



Wechseln des Probanden. Um alle unter gleichen Bedingungen zu testen, waren eine perfekte Vorbereitung und das passende Wetterfenster nötig.

Watt aus Knoten

Der Gedanke, aus der Fahrt durchs Wasser Strom zu erzeugen ist naheliegend, und so gibt es seit mehr als 30 Jahren Generatoren, bei denen ein Propeller durch das vorbeiströmende Wasser angetrieben und dessen Drehimpuls in Energie umgewandelt wird. Waren die ersten Schleppgeneratoren noch durch eine lange Leine mit dem Heckkorb oder einer speziellen Halterung mit dem Generatorkopf verbunden, so sind es heute eher an Elektroaußenborder anmutende Apparate, die Georg Seifert vorstellt.

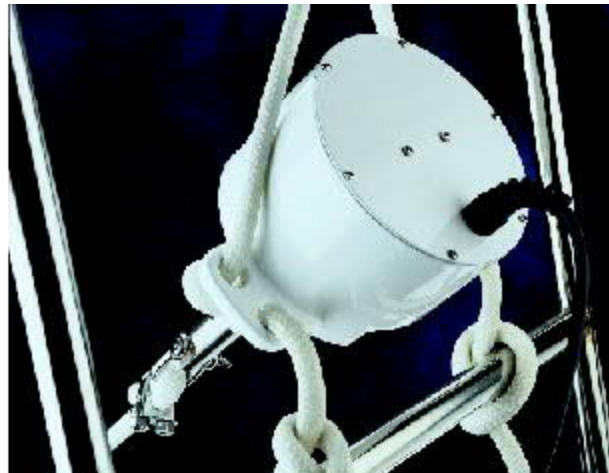
Als Pionier, alten Seebären noch in Erinnerung und manchmal auch noch an Bord einer Segelyacht zu sehen, gilt der Ampair aus England. George Durrant entwickelte diesen Generatorkopf, den er sowohl für den Windgenerator Ampair 100 als auch den Schleppgenerator Aquair 100 einsetzte. Beim Aquair wurde die gusseiserne Schraubenkonstruktion an einer 30 Meter langen Leine nachgeschleppt. Ampair baute auch

lange Jahre den Aquair Under Water (UW), vornehmlich unter Bojen in strömenden Gewässern eingesetzt. Er setzte auch etliche Yachthecks. Ein Nachteil war die geringe Leistung von 100 Watt Maximum, weiter litten etliche Yachteigner unter deutlicher Geräuschentwicklung durch Vibrationen. LVM, ebenfalls aus England, baute ähnliche Geräte. Beide Hersteller gibt es lange nicht mehr: Ampair ging in Insolvenz, LVM wurde von Jabsco ITT übernommen

und hat die Herstellung der Wind- und Wassergeneratoren eingestellt. Eclectic Energy, wiederum aus England, entwickelte 2002 mit dem DuoGen ein anderes Konzept: Ein langer, am Heckkorb montierter kardanisches gelagerter Arm wurde ins Wasser abgesenkt und der am Ende montierte Propeller treibt über eine Welle den am Heck montierten Generator an. Das Problem der langen Schleppleine war neben dem nun möglichen Aufholen auch bei Fahrt



Zwei Ampair Under Water (UW) am Heck der legendären Langfahrtyacht FREYDIS.



Der Aquair 100 zum Nachschleppen an einer langer Leine, die meistens am Heckkorb fixiert wurde.

gelöst, weiter war die Leistung auf bis zu 250 Watt gestiegen. Hieraus entwickelte Eclectic den SailGen-Wassergenerator, der als DuoGen zusätzlich als Windgenerator genutzt werden konnte. Keine schlechte Idee, denn die meiste Zeit liegt eine Fahrtenyacht bekanntlich vor Anker und kann so ihren Energieverbrauch kompensieren.

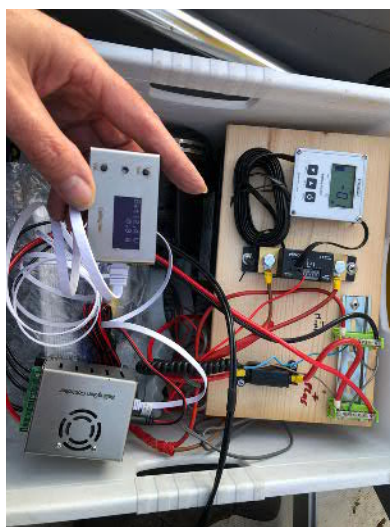
Ebenfalls seit 30 Jahren gibt es einen weiteren Lösungsansatz, um aus strömendem Wasser Energie zur Versorgung einer segelnden Yacht zu produzieren: Einen Generator in einem wasserdichten Gehäuse direkt mit einem Propeller zu verbinden und analog zu einem Außenborder am Heck zu fahren.

Ebenfalls von Ampair als Aquair Under Water (UW) entwickelt war sein Manko, neben der geringen Leistung, dass der Eigner eine geeignete Halterung selbst konstruieren musste. Mit recht hoher Leistung bis zu 600 Watt und komplettem Montagematerial in marktfähiger Produktreife und nennenswerten Stückzahlen gelang die Komplettlösung als erster der französischen Firma Watt&Sea. Hochsee-Regattasegler Yannick Bestaven und der Ingenieur Matthieu Michou entwickelten einen leistungsfähigen Hydrogenerator und brachten diesen zur Marktreife.

Aktuell sind mir sieben Hersteller bekannt, die reine Hydrogeneratoren anbieten:

- Eclectic Energy (UK) mit dem SailGen
- SailNSea (D) baut den SailingGen
- Ocean Power (D) das gleichnamige Produkt
- Remoran (SF) mit dem Remoran Wave
- Save Marine (F) den H240
- Swi-Tec (ES) den HydroCharger
- Watt&Sea (F) den Watt&Sea

Ich habe alle sieben kontaktiert und um Testgeräte gebeten. Am Schluss haben fünf Geräte den Weg zu mir gefunden.



Messwertaufnahme mit Batterie-computer, links auch das Display des SailNSea SailingGen.

Schade, aber die fünf Probanden, welche eingetroffen sind, stellen einen repräsentativen Querschnitt dar.

Grundlagen

Ebenso wie Windgeneratoren sind Hydrogeneratoren für den Einsatz auf Yachten durchweg permanent-magnetenergete, mehrpolige Wechselstromgeneratoren und benötigen daher keine Fremdspannung zur Felderregung wie zum Beispiel eine Lichtmaschine. Der erzeugte Strom wird über Diodenblöcke gleichgerichtet und kann dann zur Ladung der Bordakkumulatoren dienen. Unterschiede zwischen den Geräten liegen in ihrer Konstruktion und deren Aufbau sowie der möglichen Leistung und in der Regelungstechnik. Die Bordakkus dürfen nicht überladen werden, und ebenso, wie auch für Lichtmaschinen, muss sichergestellt sein, dass die Geräte nicht ohne Last laufen. Zum Erreichen der einstellbaren Ladeschlussspannung sind unterschiedliche Wege möglich: Von der Umleitung des erzeugten Stromes auf Lastwiderstände bis zur Bluetooth-App auf dem Smartphone und elektronischer Steuerung reicht hier die Spannweite aufwendigerer Regelungstechniken – mehr dazu später bei den Geräten.

Generator und Regler sind immer getrennt. Der Regler gehört, da nicht seewasserfest, unter Deck ►



Die Testfahrten fanden auf einem Arm der Ruhr statt. Der Frontmann war für die Dokumentation zuständig, der Steuermann für die Einhaltung der korrekten Geschwindigkeit.



Der Steuermann ist nicht grimmig, es ist die Kälte am Testtag und die Konzentration auf das Einhalten der geforderten Geschwindigkeit.

in einen trockenen und belüfteten Raum. Vom Generator zum Regler gibt es eine wasserdicht verbundene feste Leitung zum Borddurchbruch, das benötigte Material hierzu ist meist im Lieferumfang enthalten. Vom Durchbruch oder Steckverbinder über Regler zur Verbraucherbank sind entsprechend dimensionierte Leitungen zu ziehen, die muss der Eigner selbst bereitstellen und den notwendigen Kabelquerschnitt je nach Leitungslänge und Leistung bemessen.

Obwohl einige Regler zwei Ausgänge haben und sowohl den Verbraucher als auch den Motorakkumulator laden können, empfehle ich, die gesamte Leistung auf der Verbraucherbank zu bündeln: Der Motorakku ist bekanntlich schon nach wenigen Minuten Motorlaufzeit während des Auslaufens durch die Lichtmaschine am Motor wieder vollgeladen.

Die Montage erfolgt in der Regel am Heck: Klassische Yachten haben hier kein Problem, moderne Yachten mit breiten Hecks und ausklappbarer Badeplattform sollten je eine Halterungen Steuerbord und Backbord installieren, um den Generator bei entsprechender Lage umzusetzen. Das ist nicht so arg oder gar aufwendig, wie es sich liest: Der Nutzer solcher Systeme ist eher in der Fahrtenseglerwelt zu Hause und wechselt den Bug nur alle paar Stunden.

Es gibt was zu regeln

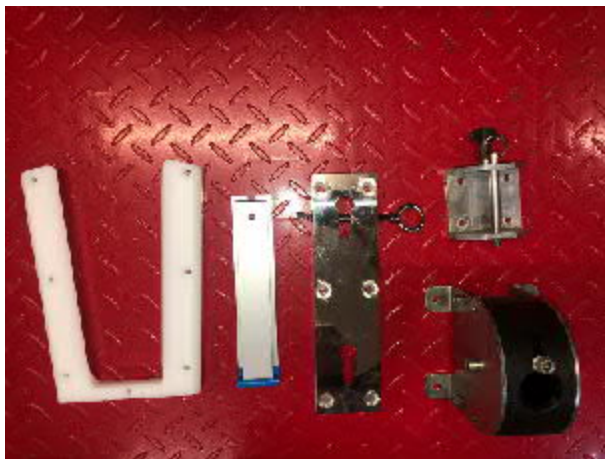
In Abhängigkeit der verbauten Akkus und Leitungslängen ist, um eine optimale Ladung zu erzielen, der Regler zunächst auf die entsprechenden Parameter einzustellen. Ist es bei Eclectic der simple Weg, die Ladeschlussspannung auf den Float-Wert des Akkus einzuregeln, was den Nachteil hat, dass keine vollständige Ladung erfolgen kann, arbeiten modernere Regler mit Ladekurven und lassen sich entsprechend justieren. Wenn die Ladung nicht zu 100 Prozent erfolgt, ist dies kein Beinbruch, aber wenn die Spannung zu hoch eingestellt, ist werden die Akkus nicht alt! Ich kann nur eindringlich raten, sich intensiv mit den Manualen zu beschäftigen. Die benötigten Werte finden sich in den Datenblättern der Akkuhersteller.

Am besten nimmt sich der Eigner nach erster Grobjustierung mit vorsichtigen Werten einen halben Tag Zeit und fährt mit einem Messgerät bewaffnet raus. Schön wäre, wenn die Rumpfgeschwindigkeit erreicht wird und an den Akkus (!) gemessen werden kann, welche Spannung anliegt, um diese danach in kleinen Schritten nachzujustieren. So können auch Spannungsverluste durch Übergangswiderstände und Leitungslängen ausgeglichen werden. Zur Ladung von Akkusystemen könnte ich viele Seiten füllen, hier

nur so viel: Unterschieden wird in Float-Spannung (diese Spannung kann ein Akku auch längere Zeit „ertragen“ ohne überladen zu werden) und Ladeschlussspannung (bis zu dieser Spannung kann der Akku mit maximalem Ladestrom geladen werden). Moderne Regler mit Multi-Power-Point-Tracking haben an den jeweiligen Akkutyp optimierte und angepasste mehrstufige Ladespannungs- und Ladestromkurven. Achtung, diese Kurven sind in aller Regel nicht für die Ladung von Lithium-Akkus geeignet! Auch AGM-Akkus können durch einen „dummen“ Regler mit W-Kennlinie (nur Ladeschlussspannung) überladen und beschädigt werden, wenn dieser Wert zu hoch eingestellt ist. Nochmals die Warnung an dieser Stelle: Die Generatoren dürfen niemals ohne Last laufen, von daher empfiehlt sich der direkte Anschluss vom Regler zum Akku, nicht über einen Trennschalter! Der Regler würde sonst aufgrund der dann stark ansteigenden Spannung des Schleppgenerators zerstört.

Exkurs Lithium-Akkus

Blei-Säure-, Gel- oder AGM-Akkus sind eher unkritisch, bei Lithium ist Vorsicht angesagt. Da die Generatoren nie ohne Last laufen dürfen und auf der anderen Seite die Akkus auf keinen Fall überladen werden



Fünf Hydrogens – fünf Halterungen. Alle haben ihr eigenes spezielles System. Aus diesem Sortiment sollte der Eigner eine passende Lösung finden.



Die Verbindung zum Bordnetz muss mit Sorgfalt erfolgen. Korrosion kann die gelieferte Spannung reduzieren oder ganz zum Erliegen bringen.

dürfen ist eine simple Abschaltung des Ladestromes nicht möglich. Trennt das Batteriemanagementsystem des Akkus den Hydrogen ab, wird der Hydrogen Schaden nehmen. Da es keinen Regler für Hydrogens gibt der über eine je nach Akkuhersteller unterschiedliche Datenanbindung zur Kommunikation mit dem Akkusystem verfügt, müssen sich Eigner etwas einfallen lassen. Wer über den Einsatz von Lithium-Akkus mit Nutzung von Wasser- oder Windgeneratoren nachdenkt, möge sich den PALSTEK 1/2020 zur Hand nehmen, dort sind im Artikel „Ionenantrieb“ weitere Infos zu finden. Natürlich habe ich auch die Hersteller der Hydrogeneratoren zu diesem Thema befragt, die Ergebnisse lesen Sie in den entsprechenden Produktbeschreibungen.

Montage und Elektroinstallation

Generell ist die Installation eines Hydrogenerators kein Hexenwerk. Je nach Modell ist eine Befestigungsbasis am Heck zu montieren. Diese ist sicher und stabil zu gestalten, also durchgebolzt mit Gegenplatten innen am Spiegel, um entstehende Lasten flächig in den Rumpf einzuleiten. Die Bolzen sollten absolut wasserdicht durchgeführt werden, sind folglich mit Dichtmasse einzusetzen, eine dünne Gummimatte als Unterlage für die Verbindungen schadet nicht.

Etwas Hirnschmalz und Messungen sind für die Positionierung der Basis erforderlich, denn die Gens benötigen eine bestimmte Höhe zur Wasserlinie in Abhängigkeit von der Länge des gewählten Modells, oder einfacher ausgedrückt: Der Propeller muss sich immer unter Wasser befinden, auch im Seegang. Das jeweils erforderliche Maß ist den Unterlagen des Herstellers zu entnehmen. Zu hoch montiert kann der Propeller auftauchen und wird mechanisch arg belastet, zu tief generiert er einen unnötig höheren Schleppwiderstand. Zu beachten ist, dass das Heck einer Yacht in Fahrt unter Segeln etwas abtaucht, die Heckwelle allerdings hochkommt. Auf unserem Boot sind es rund zehn Zentimeter.



Die Berechnungen der Kabeldurchmesser, die Liste der Kabeltypen, der Adernfarben und der Strombelastbarkeit finden Sie über den QR-Code und über den folgenden Hyperlink:

<https://indd.adobe.com/view/96cfd7ec-802e-4013-9a48-309093ffb307>

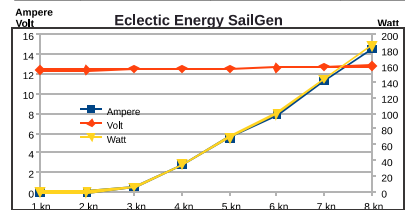
Wurde der passende Montageplatz gefunden geht es an die elektrische Verbindung des Generators zum Regler. Hier ist eine wasserdichte Durchführung notwendig, einige Hersteller haben diese im Lieferumfang (siehe Beschreibung der Modelle), bei anderen sind diese zu beschaffen. Achten Sie bei der Auswahl auf eine hinreichend starke Ausführung, es fließen einige Amperechen! Ihr örtlicher Fachhandel hilft gerne die richtigen Materialien zu finden. Die Position der Durchführung bemisst sich nach der Leitungslänge, welche durch die Leitung vom Generator vorgegeben ist, außerdem ist auf die Kabelwege hinter der Durchführung zum Regler hin zu achten.

Vom Regler, der möglichst in der Nähe der Akkus zu platzieren ist, um Messfehler gering zu halten, sind entsprechend starke Leitungen zu der Verbraucherbank herzustellen. Die Stärke der Leitungen bemisst sich nach Leistung und Länge. Informationen finden Sie in einigen Manualen oder über den nebenstehenden QR-Code oder Link.

Die Regler sind allesamt nicht wasserdicht und generieren – je nach Typ – auch ein erhebliches Maß an Wärme unter Last. Die Backskiste fällt somit für die Installation der Regler aus, der Maschinenraum, sofern nicht drangvoll eng, würde sich zur Montage anbieten, wenn er gut belüftet ist. Regler, die ab ►



Eclectic	Ampere	Volt	Drag R	Watt	Effizienz
1 kn	0,0	12,4	1,34	0,00	0,00 %
2 kn	0,0	12,4	4,44	0,00	0,00 %
3 kn	0,5	12,5	7,64	6,25	5,19 %
4 kn	2,8	12,5	13,81	35,00	12,30 %
5 kn	5,5	12,5	20,85	68,75	12,83 %
6 kn	7,9	12,6	24,95	99,54	12,91 %
7 kn	11,3	12,7	28,64	143,51	13,94 %
8 kn	14,5	12,8	33,89	185,60	13,31 %



Links: Der Eclectic SailGen am Heck einer Yacht.

Kleines Foto: „Fluten“. Das Tiefenruder des EclecticSailGen.



und an beobachtet werden sollten um Fehleranzeigen mitzubekommen, bekommen eine sichtbare Position, notfalls im Salon oder in der Nähe des Kartentischs.

Kommen wir nun zu den verschiedenen Modellen:

Eclectic Energy SailGen

Wikipedia sagt: „Als Eklektizismus (von Altgriechisch eklektós „ausgewählt, auserlesen“) werden Techniken und Methoden bezeichnet, die sich unterschiedlicher Systeme (wie z. B. Stile, Disziplinen, Philosophien) bedienen und deren Elemente neu zusammensetzen. So will sich auch der Firmengründer Peter Anderson verstanden wissen: Er nutzt altbekannte Technik und fügt die zu einem neuen Ganzen zusammen.

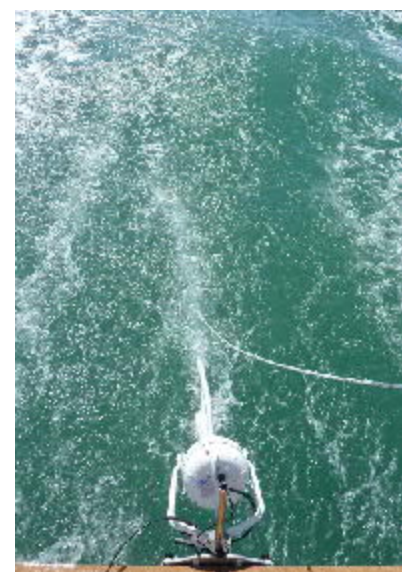
Der SailGen besteht aus einem massiven Generatorkopf und einer Führung aus Aluminium für den Propeller, der Generator selbst befindet sich im Gegensatz zu den anderen Modellen somit nicht unter Wasser. Auffällig: Das „Tiefenruder“, gebaut wie eine Schaufel, welches den Propeller auch bei Seegang zuverlässig unter Wasser hält. Die Konstruktion ist vollkardanisch aufgehängt. Der SailGen ist ohne Weiteres an nahezu jede beliebige Heckform montierbar,



Der Lieferumfang des Eclectic SailGen.



Die interessante Umlenkung der Propellerwelle.



Ein SailGen in Fahrt. Er kann an fast jede Heckform montiert werden.

sogar an Kanuhecks.

Welle und Generator liegen in Linie, der Propeller zur Welle konstruktionsbedingt nicht. Die Lösung zur Umlenkung ist verblüffend, wenn man es noch nie gesehen hat, und hält dank permanenter Wasserschmierung je nach Sedimentbelastung des befahrenen Gewässers

8.000 bis

Austausch

Das Aufl

schiebt pe

im Schiff

falls notw

oder Treib

simpel ist

zur Verhin

den: An 3

vom Gen

geführt, s

härteren

wirksam

Der Regle

gestrickt:

schlusspa

zweipolig

und „ver

Energie, s

hat keine

er arbeite

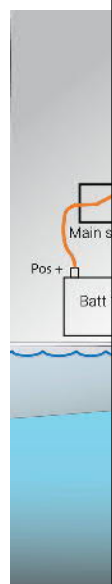
Da er so

eine Anz

Spannung

ler instal

überwach



Schemaze

Blei-Säure-, Gel- oder AGM-Akkus sind kein Problem, auch Lithium-Akkus lassen sich befeuern, wenn die Ladeschlussspannung entsprechend niedrig knapp unterhalb der Float-Spannung einjustiert wurde. Die Einstellungen nimmt der Hersteller für Sie vor wenn Sie die passenden Daten zur Verfügung stellen, aber

tage sollte zum Aus-
bergangswiderständen
ngen eine Messfahrt
den Regler fein zu

t mit 500 Watt (in
700 Watt) und einem
itsbereich von 2 bis15
ziert, er startet den
t 2 Knoten und steigt
auf 350 Watt, bei
t die Leistung nach
en bei 150 Watt.

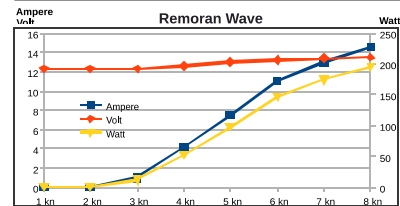
ve

andidat in unserem
mt vom finnischen
moran und ist in
och recht unbekannt.
t dem Propeller lässt
ne um 30 Zentimeter
Montage des Gene-
auf einer Schiene. Er
quem abnehmen und
n längere Liegezeiten
stehen. Die Nei- ►





Remoran	Ampere	Volt	Drag R	Watt	Effizienz
1 kn	0,0	12,3	0,00	0,00	0,00 %
2 kn	0,0	12,3	1,96	0,00	0,00 %
3 kn	1,0	12,3	4,30	12,30	10,30 %
4 kn	4,2	12,6	9,74	52,92	29,33 %
5 kn	7,5	13,0	11,71	97,50	32,40 %
6 kn	11,1	13,2	14,06	146,52	31,70 %
7 kn	13,0	13,4	18,21	174,20	26,57 %
8 kn	14,5	13,5	21,41	195,75	22,13 %



Links: Der Remoran Wave wird einfach in die T-Schiene geschoben.

Unten: Der Regler des Wave mit Status-LED, bald auch mit Bluetooth-Schnittstelle.



gung ist nur positiv zwischen 0 bis 40 Grad verstellbar, das schließt ältere, klassische Yachten mit negativem Heck leider aus, oder der Eigner baut sich eine angepasste Konsole. Der Wave kommt in einem überraschend kleinen Karton, bestückt mit dem Generator, Halteschiene, Regler, der Leitung nebst Stecker und Buchse und Schrauben zur Befestigung der Schiene. Es fehlen lediglich Kabel vom Regler zu den Akkus und eine 40-Ampere-Sicherung. Der Regler stellt sich selbst auf die Bordspannung der zu versorgenden Akkus ein (12 V oder 24 V). Er verfügt über zwei LEDs zur Anzeige von Ladung und Bluetooth-Konnektivität, wobei die Status-LED mit drei Farben und verschiedenen Blinkfrequenzen Signale über den Ladestatus oder mögliche Fehler mitteilt. Alles Weitere wie auch die Überwachung und Programmierung der Ladekurven wird über eine entsprechende Applikation gesteuert, die aktuell in Arbeit ist und im Frühjahr 2021 verfügbar sein soll. Es gibt auch eine Ladekurve für Lithium-Akkus. Sind 14,4 Volt erreicht, stoppt der Regler des Wave die weitere Ladung und startet wieder, wenn der Ladezustand unter 13,6 Volt liegt. Wichtig ist zu prüfen ob diese Vorgaben für Ihren Lithium-Akkus passen, ansonsten steht Remoran gern für Hilfestel-

lungen zur Verfügung.

Der Ladebeginn des Wave liegt laut Hersteller bei 2 Knoten Bootsgeschwindigkeit, maximal 300 Watt werden bei 10 Knoten erreicht, bei unserer Vergleichsgeschwindigkeit von 6 Knoten macht der Wave nach Angabe von Remoran knapp 150 Watt. Die Fahrt durchs Wasser darf 15 Knoten nicht übersteigen.

SailNSea SailingGen

Prof. Dr. Armin Horn, an der Hochschule Esslingen in den Bereichen Antriebs- und Elektrotechnik tätig, ist Seesegler und Entwickler des SailingGen. Entstanden aus dem Wunsch (und Können) einen effizienten Hydrogenerator für seine Yacht zu bauen wurde ein Projekt, welches in dem SailingGen mündete, der auch über den eigenen Webshop SailNSea vertrieben wird.

Der Geschwindigkeitsbereich liegt zwischen 3 und 12 Knoten Fahrt, die Leistungsabgabe beginnt laut Hersteller mit 2 Knoten und steigt

bei 7 Knoten auf bis zu 220 Watt, unser Referenzwert für 6 Knoten liegt bei rund 100 Watt.

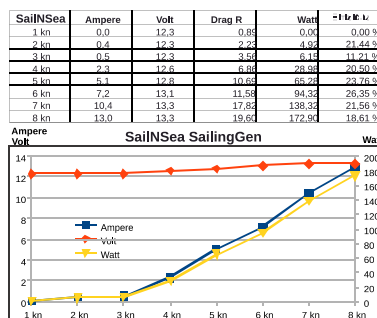
Auffällig ist die simple Konstruktion aus Edelstahl, und weiter, dass der Propellerschaft nicht längs, sondern quer zur Schiffsachse aufgeholt wird. Der Radeffekt des Propellers bedingt, dass die Aufholleine auch als Fixierung des Schaftes senkrecht nach unten dient. Dadurch ist es sehr einfach, den SailingGen aus dem Wasser zu holen. Interessant ist auch, dass die Dreiblatt-Propeller additiv im 3D-Drucker hergestellt werden. So sind neben vier Standardgrößen alle Größen und Steigungen lieferbar. Die Montage erfolgt am Heckspiegel nahe der Wasserlinie mit einer universalen Halterung, geeignet für positive oder negative Hecks. Optional gibt es auch eine komplett wegnehmbare Halterung. Der Propeller des SailNSea wird in Vorausrichtung angetrieben. Wird der SailingGen senkrecht nach oben geschwenkt, kann er ohne Werkzeug vom Heckhalter abgezogen werden.



Der SailINSea SailingGen von Prof. Armin Horn montiert an dem Ausleger eines Katamarans.



Der Regler des SailingGen verfügt über Bluetooth: Anzeige und Programmierung im Blick.

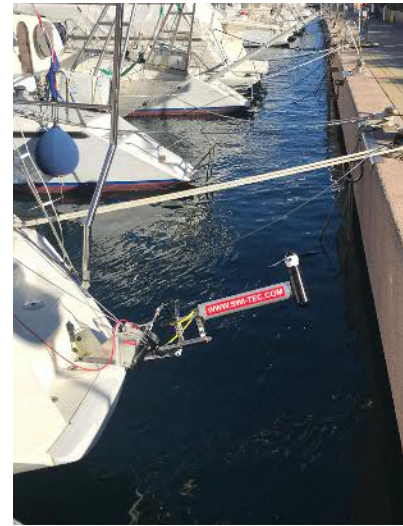


Der Regler verfügt als einziger im Feld über ein abgesetztes Display, was neben Strom- und Spannungsanzeige auch die Programmierung des Reglers erlaubt. Warnungen vor möglicher Überlast erfolgen optisch auf dem Display und auch akustisch per Summer, weiter werden Statusmeldungen und Hinweise angezeigt. Die Funktionsweise des Reglers ist die Pulsweiten-Modulation (PWM), der Generator wird beim Erreichen der programmierbaren Ladeschlussspannung so getaktet, dass nur noch so viel Energie geliefert wird, wie zum Beispiel die Bordinstrumente abnehmen. Über eine Android-App werden per Bluetooth alle Regler-Informationen angezeigt und auch die Programmierung des Reglers ermöglicht.

Der Ladebetrieb mit LiPo-Akkus mit internem Batterie-Management-System (BMS) ist möglich, wenn die Ladeschlussspannung des Reglers etwas geringer eingestellt wird als die Abschaltspannung des BMS.

Swi-Tec Hydrocharger

Auf Mallorca sitzt die Firma Swi-Tec, wo der Inhaber und Schweizer Marco Bachmann eine Vielzahl an Produkten rund um die Fahrtenyacht anbietet. Seit etlichen Jahren hat er auch einen selbst entwickelten Hydrogenerator im Programm, der durch seine massive Bauweise in Edelstahl auffällt. Das Gewicht beträgt daher auch 18 Kilogramm. ►



Der ausgesprochen stabil gebaute Swi-Tec Hydrocharger auf dem Scoop einer Yacht montiert. Gut verdeutlicht, wie er eingeholt und ausgesetzt wird.

Es gibt ihn in 12-Volt- und 24-Volt-Ausführung mit einer Baulänge von 1.100 Millimetern. Aufholen und Absenken geschieht durch Seilzüge, der Generator rastet in seiner Arbeitsstellung ein. Der Generator läuft zur besseren Kühlung im Ölbad. Durch die spezielle Kupplung zwischen Propeller und Getriebe entstehen weniger Vibrationen und dadurch weniger Geräusche.

Der Swi-Tec Hydrocharger kommt mit Halteplatte und wasserdichter Steckverbindung. Kabel zwischen Stecker und Regler sowie die Leitungen zum Akku müssen zusätzlich

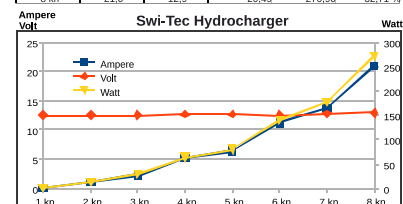
erworben werden.

Der Propeller des Swi-Tec ist in der Steigung verstellbar, es empfiehlt sich den vermuteten Geschwindigkeitsbereich, den die Yacht in der Regel läuft, vor dem Kauf anzugeben. So wird der Propeller ab Werk korrekt justiert geliefert. Die angegebene Leistung beginnt bei 2 Knoten und beträgt bei 8 Knoten Fahrt 390 Watt, bei unserem 6-Knoten-Standard sind es rund 170 Watt, laut Hersteller. Der Regler mit Schraubanschlüssen ist ein MPPT-Regler mit einer möglichen zusätzlichen Solarleistung von 400 Wp. Swi-Tec weist sinnvoller-

weise im Manual darauf hin, dass ein eigener vorhandener Solarregler belassen werden sollte. Man kann weiter eine Versorgungslast von bis zu 15 Ampere anschließen – interessant für den Anschluss nicht lebensnotwendiger Verbraucher die nur bei Ladung Energie erhalten sollen wie zum Beispiel ein Kühlschrank. Der Regler verfügt über ein Display direkt auf dem Gehäuse. Die Spannung der angeschlossenen Akkus erkennt der Regler selbst und stellt sich entsprechend ein. Er hat zudem einen externen Buzzer mit Beleuchtung, der piepst, wenn die



SwiTec	Ampere	Volt	Drag R	Watt	W/kgw
1 kn	0,0	12,5	0,88	0,00	0,00 %
2 kn	1,0	12,5	4,90	12,50	25,24 %
3 kn	2,3	12,5	8,02	28,75	28,73 %
4 kn	5,1	12,6	10,96	64,26	29,01 %
5 kn	6,4	12,6	15,15	80,64	21,12 %
6 kn	11,2	12,5	16,93	140,00	27,28 %
7 kn	13,8	12,8	17,82	176,64	28,07 %
8 kn	21,0	12,9	20,49	270,90	32,71 %



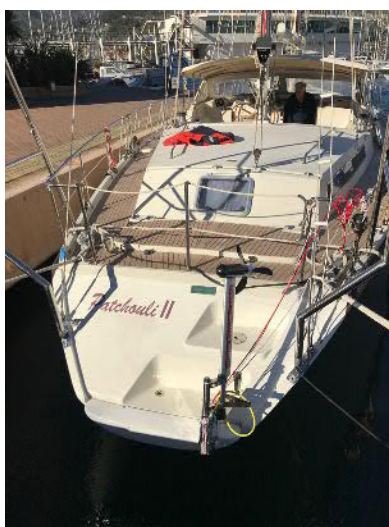
Links: Aufgeholter Hydrocharger am Heck der Yacht eines der Entwickler des Hydrochargers.

Rechts: Die Umlenkrollen des Hydrochargers zum Aufholen und Absenken.



Sinnvolles Zubehör: Freilauf-Taster des Hydrochargers.

Ladeschlussspannung erreicht ist. Der Generator sollte dann über den Schalter in Freilauf geschaltet oder gegebenenfalls aus dem Wasser genommen werden, um den Schleppwiderstand zu eliminieren. Am programmierbaren Regler befindet sich ein Display mit Bedienknöpfen, weiter ein großer roter Schalter, mit dem der Generator auf Freilauf geschaltet werden kann. Das Display verfügt über ein weites Menü und informiert über den Zustand des Systems. Lithium-Akkus können mit einem dreipoligen Relais zum Abschalten der Ladung betrieben werden. Der ist aber nicht im Lieferumfang und sollte vor dem Kauf



Offset-Montage, um die Badeplattform frei zu halten.

mit einem erfahrenen Elektriker besprochen werden. Ich könnte mir vorstellen, dass Signal eines externen BMS auf den Freilaufkontakt zu legen – auch hier: Fachleute hinzuziehen, denn kein Hersteller von Hydrogeneratoren übernimmt irgendwelche Garantien bei Betrieb mit Lithium-Akkus!

Der Freilaufschalter kann auch gut genutzt werden, um den Generator ins Wasser abzusenken oder aufzuholen: Er läuft dann ohne Last und lässt sich so leicht und sicher betätigen.

Der Swi-Tec wird am Heck auf einer Stahlplatte mit Bajonettverschlüssen fixiert, er kann so leicht abgenom-

men und verstaut werden. Die Halterung lässt sich auf Yachten mit negativem oder positivem Spiegel einstellen. Es sind weitere Halterungen in verschiedener Bauweise verfügbar, so dass der Generator an nahezu jede Heckform montierbar ist. Weiter ist es möglich, statt der Sperre eine lastabhängige Auslösung zur Vermeidung von Kollisionsschäden umzusetzen.

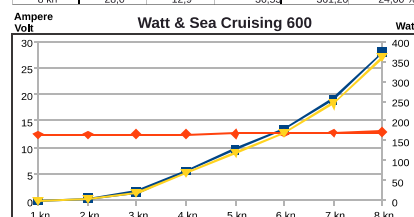
Watt&Sea 300, 600 und Pod

Gleich sieben verschiedene Modelle bietet Watt&Sea aus Frankreich: Die Cruising-Serie mit 300 oder 600 Watt jeweils in Kurz- oder Langschaft, die 600 Watt leistenden Racing Alu und Carbon sowie den Pod, welcher unter dem Schiff im Heckbereich fest montiert wird. Die Cruising-Modelle werden immer mit einem 240-Millimeter-Propeller geliefert, geeignet für den Geschwindigkeitsbereich von 5 bis 10 Knoten. Optional sind Propeller mit 200 Millimetern (höhere Geschwindigkeiten) und 280 Millimeter (für behäbige Fahrtenyachten) sowie einem 240 Millimeter mit verstellbaren Flügeln erhältlich. Die Racing-Hydrocharger sind für uns normale Eigner nicht geeignet, nicht nur wegen der Preise ab 9.400,00 Euro, sondern weil sie für die schnellen Hochseerennen gedacht sind und ihre Leistung erst ab zweistelligen Geschwindigkeiten auf der Logge abgeben.

Uns reicht der 600 Watt Cruising



W&S	Ampere	Volt	Drag R	Watt	Effizienz
1 kn	0,0	12,4	0,85	0,00	0,00 %
2 kn	0,4	12,4	2,67	4,96	18,02 %
3 kn	1,6	12,5	6,66	20,00	19,43 %
4 kn	5,5	12,5	8,67	69,75	37,63 %
5 kn	9,6	12,6	17,83	120,96	26,41 %
6 kn	13,4	12,7	21,83	170,18	25,23 %
7 kn	19,0	12,8	24,95	243,20	27,08 %
8 kn	28,0	12,9	36,53	361,20	24,00 %



Zwei Watt&Sea an einem Hochsee-Racer.

mit 280-Millimeter-Propeller, den wir montiert haben, dem 240-Millimeter-Standardpropeller und dem verstellbaren 240-Millimeter-Propeller sowie der Standard-Heckhalterung. Eine Sicherung (50 A) und eine wasserdichte Steckverbindung zwischen Generatorleitung und Regler sowie die Kabel zum Akku müssen zusätzlich gekauft werden. Der Cruising wiegt in der kurzen Bauform 7,4 Kilogramm und kommt mit einem MPPT-Regler, der Blei-Säure, AGM- und Gel-Akkus optimal laden kann. Die angegebene Leistung startet mit dem 240-Millimeter-Propeller bei rund 3 Knoten Fahrt, bei 10 Kno-

ten sind es 600 Watt – bei unseren angenommenen durchschnittlich 6 Knoten macht er 120 Watt. Der Propeller mit 200 Millimetern ist bis 18 Knoten, der mit 240 Millimeter bis zu 14 Knoten und der 280 Millimeter große bis maximal 11 Knoten Geschwindigkeit ausgewiesen. Mit 6 Knoten liefert der Watt&Sea mit dem 280-Millimeter-Propeller laut Hersteller 170 Watt Leistung. Die Montage erfolgt im Standard mittels direkter Befestigung am Heck der Yacht. Konstruktionsbedingt sollte der Spiegel am Montagepunkt möglichst senkrecht sein. Weist das Heck einen negativen oder positiven

Winkel auf, ist eine Universalhalterung aus Edelstahl erhältlich, weiter gibt es eine U-förmige Halterung, in welche der Generator eingeschoben und auch entfernt werden, kann als Zubehör. So sind leicht zwei Einsatzplätze Steuerbord und Backbord für die modernen, breiten Yachthecks umzusetzen.

Der Watt&Sea Cruising wird durch eine Holeleine unter Wasser gehalten, die in einer Curryklemme belegt wird. Man kann somit auch eine lastabhängig öffnende Klemme (Regattazubehör) nutzen, um einen Kollisionsschutz umzusetzen: Wichtig ist dann auch einen gepolsterten

ePropulsion EVO



Minuten vor Druckabgabe erreicht uns die Nachricht, dass ePropulsion, bekannt für Elektro-Außenborder, die Serien Spirit und Navy um eine Rekuperation, sprich Laden der angeschlossenen Akkus durch den Propeller im Schleppbetrieb, erweitert hat. Die Selbstladefunktion ermöglicht das Laden des Motorakkumulators während des Segelns oder Abschleppens mit Geschwindigkeiten zwischen 4 und 10 Knoten. So liefert beispielsweise nach Herstellerangaben der Navy 3 EVO bei 6 Knoten Fahrt 150 Watt, bei 8 Knoten sind es 350 Watt.

Eine Alternative zu den Schleppgeneratoren sind diese Modelle das nicht, denn es ist nicht vorgesehen die Akkus an Bord zu laden, sondern den Akku des E-Antriebs. Dieser läuft mit der neuen Modellgeneration mit 48 Volt. Dennoch, ein guter Ansatz, schon nutzbar bei kleineren Segelyachten deren Hauptantrieb der E-Außenborder ist. Weitere Neuheiten für das Jahr 2021 sind 48-Volt-Architektur, Sicherheitsarmbänder für den Not-Aus ohne Leine per Bluetooth, eine neue ergonomische Pinne und bürstenlose Direktantriebsmotoren. www.epropulsion.com



Aufgeholter Watt & Sea.

Anschlag einzuplanen, denn im Falle einer Kollision würde der Generator mit Wucht nach oben ausschwenken. Für die sichere Beschickung eines Lithium-Akkublocks hat Watt&Sea zumindest für die Mastervolt MLI mit MasterBus eine Lösung: Die Befehle „Stop Charge“ und „Battery Safety“ werden mit dem Mastervolt Multi Purpose Contact erkannt und eine Steuerspannung auf ein separat zu beziehendes Relais ausgegeben. Damit werden die Generatorwindungen des Watt & Sea kurzgeschlossen, eine weitere Ladung findet nicht mehr statt. Circa alle zehn Minuten wird der Ladestatus über das Master-Bus-System geprüft und gegebenenfalls

die Ladung wieder aufgenommen. Der Watt&Sea-Regler erkennt selbsttätig die Betriebsspannung 12 oder 24 Volt, er kann auch Solarstrom bis zu 600 Watt aufnehmen und an die Verbraucherbänke weiterleiten. Generell keine schlechte Idee, aus Redundanzgründen wäre ich jedoch immer geneigt, einen separaten Solarlader zu installieren. Der Regler hat LEDs zur Statusanzeige und Warnung vor Überlastungen, weiter gibt es eine App, die das Smartphone via Bluetooth mit dem Regler verbindet. Hierüber sind neben Leistungsdaten auch Anpassungen an die Programmierung möglich.

Wer viel misst ...

Vorab, unsere Messwerte sind nicht auf die Goldwaage zu legen. Dazu bräuchte es einen Schleppkanal und hochpräzise Messinstrumente. Die Kurven (Volt, Ampere, Watt) sind extrapoliert, es ist unmöglich für uns für jede Zehntelknoten einen Messwert zu erhalten. Die abgelesenen Werte für jeden Knoten Fahrt finden Sie in den jeweiligen Grafiken. Diese weichen punktuell leicht von den Herstellerangaben ab: Ursache sind der trotz Entladung nicht hinreichend große Akku und die intelligente Ladesteuerung der Regler. Diese setzen den Ladestrom auf einen sicheren Wert um den Akku nicht zu überlasten. Weiter haben wir beobachtet, dass die Messwerte ab 6 Knoten Fahrt unter den Herstellerangaben liegen. Sowohl Remoran als auch Watt&Sea haben uns bestätigt, dass die Ursache die Bugwelle des Dingys ist, die seitwärts gerichtete Strömung beeinflusst die Messergebnisse leicht negativ. Aber wir haben, da alle Hydrogeneratoren gleichartig gemessen wurden, einen Vergleichswert zu den Herstellerangaben in dem für uns Fahrtensegler wichtigen Bereich von 0,1 bis 8 Knoten Fahrt durchs Wasser. Kommen wir nun zum Vergleich der von den Herstellern genannten mit den von uns gewonnenen Daten. Wir haben auf einem abgeschleusten Arm der Ruhr mit einem Schlauchboot (RIB) Messfahrten unternommen.



Ein Watt&Sea – zwei Einschubhalterungen – je nach Lage umzusetzen.

Zur Messung von Ampere und Volt diente ein Batteriemonitor von Votronic mit Messwiderstand. Als Akku hatten wir einen fabrikneuen 60-Amperestunden-Blei-Säure-Akku, der vor jeder Testfahrt auf 50 Prozent/31 Amperestunden/12,3 Volt entladen wurde um gleiche Bedingungen für alle Kandidaten zu schaffen. Es stellte sich heraus, dass die großen Generatoren damit unterfordert waren, oder anders gesagt: Der Akku war zu klein für hohe Leistungen. Also wurden in einer zweiten Messfahrt eine Woche später die Hydrogens von Watt&Sea, Swi-Tec und Eclectic erneut gefahren, diesmal mit einem 400-Watt-Lastwiderstand parallel zum Akku, der ab 12,5 Volt per Regler zugeschaltet wurde.

Auch den „Drag“, den Widerstand, den die Generatoren im Wasser verursachen, haben wir gemessen. Nicht wirklich professionell mit einer Kofferwaage, die Angabe in Kilogramm Widerstand sollte korrekt in Newton umgerechnet werden. Der jeweils gemessene Zug in Kilogramm ist mit dem Cosinus des Zugwinkels korrigiert. So haben wir einen Wert ermittelt den der Eigner in keinem Prospekt findet. Wir konnten nun zwar nicht segeln, aber ich halte „gefühlte“ den Schleppwiderstand für vernachlässigbar. Eigner, die ich auf die Thematik angesprochen



habe, sprechen von keiner spürbaren Geschwindigkeitseinbuße.

Weiter am Rande interessant ist die Effizienz der Wassergeneratoren, die Werte finden Sie in den Tabellen. Wo eine moderne Kaplan-Turbine bis zu 96 Prozent Energie aus dem Wasser holen kann sind es bei unseren kleinen Schleppgeneratoren maximal 38 Prozent. Klar, denn das Wasser kann am Propeller vorbeiströmen, bei einem Wasserkraftwerk wird es durch Rohre zur Turbine geleitet und kann nicht ausweichen.

Eclectic Energy SailGen

Die kompakte Halteplatte des SailGen ist einfach an jedem Bootsheck zu montieren, er sollte wie alle anderen Hydrogeneratoren auch recht nah an der Wasseroberfläche positioniert werden. Die vollkardanische Aufhängung folgt dem Boot und

bleibt durch die Fluke zuverlässig unter Wasser, auch bei Wellenschlag. Wird er nicht mehr gebraucht, kann er mittels Sicherungsleine entweder aus dem Wasser geholt und fixiert oder aber durch Entfernen eines Bolzens komplett eingeholt werden. Die gemessene Leistung liegt unterhalb der Herstellerangaben, dies sollte aber nicht zu eng gesehen werden, da der Generator schon ein schwerer Brocken ist und einen hohen Anlaufwiderstand hat. Erfahrungsgemäß dauert es ein paar Hundert Meilen, bis er dann leichter läuft und auch mehr Leistung liefert.

Remoran Wave

Finnisches Design – der Wave sieht einfach gut aus. Er ist recht klein und leicht, die Montage erfolgt auf einer Schiene mit lediglich zwei Schrauben. Die Bedienung ist durch die großen Handgriffe einfach und klar erkennbar. Der Regler wird im Sommer kommenden Jahres über eine Bluetooth-Anbindung zum Smartphone verfügen: Die Schnittstelle ist schon da, es fehlt nur noch die Applikation.

Abgesenkt rastet der Remoran Wave in Fahrposition ein, ein dicker Griff entspermt die Rastung und er lässt sich einfach nach oben abziehen und in der Backskiste verstauen.

SailNSea SailingGen

Anders als die Wettbewerber wird der SailingGen quer zur Schiffsachse ins Wasser gelassen, die Fixierung erfolgt mit einer Leine, die auch zum Aufholen dient. Die Montage am Heck geschieht mittels vier Schrauben an der massiven Halterung. Er wird bei Nichtgebrauch einfach aus dem Wasser geholt und und fixiert oder aber ist durch eine Drehung leicht aus der Heckhalterung zu entnehmen. Auf Wunsch ist auch eine komplett wegnehmbare Halterung erhältlich.

Er hat neben der Bluetooth-Anbindung an Android-Geräte als einziger ein Display, über das alle Werte abgelesen werden können, und worüber auch die Programmierung

des Reglers erfolgen kann.

Swi-Tec

Der Swi-Tec ist extrem stabil gebaut, was sich auch im Gewicht bemerkbar macht. In die Halterung aus dickem Edelstahlblech mit vier Schrauben am Heck montiert wird der Generatorsockel eingehängt und durch einen Klappnasenbolzen gesichert. Absenken und aufholen erfolgen mittels Holeleinen, eine weitere rote Leine löst die Sperre, in die der HydroCharger abgesenkt einrastet. Der HydroCharger kann nach Entfernen des Sicherungsbolzens einfach aus der Halterung entnommen werden.

Der programmierbare Regler versucht laufend, die Ladeparameter zu optimieren, in unserer Messfahrt führte das zu schwankenden Werten der Leistung. Dies Verhalten ist bei längerer gleichmäßiger Fahrt und größeren Akkubänken sicher nicht der Fall, und die Messdaten zeigen, dass er hält, was das Äußere verspricht.

Wichtig noch der Hinweis, dass wir den Propeller mit 35 Grad eingestellter Steigung gefahren haben. Dieser ist jedoch nur für bis zu 6 Knoten optimal, bei 8 Knoten würde eine Steigung von 40 Grad, bei 10 Knoten eine solche mit 45 Grad eine nochmals bessere Leistung ergeben.

Watt&Sea Cruising 600

Die mitgelieferte Kunststoff-Halterung zum Einschieben muss präzise an den Heckspiegel geschraubt werden, die Belegung der Stecker für den Akku-Anschluss und Generator am Regler sind im Handbuch und einem beiliegenden Blatt mit Bildern gut erklärt. Die Sicherung des Armes in der senkrechten Fahrposition übernimmt eine Curryklemme, welche an der Heckaufnahme platziert ist. Er wird bei Ende der Fahrt entweder nach oben weggeschwenkt oder kann aus

der Halterung nach oben herausgezogen werden.

Auch hier: Wir haben nur einen Propeller gefahren, den 280-Millimeter-Festpropeller. Je nach Geschwindigkeitsbereich hätte ein anderer Propeller bessere Leistungen erzielt.

Fazit und Erkenntnisse

Eine Erkenntnis aus diesem Vergleichstest ist, dass das Zusammenspiel von Generator und Propeller von entscheidender Bedeutung für die Leistungsfähigkeit des Systems ist, was auch die Daten zur Effizienz deutlich belegen. Für unterschiedliche Geschwindigkeiten und Leistungsbedarfe braucht es auch in Größe und/oder Steigung unterschiedliche Propeller, um den maximalen Ertrag erzielen zu können. Als Eingangsgrößen sind die angepeilte Geschwindigkeit und der Leistungsbedarf entscheidende Parameter zur Auswahl des passenden Hydrochargers und Propellers.

Alle Generatoren haben ihren speziellen Kundenkreis. Mit Preisen von 2.069 bis 4.823 Euro und Leistungen von 220 bis 600 Watt, Propellern von 200 bis 360 Millimeter und Gewichten von 6 bis 18 Kilogramm sind die Geräte nur schwer direkt miteinander vergleichbar.

Der interessierte Yachteigner muss also seinen Energiebedarf in Fahrt sowie seine durchschnittliche Reisegeschwindigkeit kennen, die Möglichkeiten der Montage und Elektroinstallation prüfen, die Daten seiner Akkus zur Hand haben und letztlich den passenden Hydrogenerator auswählen.

Hier verweise ich, wie immer, auf den örtlichen Fachhandel, der gern für eine anforderungsgerechte Beratung zur Verfügung steht, der im Zweifel auch beim Hersteller rückfragen wird. Dort sind auch die zur Installation notwendigen Leitungen, Befestigungsbolzen und Borddurchführungen erhältlich.

Hersteller	Eclectic Energy	Remoran
Produktname	SailGen	Wave
Leistung Herstellerangabe	500 Watt	300 Watt
Gewicht	16,7 kg	7,5 kg
Schaftlänge	Ausleger 1.690 mm	680 – 980 mm
Material Schaft und Halterung	Karbon und Aluminium	Kunststoff und Aluminium
Turbine (Propeller)	3-Blatt Aluguss	3-Blatt Kunststoff
Propeller verstellbar	Nein	Nein
Propeller verschiedene Größen	240 und 290 mm	240 mm
Heckwinkel positiv/negativ	Durch kardanische Halterung jedwede Heckform	Positiv, 0 bis 40 Grad
Geschwindigkeitsbereich	2 – 9 kn oder 4 – 15 kn	3 – 10 kn
Spannung	12, 24 oder 48 Volt	12/24 Volt automatisch
Regler-Technik	W/Ladeschlussspannung	SMPS
Regler Bluetooth	Nein	Ab Sommer 2021 verfügbar
Regler Remote Display	Nein	Nein
Regler LED-Statusanzeige	Nein	Ja
Programmierung Ladung	Manuell einstellbar	Nein
Warnung bei Fehlern	Nein	Optisch und App
Blei-Säure-Akku	Ja	Ja
AGM-/GEL-Akku	Ja	Ja
Lithium-Akku	Zum Betrieb eines Hydrochargers an Lithium-Akkus die Hinweise im PALSTEK 1/20 „Ionenantrieb“ lesen	
Überspannungs-Schutz	Ja	Ja
Überdrehzahl-Schutz	Kavitation	Freilauf
Verhalten bei Ladeschluss	Last auf Shunts	Freilauf
Solarladungs-Anschluss	Nein	Nein
Last-Anschluss	Nein	Nein
Notbetrieb ohne Regler	Möglich	Nein
Kollisions-Schutz	Optional 96,00 EUR	Möglich
Antrieb Propeller zum Generator	GFK-Welle mit Winkelgetriebe	Direkt
Absenken	Halteseil ablassen	Auf Schiene absenken
Sicherung/Lastaufnahme gegen Hochschwenken während Fahrt	Nicht notwendig	Sperre
Aufholen generell	Leine zum Aufheißeln in Schiffs-Längs-achse	Auf Schiene aufholen
Aufholen während der Fahrt	Möglich	Nicht empfohlen
Absenken während der Fahrt	Möglich	Nicht empfohlen
Rückwärtsfahrt Motormanöver	Nein	Möglich
Preis inkl. Regler (12 V) und Halterung ab Importeur/Hersteller	3.158,00 EUR	2.950,00 EUR
Ersatzpropeller	245,00 EUR	130,20 EUR
Wartung alle / Kosten	8 bis 10.000 sm / 169,00 Euro Winkelgetriebe	Wartungsfrei
Garantie	2 Jahre	2 Jahre
Bezug über:	eclectic-energy.co.uk	shop.remoran.eu

SailNSea	Swi-Tec	Watt&Sea
SailingGen	HydroCharger	Cruising
220 Watt	600 Watt	300 oder 600 Watt
7,2 kg	18 kg	6,3 – 8,2 kg
615 oder 750 mm	1.100 mm	610 und 970 mm
Edelstahl/Kunststoff	Edelstahl	Kunststoff und Aluminium
3-Blatt Kunststoff/Alu	3-Blatt Kunststoff	3-Blatt Kunststoff
Optional	Serie	Optional
4 Größen	Nein, 360 mm	200, 240 und 280 mm sowie 240 mm mit verstellbaren Flügeln
Kundenspezifische Anfertigung inkludiert	Ja/Ja	Ja/Ja
3 –12 kn	3 – 25 kn	3-25 kn, > 25 kn Racing-Version
12 V (24 V auf Anfrage)	12– 24 Volt automatisch	12 – 24 Volt autom., 48 V optional
PWM mit MPP	MPPT	MPPT / Boost
Ja	Nein	Ja
Ja	Nein	Nein
Nein	Display	Ja
Ja über Remote	Ja	Ja
Akustisch und optisch	Akustisch und optisch	Optisch
Ja	Ja	Ja
Ja	Ja	Ja
Ja	Ja	Ja
Freilauf	Freilauf	Freilauf
Freilauf	Freilauf	Freilauf
Nein	Ja bis 400 W	Ja bis 600 W
Nein	Ja bis 15 A	Nein
Möglich	Nein	Nein
Reibschluss	Möglich	Möglich
Direkt	Ölbad entkoppelt	Direkt
Abschwenken mit Leine	Zugseil	Halteseil
Holeleine quer zur Schiffs-Längsachse	Sicherungsrastung, lösbar per Seil	Seil auf Curryklemme, Splint
Leine quer zur Schiffs-Längsachse	Leine zum Aufheizen In Schiffs-Längsachse	Leine zum Aufheizen In Schiffs-Längsachse
Möglich	Möglich	Ja
Möglich	Möglich	Nicht empfohlen
Nein	Nein	Nein
2.069,00 Euro	3.350,00 Euro	3.373,00 Euro (300 W) 4.823,00 Euro (600 W)
Kunststoff 95,00 Euro Alu-Druckguss 150,00 Euro Verstellbar 103,00 Euro	Propeller komplett 341,18 Euro Satz Propellerblätter (ohne Nabe) 263,19 Euro	Starr 193,00 Euro Verstellbar 285,00 Euro
Wartungsfrei	Wartungsfrei	Wartung empfohlen nach 10.000 sm
2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
sailnsea.1a-shops.eu	swi-tec.de	tomlogisch.com