

Sonnensegler FlatCat Solar

Vor über acht Jahren stellte ich mein Konzept eines Fahrtenkatamarans vor, der sich doch erheblich von den üblichen Serienmodellen unterschied.

Hier nochmals kurz ein Blick auf die wesentlichen Aspekte des FlatCat:

Der Lebensraum wurde im Kabinenaufbau konzentriert, die Rümpfe sind unbewohnt und fallen sehr schlank aus. Dadurch wird auch ein relativ geringes Bootsgewicht erreicht. Der Wohnraum ist mehr auf das Leben auf dem Boot ausgerichtet, als auf das permanente Unterwegs sein. Wir alle wissen, wieviel Zeit man in Buchten und Häfen verbringt. Das Cockpit ist eine großzügige „Veranda“ mit der Möglichkeit bequem draußen zu schlafen. Von allen Innenräumen gibt es gute Sicht nach außen, ob beim Küchendienst oder in der Sitzecke.

Waschraum und WC sind in getrennten Räumen untergebracht mit je einem großen Abwassertank. Die Pantry kann mit dem Standard- 60er Raster eingerichtet werden. Die Navigations-

ecke ist durch ein kleines Büro ersetzt, in dem auf einer ausklappbaren Couch auch einmal Gäste übernachten können. Beide Räume können auch zu einer großen Kabine zusammengefaßt werden. Weitere Details zum FlatCat und seinen Versionen auf der Website:

www.multihull.de/flatcat

Durch die Arbeit von Tristan Thiele über die alternative Energieversorgung von Yachten und die allgemeine Berichterstattung über Elektromobilität animiert, wurde das Konzept des FlatCat erweitert:

Zur autarken Solaryacht

Die Entwicklung bei Photovoltaik und Batterien lassen die Realisierung einer Yacht zu, die sich hauptsächlich mit Sonnenenergie fortbewegt. Und das FlatCat-Konzept ist mit den schmalen Rümpfen und dem geringen Grundgewicht dafür prädestiniert. Gegenüber der Segelversion wurde beim FlatCat Solar die Gesamtbreite verringert und der Kabinenaufbau verbreitert. Die Zugänge zu den Rümpfen liegen jetzt im Salon, so daß man auch bei Regenwetter die Stau- und Motorräume trocken erreichen kann.



Leistungskriterien

Welche Kriterien liegen nun der Kalkulation für eine echte Solaryacht zugrunde:

Motorleistung

Ungeachtet der komplexen Berechnung der Wellenleistung kann man sich auf diverse veröffentlichte Aussagen berufen. Beispielhaft hier ein auszugswise die Information eines bekannten Herstellers von diesel-elektrischen Antrieben, Fischer Panda:

„Da die Schubkraft des Elektromotors im Teillastbereich bis zu 300% höher liegt als bei einem konventionellen Motor mit der gleichen Nennleistung steht selbst bei der bescheidenen Leistung von 2,5 kW / 1t Verdrängung effektiv mehr Schubkraft zum kraftvollen Manövrieren und bei der Fahrt gegenan bei schlechten Wetter zur Verfügung als bei dem konventionellen Motor mit der doppelten Nennleistung.“

Um die Rumpfgeschwindigkeit zu erreichen würde eine Leistung von ca. 2,5 kW/1 t Verdrängung völlig ausreichen.

Selbst eine Leistung von nur 2 kW/1 t liefert bereits 95% der Rumpfgeschwindigkeit

und mit 20% der Leistung also ca. 0,5 kW/1 t erreicht man mühelos 70% der Rumpfgeschwindigkeit.“

Auf das Konzept des FlatCat Solar bezogen, das eine maximale Verdrängung von 6 Tonnen vorsieht, wäre also eine Motorisierung von 15 kW nötig. Um trotzdem eine Reserve zu haben, vor allem bei Ausfall eines Motors, wird für die weitere Kalkulation ein Antrieb mit zwei Motoren von je 10 kW vorausgesetzt.

Die Antriebe werden als POD-Motoren ausgelegt (z.Bsp Aquamot UF100HT). Das bedeutet, die Motoren sind in um 360 Grad drehbaren Gondeln unter den Hecks für optimale Manövrierfähigkeit angebracht. Eine zusätzliche Ruderanlage entfällt.

Die mögliche Rumpfgeschwindigkeit für Verdränger beträgt bei 12 m Länge in der Wasserlinie ca. 8,4 Knoten bei 15 kW Leistungsaufnahme. Legt man die Aussagen von Fischer Panda weiter zugrunde, sind für eine normale Marschfahrt von knapp 6 Knoten nur 0,5 kW/t erforderlich, was bei 6 Tonnen einen theoretischen Bedarf von nur 3 kW ergibt.

Für die weitere Kalkulation nehmen

wir einen Sicherheitszuschlag von 50 Prozent an. Das ergibt die Forderung nach einer permanent verfügbaren eine Motorleistung von 4,5 kW.



Aquamot UF100HT

Solarleistung

Soll ein **reiner** Solarantrieb, also ohne Zufuhr aus Batterien oder Generator ermöglicht werden, müssen die Solarpaneele die von den Motoren geforderte Leistung erbringen. Die üblichen Nennzahlen der Hersteller werden zu meist nur in optimaler „Laborsituati on“ erreicht und so sollte man für den Alltagsbetrieb von 2/3 der maximalen Leistung tagsüber bei Sonnenschein ausgehen.

Als aktuell im Preis-/Leistungsverhältnis sehr gute Photovoltaikmodule wurden für die weitere Kalkulation die HIT von Panasonic ausgewählt. Deren



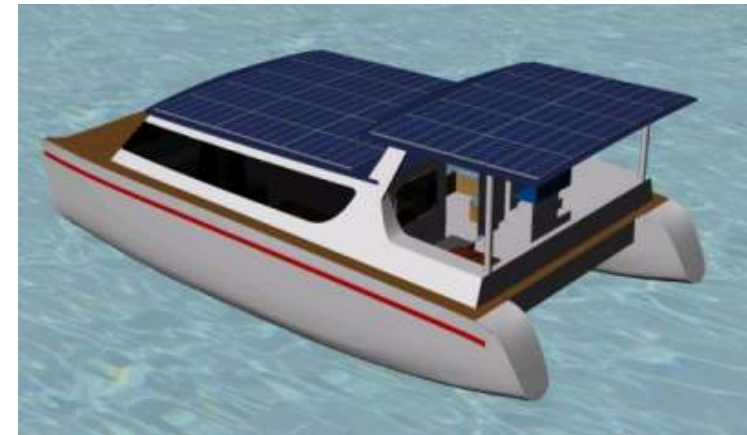
Glas-in-Glas- Ausführung wird mit den Witterungsbedingungen auf See bestens fertig.

Jedes einzelne Panel erzeugt eine max. Ausbeute von 250 W. Auf einen Quadratmeter umgerechnet entspricht das ungefähr einer Leistung von 198 Watt/m². Nehmen wir nur 2/3 davon an, verbleiben ca. 132 W/m², die wir als effektive Leistungsabgabe über den Tag annehmen.

Benötigen die Motoren für eine Marschfahrt von, wie vorausgesetzt, 5 Knoten eine Leistung von 4,5 kW, wäre mit den eingesetzten Panelen eine 34 m² große Solarfläche erforderlich.

Batterieleistung

Wie beim Segeln oft der Wind weg bleibt oder zu schwach weht, so muss man bei einem Solarboot auch sonnenlose oder bewölkte Tage überbrücken können. Wirft der Segler seinen Diesel an, so greift der „Solarist“ auf seine in



Batterien gespeicherte Energie zurück.

Die Motoren benötigen, wie angenommen 4,5 kW pro Stunde bei einer Geschwindigkeit von 5-6 Knoten. Um diesen Energiebedarf über einen ausreichend langen Zeitraum zur Verfügung zu stellen, weist der FlatCat Solar eine Batteriebank von ~ 38 KW auf. Somit kann auch ohne Sonne und Generator je nach Geschwindigkeit ca. 7-8 Stunden gefahren werden.

Als Typ kommen Standard-Batterien mit AGM-Technologie zum Einsatz. Natürlich können zum dreifachen Preis auch LiFePO₄-Akkus benutzt werden, um entweder das Gewicht zu halbieren oder die Kapazität zu erweitern.

Generatorleistung

Im schlimmsten Fall scheint keine Sonne und die Batteriebank ist fast leer. Zur Weiterfahrt muss die Energie jetzt von einem dieselbetriebenen Generator kommen (Hybrid-Antrieb).

Für das Konzept wurde dafür der Fischer Panda 15000i PMS mit 12 kW Nennleistung (10 kW Dauerleistung) und Zweikreiskühlung gewählt. Ausschlaggebend dafür war dessen geringes Gewicht sowie der günstige Verbrauch und die gute Schalldämmung. Die Nenn-Leistung mit ca. 10 kW ist in jedem Fall für die geforderten Einsatzkriterien ausreichend.

FlatCat Solar Konzept

Wie fügen sich nun diese Anforderungen in das Konzept des FlatCat ein.

Der Kalkulation der Motorleistung, wie zuvor von Fischer Panda beschrieben, liegt ein Einrumpfboot zugrunde. Mit einem Katamaran wird die rechnerische Rumpfgeschwindigkeit sicher übertroffen und erst recht beim FlatCat mit seinen schmalen Rümpfen, die ein Streckungsverhältnis von über 1:12 aufweisen. Man dürfte von einer maximaler Geschwindigkeit von über

10 Knoten ausgehen können (je nach gewähltem Propeller). Auch die Verbrauchswerte bei langsamer Fahrt sollten deutlich günstiger liegen.

Das geringe Ausgangsgewicht des Flatcat ermöglicht es, die recht hohe Zuladung der Batterielast von ca. 800 kg ohne Probleme zu verkraften. Mit den anderen Bauteilen der solaren Energieversorgung wie den Paneelen, Wechselrichtern, Batterien, Motoren, Generator, etc. kommen doch stolze 1,7 t Gewicht zustande.

Rechnet man die bei einer Segelversion anfallenden Gewichte des Riggs, Beschläge, der Dieselantriebe und

größeren Tankinhalte gegen, verbleiben ca. 600 kg Mehrlast. Diese kann durch eine geringe Erhöhung des Tiefgangs aufgefangen werden.

Um ein **echtes** Solarboot zu erhalten, muss die Fläche der Panele in einer vernünftigen Relation zur benötigten Leistung stehen. Der langgezogene Aufbau des FlatCat erlaubt, es zusammen mit dem Cockpitdach, 25 Photovoltaik-Paneele zu montieren. Dies ergibt eine Fläche von ca. 31 Quadratmeter mit einer realistischen Energieabgabe von ca. 4 kW und einer Spitzenleistung von über 6 kW.

Für noch mehr Leistung können auch auf dem Deck am Bug weitere Paneele montiert werden. Dadurch kann die maximale Energieausbeute auf ca. 7 kWp (Peakleistung) erhöht werden. Somit ist mit den Abschlägen bei der Energiegewinnung sowie den Aufschlägen bei der Leistungsforderung in jedem Fall ein reiner Solarantrieb erreichbar.

Elektrik an Bord

Doch nicht nur der geräuschlose Antrieb ist Luxus. Liegt man vor Anker hat man Energie im Überfluss. Diese betreibt den Watermaker und die Klimaanlage.



Es gibt auf dem FlatCat Solar drei Stromkreise:

- **12 Volt** für alle navigatorischen Elemente und die Beleuchtung.
- **48 Volt** nur für den Antrieb.
- **230 Volt** wie zuhause. In der Pantry wird elektrisch gekocht, es gibt kein Gas an Bord. Ein nicht zu unterschätzender Sicherheitsaspekt.

Einsatz-Szenarien mit dem FlatCat Solar

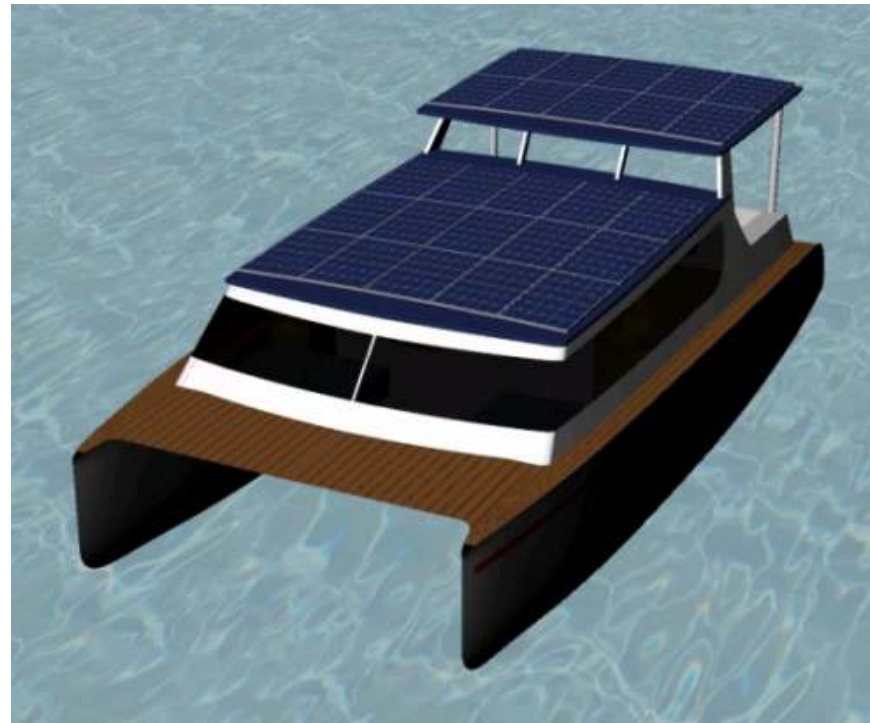
Nachdem die Eckdaten soweit festgelegt wurden, müssen diese jetzt auf den Prüfstand. Dazu habe ich einige Szenarien beschrieben, wie sie uns im Alltag auf dem Wasser begegnen.

Urlaubsfahrt

Im normalen Urlaubsbetrieb beim Bummeln von Bucht zu Bucht sind Tagesetappen von 30 Seemeilen üblich. Bei 5 kn Geschwindigkeit bedeutet das max. 6 Stunden Fahrt. Die 4,5 kW/h Leistungsaufnahme

der Motoren kann alleine durch die Solarpaneele (Sonne vorausgesetzt) abgedeckt werden. Je nach Neigungswinkel der Sonne früh und abend etwas weniger und mittags mehr. Mit angepaßter Geschwindigkeit ist also ein **reiner** Solarbetrieb möglich.

Vor Anker in der Badebucht sorgt dann die Klimaanlage für angenehme Temperaturen und der Watermaker füllt die Tanks. Im Hafen gehört der



5. Festmacher, der Landstromanschluss der Vergangenheit an.

Bei ungünstigen Bedingungen stellt die Batteriebank mit 40 kW ausreichend Kapazität zur Verfügung.

Langstrecke

Sollen einmal tagsüber lange Strecken zurückgelegt werden, sorgt eine Mischung aus allen Energieträgern (Solaranlage, Batteriebank und ggf. Generator) je nach Sonneneinstrahlung für Etmale bis zu 60 Seemeilen.

Schlechtwetter

Bei aufziehendem Schlechtwetter soll schnell ein Schutzhafen erreicht werden. Entfernung ca. 20 Seemeilen. Bei 10+ kn Geschwindigkeit bedeutet das ca. 2 Stunden Fahrtzeit. Bei einer Leistungsaufnahme für maximale Fahrt von 20 kW sind theoretisch ~ 40 kW/h erforderlich. Bei einem Motorwirkungsgrad von z.B. 85% effektiv ~ 47 kWh.

Nachtfahrt

Lange Zielfahrt in der Nacht über 40 Seemeilen während

8 Stunden Dunkelheit (sicherlich die Ausnahme im Urlaub). Bei 5 kn Geschwindigkeit mal 8 Stunden werden 40 kW/h benötigt.

Bei den letzten beiden Szenarien ist ggf. eine Zuladung per Generator notwendig, da die Batteriebank nicht völlig entladen werden darf.

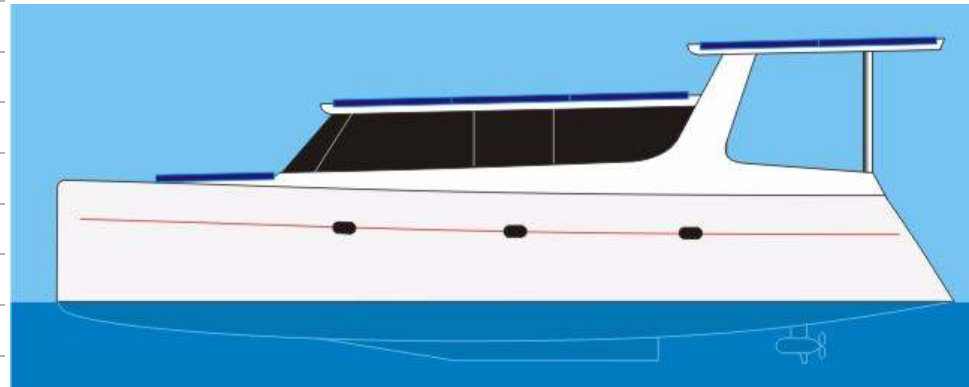
Technische Daten

Länge	11,95 m
Breite	5,60 m
Tiefgang	0,70 m
Brückendecksfreiheit	0,70 m
Gewicht	ca. 4,80 t
Verdrängung	6,00 t
Solarenergie	max. 6,2 kW
Batteriekapazität	40 kW
Motoren	2 x 10 kW
Generator	12 kW
Dieseltank	150 l
Wassertank	2 x 150 l
Abwassertank	2 x 100 l

Fazit

Viele sogenannte Solaryachten haben letztlich nur einen dieselektrischen Antrieb, der durch zusätzlich angebrachte Solarpaneele unterstützt wird. Dort ist der Generator fast immer in Betrieb. Das ehrgeizige Ziel eine Fahrt-yacht zu entwickeln, die unter normalen Voraussetzungen **nur** mit Sonnenenergie fahren kann, ist aber mit dem FlatCat Solar realisierbar. Und das zu einem Preis vergleichbarer Serienkatamarane.

Und ein Solarantrieb ist keine Sackgasse. Im Batteriesektor wird sich in den nächsten Jahren durch die Elek-



tromobilität von Kraftfahrzeugen viel bewegen. FlatCat Solar kann jederzeit nach, bzw. umgerüstet werden. Das-

selbe trifft auf die Weiterentwicklungen bei der Photovoltaik zu.

Für weltweite Fahrt kann künftig ein zusätzlicher Antrieb per Kite-Segel vorgesehen werden.

Über Anregungen und Wünsche der Leser würden wir uns freuen:

contact@multihull.de

Othmar Karschulin und Tristan Thiele

www.multihull.de/flatcat

www.fischerpanda.de

<http://panasonic.net/ecosolutions/solar/hit>
<https://youtu.be/>

Videotip

Solar1 Monte-Carlo Cup, the first race for boats powered by the sun on the open sea in the Mediterranean

<https://youtu.be/GPLPTFTspzI>

<https://youtu.be/YW0G4hRlXhM>