

ELEKTRISCH VAREN

Is het al tijd om
over te stappen?



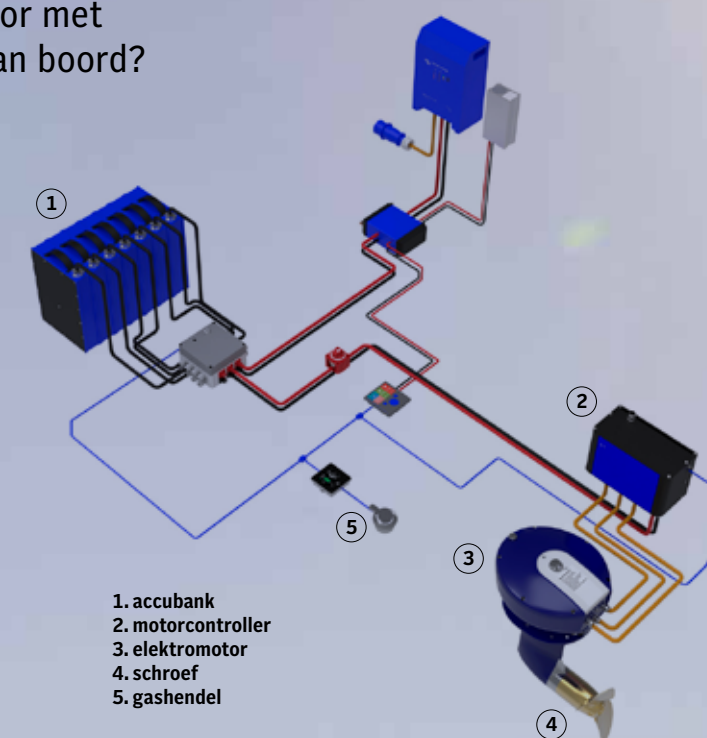
Stil, geen onderhoud en makkelijker manoeuvreren; het klinkt bijna te mooi om waar te zijn. Toch is dit precies wat de overstap naar een elektromotor met zich meebrengt. Maar wat breng je precies aan boord?

Tekst LARS BOSMA Foto's VIA LEVERANCIERS

Onder dagzeilers is de elektrische aandrijving al niet meer weg te denken. Afgelopen jaar testte *Zeilen* de Saffier 27, Speedlounger 8500, Domani S30 en Aira 22. Allemaal zijn deze boten uitgerust met een elektromotor. Deze opmars is niet vreemd: elektrisch varen heeft flink wat voordelen. Door het ontbreken van een stationair toerental en keerkoppeling kun je makkelijker manoeuvreren. Het systeem maakt veel minder geluid (al is het niet altijd stil). Er is amper onderhoud, dus geen geklooi meer met smeeroilie, diesel of uitlaatgassen. Nadelen zijn er ook. Vooral kosten, bereik en laadtijd zijn struikelblokken. Drie jaar geleden schreven we al uitgebreid over elektrisch varen (*Zeilen* 8/2017, voor abonnees gratis terug te lezen via onze app). In de tussentijd is er heel wat veranderd. Dagzeilers en kleine boten lijken de switch naar elektrisch varen al te hebben gemaakt. Daarom richten we ons in dit artikel op de (middel)grote kajuitzeilers en multihulls.

Aandrijving

De set-up van een elektrische aandrijving is vrij simpel: de schroef wordt via een as of saildrive aangedreven door een elektromotor. De energie voor de elektromotor is opgeslagen in een accubank. Het toerental van de elektromotor wordt geregeld door de motorcontroller. Deze motorcontroller wordt met een hendel bediend. Maar wat zorgt er nou voor dat de schroef draait? Een elektromotor bestaat uit een stator en een draaiende rotor. Om te kunnen roteren is er een elektrische stroom en een magnetisch veld nodig. Dit magnetische veld wordt met spoelen of permante magneten opgewekt. Die laatste zijn krachtiger zodat, met een kleinere motor, meer vermogen kan worden geleverd. In een moderne elektromotor zijn de lagers de enige onderdelen die kunnen slijten. De motor kan met lucht of met water gekoeld worden en ook de



1. accubank
2. motorcontroller
3. elektromotor
4. schroef
5. gashendel

controller moet, afhankelijk van het vermogen, gekoeld worden. Sommige leveranciers leveren modulaire motoren; hierbij wordt het totale motorvermogen verkregen door meerdere motoren aan elkaar te koppelen. De meeste systemen werken op gelijkspanning van 24 of 48 volt, wat nog relatief veilige spanningen zijn. Nadeel is wel dat er bij deze lage spanningen dikke en zware stroomkabels nodig zijn om het benodigd vermogen aan te kunnen.

Een elektromotor wordt als buitenboordmotor, binnenboordmotor of saildrive geleverd. Een alternatief is de zogenaamde poddrive. Hierbij bevindt de elektromotor zich buiten de boot; dat scheelt binnenruimte en het hele systeem is makkelijk te (de)monteren. Met een pod ben je ook flexibeler in de positionering van de motor, bijvoorbeeld in het roer of in de kiel. Een pod heeft ook nadelen. De motor zit onder water: als de afdichting faalt, loopt de



▲ Drivemaster van Bellmarine, een watergekoelde inboard-motor.



Bij een modulaire motor kunnen verschillende motoren aan elkaar gekoppeld worden.

Energie, energiedichtheid en vermogen

- **Energie is een hoeveelheid.** Een volle dieseltank, boterham met pindakaas of opgeladen accu bevatten allemaal energie.
- **Energiedichtheid is de hoeveelheid energie die per kilogram opgeslagen is.**
- **Vermogen is een verbruik van energie binnen een bepaalde tijd.**

Stel, een accu heeft een netto energiecapaciteit van 1 kWh en weegt 1 kilogram. Dan is de energiedichtheid 1 kWh/kg. Een elektromotor kan hieruit een uur lang een vermogen van 1 kW halen, of een half uur lang een vermogen van 2 kW. Veel zeilers spreken over ampère-uur om de energiecapaciteit van hun accu aan te geven. Wij doen dat niet omdat dan altijd het voltage van de accu genoemd moet worden.

motor vol. Verder is het bij een elektromotor wenselijk om een grote stator-diameter te hebben. Met de motor in de boot is dit geen probleem. Onder water wel: je wilt natuurlijk geen te dikke motor onder de boot hangen. De elektromotoren in de pod zijn daarom hoogtoerig en drijven de schroef aan via een tandwielkast.

Vermogen

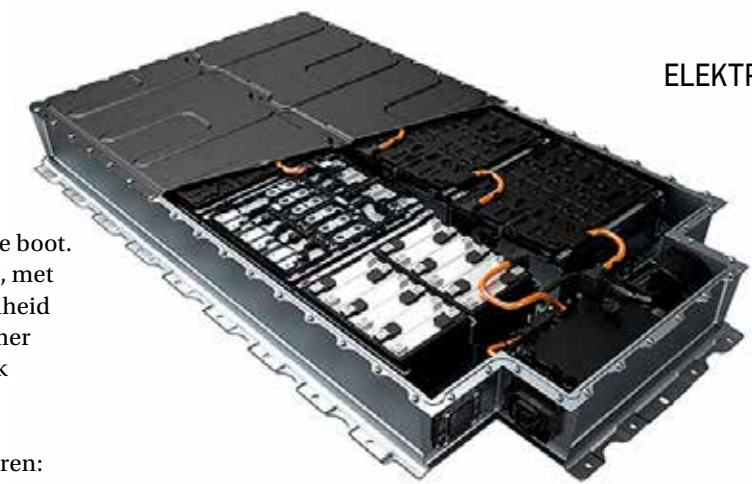
Wat vaak opvalt bij de overstap van diesel naar elektrisch, is dat er eigenlijk altijd een stuk minder geïnstalleerd vermogen nodig is. Dit heeft een aantal redenen. Zo worden boten doorgaans met te zware dieselmotoren uitgerust; een extra cilinder loopt mooier en is niet veel duurder. Een elektromotor daarentegen kan vaak zonder problemen voor een bepaalde tijd overbelast worden. De belangrijkste reden is echter dat een elektromotor zijn maximale vermogen levert over een bereik aan toeren-tallen; een dieselmotor kan dat alleen bij zijn maximale toerental. De elektromotor kan hierdoor beter omgaan met de wisselende belastingen die zich op een zeilboot voordoen. Hierdoor is de motor – op de momenten dat je hem echt nodig hebt, bijvoorbeeld bij het wegmotoren van lagerwal – in staat meer voortstuwung te leveren dan een zwaardere dieselmotor (zie ook kader op pagina 42).

Accu en bereik

Over de accu wordt het meeste gezegd en geschreven. Niet gek, want dit onderdeel definieert het te varen bereik en is daarmee een heikel punt bij de overstap naar elektrisch varen. Zelfs lithium accu's, die de grootste energiedichtheid van alle beschikbare accu types hebben, halen bij lange na niet de energiedichtheid van diesel. Met hetzelfde gewicht kom je dus veel minder ver. De meeste systemen zijn ontworpen om een paar uur op te kunnen varen.

Dit is echter sterk afhankelijk van de snelheid van de boot. De Victoire 933 uit het voorbeeld op pagina 40 heeft, met het genoemde accupakket van 10,3 kWh bij een snelheid van 6,3 knopen, een bereik van 9 mijl. Ga je langzamer varen, bijvoorbeeld 4,6 knopen, dan wordt dit bereik aanzienlijk groter, namelijk 26 mijl.

Er zijn drie type accu's in gebruik voor elektrisch varen: tractie, AGM en lithium. Zie ook het kader hieronder, waarin we de specificaties van deze soorten met elkaar vergelijken. De tabel laat zien dat lithium qua eigenschappen de mooiste optie is. Dit type heeft een heel grote energiedichtheid, zowel per gewicht als per volume. Het gaat een enorm aantal laadcycli en gebruiks jaren mee. Ook kan de accu heel ver ontladen worden. Verder kunnen lithium accu's goed tegen niet geheel geladen zijn, wat het makkelijk maakt om onafhankelijk van walstroom te worden. Lithium is ook het accutype dat gebruikt wordt voor elektrische auto's. Zo levert Torqeedo bijvoorbeeld een gemariniseerde versie van een BMW-accu. Lithium heeft eigenlijk maar een groot nadeel: het is (zelfs afgezet tegen het aantal gebruiks jaren) veruit de duurste optie. AGM-accu's zijn een alternatief, maar een stuk zwaarder en met minder goede eigenschappen. Qua kosten komen ze er in de vergelijking als beste uit. Tractie-accu's zijn ook mogelijk. Dit type vind je vaak aan boord van elektrische sloepen; voor zeilboten lijken ze echter ongeschikt. Het gewicht is significant hoger en qua prijs zijn ze met AGM te vergelijken. De levensduur van de accu is afhankelijk van de slijtage ervan. Slijtage wordt gedefinieerd als capaciteitsverlies en is afhankelijk van het aantal laadcycli, de leeftijd en het gebruik. Aan boord van een zeilboot is het aantal laadcycli vrij laag en de doorslaggevende factor is daarmee de leeftijd. De 48-5000 accu van Torqeedo heeft bijvoorbeeld een gemiddeld jaarlijks capaciteitsverlies van 4 procent. Het is aan te raden om te investeren in een iets te groot accupakket. Je kunt er dan veel langer mee doen, tot het capaciteitsverlies problemen gaat geven. De levensduur van een accu is ook afhankelijk van het gebruik. Vaak diep ontladen en een warme omgevingstemperatuur zijn factoren die hier negatieve invloed op hebben.

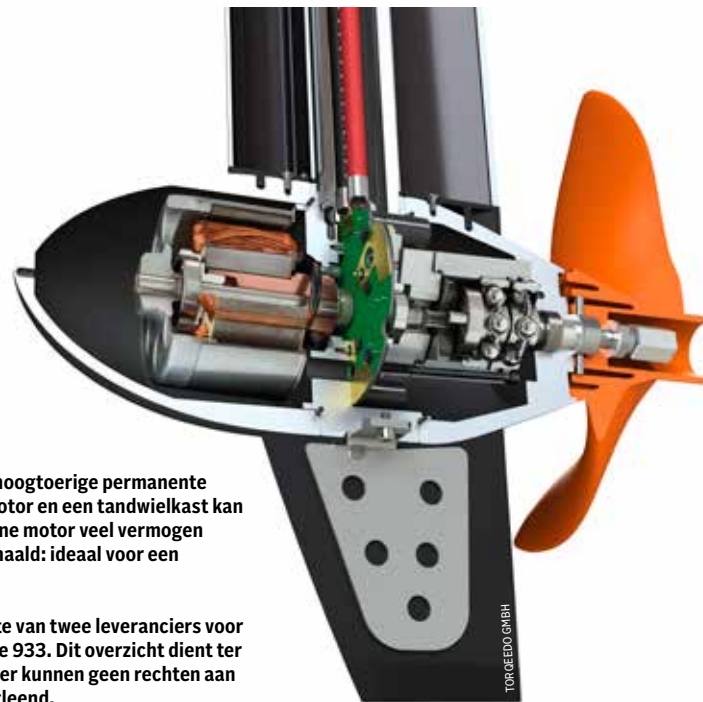


Torqeedo levert een gemariniseerde accu uit een BMW i3.

Laden

De accu zal op een gegeven moment weer moeten worden opgeladen. De walstroominstallatie van een jachthaven is prima in staat om een flink accupakket binnen een nacht geheel op te laden. Echter, walstroom is misschien niet altijd voorhanden en eenmaal overgestapt naar elektrisch geeft het vaak een kick om in je energiebehoefte geheel onafhankelijk van de wal te zijn. Met zonnepanelen gaat dat, zeker in Noordwest-Europa, niet lukken. Het aan boord beschikbare oppervlak is meestal wel voldoende om het huisverbruik bij te houden, maar het verbruik van de elektromotor is van een andere orde. Zonnepanelen leveren simpelweg onvoldoende vermogen om een flink accupakket binnen een paar uur op te laden. Hetzelfde geldt voor een windgenerator.

Zonnepanelen leveren onvoldoende energie om accu's binnen afzienbare tijd op te laden.



► Met een hoogtoerige permanente magneetmotor en een tandwielkast kan uit een kleine motor veel vermogen worden gehaald: ideaal voor een poddrive.

▼ De offerte van twee leveranciers voor een Victoire 933. Dit overzicht dient ter illustratie; er kunnen geen rechten aan worden ontleend.

Overzicht V933

		Oceanvolt	De Stille Boot
Motor	Type	Saildrive	Pod
	Naam	SD8	Cruise 10.0 FP SD
	Vermogen	8 kW	10 kW
	Voltage	48 V	48 V
	Prijs	€ 10.900	€ 8.150
Accu	Type	Lithium	Lithium
	Merk	Cleantron	Torqeedo
	Netto capaciteit	10,3 kWh	10 kWh
Prijs	€ 10.170	€ 10.150	
Schroef	Type	Gori klapschroef	Klapschroef
	Prijs	€ 2100	€ 1100
Extra benodigde items	Mounting kit, gashendel,	2 x 650 W acculader,	
	1,4 kW acculader, DC/DC converter, connection box	gashendel	
Prijs	€ 5.207	€ 1.950	

Accu's vergelijken

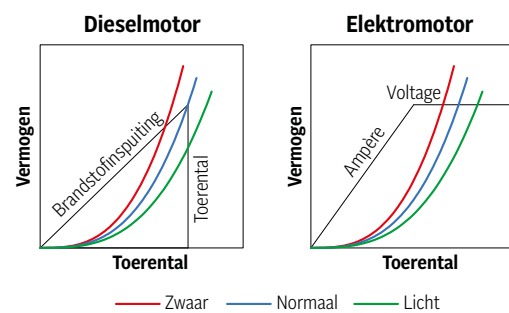
Gewenste netto capaciteit 10 kWh; vergelijking is gebaseerd op het aanbod van De Stille Boot

Type	Merk	Maten LxBxH (mm)	Aantal	Totaal gewicht (kg)	Bruto capaciteit (kWh)	Prijs	Cycli	Jaar	Ontladen	Netto capaciteit (kWh)	Prijs/kWh/cycli	Prijs/kWh/jaar
Lithium	Torqeedo	506 x 386 x 224	2	74	10,6	€ 12.100,-	5000	10	90%	9,5	€ 0,25	€ 127
Lithium	Aces	570 x 297 x 317	1	81	10,2	€ 9.075,-	3000	8	90%	9,2	€ 0,33	€ 123
AGM	LCE-12V/270AH	520 x 268 x 223	4	284	12,4	€ 3.500,-	1000	6	75%	9,3	€ 0,38	€ 63
Tractie	48 Volt 395 Ah/C20	393 x 247 x 248	1	500	19,0	€ 7.100,-	1000	8	80%	15,2	€ 0,47	€ 59

*Gebaseerd op accu aanbod De Stille Boot, alle prijzen inclusief acculader, aantal cycli en jaren op basis van ervaring De Stille Boot

Motor-enveloppe

De laatste decennia is de negatieve trend ontstaan om zeilboten met steeds zwaardere dieselmotoren uit te rusten. Dit kan gezien worden als een slechte oplossing om een boot voor noodsituaties van voldoende voortstuwing te voorzien. Om uit te leggen waarom een elektromotor op dit gebied veel beter presteert, introduceren we de motor-enveloppe. Dit is het gebied van het vermogen en toerental waarin een motor kan opereren. Het maximale vermogen van een zelfaanzuigende dieselmotor (zonder turbo) is recht evenredig met het toerental. Het is gelimiteerd aan de maximale hoeveelheid brandstof die per rotatie in de cilinder gespoten kan worden. Het maximale vermogen van een gelijkstroom elektromotor loopt net als de dieselmotor in eerste instantie lineair op, gelimiteerd door de maximale stroomsterkte. Vanaf een bepaald toerental wordt de maximale spanning bereikt. Vanaf daar blijft de het vermogen constant. Vanwege het beperkt aantal draaiende delen is het maximale toerental van een elektromotor een zachtere grens. In een motor-enveloppe kan ook de belasting-karakteristiek van de schroef getekend worden. De scheepsontwerper kan met deze lijn spelen als hij een schroef kiest. Dit heet *matching*. Een schroef met grotere spoed verplaatst per omwenteling veel water. Hierdoor is er per omwenteling meer energie nodig en loopt de karakteristiek steiler. Die van een schroef met een kleine spoed is juist vlakker. Idealiter wordt een schroef gekozen waarvan de karakteristiek precies door het punt van maximaal vermogen en maximaal toerental van de motor loopt (zie de paarse lijn bij de dieselmotor in de tekening hieronder). Bij alle boten, zeilboten in het bijzonder, is de schroefkarakteristiek afhankelijk van de omstandigheden. Varende met wind in de rug draait de schroef makkelijker: er is dan minder vermogen nodig bij eenzelfde toerental. Hierdoor loopt de schroefkarakteristiek vlakker (zie de groene lijn in de tekening). Bij het wegvaren van een lagerwalkust of het slepen van een ander jacht heeft het schroef het juist zwaarder. Er is meer vermogen nodig bij eenzelfde toerental. Hierdoor gaat de schroefkarakteristiek steiler lopen (de rode lijn). In dat geval loopt de karakteristiek uit het punt van maximaal vermogen en maximaal toerental. De motorlimiet



wordt bij een lager toerental bereikt. Je geeft dan vol gas maar de motor levert niet zijn volledige vermogen. Het cruciale verschil tussen diesel en elektrisch is dat een dieselmotor zijn maximale vermogen maar op één toerental kan leveren terwijl een elektromotor zijn maximale vermogen over een heel bereik aan toerentalen kan leveren. Hierdoor kan de elektromotor bij de verschillende omstandigheden wel zijn volledige vermogen leveren.

VOORBEELD 1: POINTER 25

De bijna 8 meter lange Pointer 25 is een sportieve kajuitzeiler van Jachtwerf Heeg. De standaardprijs voor een zeilklare boot zonder motor is 62.500 euro. De boot kan uitgerust worden met een Torqeedo 4 kW podmotor met een lithium batterijpakket van in totaal 7 kWh. Inclusief klapschroef is de prijs hiervoor 13.500 euro. Dat is exact evenveel als de prijs voor de optionele dieselmotor. Hier komt nog wel een walstroomaansluiting en acculader bij van ongeveer 1000 euro, maar dat is ook het geval bij een dieselmotor.

VOORBEELD 2: SAILING UMA

Het zeilende YouTube-stel van Sailing Uma is misschien wel de grootste promotor voor elektrisch varen. Hun Pearson 36 *Uma* was bij aankoop in slechte staat en zonder werkende dieselmotor. Ze kochten een oude 6,3 kW industriële elektromotor die ze aansloten op de bestaande schroefas. De motorcontroller kwam uit een oud golfkarretje; de 6 kWh aan loodzuuraccu's bij de lokale bouwmarkt.



◀ Dan en Kika aan boord van hun Pearson 36 *Uma*.

◀ Electro Beke, de eerste elektromotor in *Uma*.

▲ Het nieuwe systeem van Oceanvolt aan boord van *Uma*.

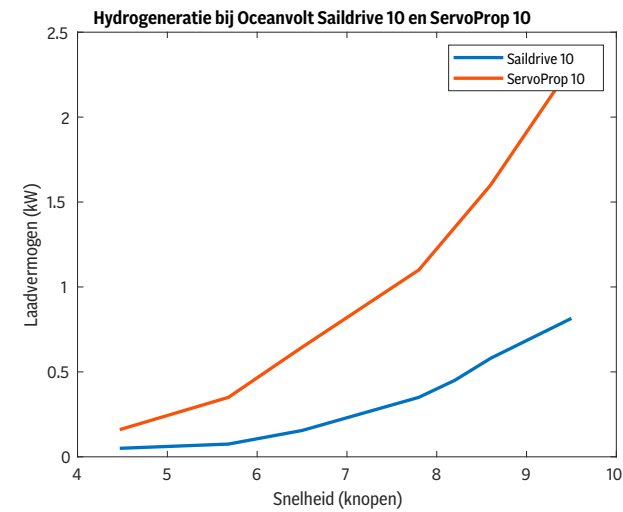
▶ Garcia Exploration 45 Hybrid.

Laden ging met 480 W aan zonnepanelen. Het hele systeem kostte 1400 dollar en functioneerde redelijk. Het motorvermogen was voldoende. De accu's gaven problemen: de hoeveelheid energie bleek in de praktijk namelijk een stuk minder vanwege de capaciteitsvermindering die bij loodzuur accu's optreedt bij grote vermogens. Hierdoor konden ze alleen heel langzaam varen. Omdat ze alles zeilden en in de zonnige tropen zaten, was de accucapaciteit met de zonnepanelen voldoende.

Na enige jaren is er een lithium accubank gekomen. Dit jaar is de overstap gemaakt naar een Oceanvolt-saildrive. Beide systemen hebben een nieuwprijs van rond de 10.000 euro.

VOORBEELD 3: GARCIA EXPLORATION 45 HYBRID

De Garcia Exploration 45 Hybrid is een veertien meter lange en veertien ton zware wereldzeiler. De boot ging in 2019 te water en heeft al ruim 10.000 mijl gevaren. Het elektrische systeem bestaat uit een modulaire AXC30 motor van Oceanvolt en een lithium accubank van 28 kWh. Hiermee kan de boot 45 minuten zeven knopen, of 2,5 uur vijf knopen varen. Het accupakket weegt ongeveer 500 kilogram en vervangt een deel van de ballast. Laden gaat met walstroom, zonnepanelen en hydrogeneratie. Daarnaast is de Garcia uitgerust met een 15 kW dieselgenerator om langere tijd mee op de motor te varen. De totale kosten van deze set-up is ongeveer 100.000 euro. Dat is twintig procent meerprijs bij aankoop.



Hydrogeneratie tijdens het zeilen is een alternatief, zeker omdat een elektromotor, zowel met een vaste als met een klapschroef, ook als generator kan werken. In dat geval levert de motor energie, in plaats van dat deze energie verbruikt. Deze optie heeft veel potentie. Stel: op het moment dat de Victoire 933 uit ons voorbeeld zes knopen zeilt, leveren de zeilen een vermogen van (grote schatting) 4 kW. Weet je daar 25 procent van terug te winnen, dan is dat een vermogen van 1 kW – dat is flink. Dit zou dan ten koste gaan van ongeveer een halve knoop aan snelheid. In theorie zou het genoemde vermogen voldoende moeten zijn om het accupakket met een paar uur zeilen op te laden. De praktijk is echter weerbarstiger. Een schroef die ontwikkeld is als voorstuwer, blijkt niet ideaal als sleep-generator. Hierdoor werkt hydrogeneratie vaak pas goed bij hoge bootsnelheden van ruim boven de 6 knopen. Dat is veel voor een boot met een rompsnelheid van 6,9 knoop. Voor een multihull is dit een ander verhaal.

Wat is er te koop?

Het is onmogelijk een volledig beeld te schetsen, maar dit overzicht geeft een goede indruk van wat er beschikbaar is op de Nederlandse markt. Met opzet beperken we ons hier tot systemen die bruikbaar zijn aan boord van zeilboten.

TORQEEDO

Sinds 2005 is Torqeedo leverancier van elektrische aandrijvingen. De Duitse firma heeft verschillende buitenboordmotoren in een range van 0,4 tot 10 kW, poddrives van 2 tot 8 kW, een saildrive van 25 kW en drie binnenboordmotoren tot 100 kW die aan een schroefas gekoppeld kunnen worden. Het bedrijf heeft zelf twee lithium batterijpakketten ontwikkeld van 3,5 kWh en 5,2 kWh. Daarnaast leveren ze een gemarineerde BMW-accu van 40 kWh.

BELLMARINE

Het in Houten gevestigde Bellmarine levert motoren in een range van 1,5 tot 45 kW, en saildrives in een range van 1,5 tot 20 kW. De firma richt zich ook op

de meer commerciële toepassingen als rondvaartboten en loodsboten, en heeft daarvoor bijvoorbeeld een parallel-hybride systeem waarbij elektro- en dieselmotor aan dezelfde schroefas gekoppeld kunnen worden.

OCEANVOLT

Het Finse Oceanvolt richt zich op zowel zeil- als motorjachten en is sinds kort ook de leverancier van Alex Thompson Racing. In het assortiment bevinden zich motoren tussen de 3,7 en 8,3 kW en saildrives tussen de 6 en 15 kW. Daarnaast hebben ze een modulaire 10 kW binnenboordmotor. Alle motoren van Oceanvolt kunnen met hydrogeneratie energie opwekken maar de recent ontwikkelde Servoprop kan dit vanwege de variabele spoed significant beter.

E-PROPULSION

E-Propulsion is leverancier van elektrische buitenboordmotoren, zoals verscheidene fluistermotoren

voor op visboten maar de firma heeft ook buitenboordmotoren tot 3 kW in het assortiment.

WaterWorld

WaterWorld levert binnenboordmotoren in een range van 2 tot 15 kW. Deze in Nederland geproduceerde motoren worden op de markt gebracht door De Stille Boot.

Er zijn meer namen op de markt voor elektrisch varen. Vetus heeft sinds kort de E-Line: een 10 kW binnenboordmotor. Volvo Penta heeft een 15 kW saildrive ontwikkeld waarmee een Fontaine Pajot-catamaran is uitgerust. Het Amerikaanse Thunderstruck Motors levert binnenboordmotoren van 5 tot 18 kW voor de doe-het-zelver. ELCO, eveneens Amerikaans, heeft binnen- en buitenboordmotoren van 2,5 tot 42,5 kW. Elsail levert een parallel-hybride systeem (met elektromotor en tandwielkast) dat aan een bestaande schroefas gekoppeld kan worden.



▲ Podmotor verwerkt in roer.
◀ Podmotor verwerkt in kiel.

Een interessante ontwikkeling is de Servoprop van Oceanvolt. Deze saildrive heeft een driebladsschroef waarvan de spoed kan worden versteld. Door tijdens hydrogeneratie automatisch een grotere spoed aan te nemen kan er significant meer vermogen worden opgewekt, vooral bij lagere snelheden.

Hybride

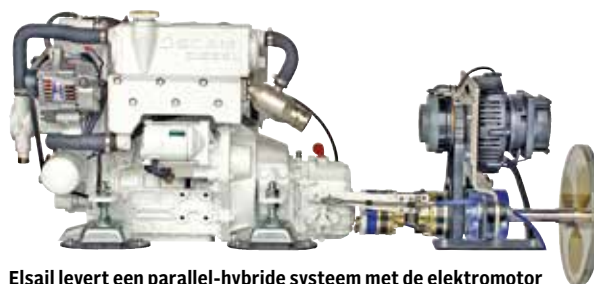
Hoe je het ook wendt of keert, het accupakket heeft maar een beperkt bereik. Voor 'normaal' gebruik, als hulpmotor, is dit voldoende. Wil je tijdens een lange vakantietocht een keer mijlen maken zonder wind, dan is een extra generator nodig. In dat geval spreek je over een hybride systeem. Er zijn twee soorten hybride systemen: parallel- en serie-hybride. Bij parallel-hybride zijn de elektromotor en dieselmotor allebei gekoppeld aan dezelfde schroefas. Bij serie-hybride wordt de schroef alleen aangedreven door een elektromotor. Een aparte generator op diesel of benzine levert elektrisch vermogen dat vervolgens door de elektromotor wordt gebruikt. Deze optie komt het meest voor op zeilboten: omdat je de generator alleen nodig hebt bij langdurige kruisvaart, is een kleine generator al toereikend. De Victoire 933 uit het voorbeeld zou voor een snelheid van 4,5 knoop al toe kunnen met een 2 kW benzinegenerator. Zo'n hybride systeem is mogelijk interessant voor lange-afstandszeilers die een groot bereik op de motor wenselijk vinden. Immers, bij langdurig varen op kruissnelheid is er slechts een klein deel van het geïnstalleerd vermogen nodig. Een dieselmotor draait tijdens kruissnelheid bijvoorbeeld op een werkpunt rond 30 tot 40 procent van zijn geïnstalleerde vermogen. Dat is een heel inefficiënte belasting en het brandstofverbruik is hoog ten opzichte van het daadwerkelijk geleverde vermogen. Bij een serie-hybride systeem zal de veel kleinere dieselgenerator tijdens langdurige kruissnelheid veel zwaarder belast worden; dat is een veel efficiënter werkpunt. Een elektromotor heeft juist amper last van efficiëntieverliezen bij een lagere belasting. Beide effecten zijn groter dan de extra energieverliezen in het systeem. Bij lage belastingen kan een goed ontworpen hybride systeem efficiënter zijn dan een dieselmotor. Je kunt dan dus op dezelfde dieseltank verder varen.

Overstappen?

Elektrisch varen is uit de doe-het-zelf-hoek gestapt. De spelers op de markt zijn professioneel en leveren bewezen producten. De overstap van diesel naar elektrisch brengt ook een nieuwe manier van varen met zich mee: de kleinere actieradius stimuleert je alles te zeilen; de motor fungeert weer als een hulp en back-up. Uit de voorbeeldberekening blijkt dat een volwaardige elektrische aandrijving een kostbaar systeem is. Het probleem zit op dit moment in de aantallen. Waar een leverancier van diesels een paar duizend motoren per jaar verkoopt, moet een leverancier van elektromotoren het met een paar honderd doen. Qua kosten scheelt het dat je bij elektrisch varen geen uitgaven hebt aan diesel, smeeroil en filters. Dat spaart op de langere termijn geld uit. Tegelijkertijd geldt dat na verloop van tijd wel een keer het accupakket vervangen zal moeten worden. De komende jaren zullen de ontwikkelingen in de auto-industrie de kosten drukken en de actieradius vergroten. Ook zal de acceptatie voor dieselmotoren aan boord van zeilboten gaan dalen, zeker als de komende decennia auto's, wegvervoer en binnenvaart op elektriciteit of waterstof gemeengoed worden. Noorwegen heeft per



Een Garcia Exploration uitgerust met een serie-hybride systeem waarbij dieselgeneratoren het elektrisch vermogen voor de elektromotor leveren.



Elsail levert een parallel-hybride systeem met de elektromotor en dieselmotor beide aan de schroefas gekoppeld.

2026 bijvoorbeeld zero-emission zones ingesteld en voor megajachten is hybride een populair verkoopargument. Wat is een goed moment om over te stappen? Voor bestaande boten lijkt bij een hermotorisering de overstap van diesel naar elektrisch niet voordelig. Grote delen van het oude systeem zijn meestal nog bruikbaar en een tweedehands- of gereviseerde dieselmotor is een stuk goedkoper. Een elektrische aandrijving lijkt daarmee vooral interessant bij nieuwe boten. Bij dagzeilers ligt elektrisch varen voor de hand; deze boten zeilen kleine stukken en liggen geregeld in de haven. Voor middelgrote kajuitzeilers is het moeilijker. De investering is hoog, je motort vaker en hydrogeneratie werkt op lage snelheden bij de huidige systemen niet optimaal. Anders is dit voor multihulls die makkelijker hoge snelheden halen. Voor catamarans is hybride mogelijk ook interessanter omdat de twee dieselmotoren vervangen kunnen worden voor twee elektromotoren maar met één accupakket en één generator. Fontaine Pajot, Neel, Windelo en Vaan zijn merken die tweerompers uitrusten met een hybride aandrijving. Voor grotere vertrekjachten is hybride ook een interessante optie vanwege het grotere bereik. Voorbeelden hiervan zijn de Garcia Exploration en de Viator Explorer. De ontwikkeling zou in een verdere stroomversnelling kunnen komen als grote klassen als IMOCA, de Ocean Race of het Olympisch zeezeilen elektrisch varen en vooral de volledige onafhankelijkheid van de dieselgenerator zouden omarmen. Al deze boten varen hard genoeg om met hydrogeneratie in hun gehele stroomvoorziening te kunnen voorzien. Stel je voor, een vloot van boten die wekenlang volledig onafhankelijk van diesel de wereld over racet. Dat zou een prachtig voorbeeld én aanjager kunnen zijn voor verdere ontwikkelingen van elektrische systemen. ☑

Duurzaam?

In dit artikel doen we met opzet geen uitspraken over het mogelijk duurzame karakter van elektrische aandrijvingen ten opzichte van de dieselmotor. Om hier een uitspraak over te kunnen doen is grondig onderzoek nodig en dit ligt buiten de reikwijdte van Zeilen.