

WINDSCHIFFE

DIE ZUKUNFT DES SEEVERKEHRS, TEIL 2



Quelle: Sailing Cargo Schiffsbau GmbH

Bild 1: Entwurf eines modernen Rahseglers, der größtmäßig den heutigen Fossil-Frachtern in nichts nachsteht. Eine Version, die 240 Meter lange Quadriga Aqua, soll sogar als schwimmende Fisch-Farm dienen.

Im ersten Teil der Serie haben wir uns mit der Notwendigkeit der Dekarbonisierung des Seeverkehrs, den Möglichkeiten alternativer Antriebe und den Herausforderungen für Schiffe mit einem modernen Windantrieb beschäftigt. Wenn wir uns nun im Folgenden den verschiedenen Windantriebs-Konzepten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen zuwenden, dann müssen wir uns vom vertrauten Begriff „Segelschiff“ verabschieden, weil sich viele moderne Schiffskonzepte nicht mehr darunter fassen lassen. Es geht vielmehr um die Nutzung des Windes, und „Windschiffe“ sind der zutreffendere Name, wie ja auch der entsprechende Weltverband International Windship Association (IWSA) heißt.

Windschiffe mit Segeln

Wie beim herkömmlichen Segelbetrieb so gibt es auch hier drei grundsätzliche Typen: Rahsegl, Gaffelsegel und Bermuda-(Dreiecks-)Segel. Jeder der Typen hat seine spezifischen Vor- und Nachteile, und prinzipiell gilt für jede Typkategorie: je mehr Segelfläche, desto größer der Vortrieb.

- Rahsegler in einer modernen Interpretation des klassischen Windjammers nutzen das Dyna-Rigg des Schiffbauingenieurs Wilhelm Pröls

bzw. das Pinta-Rigg des Kapitäns Hartmut B. Schwarz, die beide schon im letzten Jahrhundert entwickelt wurden und sich durch folgende Techniken auszeichnen: Die Masten sind drehbar und zum Teil oval. Die Rahen sind in Fahrtrichtung leicht nach hinten gebogen, die Segel lassen sich, in den Rahen laufend, wie eine Jalousie mit senkrechter Achse nach jeder Seite aus dem Mast automatisch herausziehen. Der ganze Mast einschließlich der Rahen und Segel bietet jetzt eine lückenlose Windangriffsfläche – im Gegensatz zu den alten Windjammern. Werden die Masten mit Rahen zur Seite gedreht, ist es möglich, sehr viel höher am Wind, d.h. näher am direkten Gegenwind, zu segeln als bei traditionellen Rahseglern. Das Schiff muss also weniger kreuzen, um einen Punkt anzulaufen, der direkt in Windrichtung liegt. Dass die modernen Riggs problemlos funktionieren, zeigt sich bei den großen Luxus-Yachten Maltese Falcon oder Black Pearl. Dennoch können Rahsegler ihre große Segelfläche am besten bei achterlichen und seitlichen Winden ausspielen.

- Gaffelsegel können höher am Wind segeln als Rahsegler, sind einfacher

zu bedienen und im Bau weniger kostspielig. Hier ist vielfach das ab Anfang der 1980er Jahre bei der Hamburgischen Schiffsversuchsanstalt für Indonesien entwickelte Indosail-Rigg anzutreffen. Das tragen die z.B. Rainbow Warrior 2 von Greenpeace sowie das Segel-Kreuzfahrer-Projekt Indiga – eine praktikable, umweltfreundliche Alternative zu den konventionellen Kreuzfahrtschiffen, welche als Vergnügungsschiffe nicht unter dem gleichen Termindruck stehen wie Containerfrachter.

- Dreieckssegel sind von ihrer Funktion her Tragflächen, sie erlauben noch höhere Kurse am Wind und sind ebenfalls einfach zu bedienen. So führt die Rainbow Warrior 3 von Greenpeace mehrere solcher Segel an zwei A-förmigen Masten und erreicht hiermit eine Geschwindigkeit von 15 Knoten (kn) – und damit ebenso viel wie unter Motor. Die französische Firma Neoline SAS, die mit ihrem Neoliner¹⁾ künftig mit 11 kn die Renault-Autos von Europa nach Amerika transportieren will, setzt als Rigg auf ein Gestänge, das ggf. unter Brücken zusammengeklappt werden kann.

Apropos zusammenklappen: Bei den modernen Rahseglern lassen sich die unteren Rahen zum leichteren Entladen hochklappen, bei anderen Systemen wie der Eole Marine Colportage²⁾ von VPLP-Design oder dem patentierten Solid Sail-Konzept von Chantiers de l'Atlantique mit der Lamellenstruktur lassen sich die Segel zusammenfalten, um beim Löschen der Ladung nicht hinderlich zu sein. Ähnlich funktioniert das von Fledermausflügeln inspirierte „Big Rig“ des Briten Richard Dryden.³⁾

Schiffe mit Strömungsprofilen

Neben den oben genannten „Soft-Segeln“ gibt es auch Windantriebe mit festen, aber in ihrer Ausrichtung und sogar in ihren einzelnen Segmenten variablen Profilen. Die Formen ähneln den beschriebenen Konzepten mit Segeln. Dem Rahsegl entspricht der UT Wind Challenger⁴⁾, ein Projekt der University of Tokyo, wobei ein drehbarer Mast



Quelle: PROPIT

Bild 2: Schwedisches Versuchsmodell mit umklappbarer Windkraftanlage. Wie bei künftigen Windturbinen-Schiffen soll der geklappte Rotor nicht auf dem Deck aufliegen – da würde er die Ladearbeiten behindern.

aus mehreren übereinanderstehenden Profilen besteht. Das „Reffen der Segel“ geschieht dadurch, dass sich die oberen Profile über die unteren schieben, der „Mast“ also immer kleiner wird, bis er am Kai fast ganz im Deck verschwindet, um die Ladearbeiten nicht zu behindern. Ähnlich, aber statt der Rahsegel aus Tragflächenprofilen aufgebaut, funktioniert das Oceanbird-Konzept eines segelnden Autotransporters für 7.000 Wagen der schwedischen Reederei Wallenius.

An Gaffelsegel erinnern die Entwürfe der französischen Yacht-Architekten VPLP Design wie der Hybridsegler Canopée, der Teile der Ariane-Rakete nach Französisch-Guayana bringen soll. Ebenfalls hierzu gehören die Flügel der spanischen Firma Bound4blue.

Die Wingsails des Hamburger Schiffstechnik-Spezialisten Becker Marine Systems sind optisch eher den Dreieckssegeln der heutigen Yachten nachempfunden. Allerdings ist bei diesem System nicht nur das vordere Flügelprofil drehbar, sondern auch der Anstellungswinkel der hinteren Seite lässt sich verändern, um den Aufbau bzw. Antrieb zu optimieren. Die Wingsails

haben eine Fläche von rund 1.000 m² und lassen sich ggf. für Unterfahrten von Brücken umlegen.

Eine besondere Strömungsprofil-Form präsentiert das Vindskip-Konzept⁵⁾ der norwegischen Firma Lade AS: Hier ist der gesamte, hohe Schiffsaufbau als Strömungsflügel ausgelegt. Vorteil ist die große Segelfläche. Nachteil ist, dass diese hier nicht stets optimal zum Wind ausgerichtet werden kann, während das Schiff seinen geplanten Kurs fährt. Ablegemanöver und weiteres sind bei frischem Seitenwind kaum möglich; daher ist ein Motor mit klimaschädlichem LNG vorgesehen – nicht sehr zukunftsweisend.

Schiffe mit Windkraftanlagen

Neu ist die Idee nicht: Bereits 1714 schlug ein Monsieur du Quet der Französischen Akademie der Wissenschaften ein Schiff vor, bei dem ein ummanteltes (!) Windrad im Stil einer griechischen Windmühle zwei an den Rumpfsseiten montierte Schaufelräder antreiben sollte.⁶⁾ Ob damals auch ein Modell für Versuche gebaut wurde, ist unbekannt.

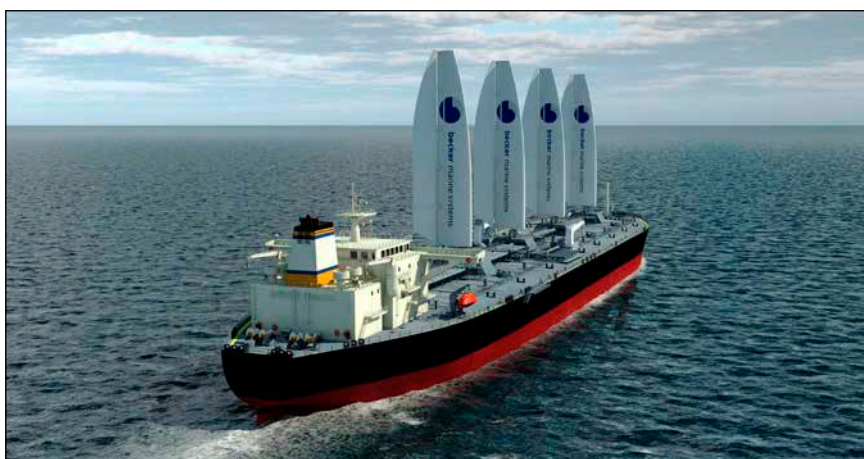
Nachdem sich in den folgenden Jahr-

hundertern nur Bastler an entsprechend kleinen Schiffen versucht hatten, gab es erst in den 1980er Jahren wissenschaftliche Untersuchungen mit dem 8 Meter langen Katamaran Revelation in Europa. Zeitgleich liefen Versuche mit dem Windturbinen-Katamaran Te Waka des Neuseeländers Jim Bates. 2001 wurde dann in England der 11-Meter-Katamaran Revelation 2 mit einem über 9 Meter hohen Mast und drei 6 Meter langen Flügeln für einen Privatmann auf Guernsey gebaut. Derzeit wird die Tradition du Quets von dem französischen Ingenieur Charles-Henri Viel mit seinem Archinaute-Projekt wieder aufgegriffen.

Im großem Umfang wurden die Potenziale des Windturbinen-Konzepts in Schweden von einem bis 2015 laufenden Gemeinschaftsprojekt der Technologiefirma PROPIT mit verschiedenen Partnern wie u.a. der Chalmers Universität/Göteborg, der Stena Line, der Wallenius Reederei und Lloyds ermittelt, wozu auch Prototypen gebaut und getestet wurden. Zugleich untersuchte man Verfahren, die großen Windturbinen auf Deck zu legen, um mit großen Schiffen auch Häfen mit zugangslimitierenden Bauwerken wie Lissabon (Brücke) oder Hamburg (Hochspannungs-Elbquerung) anlaufen zu können. Das mit nur zwei Windturbinen berechnete Ergebnis für Tanker wies eine Treibstoff-Ersparnis von bis zu 30 % auf.⁷⁾ Andere Schiffe mit mehr Windturbinen könnten durchaus auf noch bessere Ergebnisse kommen.

Denn das Windturbinen-Konzept hat durchaus Vorteile, die z.T. bereits 1714 bei du Quet deutlich waren: Das Schiff kann in alle Richtungen fahren – auch direkt gegen den Wind; der Windantrieb braucht kaum Personal; bei schnell wechselnden Wind-Richtungen richtet sich der Rotor automatisch aus; ein schnelles „Reffen der Segel“ erfolgt einfach durch das Verstellen der Rotor-Blätter. Und auch wenn das Schiff im Hafen oder ankernd auf Reede fest liegt, erzeugen die Rotoren weiterhin Energie.

Nachteile sind der höhere Schwerpunkt wegen des Maschinenhauses, die geringere „Segelfläche“ auf dem Deck etwa im Vergleich zu einem Dyna-Rigg, und die Begrenzung der Windturbinenleistung durch das Betzsche Gesetz auf maximal 59% der Windgeschwindigkeit, in der Praxis eher auf ca. 50%. Kein Wunder also, dass die leistungsschwächeren Windturbinen mit vertikaler Achse bei den entsprechenden Konzepten keine Rolle spielen. Deutlich ist, dass das Windturbinen-Konzept Windschiffen mehr Flexibilität verleiht; daher könnte eine Kombination mit anderen Windschiff-Konzepten vorteilhaft sein.



Quelle: Becker Marine Systems

Bild 3: Diese an Flugzeugflügel erinnernden Masten stehen aufgeständert über dem Deck, wodurch letzteres frei bleibt für Leitungen, Ladung etc.



Quelle: Mauraac/Neoline

Bild 4: Der französische Neoliner ist auch insofern besonders, als dass die Masten nicht schiffsmittig stehen, sondern in zwei „Kolonnen“ an Back- und Steuerbord

„Keine Zukunft ohne Altbau“

So heißt der Titel eines Beitrags zur notwendigen energetischen Sanierung alter Wohngebäude in der SONNEN-ENERGIE 4|19. Und er gilt genauso für die energetische Sanierung von Schiffen. Denn auch diese sind als teure Großinvestitionen über mehrere Jahrzehnte in Gebrauch, und damit häufig immer noch auf dem technischen Stand ihrer Bauzeit. Um hier die CO₂-Last kurzfristig zu senken, bieten sich windunterstützende Systeme an: Die SkySails des gleichnamigen Hamburger Unternehmens sind große Lenkdrachen, die ein Schiff bei achterlichen Winden nach vorn ziehen. Oder der Flettner-Rotor, eine mit Motorenkraft angetriebene, sich drehende zylindrische Säule, die durch die Umströmung des Windes einen Vortrieb erzeugt. Der Energieaufwand für den Rotorantrieb liegt bei weniger als 10% dessen, was ein Motor ohne Windkraft leisten müsste, um den gleichen Vortrieb zu erzielen. Wenngleich der Flettner-Rotor einen größeren Kursbereich hat als ein Lenkdrachen, so kann mit ihm aus physikalischen Gründen nicht gegen oder mit dem Wind gefahren werden. Dennoch sind die Energieeinsparungen groß genug, dass sich immer mehr der konservativen Reeder für entsprechende Nachrüstungen entscheiden.

So wurde beispielsweise 2018 das 220 m lange Fährschiff Viking Grace, das auf der Route Stockholm-Turku fährt, mit einem 24 Meter hohen Flettner-Rotor ausgerüstet, und im Mai 2020 erhielt die zwischen Rostock und Gedser verkehrende Scandlines-Fähre Copenhagen einen 30 Meter hohen Rotor mit 5 Meter Durchmesser. Um mit noch höheren Rotoren Brücken passieren zu können, hat

die Firma Norsepower jetzt umklappbare Flettner-Rotoren entwickelt.⁸⁾ Das bisher größte, mit Flettner-Rotoren der Firma Norsepower ausgerüstete Schiff ist der Tanker Maersk Pelican mit rund 110.000 Tonnen Tragfähigkeit. Ein weiterer Flettner-Rotor-Hersteller ist die Anemol Marine Technologies Ltd aus London. Sie hat ihre Rotoren auf mehrere fahrbare Lafetten montiert, die sich beim Be- und Entladen des Schiffes (MV Afros Berthing) auf kleinem Raum zusammen schieben lassen.⁹⁾

Eine andere Möglichkeit sind nachrüstbare Strömungsprofile, die, auf einem Container montiert oder aus einem solchen ausgeklappt, sich schnell an Bord eines Schiffes installieren lassen. Solche Systeme bieten die niederländische Econowind oder die kalifornischen Wind+Wing Technologies an. Alle diese Nachrüst-Systeme bestehen durch ihre Einfachheit und Flexibilität, können aber nur ein Zwischenschritt zu einer wirklich CO₂-neutralen Schifffahrt sein. Denn es sind letztlich Energiespartechiken, die ohne fossilgetriebene Motoren als Hauptantrieb nicht auskommen. Künftig wird man, wo immer möglich, Abgas-Schiffe gänzlich auf Windantrieb umrüsten müssen. Dadurch lassen sich immerhin Neubauten mit ihrem Materialaufwand, ihren CO₂-Lasten und Kosten einsparen.

Fazit

Die Dekarbonisierung der Weltschifffahrt mit Hilfe von Windschiffen ist eine realistische Option – und hier zugleich unsere einzige! Mit Windschiffen lässt sich ein transkontinentaler Seetransport aufrechterhalten. Sie sind nicht langsamer und unzuverlässiger als die fossilge-

triebenen Abgas-Schiffe – nur klima- und umweltfreundlicher. In den vergangenen Jahrzehnten wurde von Forschern und Visionären viel engagierte Vorarbeit geleistet – und von Politik sowie maritimer Wirtschaft wurde viel Zeit verschwendet. Immer noch sind geistige Münchhausens unterwegs, die uns erzählen wollen, sie hätten saubere Schiffe, nur weil sie ihre schönen schwimmenden Müllverbrennungsanlagen – pardon: Kreuzfahrtschiffe – von dreckigem Schweröl auf das ebenso klimafeindliche LNG umgestellt haben.

Denn eigentlich hätte das allerletzte Abgas-Schiff schon längst gebaut sein müssen, wenn wir 2040 einen klimaneutralen Seeverkehr haben wollen. Doch die Masse der Beteiligten scheint bisher beratungsresistent, so dass wir ohne entsprechend strenge Klimaschutzgesetze nicht auskommen werden. Welches Windschiff-System sich künftig überwiegend durchsetzen wird, ist heute noch nicht absehbar. Vielleicht wird es auch eine Mischung aus mehreren Windernte-Systemen sein, z.B. ein mehrmastiges Schiff, dessen Fockmast eine Windturbine trägt.

Buchempfehlung

Helmut Risch, Jochen Bertholdt: Windschiffe. 2. Aufl., Verlag Technik, Berlin 1990 (antiquarisch). Ein liebevoll illustriertes Buch mit vielen Detailinformationen, das sich je nach Interesse genussvoll durchblättern oder informativ durchlesen lässt. Nicht nur für Kapitäne, nachdenkliche Reeder und Segler!

Fußnoten

- 1) www.neoline.eu/en/
- 2) vplp.fr/realisation/eole-marine-colportage/58.html
- 3) www.transitionrig.com/big_rig.htm
- 4) wind.k.u-tokyo.ac.jp/index_en.html
- 5) ladeas.no
- 6) gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3473d/f81.image, gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k3473d/f83.image
- 7) publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/217076/local_217076.pdf
- 8) www.norsepower.com/post/norsepower-unveils-first-tiltable-rotor-sail-installation-with-sea-cargo/
- 9) www.youtube.com/watch?v=X8xysiW4S9Y

ZUM AUTOR:

► Götz Warnke

Leiter des DGS-Fachausschusses Nachhaltige Mobilität

warnke@emobility-future.com