



## Elektrisch? Hybrid? Wasserstoff?

# Die Zukunft der Yachtantriebe

Die Abgas-Diskussion endet nicht an der Küste. Auch auf dem Wasser geht es zukünftig stark darum, umweltschonend unterwegs zu sein. Das Balearen-Gesetz zum verbrennungsfreien Transport macht auf den Inseln zusätzlich Druck. Erste Innovationen sind bereits Realität, ein großer Schritt wird 2020/21 erwartet. Allerdings birgt das nasse Element wesentlich kompliziertere Herausforderungen als das Land. *Thomas Abholte* sprach mit den großen Herstellern von Bootsantrieben und innovativen Entwicklern.

**B**is 2050 sollen auf den Inseln Verbrennungsmotoren passé sein. Das ist ein Punkt des Nachhaltigkeits-Planes der Balearen, über den wir in unserer Dezember-Ausgabe berichteten. Schrittweise bedeutet dies auch das Aus für konventionelle Schiffsantriebe. Doch während „Rein-Elektro“, „Hybrid“ und sogar „Brennstoffzelle“ auf unseren Straßen heute bereits zum Alltagsbild gehören, sind Alternativen zu Diesel und Benzin bei Schiffen sehr heikel. Trotzdem werden Gesetzes-Vorgaben auch diese Branche ereilen. Und das wissen die Hersteller. Darum wird mit Hochdruck an dem Thema gearbeitet.

„Volvo Penta“, einer der größten Antriebslieferanten für Sportyachten, hat ein eigenes Entwicklungslabor gebaut. „MAN“, Hersteller starker Diesel zu Lande und zu Wasser, forscht im Hybrid-Bereich. Die klassischen Motorenbauer müssen sich umstellen. Auf der anderen Seite gibt es Firmen, die ihre Kernkompetenzen eigentlich ganz woanders haben und in den Veränderungen interessante neue Märkte finden. Wie der norddeutsche Generatoren-Spezialist „Fischer Panda“ oder Kohlefaser-Profi „SAY Carbon“, deren Leichtgewichts-Speedboat wir in der vergangenen Ausgabe vorgestellt haben.

Die Grundproblematik stellt sich für alle gleichermaßen: Schiffe brauchen deutlich mehr Kraft als Autos: Autos stemmt sich hauptsächlich die Luft entgegen, während die Reifen auf hartem Boden die Motorkraft sehr gut in Vortrieb umsetzen. Schiffe haben es mit dem Wasser gleich doppelt schwer: Einerseits bremsst es den Rumpf stark ab, andererseits fließt es um die Antriebspropeller herum, sodass viel Vorschub-Energie verloren geht.

## Elektrik blitzt zumindest auf dem Meer noch ab

Rein elektrische Antriebe sind im Sportboot-Bereich nach derzeitigem Stand der Technik noch nicht alltagstauglich, zumindest wenn es darum geht, auf dem offenen Meer unterwegs zu sein. Die heutigen Batterien sind schlicht zu ineffektiv. Abgesehen davon, dass deren Herstellung sehr umweltschädigend ist, ist ihre Leistung zu gering. Für Sportboote müssten riesige und sehr schwere Packs installiert werden – und wehe, sie überhitzen oder fangen gar an zu brennen, wie es in Smartphones, E-Bikes und auch Elektroautos vorkommt oder vorgekommen ist.

„Auf dem Wasser kann man nicht mal eben rechts ranfahren,“ beschreibt Joachim Blumhagen mit einem einfachen Satz eine Welt von Problemen. Der Deutsche ist seit 30 Jahren auf Ibiza Service-Spezialist, unter anderem für den Motorenhersteller MAN und den Generatoren-Spezialisten Fischer Panda. „MAN baut Sportboot-Motoren ab 800 PS. Die Menge an Batterien und Generatoren, die man in einen Rumpf bauen müsste, um eine auch nur annähernd vergleichbare Elektro-Performance und Reichweite zu erzielen, ist unrealistisch. Zumal das Gewicht und die damit größere Wasserverdrängung des tiefer liegenden oder größeren Rumpfes für beachtlichen zusätzlichen Widerstand – und damit nochmals erhöhten Energieverbrauch sorgen würde.“

Volvo Penta investiert stark in die Forschung, sowohl in der Theorie als auch in der Praxis. Im schwedischen Hauptquartier entstand nicht nur ein eigenes Entwicklungslabor für alternative Antriebe, auch der Schritt zum maritimen Alltagstest steht kurz bevor: In Göteborg soll ab Ende 2020 die erste City-Fähre rein elektrisch von Volvo Penta angetrieben werden. Die „Älvsnabben 4“, die derzeit noch Diesel verbrennt, ist dafür auserkoren, der Umbau soll Anfang 2020 beginnen. Langsame und große Schiffe, wie Fähren, bieten Platz für die Elektrik, müssen keine Sport-Leistung abgeben – und sind gute Test-Plattformen.

Einer, der von einem anderen Blickwinkel an die Problematik herangeht, ist Karl Wagner. Statt Antriebe in gängige Schiffskonzepte zu setzen, baut der Leichtbau-Spezialist und ehemalige Formel 1-Ausrüster mit seiner Werft „SAY Carbon“ Sportboote, die optimal auf alternative Antriebe ausgerichtet sind. Wichtiger Partner dafür sind die Batterie-Profis der österreichischen Firma „Kreisel Electric“. Gemeinsam wird erarbeitet, wie die Systeme bestmöglich integriert werden können und am effektivsten arbeiten. Die Form der Boote passt sich den Ansprüchen der Antriebe an.

So brachte Wagner das weltweit erste rein elektrisch betriebene Serien-Speedboot auf den Markt. Die SAY 29E fährt bereits auf dem Zürichsee, eine weitere ist gerade für einen Kunden in Deutschland im Bau. Die Reichweite von 40 bis 50 Kilometern, bei einer durchaus sportlichen Geschwindigkeit von 25–30 Knoten (gut 46 bis gut 55 km/h), ist für große Seen ausreichend. Fürs Meer empfiehlt der Bootsbauer den Betrieb je-



Foto: SAY Carbon

Bis zu 89 km/h rein elektrisch: Die SAY 29E



Fotos: SAY Carbon

Karl Wagner steht regelmäßig für Tests am Steuer seiner SAY-Boote. Sie müssen auch unter widrigen Bedingungen funktionieren. Wo normalerweise der Motor steht, haben die flüssigkeits-gekühlten Batterie-Packs ihren Platz. Sie könnten in einer Stunde geladen werden

doch noch nicht: „Ibiza-Formentera und zurück sind zwar möglich. Aber die Energie-Reserve wäre mir zu unsicher. Die Batterietechnik ist noch nicht so weit, dass große Entfernungen realisierbar sind.“ Keine Sorgen macht er sich hingegen bezüglich der Zuverlässigkeit oder möglicher Überhitzung: „Die Firma Kreisel Electric entwickelt mit extrem hohen Sicherheitsstandards. Das Kühlsystem für die Akkus bewältigt sogar problemlos Höchstgeschwindigkeits-Fahrten, bei denen der E-Motor in nur acht Minuten den kompletten Saft aus den Batterien saugt.“ Die SAY 29E hat auf dem Bodensee mit 48 Knoten (fast 89 km/h) den Weltrekord für Elektro-Sportboote geholt. „Die nächste Batterie-Generation“, so Wagner, „wird sicherlich auch große Reichweiten erlauben.“ Etwa zwei bis drei Jahre, schätzt er, wird das noch dauern. Verschiedene Entwickler weltweit arbeiten bereits intensiv an neuen Batterien, die umweltfreundlicher sein sollen sowie ein vielfaches der derzeit möglichen Energie und Ladezyklen bieten werden.

Die E-Version der SAY wiegt knapp 600 Kilo mehr als das Modell mit Verbrennungsmotor. Deshalb erreicht sie etwa 25 km/h weniger Top-Speed (knapp 89 zu 115 km/h). Dadurch, dass die SAY-Boote fast vollständig aus Kohlefaser bestehen und auf jedes unnötige Gewicht verzichtet wurde, wiegt aber selbst die E-Version weniger als vergleichbare verbrennungsmotorgetriebene Sportboote anderer Hersteller. Voll aufgeladen werden könnte die E-SAY theoretisch innerhalb einer Stunde. An den in Häfen bereits jetzt zur Verfügung stehenden 32 Ampere-Anschlüssen dauert die Ladung rund sechs Stunden.

### Wasserstoff als Energie-Lieferant – echter Zündstoff!

Eine alternative Energiequelle für Elektroantriebe ist die Brennstoffzelle. Brennstoffzellen erzeugen aus Wasserstoff und Sauerstoff Strom. Unter anderem U-Boote der deutschen Marine fahren bereits mit Brennstoffzellen. Auch einige Autos auf



Fotos/Grafiken: MAN (3), Active Diesel Ibiza (1)



Ein MAN-Diesel arbeitet im Hybrid-System des Ausflugs-Katamarans „Vision of the Fjords“ in Norwegen. E-Motor (grün) und Diesel können gemeinsam oder einzeln agieren. Für sportliche Motorboote hält Joachim Blumhagen Hybrid-Antriebe für problematisch

unseren Straßen bewegen sich mit Wasserstoff-Versorgung. Das Abgas ist reiner Wasserdampf. Allerdings ist die Herstellung von Wasserstoff sehr energie-aufwendig. An umweltschonenden Verfahren zur Wasserstoffgewinnung wird intensiv gearbeitet.

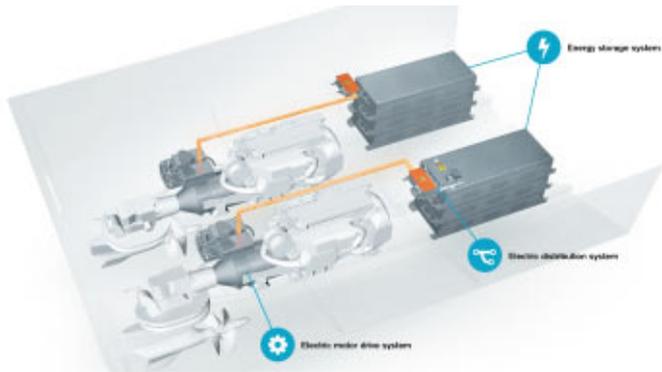
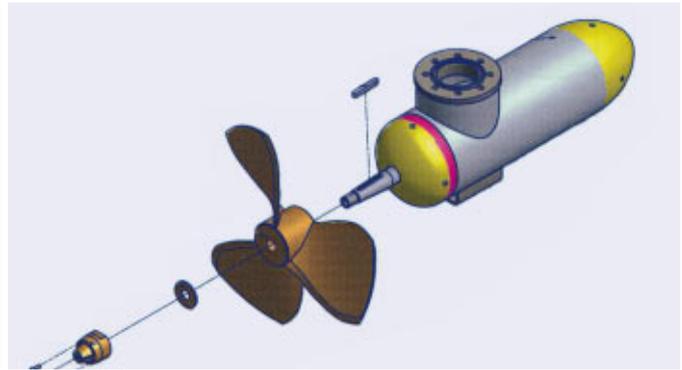
Was aber immer präsent bleibt, ist die Explosionsgefahr. Vielen klingt bis heute aus dem Chemie-Unterricht das Knallgas-Experiment in den Ohren: Sauerstoff, Wasserstoff – selbst in geringster Menge ein beeindruckendes und lautes Spektakel. Joachim Blumhagen: „Bei Autos sind die Tanks unterm Wagen angebracht. Entsteht ein Leck, kann sich das Gas verflüchtigen. In einem Schiffsrumpf dagegen würde sich ein riesiges Knallgas-Gemisch bilden. Ein Funke reicht dann zu einer Katastrophe...“

MAN testet bereits seit Mitte der 90er in Sachen Brennstoffzellen bei Bussen und Lkws, erklärt Motoren-Verkaufs-Chef

Reiner Rößner, außerdem ist MAN als Teil des VW-Konzerns in deren Forschungen und Entwicklungen eingebunden.

### Hybrid – der sinnvolle Zwischenschritt

Bis reine Elektrik alltagstauglich ist und mögliche ganz neue Ansätze gefunden werden, steht der Hybrid-Antrieb kurz davor, die Schiffe zu erobern. Hybrid-Antriebe setzen sich aus einem Verbrennungsmotor, einem Elektromotor und einem verhältnismäßig kleinen Batterie-Pack zusammen: Der Elektromotor kann batteriebetrieben für einen kurzen Zeitraum und mit begrenzter Kraft den Antrieb übernehmen. Emissionsfrei und fast lautlos – zum Beispiel im Hafenbereich oder in Naturschutzgebieten. Der Verbrennungsmotor übernimmt bei höherem Leistungsbedarf und lädt dann gleichzeitig die Batterien für den E-Antrieb wieder auf. Auch das Reichweiten-Problem ist damit gelöst.



Oben: Fischer Panda baut Hybrid-Systeme mit kleinen Generatoren, bei denen Antrieb und Versorgung getrennt werden können. Unten: Volvo Pentas Hybrid-System für den IPS-Antrieb – und, rechts: Die Hafenfähre in Göteborg, die 2020 rein elektrisch fahren soll

Volvo Penta entwickelt derzeit ein Hybrid-System. Anfang 2020 soll eine erste Version im Praxistest laufen, 2021 ist die Serienreife für die Berufs-Schiffahrt geplant, Sportboote sollen kurz danach beliefert werden. Dabei sind rein elektrisch 10 bis 12 Knoten (gut 18 bis gut 22 km/h) angepeilt.

Zwei MAN-Motoren sind sogar bereits Komponenten eines hybrid-betriebenen Ausflugs-Katamarans in Norwegen. Das 40 Meter lange Schiff kann elektrisch drei Stunden lang die Fjorde erkunden. Die Oswald Elektro- und MAN Dieselmotoren können zusammen oder unabhängig voneinander laufen – möglich ist der Antrieb also rein elektrisch, elektrisch mit Diesel oder nur über Dieselmotoren.

Joachim Blumhagen sieht, mit Blick auf die Performance, den Hybridantrieb als perfekte Lösung für die Motoren von Segelschiffen – und zwar nicht durch einen Standard-Verbrennungsmotor versorgt sondern durch einen kleinen Generator. Im Sportbootbereich hält er Hybrid aus ähnlichen Gründen wie die Elektroantriebe für wenig sinnvoll: Die Batterien und zusätzlichen E-Motoren beanspruchen viel Platz und packen zusätzliches Gewicht in die Schiffe.

„Für Segelschiffe sind sie dagegen perfekt“, so der Spezialist. „Sie benötigen wenig PS, weil sie unter Motor sowieso nicht schnell sein können. Außerdem brauchen sie Gewicht im Kielbereich – perfekt für Batterien. Ein kleiner Diesel-Generator, der auch die Bordelektronik versorgt, reicht aus, um die Batterien und den E-Motor zu versorgen.“

Ein Problem bei den Generatoren stellt die Kühlung dar: Das Teil, das die Motor-Energie in Elektrizität umwandelt, erzeugt hohe Temperaturen, die oft per Luftkühlung an die Umgebung abgegeben werden. Die norddeutsche Firma Fischer Panda, die unter anderem im Rüstungsbereich arbeitet, löst

das durch wassergekühlte Aggregate. „Diese sind außerdem sehr gut isoliert, sodass sie fast geräuschlos laufen“ ergänzt Joachim Blumhagen. „Also fährt man immer fast geräuschlos.“ Fischer Panda hat nun verschiedene Hybrid-Systeme entwickelt. Eines davon trennt die Batterie-Generator-Einheit und den Antrieb. Letzterer ist in einer eigenen wasserdichten Kapsel verbaut (Grafik oben, rechts, auf dieser Seite) und kann theoretisch außen an jedes Schiff angebaut werden, sogar an das Steuerruder einer Llaüt, also eines klassischen Insel-Fischerbootes. Die Versorgungs-Einheiten können dann irgendwo anders untergebracht werden und versorgen den Antrieb per Kabel. Perfekt zum Um- oder Nachrüsten.

Karl Wagner hält Hybrid durchaus auch bei Sportbooten für alltagstauglich. „Wobei ich zwischen zwei Arten von Hybrid unterscheidet“, stellt er klar: „Derzeit sieht das gebräuchliche System so aus, dass der Elektro-Motor für kurze Zeit oder recht langsame Fahrten eingesetzt wird und ein starker Diesel oder Benziner übernimmt, sobald es anspruchsvoller wird. Das erfordert Haupt-Motor, Generator, E-Motor und Batterien. Effektiver wird es, wenn der E-Motor den Antrieb komplett übernimmt und nur noch ein darauf abgestimmter Verbrenner den Strom generiert. Damit wäre eine zuverlässige Funktion mit großer Reichweite gewährleistet, man kann die Batterien auf ein Minimum reduzieren und auf den Generator verzichten. Ich halte Wankelmotoren da für gut: Sie sind kompakt, leicht, vibrationsarm und leise.“ 2021 soll eine Hybrid-SAY auf den Markt kommen, die Speedboat-Leistungen ohne Reichweiteneinschränkungen bietet.

Der Visionär sieht die Zukunft auf jeden Fall elektrisch. „Wie der Strom umweltgerecht erzeugt und auf den Schiffen in ausreichender Menge bereitgestellt wird, das sind die Herausforderungen. Die kommenden Jahre werden sehr spannend...“ □