

# *Flywhale Elektro*



## Allgemein

Wasserflugzeuge bieten im kommerziellen Bereich ein großes Anwendungsspektrum und kleinere Sport-Wasserflugzeuge werden immer beliebter.

Bei der Entwicklung von Wasserflugzeugen besteht die Herausforderung darin, den richtigen Kompromiss auszuarbeiten. Das Antriebskonzept spielt hier eine besondere Rolle und im Gegensatz zu herkömmlichen 3-Achs-Flugzeugen wird bei Wasserflugzeugen eine möglichst hohe Startleistung benötigt. Derzeitige Verbrenner-Antriebe können nicht optimal eingebaut werden. Pusher-Antriebe hinter dem Tragflügel sind laut, und Motoren, welche hoch über dem Tragflügel angebracht sind, verlagern den Schwerpunkt sehr weit nach oben und erzeugen Drallprobleme am Leitwerk.

Eine weitere Besonderheit bei Wasserflugzeugen ist das Handling auf dem Wasser. Schon bei leichtem Wind können herkömmliche Wasserflugzeuge, wenn überhaupt, nur noch mit viel Geschick und Erfahrung manövriert werden.

Unser Ansatz ist es, dezentral angeordnete Elektromotoren an der Tragflügelnase anzubringen. Durch das Anblasen der Tragflügel im Klappenbereich wird bereits aus dem Stand heraus ein hoher Auftrieb erzeugt. Der hydrodynamische Auftrieb in der Startphase wird hierdurch unterstützt wodurch mit einer geringeren Stufenhöhe und damit einer besseren Aerodynamik zu rechnen ist.

Durch den Einsatz von mehreren Motoren, welche redundant betrieben werden, bietet das Antriebskonzept eine hohe Sicherheit. Für das Handling auf dem Wasser können die Motoren mit Umkehrschub betrieben werden.

Eine erweiterte Musterzulassung als UL wurde bereits mit dem Luftsportgerätebüro abgesprochen. Der Betrieb eines solchen dezentral motorisierten Fluggerätes ist mit einer UL Lizenz zulässig. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass es nur einen Regler für den Gesamtschub gibt und nicht jeder Motor einzeln vom Piloten kontrolliert werden muss. Für die differenzielle Schubsteuerung zum Manövrieren auf dem Wasser wird eine Richtungsinformation vorgegeben, und die optimale Ansteuerung der Motoren erfolgt elektronisch.

## **Ziel der Weiterentwicklung:**

Das vorhandene Antriebskonzept mit einem Rotax 912IS Sport soll durch ein mehrmotoriges Antriebskonzept mit Elektromotoren ersetzt werden. Um eine Reichweite von bis zu 800 km zu erreichen, soll ein effizienter und leichter Range Extender eingesetzt werden.

Eine zusätzliche Ausrüstung mit Solarzellen wird ebenfalls geplant.

## **Vorteile:**

- Größere Propellerkreisfläche
- Höhere Effizienz
- Höherer Standschub
- Kürzere Startstrecken besonders auf dem Wasser, da der Tragflügel aus dem Stand angeblasen wird (NASA LEAP Tech)
- Niedrigerer Schwerpunkt (im Gegensatz zum Motor auf dem Pylon)
- Drehmoment auf das Flugzeug kann durch gegenläufige Motoren verhindert werden
- Einfaches Handling bei Wind und Strömung auf dem Wasser
- Propellerdrallprobleme eines hochgesetzten Triebwerkes auf das Leitwerk werden vermieden
- Redundanz der Elektroantriebe umsetzbar... siehe Volocopter
- Flugbetrieb auf Wassergeschützten Seen möglich
- Geringe Geräuschemissionen innerhalb und außerhalb vom Fluggerät

## **Nachteile:**

- Höheres Leergewicht durch erforderlichen Akku
- Range Extender ca. 25 - 40 kW erforderlich
- Höhere Kosten für das Antriebskonzept
- Komplexeres, neuartiges Antriebssystem

## **Einsatzbereiche:**

- Ultraleicht Sportflugzeug
- Berblinger Donauflug

## Auslegung der Elektromotoren mit Leistungssteller und Akkus

- Peakleistung für den Wasserstart 100 kW (ca. 5 sec.)
- Gesamtleistung kurzzeitig für die Startphase 72 kW (ca. 1 min.)
- Max. Dauerleistung 50 kW
- Sony 18650 VTC5A ( bis zu 35 A pro Zelle) 700 Zellen
- Gewicht von 31,5 kg + Zubehör
- Nennkapazität 130 Ah und 6,7 kWh.
- Hocheffiziente, leichte und seewasserbeständige Elektromotoren (Eigenentwicklung Forschungsbüro Senkel)
- Propellerdurchmesser ca. 0,8 m (6-motorig, Festpropeller)
- Max Propellerdrehzahl ca. 4500 1/min
- Spannung 60V pro Motor ([www.Sinusleistungssteller.de](http://www.Sinusleistungssteller.de) mit 14S Lithium Akkus mit Umkehrschub)



## **Range Extender**

Als Range Extender soll ein Verner Motor JCV 360 mit einem selbst entwickelten, direkt angetriebenen Generator verwendet werden.

### **Anforderungen an den Range Extender:**

- Vibrationsarmes, leises Laufverhalten (Normale Sprachverständigung ohne Headset im Cockpit sollte möglich sein)
- Geringes Gewicht (Installiertes Gesamtgewicht von max. 40kg ist erwünscht)
- Angestrebte TBO 1000 h (Wartungen zwischendurch sind zulässig. Vorflugkontrollen sind ebenfalls zulässig)
- Keine Gemischschmierung
- Kleiner, leichter Generator durch hohe Wellendrehzahl

### **Geplante elektrische Range Extender Leistung**

- 19 kW effiziente Dauerleistung
- 25 kW Spitzenleistung (für Notbetrieb bei defektem Akku)

## **Solarzellen**

Der Einsatz von Solarzellen in Verbindung mit einem leichten Range Extender bietet den Vorteil, dass der Akku auf einem See oder Flugplatz und beim Rollen geladen wird, bzw. vollgeladen bleibt.

Das Leistungsgewicht eines Range Extenders incl. Generator und Gleichrichter beträgt ca. 1,5kg/kW.

Das Leistungsgewicht von modernen Solarzellen liegt bei ca. 1 kg/kW bei durchschnittlicher Sonneneinstrahlung.

Bei einer nutzbaren Oberfläche auf den Tragflächen und dem Höhenleitwerk von 10 m<sup>2</sup> beträgt die zusätzliche Leistung ca. 3kW

Nachteil: Höhere Kosten

## Gewichtsbilanz

### Elektroantrieb 6-Mot

Bauteil	Masse (kg)	Gesamtmasse (kg)
E-Motor	2	12
Akkus pro Motor	5	30
Kabel	8	8
Propeller mit Spinner	0,8	3,2
Triebwerksgondeln	0,4	1,6
Motor Leistungssteller	1	6
Kraftstofftank Integraltank Sponson		3
Range Extender 40kW incl. Generator		40
Steuerungstechnik Range Extender		1
Laderegler		1
Summe		105,8

### Rotax 912 IS Sport

#### Gewichte Motor und Pylon Flywhale IS Sport

Motor trocken	59,8
Wasserkühler	1,06
Wasserrohre	0,7
Schläuche und Abdeckungen	1,26
Kühlwasser	3
Öl	3
Ölbehälter	1,5
Ölkühler, Wasserbehälter, Kleinteile	2,74
Benzinpumpe	1,6
Benzinhahn	0,16
Filter und Verschraubungen	0,3
Gaszug	0,17
Auspufftopf	2,68
Auspuffrohre	2,2
Sicherungskasten	1,96
Steuergerät ECU	1,14
Stecker/Kleinkram	0,29
Cowling	3,5
Motorpylon kpl. mit Motor-Trägerbleche und Shockmount	5,67
Kabelbaum	6
Avionik	2
Tank	3
Propeller mit Spinner	6
Summe	109,73

## Technische Daten

**MTOW :** 517,5 kg

Bugradfahrwerk  
Fahrwerk: einziehbar

### Performance:

Max. Reisegeschwindigkeit: 200 km/h

VNE: 235 km/h

Überziehgeschwindigkeit: 65 km/h

Kraftstoffmenge: 60 Liter

Max.Flugdauer: 5 Std.

### Gewicht:

Leergewicht Rotax: 342,5 kg

Leergewicht Elektro: 382,5 kg (gewünscht)

Max. Abfluggewicht: 495 kg + 22,5 kg Rettungssystem

Lastvielfache: 4/-2

### Abmessungen:

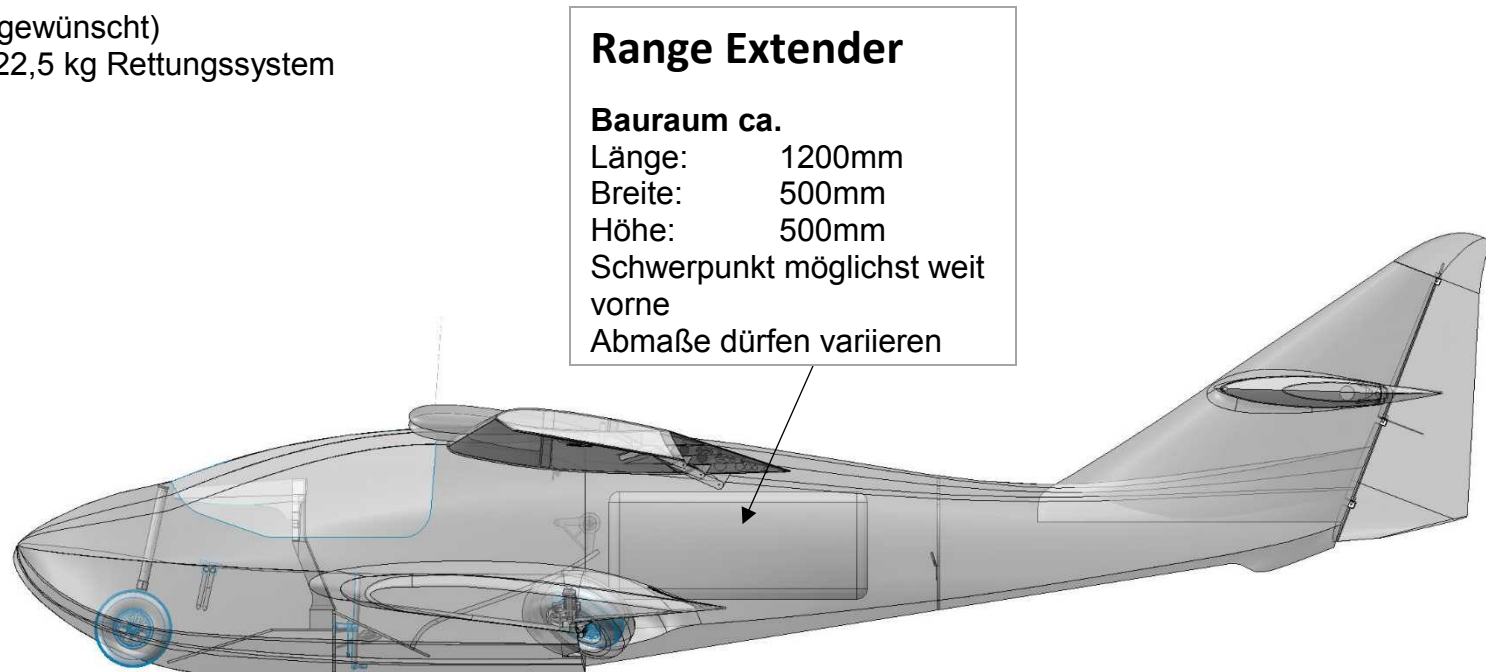
Innenbreite Kabine: 1,20 m

Länge: 6,65 m

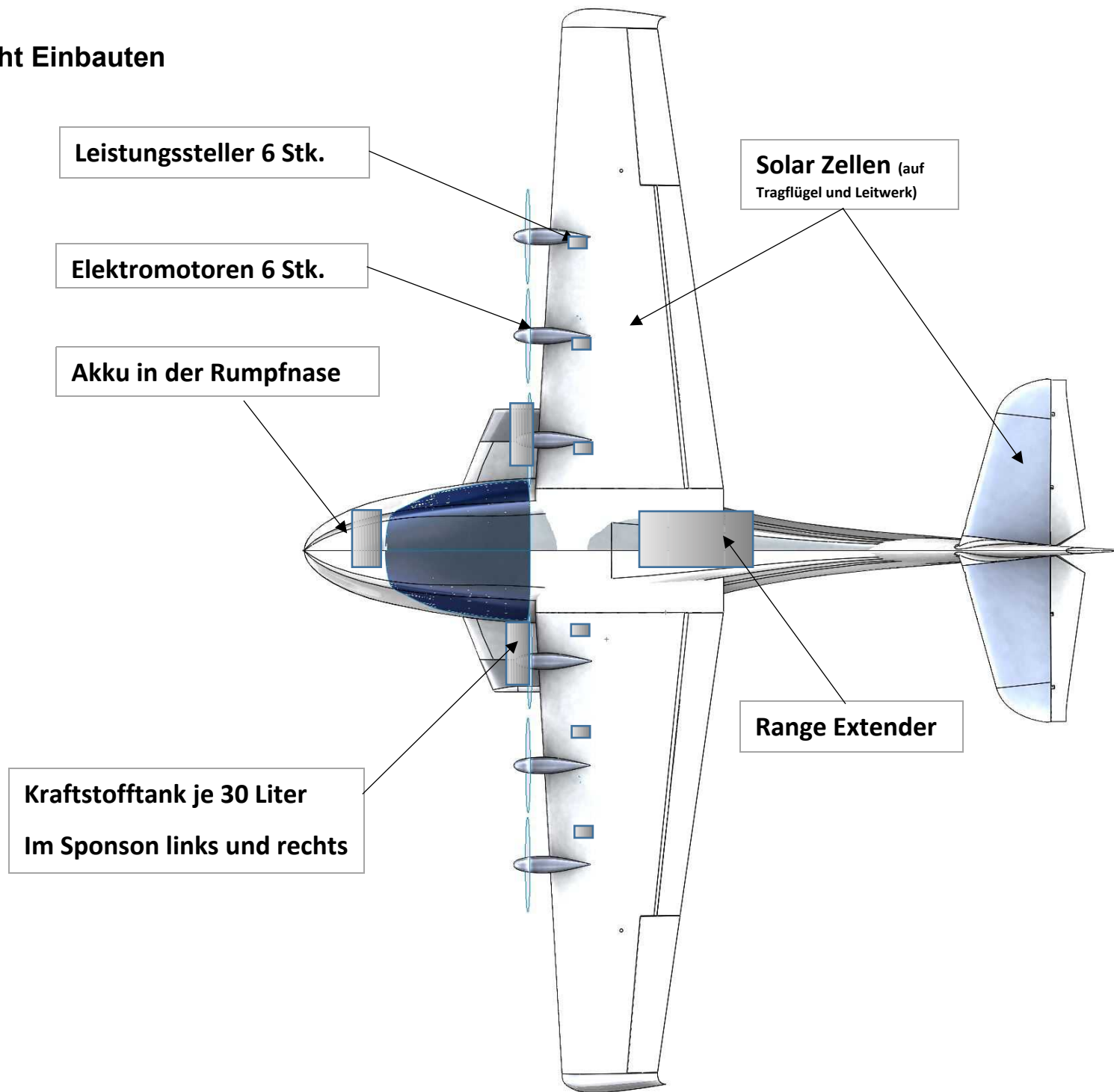
Höhe: 2,35 m

Spannweite: 9,0 m

Sitze: 2



## Übersicht Einbauten





## **Kooperation:**

### **Leviora Leichtbau Manufaktur**

Entwicklung Flugzeugstruktur und Montage:

Dipl.-Ing. Thomas Strieker

33415 Verl

Telefon: 05246-9359956

Email: [thomas@leviora.de](mailto:thomas@leviora.de)

### **Forschungsbüro Senkel**

Entwicklung und Fertigung Antriebssysteme:

Dipl.-Phys. Thomas Senkel

Härtenstr. 91

72127 Kusterdingen

Telefon: 07072-1295420

Email: [Thomas.Senkel@Forschungsbuero.de](mailto:Thomas.Senkel@Forschungsbuero.de)

## **Hersteller und Musterbetreuer:**

### **Flywhale Aircraft GmbH**

Finkenweg 1

27801 Dötlingen

Telefon: 04432-912652

Email [info@flywhale.de](mailto:info@flywhale.de)