

ENTWICKLUNG EINES ANTRIEBSKONZEPTES

Sealander 680

Team Ilse Essers

*Eric Büttner, Kevin Dzeubalka, Lukas Formella, Jannek Hornung,
Kurosch Karimaghaei, Florian Paschka, Jan Sick, René Storm,
Samuel Storm-Ohm, Nils Windolf*

Inhaltsverzeichnis

1.0 Gesamtkonzept

2.0 Teilsysteme

1. Schraubantrieb
2. Steuerung
3. Bugstrahlruder
4. Energieversorgung
5. Cockpit

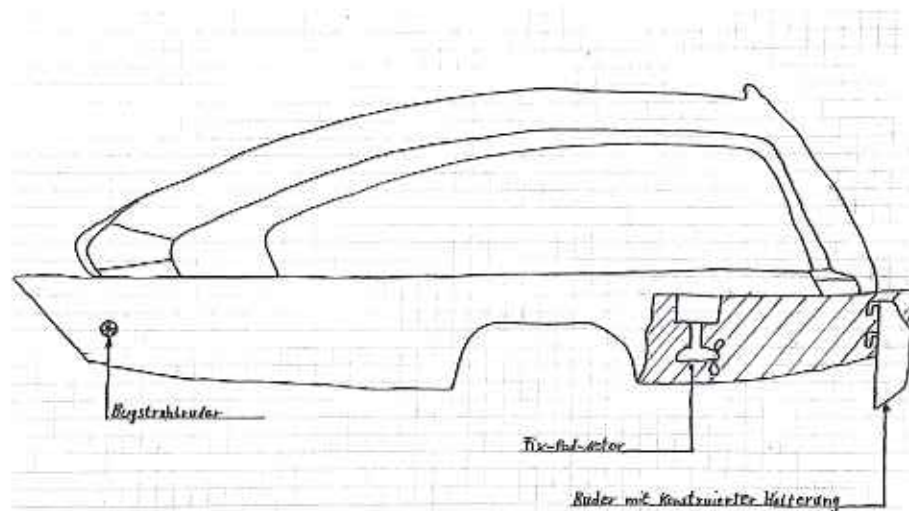
3.0 Gender & Nachhaltigkeit

4.0 Features

5.0 Kostenaufstellung

6.0 Leistungsberechnung

1.0 Gesamtkonzept



Die Steuerung des Sealanders wurde an die Steuerung eines Segelbootes angelehnt. Somit wurde ein in den Rumpf eingelassener fixer Pod installiert der für den Vortrieb sorgt.

Die Fahrtsteuerung wird mittels eines Ruders, welches vom Deck aus durch eine Luke eingelassen werden kann, ermöglicht.

Dabei wird das Ruder erst montiert nachdem Der Sealander ins Wasser gelassen wurde.

Für die präzise Steuerung bei niedrigen Geschwindigkeiten wurde ein zusätzliches Bugstrahlruder montiert, welches vor allem bei Anlegemanövern zum Einsatz kommt.

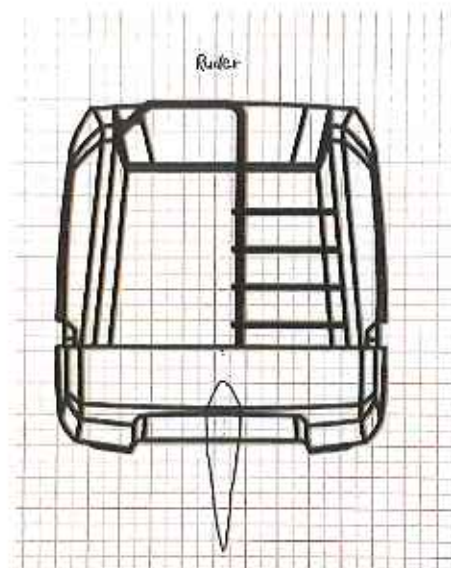
Alle Steuerelemente des Antriebssystems kommen auf der Skybridge zusammen und lassen sich durch verbaute Funksysteme auch über eine App-Schnittstelle steuern.

Mechanik

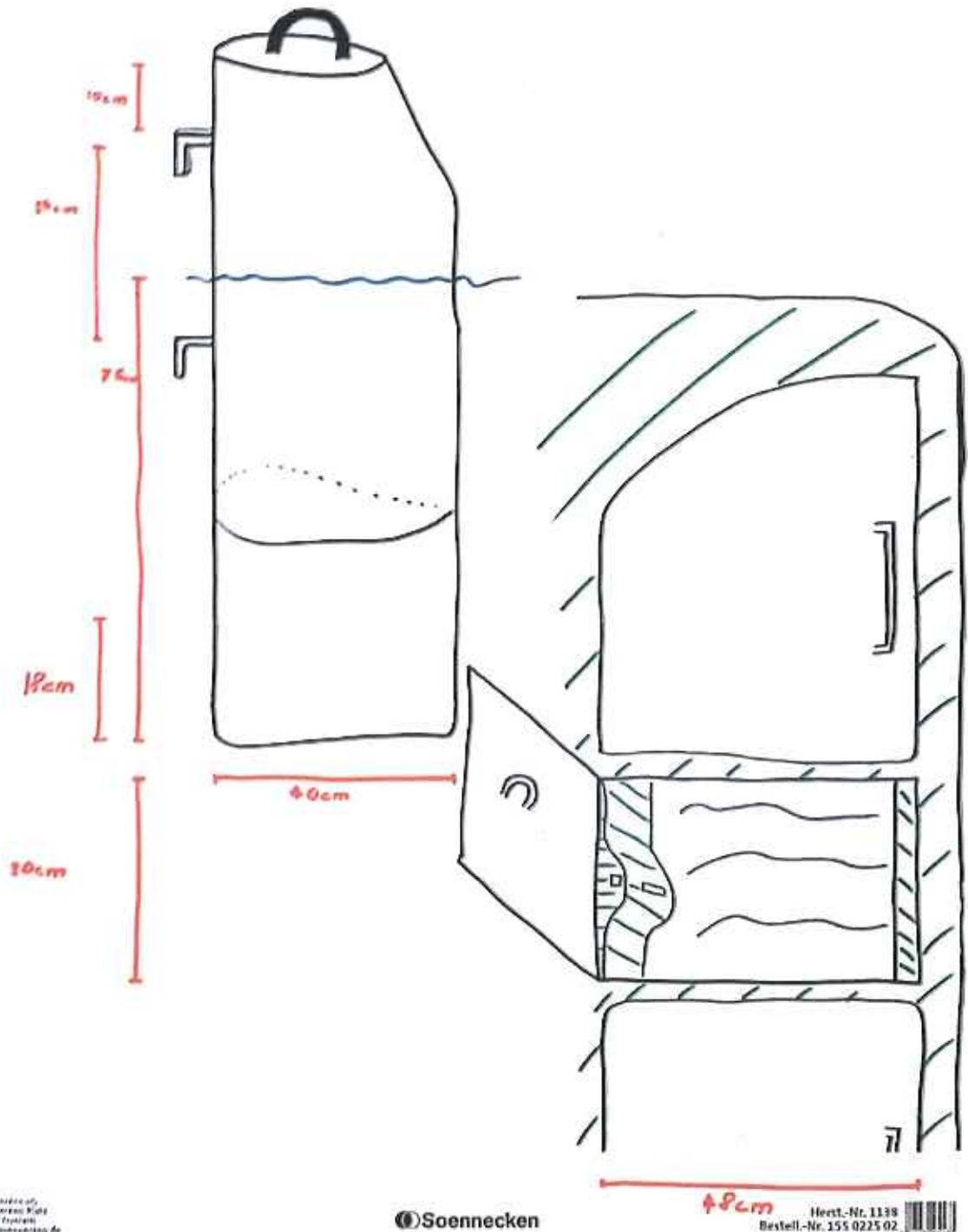
➤ Ruder:

- Der mittlere Stauraum am Heck wird durch Platz für das Ruder ausgetauscht
- Die Luke wird verkleinert um auf ein für das Ruder angemessene Maß zu kommen
- Auf der Innenseite der Luke befindet sich ein Haken zur Befestigung des Ruders mit einem Rückholband, im Falle das das Ruder durch die Lucke fällt
- Größe des Ruders unter Berücksichtigung der Masse des Sealanders und dessen Zielgeschwindigkeit

- Höhe: 110cm
- Breite: 40cm

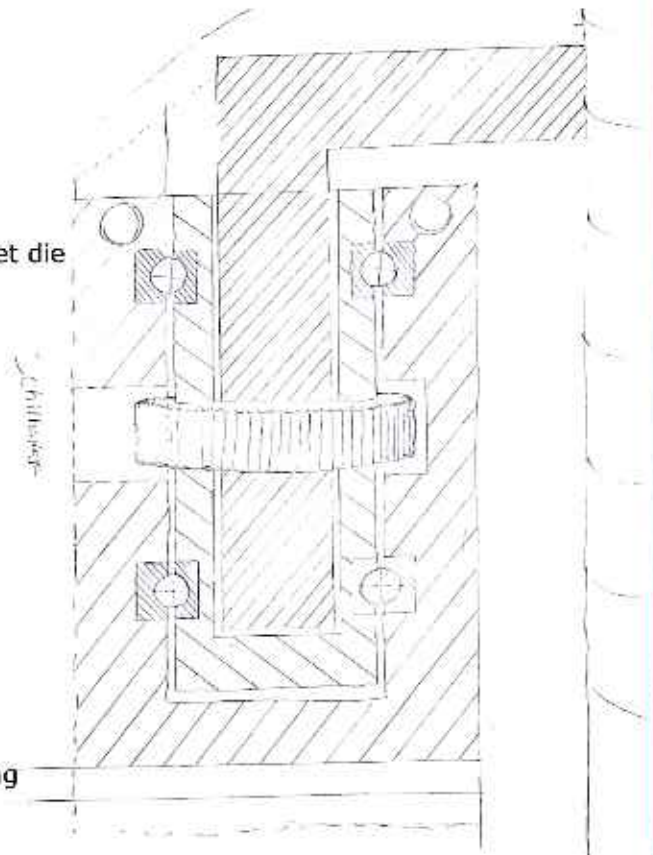


Ruder & Aufhängung



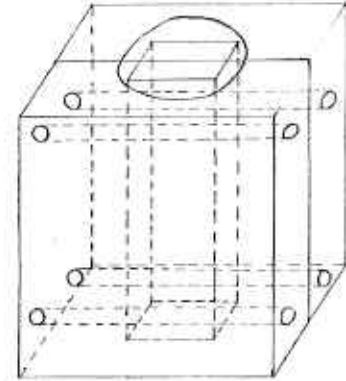
➤ **Aufhängung:**

- Zwei kugelgelagerter Zylinder bilden die Aufnahme der Längs- und Querkräfte die vom Ruder ausgehen
- Die obere der beiden Aufnahmen beinhaltet die mechanische Ansteuerung des Ruders
- Zum Ein- und Ausbau des Ruders befinden sich Einschubschlitze oberhalb der Aufhängung
- Der Zylinder der unteren Aufnahme ist rund gehalten zur freien Drehbarkeit
- Die Aufnahme/Ausbuchtung des oberen Zylinders ist vierkantig um die Ansteuerung zu gewährleisten
- Der obere Steuerzylinder wird mit Hilfe eines, über das Zahnrad angesteuerten, Schrittmotors betrieben
- Das eingesteckte Ruder kann mit Hilfe eines kleinen Bolzens gegen selbstständiges Herausgleiten gesichert werden



➤ **Konstruktion der Aufhängung:**

- Der Aufbau ist in einer Box verstaut die als Alleinstehendes Bauteil in das Heck versenkt wird
- Erstmontage und Wartung ist somit simpel gewährleistet



Elektronik:

Obere Aufhängung mit quadratischem Zylinderkern

➤ **Bordnetzwerk**

- Die drei Akkumulatoren stellen die Bordnetzspannungen von 48 V sowie 5 V zur Verfügung
- Dabei sind zwei Batterien zur Kapazitätserhöhung parallelgeschaltet sowie die dritte, zur Erhöhung der Nennspannung auf 48 V, in Reihe
- Die ggf. eingebaute Solaranlage, ist über einen Spannungswandler ans 48 V Bordnetz angeschlossen
- Ein Hauptschalter dient zur kompletten Ein und Abschaltung des Systems
- Die Absicherung der Teilsysteme erfolgt über Einzelsicherung in einem zentralen Sicherungskasten
- Der Ladeanschluss speist die drei Akkumulatoren

➤ **Steuereinheit/Steuersystem**

- Das Bugstrahlruder sowie der Pod-Antrieb ist am 48 V Bordnetz (BN) angeschlossen und wird über die vom jeweiligen Hersteller mitgelieferte Steuereinheit von der Skybridge aus angesteuert.
- Der Motor zur Rudersteuerung wird mittels Relay von einem Mikrokontroller angesteuert der über das 5 V BN versorgt wird und wireless mit der Skybridge (SB) verbunden ist
- Der Lenkeinschlag und das Moment des auf der SB befindlichen Steuerrades werden mittels Lenk-/Drehmomentsensoren erfasst und über einen Mikrokontroller wireless an die Rudersteuerung übermittelt

3. Bugstrahlruder

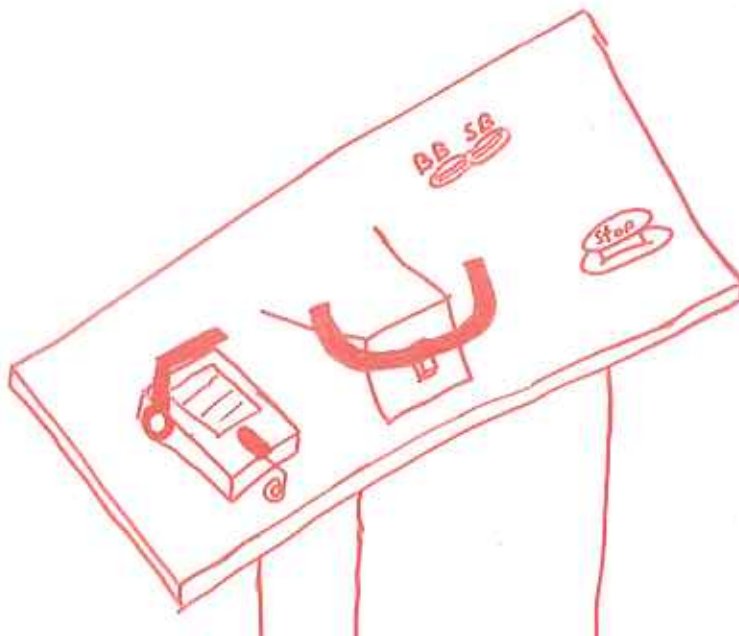
- Zur Verbesserung der Manövrierbarkeit bei niedrigen Geschwindigkeiten wird ein Bugstrahlruder angebracht
 - Beide Auslässe sind über ein Rohr miteinander verbunden
 - Das Rohr liegt im Rumpf des Sealanders
 - Dieses Rohr ist gebogen um der Form der Unterseite des Sealanders zu folgen
 - Die Auslässe des Bugstrahlruders sind mit Kappen bei Landfahrt abdeckbar
 - Das Bugstrahlruder dient nur der Steuerung des Sealanders und kann nicht zur vorwärts gerichteten Schuberzeugung genutzt werden und muss damit nicht zur Gesamtleistung hinzugerechnet werden

4. Energieversorgung

- Zur Versorgung der Antriebseinheit mit Energie sind im Schiffskörper Akkus verbaut
 - Anbringung der Akkus an der Vorderseite des Sealanders zum Gewichtsausgleich
 - Akkus sind über Klappen im Boden erreichbar und austauschbar
 - Durch ein Gewicht von je 25 kg gut handelbar
 - Können damit auch an Land geladen werden
 - Können auch über ein Ladekabel am Sealander im Sealander verbleibend beispielsweise am Campingplatz laden

5. Cockpit

Die von den einzelnen Herstellern der Antriebssysteme mitgelieferten Steuerelemente werden zusammengefasst und mit Keystart-System inclusive Not Aus, im Cockpit der Skybridge, kombiniert.



3.0 Gender & Nachhaltigkeit

Zielgruppe

Mit dem neuen SealanderXL soll es nie zuvor dagewesene Möglichkeiten geben. Als Schwerpunkt unseres Unternehmens gilt es möglichst vielen Menschen unseren Komfort und die Flexibilität näher zu bringen. Mit unserem Atmospheric Deck kommen Genießer besonders auf ihre Kosten.

Als Zielgruppe sollen alle Menschen der oberen Mittelschicht angesprochen werden. Unser Produkt ist bedienungsfreundlich und innovativ, somit kann es mit Leichtigkeit bedient und gewartet werden.

Durch das zukunftsorientierte Design können auch Werbefirmen angesprochen werden.

Einschränkung der Nutzung

Der SealanderXL ist aufgrund seines einzigartigen Konzepts uneingeschränkt nutzbar*. Besonders brilliert der SealanderXL durch seine benutzerfreundlichen Bedienelemente. Für die Sealander Fahrt auf Land ist ein motorisiertes Fahrzeug mit Anhängerkupplung von Nöten.

Je nachdem ob der Sealander im Straßenbetrieb oder auf dem Wasser zum Einsatz kommt gibt es Einschränkungen in Bezug auf die Altersgruppe. Auf der Straße ist ein Führerschein der Klasse BE notwendig also muss man hierfür mindestens 18 Jahre alt sein. Für die Fahrt mit dem Sealander auf dem Wasser muss man mindestens 16 Jahre alt sein (da unter 15PS kein Führerschein nötig). Dem Alter aufwärts sind keine Grenzen gesetzt.

Nachhaltigkeit

Das Produkt wird in Deutschland gefertigt und somit „Made in Germany“. Bei der Fertigung des SealanderXL wird besonders auf ein umweltschonendes Bauverfahren geachtet.

Unser Produkt ist so konzipiert, dass die Akkus auf eine möglichst lange Lebensdauer und geringe Kapazitätsverluste ausgelegt sind. Die Highend-Lithium-Batterien sind mit umfassenden Sicherheitssystem ausgestattet, das den Anspruch an allgemeine Bediensicherheit mit der Sicherheit bei maritimer Nutzung verbindet (wassergeschützt IP67). Sie erhöhen die Feuerfestigkeit auf einem leichtentzündlichem GFK-Boot erheblich. Die Akkus können problemlos transportiert werden, da bei Ihnen keine Säure auslaufen kann. Durch die Verwendung eines Elektromotors ist unser Produkt besonders geräuscharm und beeinträchtigt weder Flora noch Fauna. Unsere Elektromotoren laufen ohne fossile Brennstoffe, es entstehen somit keine Stickoxide oder Kohlendioxide. Für eine unendliche Stromversorgung, bieten wir optimal eine Solarzelle für das Deck des SealanderXL an, somit ist eine Energieversorgung auch mitten auf einem See garantiert. Eine Farbliche Veränderung an Segmenten des SEALANDERS ist daher durch Ruß nicht festzustellen.

4.0 Features

Gadgets

- Netzwerkfähigkeit (W-LAN)
- Soundsystem
- Ambient Beleuchtung (Boden bzw. Seiten Beleuchtung)
- Gummi Rutsche (oberstes Deck)
- Heizung/Klima und Standheizung

Sealander App

- Steuerung Licht
- Wetter
- Sprachsteuerung
- Steuerung Klima und Heizung/Standheizung
- Standortlokalisierung und Ermittlung von E-Lade Stationen
- Kundenservice
- Steuerung Soundsystem
- Fernbedienung Fernseher
- Mitteilung von Warnungen

Sicherheitssysteme

- Feuerlöscher (Brandschutzklasse D)
- Schwimmwesten
- Abdeckung der Schraube vom Fix-Pod-Motor
- Tiefensensor
- Windwächter
- Rundumsensor
- Notrufknopf
- 2x Paddel
- Anker (mind. 10kg)

5.0 Kostenaufstellung

Die folgende Kostenaufstellung bezieht sich auf die eigentlichen Materialkosten bei einer hergestellten Einheit.

Eine detaillierte umfassende Kostenanalyse findet sich im Anhang

Motor	3.000,00 €
Rudersystem	1.400,00 €
Batterien	6.300,00 €
Verkabelung	150,00 €
Steuerung	100,00 €
Bugstrahlruder	800,00 €
Ladezubehör	1.500,00 €
	13.250,00 €

6. Leistungsrechnung

Im Zuge der Leistungsberechnung wurden, Anhand der von den einzelnen Herstellern bereitgestellten Leistungsangaben, die von Sealander veranschlagten Vorgaben auf Ihre Realisierbarkeit überprüft.

Die detaillierte Berechnung findet sich dabei im Anhang.

Die Ps zahl ergibt sich aus der Halbgasleistung mit dem Wirkungsgrad.

$$\frac{4000W}{2} \cdot \underbrace{0,56}_{\text{Wirkungsgrad}} = 1120W = 1,52PS$$

Die Geschwindigkeit bei Halbgas wird durch die Formel:

$$v = \sqrt[3]{\frac{144,391 \frac{Kn \cdot t}{PS} \cdot 1,52PS}{2t^3}} = 5,17Kn = 2,66 \frac{m}{sec}$$

Mit der Formel $s = t \cdot v$ erhalten wir bei $153min \cdot 60sec = 9180sec$
 $9180sec \cdot 2,66 \frac{m}{sec} = 24,4km$

2.0 Teilsysteme

1. Schraubantrieb

- Anbringung eines 8 PS starken Fix-Podmotors an der Unterseite des Sealanders
 - Anbringung hinter der Achse, mittig zwischen beiden Kielen
 - Motor ist in den Unterboden des Sealanders eingelassen, sodass der tiefste Punkt der Schraube nicht unter dem Kiel liegt
 - Die Leistung des Motors orientiert sich an dem Ziel, den Sealander auch ohne Bootsführerschein fahren zu dürfen (Grenze von 15 PS)
- Bei Landbetrieb ist die Schraube mit Hilfe einer Abdeckung vor Umwelteinflüssen geschützt
- Bei der Auswahl des Motors ist es ebenso sehr einfach möglich, auf Kundenwunsch größere Motoren einzubauen ohne größere Umbauten vornehmen zu müssen

2. Steuerung

Prinzip

- Die Steuerelemente, angebracht auf einem Board, befinden sich gebündelt auf der Skybridge
- Hauptsteuerung des Sealanders über ein abnehmbares Ruder am Heck des Sealanders
- Steuerbar über einen funkgesteuerten Schrittmotor, der das Ruder antreibt
- Die Manövrierbarkeit bei niedrigen Geschwindigkeiten bietet ein zusätzlicher Bugstrahlmotor im vorderen Teil des Rumpfes

Vereinfachte Kosten-Erlösrechnung

Bitte beachten Sie, dass diese Rechnung nur eine Näherung an die tatsächlichen Kosten sein kann. Nicht alle relevanten Preise sind in der Projektwoche ermittelbar und nicht alle relevanten Positionen können berücksichtigt werden. Aus Gründen der Vereinfachung werden bestimmte Kosten nicht in einen monetären Gegenwert umgerechnet, sondern mit einer Checkliste berücksichtigt.

KOSTEN	Beschreibung		
1. Entwicklungskosten			
<i>Die Entwicklungskosten sind die Kosten, die lediglich zu Beginn einer Produktentwicklung einmalig anfallen.</i>	<i>Personnel</i>		
	Anzahl Mitarbeitende	10	(z.B. 10 Pers. Ihres starting-Teams)
	Arbeitsstunden pro Tag	7	(z.B. 8 Stunden/Tag)
	Stundenlohn	75,00 €	(z.B. 75€/Stunde)
	Tage	5	(5 Tage/Jahr = starting-Woche)
	Faktor Lohnnebenkosten	2	
Divisors-Faktor für Einzel- oder Serienfertigung	5	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	
Gesamte Entwicklungskosten			10.500,00 €

2. Material (pro Jahr)	Material, Vorprodukte, Rohstoff (Motoren, Stahl)	Kosten in €	Checkliste			
			Regenerativ?	Recyclingquote hoch?	Gefahrstoff?	Einhaltung Arbeitsschutz/Menschenrechte?
			I/N	I/N	I/N	I/N
<i>Die Materialkosten sollen für ein Produktionsjahr berechnet werden. Handelt es sich um eine Einzelfertigung, existieren nur einmalige Materialkosten. Zur Vereinfachung werden Hilfs- und Betriebsstoffe aus der Berechnung ausgelassen.</i>	Motor	3.000,00 €	N	J	N	J
	Rudersystem	1.400,00 €				
	Batterien	6.300,00 €	J	N	J	N
	Verkabelung	150,00 €	J	J	N	J
	Steuerung	100,00 €	J	J	N	J
	Bugstrahlruder	800,00 €	N	J	N	J
	Ladezubehör	1.500,00 €				
Gesamte Materialkosten		13.250,00 €				

3. Lohnkosten inkl. Maschinen (pro Jahr)			
<i>Für die Herstellung des Produkts fallen Lohnkosten an. Diese werden pro Jahr berechnet.</i>	Anzahl Mitarbeitende	4	(z.B. vier Personen in der Fertigung, eine Person in der Logistik)
	Arbeitsstunden pro Tag	8	(z.B. 8 Stunden/Tag)
	Stundenlohn	58	(z.B. 58€/Stunde)
	Tage im Jahr	210	(z.B. 100 Tage/Jahr)

403 00 0000	Werden die Arbeitsschutzgesetze eingehalten, z.B. der ILO?	Ja	Ja / Nein, ggf. Zertifizierung/Selbstverpflichtung
Gesamte Materialkosten		389.760,00 €	

4 Gemeinkosten (pro Jahr)			
<i>Alle Gemeinkosten abbilden 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		Strom, Wärme, Kälte (z.B. 0,25€/kWh)
	Wasser		1,50€/m ³ (GESCHÄTZT)
	Miete	1000	20.000€ Miete/Jahr
	Logistik		10.000€/Tag für Schifftransport
	CO ₂ Äquivalente Emissionen		5€/Tonne CO ₂ -Äquivalent
Gesamte Gemeinkostenkosten		1.000,00 €	

GESAMTKOSTEN (pro Jahr)		424.510,00 €	
--------------------------------	--	---------------------	--

5 Folgekosten (pro Jahr) für Nutzer*Innen			
<i>Das Produkt soll möglichst geringe Folgekosten für die Nutzer*innen zur Folge haben.</i>	Energiekosten / Emission in CO ₂ -Äquivalent	3,00 €	Strom, Wärme, Kälte (z.B. 0,25€/kWh) / Gramm CO ₂ -eq. pro Nutzungsdauer
	Wasserkosten / Wasserverbrauch	0	1,50€/m ³ (GESCHÄTZT) / Liter
	Reparatur		
	<i>Wichtige Verschleißteile können ausgetauscht werden</i>	Ja	Ja / Nein
	<i>(Einfache) Reparaturarbeiten können von den Nutzer*innen selbst durchgeführt werden</i>	Ja	Ja / Nein
	Nutzungsdauer verlängern		
	<i>Können weitere Personen, ggf. durch einfach Änderungen, das Produkt nach Erstinutzung verwenden?</i>	Ja	Ja / Nein
Entsorgung			
<i>Entstehen Kosten bei Entsorgung durch Gefahrenstoffe o.ä.?</i>	Ja	Ja / Nein	
Einschätzung Folgekosten			

ERLÖS	Beschreibung		
	Verkaufspreis pro Stück		Gesamtkosten + Gewinnaufschlag
	Verkaufte Stückzahl pro Jahr		Einzelanfertigung / Serienfertigung
Umsatz = Verkaufspreis pro Stück * Stückzahl			- €
Gewinn = Umsatz - Gesamtkosten			-424.510,00 €

Leistungsauswahl

StartIng! 2017 FH-Kiel

Version vom 9. November 2017

1 Leistungsberechnung

1.1 Formeln

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

Nach Umstellen dieser Formel nach der Admiraltätskonstante C erhalten wir die folgende Formel

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

Die Geschwindigkeit v wird Knoten in angegeben und die Leistung P in PS

1.2 Rechnung

Um die Admiraltätskonstante zu bestimmen haben die Daten des alten Sealanders als Vergleichsschiff verwendet.

Sealander Verdrängung: $\Delta = 0,65t$

Geschwindigkeit $v = 5,0kn$

Unsere Torqeedo Travel 1003 CI. $P = 0,48kW = 0,65PS$

Es ergibt sich also

$$C = \frac{5Kn \cdot (0,65t)^{\frac{2}{3}}}{0,65PS} = 144,391$$

Nun haben wir die Leistung für den SealanderXL berechnet.

$$P = \frac{(6,5Kn)^3 \cdot (2t)^{\frac{2}{3}}}{144,391} = 3,019PS = 2,22kW$$

Mit diesen Daten haben wir uns entschieden den torqeedo Cruise 4.0 FP zu nehmen. Dieser hat eine Vortriebsleistung von 2,24kW und eine Leistungsaufnahme von 4kW.

1.3 Reichweite

Um die Reichweite zu berechnen haben wir den kWh-Wert der Batterie genommen. Der Wert beträgt: 2685kWh Die Berechnung für die Batterielaufzeit bei Halbgas(2000WEingangleistung)

ergibt sich eine Batterielaufzeit von 80,5min. Bei zwei Batterien erhalten wir eine Gesamtlaufzeit von 161 min. Hiervon subtrahieren wir 5% durch eine Miteinberechnung von Memory-Effekt und Notreserve. Daraus erhalten wir 153min Betriebsdauer.

Die Ps zahl ergibt sich aus der Halbgasleistung mit dem Wirkungsgrad.

$$\frac{4000W}{2} \cdot 0,56 = 1120W = 1,52PS$$

Die Geschwindigkeit bei Halbgas wird durch die Formel:

$$v = \sqrt[3]{\frac{144,391 \cdot 1,52PS}{2t^3}} = 5,17Kn = 2,66 \frac{m}{sec}$$

Mit der Formel $s = t \cdot v$ erhalten wir bei 153min · 60sec = 9180sec

$$9180sec \cdot 2,66 \frac{m}{sec} = 24,4km$$

1.4 Ergebnis

Der von uns ausgewählte torqeedo Cruise 4.0 FP erreicht unter Testbedingungen in Kombination mit dem ScalanderXL vorraussichtlich eine Höchstgeschwindigkeit von 6,49988 Knoten und eine Reichweite von 24,4 Km excl. 5% Notreserve und Memory-Effekt.