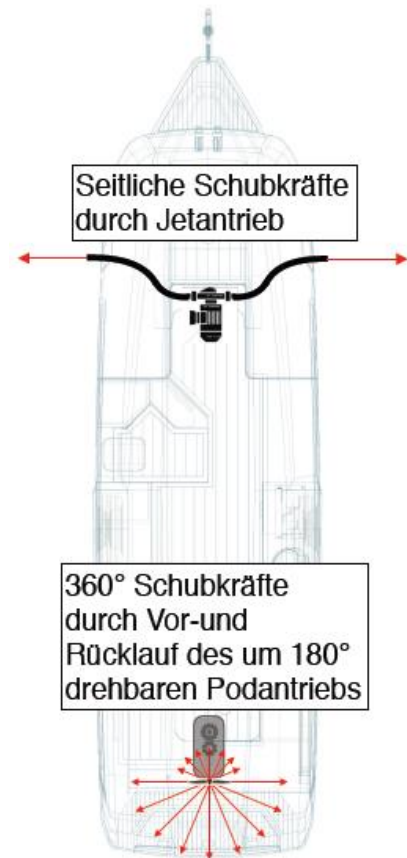


Abb. 5 Wirkkräfte des Antriebs

### 4.1. Flybridge

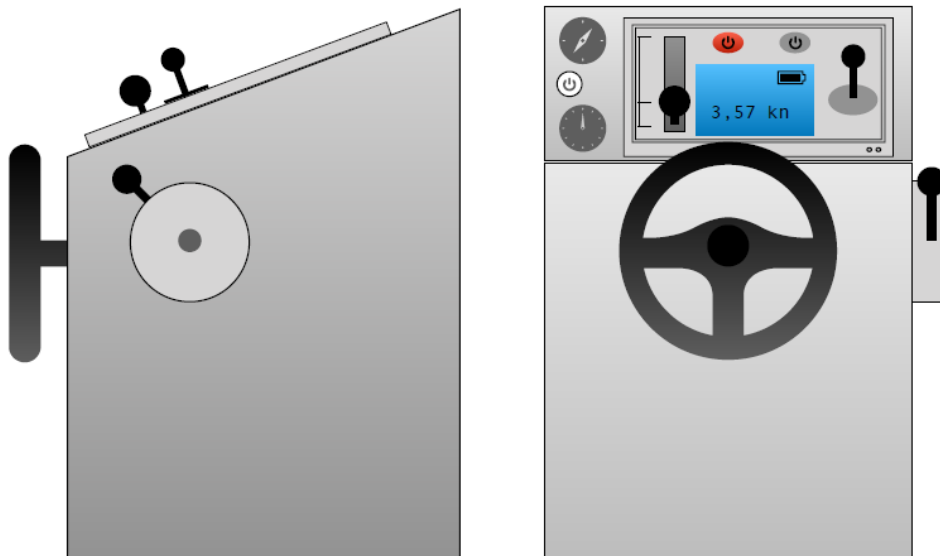


Abb. 6 Flybridge

Auf der Flybridge ist ein Gashebel, ein Lenkrad und ein Joystick vorgesehen. Auf einem integrierten Tablet-PC werden Informationen des Bordcomputers angezeigt.

#### 4.2. Fernbedienung

Die Mobile Steuerung verzichtet auf ein Lenkrad. Die Lenkung erfolgt im Fahrbetrieb über die X-Achse des Joysticks. Auch hier sind über ein integriertes Tablet Betriebszustände ablesbar.

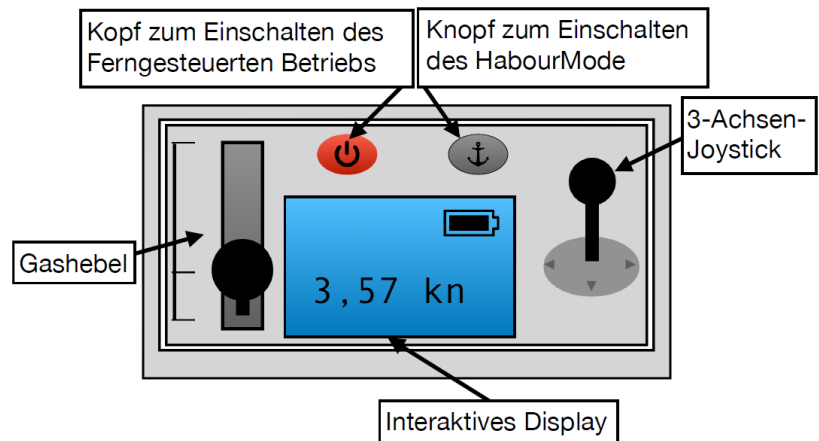


Abb. 7 Fernbedienung

#### 4.3. CruiseMode

Der CruiseMode ist für die Steuerung auf freier Strecke

vorgesehen. Hier wird ausschließlich über den Schwenkbaren POD-Antrieb gesteuert. Die Steuerung erfolgt über einen Gashebel und ein Lenkrad. Auf der Fernbedienung wird statt des Lenkrades die X-Achse des Joysticks verwendet.

#### 4.4. HarbourMode

Der HarborMode ist für die Steuerung in Häfen und engen Kanälen vorgesehen. Der JET-Antrieb wird hierbei aktiviert und die Steuerung erfolgt vollständig über den Joystick. Der Gashebel und das Lenkrad werden deaktiviert. Die Belegung der Joystickachsen ist folgende:

X-Achse:	Seitlicher Drift
Y-Achse:	Vor und Zurück
Z-Achse:	Rotation des Bootes



## 5. Kosten- Leistungsrechnung

KOSTEN	Beschreibung							
<b>1 Entwicklungskosten</b>								
	<i>Personal</i>							
	Anzahl Mitarbeitende	10	(z.B. 10 Pers. Ihres startIng-Teams)					
	Arbeitsstunden pro Tag	8	(z.B. 8 Stunden/Tag)					
	Stundenlohn	50,00 €	(z.B. 50€/Stunde)					
<i>Die Entwicklungskosten sind die Kosten, die lediglich zu Beginn einer Produktentwicklung einmalig anfallen.</i>	Tage	5	(5 Tage/Jahr = startIng-Woche)					
	Faktor Lohnnebenkosten	2						
	Divisions-Faktor für Einzel- oder Serienfertigung	1	Divisor zur Berücksichtigung einer Serienfertigung (z.B. 3 für eine Serienfertigung, die über 3 Jahre verkauft werden soll; ansonsten 1 für eine Einzelfertigung)					
	Werden die Arbeitsschutzgesetze eingehalten, z.B. der ILO?	Ja	Ja / Nein, ggf. Zertifizierung / Selbstverpflichtung					
<b>Gesamte Entwicklungskosten</b>								<b>40.000,00 €</b>
<b>2 Material (pro Jahr)</b>								
	<b>Material, Vorprodukte, Rohstoff (Motoren, Stahl)</b>		<b>Kosten in €</b>					
				Regenarativ?	Recyclingquote hoch?	Gefahrenstoff? Gefahrstoff	Arbeitschutz/Menschenrechte?	
				J / N	J / N	J / N	J / N	
<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>	Kräutler, ACR8 Podantrieb		3.000,00 €	J	J	N	J	
	Maritimusboote.de, Bugstrahler JT-30 + Zubehör		5.290,00 €	J	J	N	J	
	Victron Energy , Batterie		4.950,00 €	N	N	J	J	
	<b>Hubvorrichtung</b>							
	2x Elektrozyylinder		100,00 €	J	J	N	J	
	Alurohr		50,00 €	N	J	N	J	
	sonst. Kosten Hubvorrichtung		500,00 €	J	J	N	J	
	Rudermotor		2.000,00 €	J	N	N	J	
<b>Gesamte Materialkosten</b>								<b>158.900,00 €</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	3	(z.B. vier Personen in der Fertigung, eine Person in der Logistik)					
	Arbeitsstunden pro Tag	8	(z.B. 8 Stunden/Tag)					
	Stundenlohn	18	(z.B. 50€/Stunde)					
	Tage im Jahr	210	(z.B. 100 Tage/Jahr)					
	Werden die Arbeitsschutzgesetze eingehalten, z.B. der ILO?	Ja	Ja / Nein, ggf. Zertifizierung/Selbstverpflichtung					
<b>Gesamte Materialkosten</b>								<b>90.720,00 €</b>
<b>4 Gemeinkosten (pro Jahr)</b>								
	<i>Alle Gemeinkosten abzubilden wäre zu komplex. Bitte wählen Sie für Ihr Projekt die besonders relevanten Kosten aus und begründen Sie, warum Sie die weiteren nicht betrachten.</i>							
	Energiekosten	1000	Strom, Wärme, Kälte (z.B. 0,25€/kWh)					
	Wasser	150	1,50€/m³ (GESCHÄTZT!)					
	Miete	20.000	20.000€ Miete/Jahr					
	Logistik	10.000	10.000€/Tag für Schiffftransport					
	CO2-Äquivalente Emissionen	-	5€/Tonne CO2-Äquivalent					
<b>Gesamte Gemeinkostenkoster</b>								<b>31.150,00 €</b>
<b>GESAMTKOSTEN (pro Jahr)</b>								<b>320.770,00 €</b>

5 Folgekosten (pro Jahr) für Nutzer*innen			
Das Produkt soll möglichst geringe Folgekosten für die Nutzer*innen zur Folge haben.	Energiekosten / Emission in CO2-Äquivalent	25,00 €	Strom, Wärme, Kälte (z.B. 0,25€/kWh) / Gramm CO2-eq. pro Nutzungsdauer
	Wasserkosten / Wasserverbrauch	9,00 €	1,50€/m³ (GESCHÄTZT!) / Liter
	Reparatur		
	Wichtige Verschleißteile können ausgewechselt werden	Ja	Ja / Nein
	(Einfache) Reparaturarbeiten können von den Nutzer*innen selbst durchgeführt werden	Ja	Ja / Nein
	Nutzungsdauer verlängern		
	Können weitere Personen, ggf. durch einfach Änderungen, das Produkt nach Erstnutzung verwenden?	Ja	Ja / Nein
	Entsorgung		
Entstehen Kosten bei Entsorgung durch Gefahrenstoffe o.ä.?	Ja	Ja / Nein	
Einschätzung Folgekosten			
<b>ERLÖS</b>	<b>Beschreibung</b>		
	Verkaufspreis pro Stück	100.000,00 €	Gesamtkosten + Gewinnaufschlag
	Verkaufte Stückzahl pro Jahr	10	Einzelanfertigung / Serienfertigung
<b>Umsatz = Verkaufspreis pro Stück*Stückzahl</b>			<b>1.000.000,00 €</b>
<b>Gewinn = Umsatz - Gesamtkosten</b>			<b>679.230,00 €</b>

## 6. Gadgets

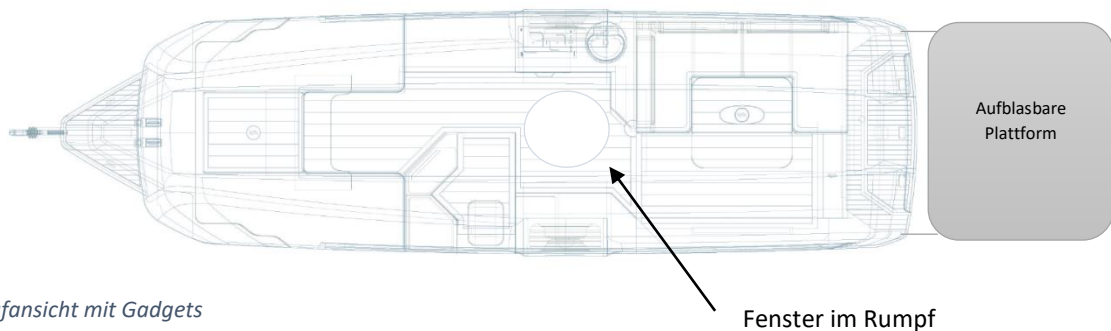


Abb. 8 Draufansicht mit Gadgets

Eine Besonderheit des neuen Sealanders ist ein Fenster im Rumpf. Dieses sorgt für aufregende Einblicke in die Unterwasserwelt. Zusätzlich ist das Fenster mit LED-Lampen beleuchtet, damit man auch bei Nacht die Unterwasserwelt im Blick hat. Die Leuchten sind mit dem Smart-Home steuerbar (Farbe und Betrieb).

Es besteht die Möglichkeit eine aufblasbare Plattform und einen Kompressor dazuzukaufen. Die Plattform kann zusammengrollt werden und mit dem Kompressor unter den Klappen der hinteren Plattform verstaut werden. Im aufgebauten Zustand kann die Plattform hinter den Sealander gehängt werden, zum Befestigen befinden sich zwei Ösen am Heck des Sealanders.

Diese Plattform kann man nun als Terrasse zum Sonnen, Baden, etc. nutzen. Auf Wunsch kann man mehrere Plattformen miteinander kombinieren.

Ein weiterer möglicher Zusatz ist eine Multifunktionsreling am hinteren Ende des Sealanders. Diese kann man zum Beispiel als Halterungen für Angeln, Getränke, einen Grill oder als Ablagefläche nutzen.

Um die Luxuriösität des Sealanders hervorzuheben ist vorgesehen die Aufschrift dreidimensional hervorzuheben und zu beleuchten. Zusätzlich werden das Deck und das Unterwasserschiff durch LED- Lampen und Strahler beleuchtet.

Das Highlight des neuen Sealanders ist das integrierte Smart-Home, welches auch als APP auf dem Smartphone genutzt werden kann.

Mit dem Smart-Home können folgende Funktionen abgelesen und gesteuert werden:

- Akku - Anzeige der Motorbatterie sowie der verbleibenden Reichweite in km und Zeit
- Eigener Standort so wie Standort anderer Sealander (Sealander Cloud)
- Navigation mit Autopilot
- Aktuelle Geschwindigkeit
- Wetteranzeige
- Aktuelle Wassertiefe
- Steuerung der Beleuchtung des Sealanders
- Videoüberwachung
- Steuerung der Musikanlage
- Informationen über den Motor (eingefahren oder ausgefahren, Wartung, Fehler)

Durch die unkomplizierte Steuerung des Sealanders ist dieser auch für körperlich eingeschränkten Personen geeignet.

## 7. Konklusion

Unsere Lösung ist Bootsführerscheinfrei und kann durch das geringe Gewicht während des Transports vollständig montiert bleiben. Auch eine aufwändige Umrüstung für den Straßenverkehr entfällt, da alle Teile einfahrbar oder integriert sind. Sowohl der Wohnraum als auch die Badeplattform werden durch den Antrieb nicht beeinträchtigt. Dank der geschickten Kombination der Antriebe und der intelligenten Steuerung ist ein einfaches An- und Ablegen sowie drehen auf der Stelle problemlos möglich.