

# WINDSCHIFFE

## DIE ZUKUNFT DES SEEVERKEHRS, TEIL 1

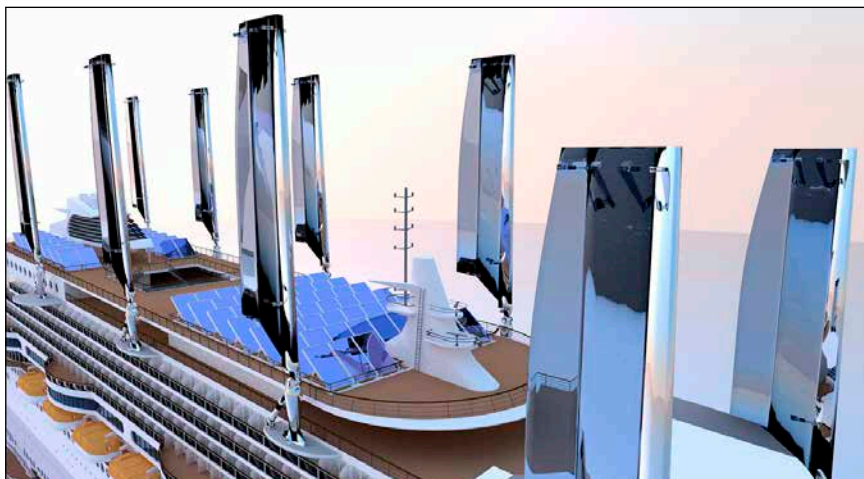


Bild 1: Beim japanischen EcoShip soll die Energie aus mehreren Quellen (PV, Wind) geerntet werden. Obwohl es als Passagierschiff ein großes Oberdeck hat, ist dennoch ein Dieselmotor vorgesehen.

Selbst aus dem Weltall sieht man noch die Routen des internationalen Seeschiffsverkehrs – anhand der endlosen Abgasfahnen der Schiffsdiesel (Ship Tracks), deren Dreck selbst das Wetter beeinflussen und zu vermehrten Gewittern führen kann.<sup>1)</sup> Mögen die Abgase aus Schwefel- und Stickoxiden, Feinstaub- und Ruß-Partikeln in diesem Jahr etwas weniger giftig geworden sein – nach Corona und nachdem die International Maritime Organization der Vereinten Nationen (IMO) den Schwefelgehalt der Treibstoffe verbindlich gesenkt oder zumindest eine effektive Reinigungstechnik vorgeschrieben hat –, ein Problem bleibt davon unberührt: die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die unsere Erde erhitzen. Und bei denen hat die weltweite Schifffahrt einen Anteil von drei Prozent. Das mag sich im ersten Moment nach wenig anhören, doch es entspricht in etwa den gesamten Emissionen Deutschlands, einer 82 Millionen Menschen zählenden Wohlstands-Republik. Klar ist in jedem Fall: es muss eine Schifffahrt ohne CO<sub>2</sub>-Emissionen geben, wenn die Menschheit auf diesem Planeten überleben will. Doch wie kommt man dahin? Denn derzeit werden die Schiffe fast ausschließlich mit Diesel, Dampfturbinen, Gasturbinen und Atomreaktoren angetrieben. Und das Märchen von der Dekarbonisierung der Schifffahrt durch LNG wird nur noch von absolut ahnungslosen Zeitgenossen geglaubt.<sup>2)</sup>

### Echte Antriebs-Alternativen?

Inzwischen gibt es einige alternative Antriebskonzepte mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen:

#### Elektroschiffe

haben sich zwar in norwegischen Fjorden sowie auf der Ostsee zwischen den dänischen Inseln Ærø und Alsen durchgesetzt. Auch entsteht auf den niederländischen Kanälen derzeit ein Netz von Wechsel-Akkucontainer-Stationen für Binnenschiffe<sup>3)</sup>. Aber entsprechend große Batterien für die fünfwöchige Fahrt eines Containerriesen gibt es nicht und wird es auch auf absehbare Zeit nicht geben. Zudem scheitert eine hinreichende Einspeisung aus On-Board-PV an den Flächen und dem häufig schlechten Wetter auf See. Selbst die 9.000 m<sup>2</sup> zweiachsig nachführbaren PV-Panels im Projekt „Super Eco Ship 2050“ der japanischen Reederei Nippon Yusen Kaisha (NYK) decken gerade einmal 15 % des Energiebedarfs eines 200 m langen Autotransporters.<sup>4)</sup>

#### Biodiesel

hat den Vorteil, dass er in herkömmlichen Schiffsmotoren verbrannt werden kann. Allerdings braucht er große Anbauflächen, die in Konkurrenz zur Lebensmittelherzeugung („Teller oder Tank“) stehen und im Zuge der Klimakrise noch knapper werden. Schon heute ist das Poten-

tial praktisch ausgereizt. Rund ein Drittel der europäischen Biodiesel-Produktion stammt aus Palm- und Sojaöl (Regenwaldvernichtung!).<sup>5)</sup> Zudem müssen die Ausgangsstoffe vor der Verarbeitung erst einmal energieaufwändig aus der Fläche „zusammengekratzt“ werden.

#### Biogas-LNG

kann in modifizierten Schiffsmotoren eingesetzt werden. Doch auch hier reichen die Potentiale ohne eine massive Ausweitung des Maisanbaus in Konkurrenz zu Lebensmitteln nicht aus, weil die Effizienz der Photosynthese mit nur 2,5 % sehr gering ist. Weiterhin ergeben sich bei der aus Gründen der Tankgröße notwendigen Verflüssigung immerhin Energieverluste von bis zu 25 %. Hinzu kommt noch, dass auch hier ein gewisser Schlupf des Klimagases Methan in der Prozesskette kaum zu verhindern ist.<sup>6)</sup>

#### Power-to-X (PtX)

ist besonders bei der Politik beliebt, da sich hier die schönsten Zukunftsvisionen entwickeln lassen, ohne ein Detail auf die unterschiedlichen, aber stets geringen Wirkungsgrade eingehen zu müssen, die beim Wasserstoff-Brennstoffzellen-Pfad bei nur rund 30 % liegt, bei andern Produkten ist er gar kleiner 10 %. Die Gesamtwirkungsgrade von PtX-Stoffen sind dann besonders schlecht, wenn sie den Vorstellungen der Industrie entsprechend in ineffektiven Verbrennungsmotoren statt in Brennstoffzellen eingesetzt werden.

#### Segelschiffe

haben für Jahrhunderte den Seetransport angetrieben, und zuletzt vor dem 1. Weltkrieg mit den deutschen Großsegelern „Preußen“ und „R.C. Rickmers“ (über 5.000 Bruttoregistertonnen) ihre größten Dimensionen erreicht. Sie verloren aber nach 1918 schnell an Bedeutung und sind aus der gewerblichen Schifffahrt praktisch völlig verschwunden. Das muss seine Gründe haben, denn ein direkter Windantrieb ist um ein Vielfaches effizienter als der Pfad Windstrom-zu-PtX (Bild 3). Und Wind ist auf den Meeren im Übermaß vorhanden.

#### Wiederkehr des Windantriebs?

Von den o.a. Alternativen kommt für eine echte Dekarbonisierung allein der



Quelle: Peter Theekidsen

**Bild 2:** Im Mai wurde die Ostseefähre Copenhagen in Rostock mit einem Rotorsegel (Flettner-Rotor) der Fa. Norsepower ausgerüstet.

Windantrieb in Frage. Wenn der jedoch so effektiv ist, bleibt die Frage, warum dann die Frachtsegler von Meer und Markt verschwunden sind? An der Geschwindigkeit kann es nicht gelegen haben: Immerhin erreichte der britische Tee-Klipper Cutty Sark mit seinen 3.000 m<sup>2</sup> Segelfläche in den 1870er Jahren eine Höchstgeschwindigkeit von 17,5 Knoten (32 km/h), und 1854 lief die Champion of the Seas in 24 Stunden sogar einmal 465 Seemeilen, was einer Durchschnittsgeschwindigkeit 19,4 Knoten (kn) entspricht.

Währenddessen kamen die von Motoren getriebenen Liberty-Schiffe des 2. Weltkriegs gerade auf 11 kn und das erste Containerschiff Ideal X 1956 auf 15 kn Höchstgeschwindigkeit. Selbst die heutigen Massengut-Schiffe wie z.B. Erzfrachter fahren mit 14 bis 15 kn. Erst die Containerriesen wie die Emma Mærsk erreichten Spitzengeschwindigkeiten von 26 Knoten, was dann zu einem Verbrauch von ca. 14.400 Litern Schweröl pro Stunde führt. Doch mittlerweile sinken die Schiffsgeschwindigkeiten wegen der hohen Treibstoffkosten und der niedrigen Frachtraten schon wieder. Und weltweit fordern über 110 Reeder wie u. a. Nikolaus H. Schües, Chef der Hamburger

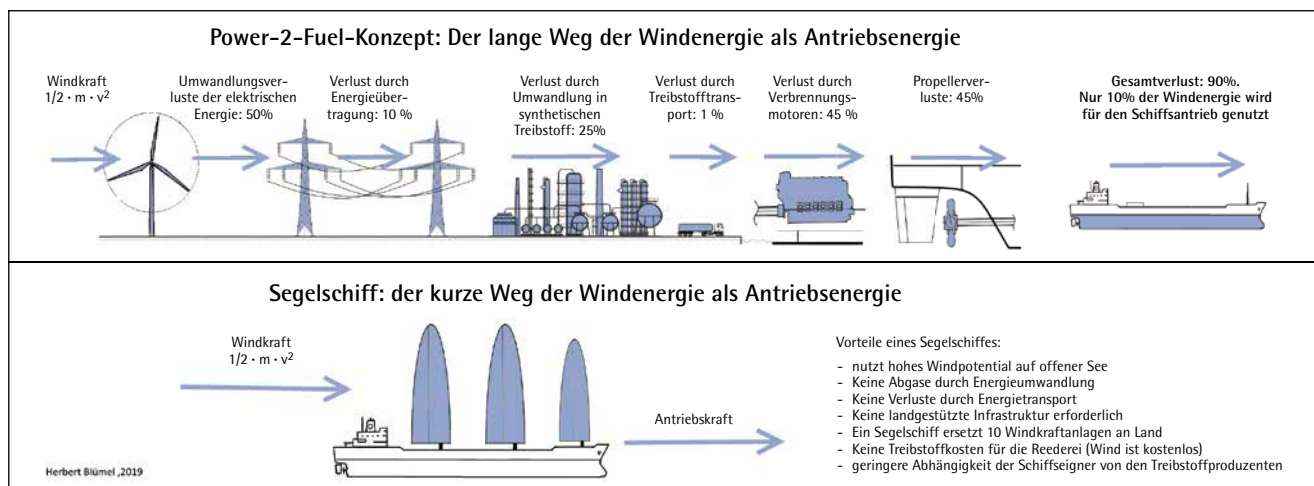
Traditions-Reederei F. Laeisz, von der IMO ein generelles Tempolimit auf den Weltmeeren (Slow Steaming). So könnten künftig auch Schiffe mit schwächeren und damit billigeren Motoren gebaut werden. Und vor allem: Eine Senkung der Geschwindigkeiten von 20 kn auf 16 kn spart rund 40 % Treibstoff und damit entsprechend Klimagase.

Bleibt die Frage, warum die Großsegler nach dem 1. Weltkrieg als Transportfahrzeuge von den Weltmeeren verschwanden? Ein Grund war, dass die großen Segel per Hand bedient wurden, die großen Schiffe also große – und teure – Besatzungen benötigten. Da man mit den großen Segelschiffen im immer dichteren Schiffsverkehr kaum Flüsse wie Elbe oder Weser zu den Häfen hinauf kreuzen, noch allein mit Windkraft die neuen Kanäle passieren konnte, benötigten die Großsegler zusätzlich teure Maschinen. Als dann in Folge des 1. Weltkriegs die Schiffsmotoren zuverlässiger, kleiner, kostengünstiger wurden, und zudem der Treibstoff billig war, bedeutete das den Todesstoß für die segelnde Frachtschiffahrt. Heute gibt es im Zuge der Klimakrise verschiedene Projekte für kleine, traditionelle Frachtsegler wie Brigantes,

EcoClipper, Tres Hombres etc. Doch bei allem Respekt für das Engagement dieser Schiffbauer und die seemännischen Leistungen der Besatzungen – so sieht die Zukunft der gewerblichen Seefahrt nicht aus!

Denn selbst bei modernen Segel-Kreuzfahrtschiffen, die ja vor allem wegen der Romantik des Segelns gebucht werden, setzen sich die mit Elektromotoren bedienten Segel immer mehr durch, so dass die Besatzung klein bleiben kann. Die Club Med 2 vom Club Méditerranée, die Running on Waves sowie die Wind Spirit und ihre beiden Schwesterschiffe der Reederei Windstar Cruises sind solche Beispiele. Auch bei den neueren weltgrößten Segelyachten<sup>7)</sup> wie SY A, Black Pearl, EOS oder Maltese Falcon überwiegt mittlerweile das weitgehend automatisierte Setzen der Segel. Zwar haben alle diese Schiffe für Kanalfahrten, Anlegemanöver etc. noch Dieselmotoren an Bord, doch auch dies könnte bald der Vergangenheit angehören: die rund 34 Meter lange Spirit 111 von Spirit Yachts in Ipswich verlässt sich neben ihren Segeln nur auf ihre großen Batterie-Bänke und einen Hydrogenerator.<sup>8)</sup>

Klar ist, dass auch heutige und künftige Großsegler einen Zusatzantrieb zum Wind benötigen: Kein Kapitän will mit einem „großen Pott“ bei Gegenwind und starkem Schiffsverkehr lange Flüsse hinauf kreuzen oder sich unter Segeln durch enge Hafeneinfahrten zwingen müssen. Der Zusatzantrieb ist unverzichtbar, und der wird künftig elektrisch sein. Er kann z.B. aus energieeffizienten Elektro-Pods<sup>9)</sup> bestehen, die heute noch von Dieselmotoren mit Strom versorgt werden. Und woher soll ohne die Abgas-Motoren die Energie für die E-Antriebe bzw. die ihnen vorgeschalteten Batterien kommen? Neben den o. a. Hydrogeneratoren, die nur während des Segelns Energie liefern, gibt es PV-, Wind- und Wellen-Energie-



**Bild 3:** Im Vergleich direkte Windnutzung <-> Wind zu PtX ist der PtX-Pfad deutlich ineffizienter.





Bild 4: Die MOL Quintet auf der Elbe: ca. 370 m lang, 23 kn schnell, für rund 14.000 Container. Nicht nur für den Fluss ist ein solcher Container-Riese ungeeignet, sondern auch für Windantrieb.

anlagen,<sup>10)</sup> die auch bei im Hafen oder auf Reede liegenden Schiffen Energie liefern. Inzwischen existieren verschiedene Konzepte von Schiffen mit Mehrfach-Energiequellen wie etwa die „E/S Orcele“ der schwedisch-norwegischen Reederei Wallenius-Wilhelmsen oder das EcoShip der japanischen NGO Peace Boat.

Da es sich bei Manövern in Häfen, Kanälen und küstennahen Gewässern nur um kurze Strecken handelt, kämen hier auch die ineffektiven PtX-Kraftstoffe in Frage. Diese könnten sogar auf See nachgetankt werden: Das Konzept „segelenergie.de“ von Prof. Michael Sterner an der OTH Regensburg setzt auf ein großes Segelschiff mit Hydrogeneratoren, die Strom für die elektrolytische Produktion von Wasserstoff und dessen Weiterverarbeitung zu

Treibstoffen liefern. Solche Energieschiffe könnten quasi als schwimmende Bohrinself und Tankstelle in einem für die Seeschifffahrt fungieren. Dass hingegen den künftigen Windschiffen einmal der Wind ausgeht und sie bei Flaute auf der Stelle dümpeln, ist nicht zu befürchten: Das heutige „Satellitenwetter“ macht genaue Vorhersagen und damit die Wahl eines entsprechenden Kurses möglich.

Für welche Schiffe kommt der Windantrieb in Frage? Kurz gesagt: für Schiffe mit einem festen Oberdeck und einem nicht zu hohen Geschwindigkeitsbedarf. Also für Autotransporter/RoRo-Schiffe, Fischereischiffe, Massengutfrachter, Passagierschiffe. Für Schwergutschiffe mit ihren Kränen müsste noch eine Lösung gefunden werden. Ungeeignet wegen



Bild 5: Die 1911 gebaute Viermastbark Passat im Hafen von Travemünde. Auf seinen Salpeter-, Weizen- und Schulungsfahrten nach Südamerika bis 1957 schaffte der „Flying-P-Liner“ 18 kn.

der Aufbauten und der angestrebten Geschwindigkeit sind Kriegsschiffe und die heutigen Containerschiffe. Bei Letzteren ist allerdings gesellschaftlich die Frage zu beantworten, ob unser Planet dieses Ausmaß an transkontinentalem Handel noch verkraften kann, und ob wirklich solche Produkte wie bewegliche Winkekatzen und elektronische Lachsäcke in Höchstgeschwindigkeit über die Ozeane transportiert werden müssen, nur um hier alsbald zum Elektronikschrott zu mutieren.

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 um die Nutzung des Windes, und „Windschiffe“ sind der zutreffendere Name, wie ja auch der entsprechende Weltverband International Windship Association (IWSA) heißt.

Im zweiten Teil dieses Artikels in der nächsten Ausgabe der SONNENENERGIE geht es um Windschiffe mit Segeln, Schiffe mit Strömungsprofilen und Schiffe mit Windkraftanlagen.

#### Fußnoten

- 1) [www.spektrum.de/news/schiffe-lassen-es-blitzen/1500321](http://www.spektrum.de/news/schiffe-lassen-es-blitzen/1500321)
- 2) [theicct.org/news/fourth-imo-ghg-study-finalreport-pr-20200804](http://theicct.org/news/fourth-imo-ghg-study-finalreport-pr-20200804)
- 3) [www.faz.net/aktuell/technik-motor/motor/frachtschiffe-sollen-bald-elektrisch-fahren-16815043.html](http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/motor/frachtschiffe-sollen-bald-elektrisch-fahren-16815043.html)
- 4) [www.dvz.de/rubriken/test-technik/detail/news/nyk-entwickelt-schiff-mit-wasserstoff-und-solarantrieb.html](http://www.dvz.de/rubriken/test-technik/detail/news/nyk-entwickelt-schiff-mit-wasserstoff-und-solarantrieb.html)
- 5) [www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Pressemitteilungen/Naturschutz/Mehr\\_Lebensmittel\\_in\\_Tanks\\_als\\_auf\\_Tellern\\_Studie\\_DUH\\_Agrokraftstoffe\\_.pdf](http://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Pressemitteilungen/Naturschutz/Mehr_Lebensmittel_in_Tanks_als_auf_Tellern_Studie_DUH_Agrokraftstoffe_.pdf)
- 6) [www.dgs.de/news/en-detail/120620-Ing-bruecken-oder-krueckentechnologie/](http://www.dgs.de/news/en-detail/120620-Ing-bruecken-oder-krueckentechnologie/)
- 7) [de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_l%C3%A4ngsten\\_Segelyachten](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_l%C3%A4ngsten_Segelyachten)
- 8) [www.sailmagazine.com/diy/know-how-hydro-generators](http://www.sailmagazine.com/diy/know-how-hydro-generators)
- 9) [www.ke-next.de/panorama/die-groessten-erfindungen-der-azipod-antrieb-101.html](http://www.ke-next.de/panorama/die-groessten-erfindungen-der-azipod-antrieb-101.html)
- 10) [de.wikipedia.org/wiki/Suntory\\_Mermaid\\_II](http://de.wikipedia.org/wiki/Suntory_Mermaid_II)

#### ZUM AUTOR:

► Götz Warnke

Leiter des DGS-Fachausschusses Nachhaltige Mobilität

warnke@emobility-future.com