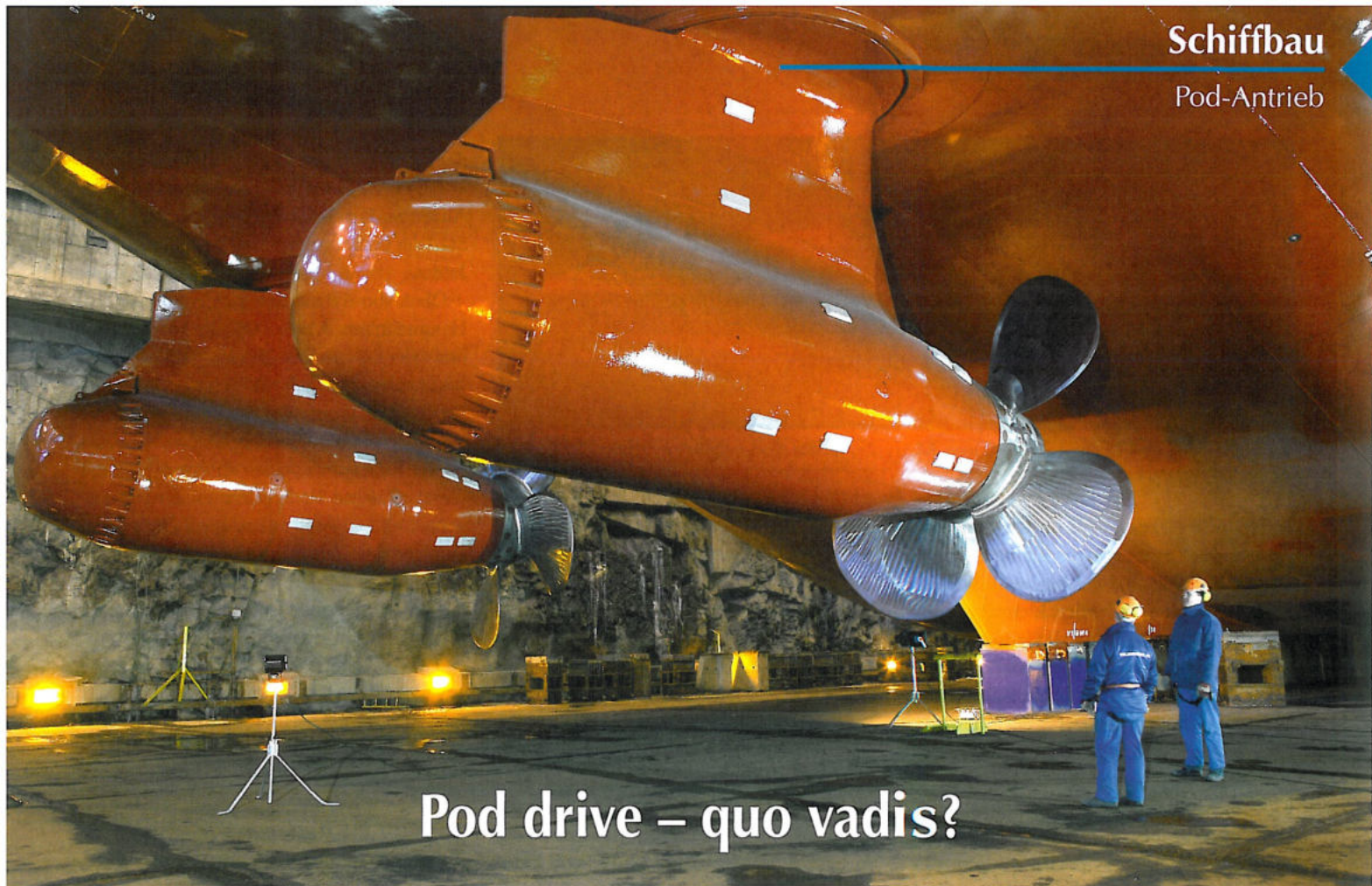




Pod drive – quo vadis?

Zusammenfassung

Neun der zweiunddreißig weltweit bestellten großen Kreuzfahrtschiffe, also 28 %, werden durch Pod drives angetrieben werden, darunter auch Schwesterschiffe der zurzeit größten Kreuzfahrer der »Freedom of the Seas«-Klasse, sowie das noch größere »Genesis« Projekt. Auch der einzige Transatlantic-Liner der Welt, die »Queen Mary 2«, wird mit Pod drives erfolgreich betrieben. Allerdings ist die Tendenz leicht rückläufig und Bestellungen für neue Klassen von Kreuzfahrtschiffen mit Podantrieben werden zurzeit nur von einer der vier großen Reedereigruppen aufgegeben, der RCCL (Royal Caribbean Cruises).

Nach der Pod-Euphorie in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts hat sich eine Konsolidierung und Konzentration des Marktes für Podantriebe auf zwei Schiffstypen – Kreuzfahrtschiffe und Hilfsschiffe – ergeben. Vor fünf Jahren gab es vier Pod Anbieter. Diese Situation hat sich grundlegend geändert, das finnische Unternehmen ABB Azipod Oy ist seit 2007 weltweit der alleinige Anbieter von Podantrieben.

In der vorliegenden Arbeit werden kurz die Geschichte der Podantriebe und der augenblickliche Entwicklungsstand geschildert, Vor- und Nachteile erörtert sowie einige interessante aktuelle Passagierschiffe mit Podantrieben vorgestellt, am Ende wird ein Ausblick versucht.

Verfasser

Dipl.-Ing. Friedrich Mewis,
bis 2006 Abteilungsleiter in der HSVA,
Widerstand & Propulsion; seit 2007 Berater
für Schiffshydrodynamik.
Mewis Ship Hydrodynamics, MSH.
Email: otto.fried@web.de

Einleitung

Podantriebe (pod drives, »Azipods«) sind erst seit 1990 im Einsatz und haben in gewisser Weise schon Geschichte geschrieben. Ihre Vorteile – vor allem hohe Manövrierfähigkeit und Platz für mehr »pay load« durch die mechanische Entkopplung von Primärtrieb und Antriebsorgan – haben sie für

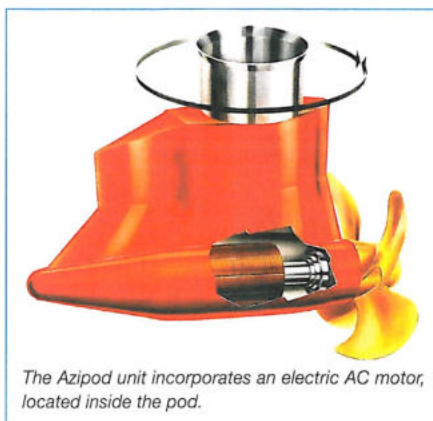


Abb. 1 Definition Podantrieb, Azipod (1998)

einige Schiffstypen zu einer vorteilhaften Alternative gemacht. Die Nachteile – vor allem der höhere Preis und die höhere Störanfälligkeit – haben jedoch kommerzielle Installationen in größerer Zahl inzwischen auf zwei Schiffstypen konzentriert: das sind Kreuzfahrtschiffe (große Podantriebe) und

Abstract

Nine of the worldwide 32 large cruise vessels on order will be driven by pod propulsors. Included are sister ships of the »Freedom of the Seas« class as well as the even larger »Genesis« project.

The world's only transatlantic liner »Queen Mary 2«, which is pod propelled, has also been in operation successfully.

However, the tendency towards pod propulsion for newer large cruise vessel projects is diminishing. Of the four largest cruise vessel operators, only RCCL (Royal Caribbean Cruises) is pursuing this propulsion concept.

Following the euphoric phase for pods towards the end of the last century the market has been consolidated and now pod applications are concentrated mainly for two ship types: cruise vessels and supply vessels.

Five years ago there were four suppliers of pod drives. This situation has changed dramatically. Since the beginning of 2007 there is only one supplier: ABB Azipod Oy.

This paper gives an overview of the history and development of pod drives, and also the actual state of the art today. Pros and cons of pod propulsion are discussed and a vision into the future is attempted.



Abb. 7: Kreuzfahrtschiff »Radiance of the Seas« mit 2 Pods je 20 MW, Azipod

Foto: Meyer Werft

Vor- und Nachteile, Wirtschaftlichkeit

In diesem Beitrag sollen nur die hauptsächlichlichen Vor- und Nachteile von Podantrieben erwähnt werden, die letztendlich zu der fast ausschließlichen Nutzung bei großen Kreuzfahrtschiffen und Hilfsschiffen, wie Forschungsschiffe und Versorger, geführt haben. Eine ausführlichere Zusammenstellung und Wertung dazu ist vor sechs Jahren unter dem Titel »Pod drives – pros and cons« in der HANSA 8/2001 erschienen, Mewis (2001).

Kreuzfahrtschiffe und Hilfsschiffe werden auch mit herkömmlichem Antrieb in der Regel diesel-elektrisch betrieben. Der dadurch entfallende Leistungsverlust von 5–10 %, der durch die zusätzliche Energieumwandlung im Vergleich mit direkt angetriebenen Propellern auftritt, hat sicher viel zur Selektion dieser beiden Schiffstypen beigetragen.

Kreuzfahrtschiffe

(mehr als 35 große Kreuzfahrtschiffe mit Podantrieben sind zurzeit im Einsatz)

Vorteile:

- bessere Manövrierbarkeit, auch »dynamic positioning« möglich
- geringerer Geräuschpegel
- mehr Raum für Kabinen
- geringerer Leistungsbedarf bei Mehrschraubern
- kurze und späte Installationszeit im Bauablauf

Nachteile:

- höherer Preis
- mehr Ausfälle durch Reparaturen

Hilfsschiffe

(mehr als 30 Hilfsschiffe verschiedenster Typen mit Podantrieben sind zurzeit im Einsatz)

Vorteile:

- ausgezeichnete Manövrierbarkeit, insbesondere »dynamic positioning« möglich
- zentrale Maschinenanordnung, Ort frei wählbar
- volle Leistung immer einsetzbar

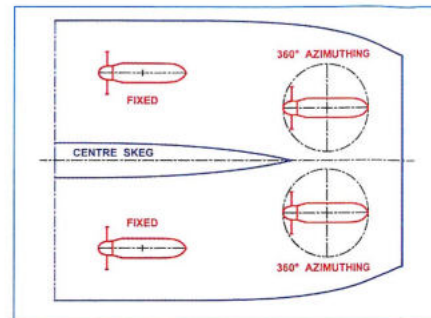


Abb. 9: Anordnung der 4 Pods am Hinterschiff der »Queen Mary 2«, nur die hinteren Pods sind drehbar

- für Eisfahrt sehr gut geeignet
- kurze und späte Installationszeit im Bauablauf

Nachteil:

- höherer Preis
- mehr Ausfälle durch Reparaturen

Die hydrodynamische Effektivität der Podantriebe ist etwa 5 % geringer als die einer Propelleranlage mit Ruder dahinter, siehe dazu Mewis (2001(2)). Mehrschrauber mit Podantrieben, die ohnehin diesel-elektrisch betrieben werden, können trotzdem eine Leistungseinsparung von bis zu etwa 5 % aufweisen, weil der Widerstand der Wellenböcke wegfällt und außerdem das Hinterschiff günstiger gestaltet werden kann, da der Motor frei im Schiff angeordnet werden kann und ein Getriebe nicht erforderlich ist.

Die Gesamtwirtschaftlichkeit podangetriebener Schiffe soll an dieser Stelle nicht thematisiert werden. Man kann jedoch davon ausgehen, dass bei den beiden oben genannten Schiffstypen ein deutlicher Vorteil besteht, der sich aber manchmal ökonomisch nicht vollständig darstellen lässt, wie z.B. der Gewinn durch die Verbesserung der Manövrierfähigkeit oder der durch das niedrigere Geräusch- und Vibrationsniveau.

Fortsetzung des Beitrags in HANSA 11/07

Fahren Ihre Schiffe SECA konform?

Wir bieten normgerechte Verfahren und Richtlinien zur praktischen Umsetzung der SOx Emmision Control Area Regularien an Bord Ihrer Schiffe.

portamedia.com
Engineering & Consulting

Telefon: 04768 922256 Fax: 04768 922257
seca-operations@portamedia.com

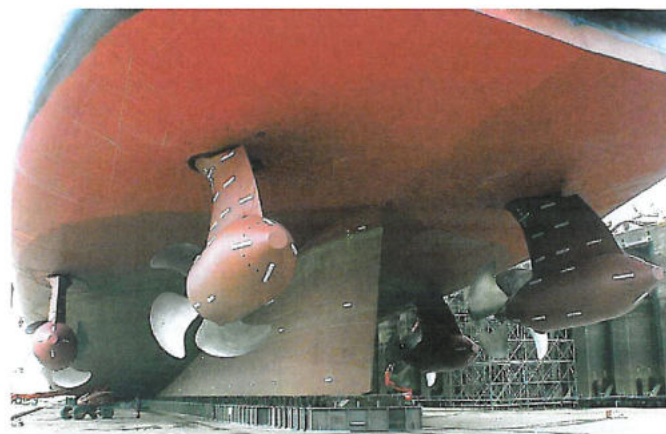


Abb. 8: »Queen Mary 2«, erstes Fahrgastschiff mit 4 Pods, je 21 MW, Mermaid



Pod drive – quo vadis? Teil 2

Ausgewählte interessante Schiffe und Projekte

Kreuzfahrtschiff »Elation«

Kvaerner Masa Yards Helsinki, 1998
+ 7 Schwesterschiffe, davon 6 mit konventionellem Antrieb

Azipod, 2 x 14 MW; 22,5 kn

L x B x T = 260,6 m x 31,5 m x 7,75 m

70.000 BRZ; 2.050 Passagiere

Die »Elation« war das erste große Kreuzfahrtschiff, das mit Podantrieben ausgerüstet wurde. Die erfolgreiche Installation war für Azipod der Durchbruch im Markt der Kreuzfahrtschiffe. Die Pods sind jetzt fast zehn Jahre im Einsatz.

Die »Elation« ist das siebte Schiff der so genannten Fantasy-Klasse der Carnival Cruise Lines, es standen also sechs Schwesterschiffe mit herkömmlichem Zweischrauben-Antrieb mit gleichen Hauptabmessungen zum kritischen Vergleich zur Verfügung. Von der Werft wurden sehr umfangreiche Vergleichsversuche in der Großausführung vorgenommen, die in nahezu allen hydrodynamischen Eigenschaften günstigere Werte für das podangetriebene Schiff ergaben, insbesondere bei den Manöviereigenschaften, Kurimo (1998). Schwesterschiff mit Podantrieb: »Paradise«

Kreuzfahrtschiff »Voyager of the Seas«

Kvaerner Masa Yards Helsinki; 1999;

+ 4 Schwesterschiffe;

Verfasser

Dipl.-Ing. Friedrich Mewis,
bis 2006 Abteilungsleiter in der HSVA,
Widerstand & Propulsion; seit 2007 Berater
für Schiffshydrodynamik.
Mewis Ship Hydrodynamics, MSH.
Email: otto.fried@web.de

Azipod; 3 x 14 MW; 2 drehbar, 1 fest; 22 kn;

L x B x T = 311 x 38,7 x 8,8 m;

137.000 BRZ; 3.100 Passagiere;

Die »Voyager of the Seas« war das erste Kreuzfahrtschiff mit drei Pods mit je 14 MW. Nur die beiden äußeren Pods sind drehbar. Die Gondel des mittleren Antriebes wurde fest in den Schiffskörper eingebaut. Schwesterschiffe: »Explorer of the Seas«, »Adven-

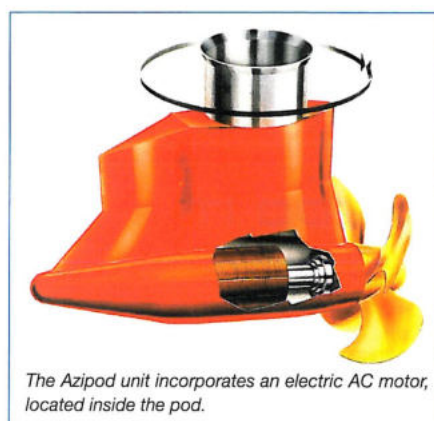


Abb. 1 Definition Podantrieb, Azipod (1998)

ture of the Seas«, »Navigator of the Seas«, »Mariner of the Seas«.

Kreuzfahrtschiff »Millenium«

Chatiers de l'Atlantique, 2000

+ 3 Schwesterschiffe

Mermaid, 2 x 20 MW, 25 kn

L x B x T = 294 m x 32,2 m x 7,9 m

91.100 BRZ; 1.950 Passagiere

Die »Millenium« war das erste Kreuzfahrtschiff, das mit zwei Pods von je 20 MW angetrieben wurde. Es wurde gebaut für Celebrity Cruises, einer Tochter von RCCL. Hervorzuheben ist dabei, dass KAMEWA mit dem Mermaid-Pod gleich mit 20 MW in den Konkurrenzkampf mit Azipod eingestiegen ist. Die Pods hatten extreme Lagerprobleme wodurch es häufig zu Ausfällen der Antriebsanlage kam. Die Forderungen von Celebrity Cruises wurden durch eine Klage vor Gericht durchgesetzt.

Das Schiff hatte außerdem mit durch Slamming induzierten Schwingungen infolge des »podgerecht« optimierten sehr flachen Hinterschiffes zu tun, die sicher auch noch durch eine zu weiche Konstruktion begünstigt wurden. Schwesterschiffe: »Summit«, »Constellation«, »Infinity«.

Kreuzfahrtschiff »Radiance of the Seas«

Meyer Werft Papenburg, 2001

+ 3 Schwesterschiffe

Fachvorträge bei der STG-Hauptversammlung

Donnerstag, 22. November 2007

Vorträge der Preisträger und des Nachwuchses – Leitung: Prof. Dr.-Ing. Günter Ackermann

Optimierung eines seegangsunabhängigen Ölskimmers durch numerische und experimentelle Analysen – Referent: Mazen Abu Amro, (Weinblum-Preisträger)

Entwicklung und Anwendung eines Finite-Volumen-Verfahren zur Berechnung von Strömungen um bewegliche Körper auf unstrukturierten, überlappenden Gittern – Referent: Hidajet Hadzic

Hydroelastische Analyse vertikal schwingender Offshore-Tauchsysteme für die Tiefsee – Referent: Martin Hieronymi

IT-unterstütztes Abnahmemanagement – Ein Qualitäts- und Wissensmanagement Thema aus InterSHIP – Referent: Markus Elfgen, Thomas Witolla

SESiS – Schiffentwurfs- und Simulationssystem – Referenten: Rolf Hempel, Thomas Gosch

Dynamische Stabilität von Containerschiffen – Referenten: Vladimir Shigunov, Ould el Moctar, Helge Rathje

Freitag, 23. November 2007

Vorstellung des Antriebskonzeptes der »Super C Class« Fähren für British Columbia – Referenten: Dirk Petersjohann, Michael Thiemke

Redundanzen elektrischer Fahrtriebe – Referent: Ulrich Horn

Modell-basierte Entwicklung und Simulation von elektrischen Antriebssystemen – Referent: Frank Oberhokamp

H. Meerestechnik/Mavövrieren – Leitung: Dr.-Ing. Walter L. Kuehnlein

Transformation von Trägheitsgrößen zur Lösung der Mehrkörperdynamik in der Meerestechnik – Referenten: Holger Korte, Tsutomu Takagi

Betriebssimulation von Frachtschiffen mit Windzusatzantrieb – Referenten: Günther Clauss, Helmut E. Siekmann, Gonzalo Tampier Brockhaus

Ruderentwurf – Aktuelle Fragestellungen – Referenten: Marc Steinwand, Rainer Grabert

Jastram T-Ruder für zwei Fährschiffe auf der Strecke Gedser–Warnemünde – Referent: Friedrich Weiß

Manövrierprognose auf der Basis von RANSSimulationen – Referenten: Anrès Cura Hochbaum, Mathias Vogt

Redundante Antriebssysteme für Einschraubenschiffe – Referenten: Reinhard Schulze, Heike Richter

Geometrische Parametrisierung und Untersuchung der Umströmung von aus Mehrkomponenten bestehenden Schiffsantrieben – Referenten: Max Steden, Jochen Hundemer, Sven-Brian Müller, Moustafa Abdel-Maksoud

ProRepaS – Auffinden und Bewerten von Fehlstellen in Schweißreparaturen von NiAl-Bronze Propellern – Referenten: Andreas Junglewitz, Martin Spies, Adri van Kooij

Zum Verformungsverhalten des Stahlschiffkörpers in Interaktion mit einem massiv-baulichen Trockendock – Referenten: Steffen Koch, Peter Möller, Udo Röhr

Verschleißerscheinungen und deren Auswirkungen bei Großdieselmotoren mit einer Bohrung > 900 mm – Referenten: Dipl.-Ing. Jörg Knuth

Untersuchungen zur Lagerung von Propellerwellen – Referenten: Christian Gurr, Horst Rulfs

Herausforderungen und Anforderungen an Ballastwasserbehandlungsanlagen an Bord – Referentin: Anja Kornmüller

VIRTUE – Die Entwicklung des numerischen Schlepptanks – Referent: Jochen Marzi, HSVA

Entwicklung und Einsatz eines neuen Formgebungselements zur Steigerung der Transportleistung von Schiffen – Referenten: Stefan Harries, Haye Hinrichsen

Numerische und experimentelle Untersuchung eines Propellers in 4 Quadranten – Referenten: Karsten Rieck, Klaus-Peter Mach, Martin Lamprecht, Pascal Anschau

Berechnung der Fluid-Struktur-Interaktion instationär angeströmter Propeller – Referenten: Jens Neugebauer, Moustafa Abdel-Maksoud, Manfred Braun

Anwendung kommerzieller RANSE Software in der Werftpraxis – Referent: Christian Thieme



IF IT CAN BE DONE...
WE DO IT!

MetalSHIPS
& DOCKS
RODMAN GROUP

Shipbuilding & Shiprepair

Ríos - Teis, s/n 36216 Vigo · España (Spain) · Telf./Phone: +34 986 811 800 / +34 986 811 827 · Fax: +34 986 452 961
E-mail: metalships@metalships.com · Web: www.metalships.com



Abb. 11: Backbord- und Mittelpod von »Freedom of the Seas«, 3 x 14 MW, Azipod
Foto: Aker Yards Finland



Abb. 12: »Freedom of the Seas« im Hamburger Hafen, 2006

Azipod, 2 x 20 MW, 25 kn
L x B x T = 294 m x 32,2 m x 8,1 m
90.000 BRZ; 2.100 Passagiere;

Die »Radiance of the Seas« ist ein paralleler Entwurf zur Millennium-Klasse für RCI.. Slamming Probleme wie bei der »Millenium« traten nicht auf, das Schiff hat nicht ganz so flache Spanten im Heckbereich und ist außerdem ausreichend steif konstruiert, was sich auch in 20 cm mehr Tiefgang widerspiegelt. Schwesterschiffe: »Brilliance of the Seas«, »Serenade of the Seas«, »Jewel of the Seas«.

Die Schiffe der »Norwegian Star«-Klasse für NCL, von denen das sechste und letzte in diesem Jahr abgeliefert werden soll, sind mit identischen Hauptabmessungen (Panamax), Antriebsanlage und Geschwindigkeit eine Weiter- bzw. Neuentwicklung mit 93.500 BRZ. Schwesterschiffe: »Norwegian Dawn«, »Norwegian Jewel«, »Pride of Hawaii«, »Norwegian Pearl«, »Norwegian Gem«.

Ocean Liner »Queen Mary 2«

Chantiers de l'Atlantique, 2003

kein Schwesterschiff;

Mermaid; 4 x 21 MW; 2 drehbar; 2 fest (vorn); 30 kn

L x B x T = 345 m x 41 m x 10 m;

149.000 BRZ; 2.620 Passagiere;

Der Entwurf und Bau der »Queen Mary 2« war in jeder Hinsicht eine Herausforderung. Um die Geschwindigkeitsforderung von 30 kn zu erfüllen waren 4 der größten vorhandene Pods als Antriebsorgan erforderlich. Der Schiffsentwurf war eine schwierige aber auch prestigeträchtige Ingenieuraufgabe. Von finanzieller Seite war der Bau dieses Schiffes zumindest für die Werft und den Pod-Lieferanten ein Desaster. Inzwischen wurde die Werft verkauft und die Pod-Herstellung bei Rolls Royce eingestellt.

Die Cunard Line besitzt mit diesem Schiff jedoch den einzigen richtigen Atlantik Liner der Welt, der mit zunehmendem Erfolg in mehr als der Hälfte seiner Betriebszeit Tran-

satlantik-Passagen fährt (2007: 21 Mal; 2008: 24 Mal geplant), allerdings bei deutlich kleineren Durchschnittsgeschwindigkeiten als 30 kn.

Die »Queen Mary 2« ist schon jetzt ein Kultschiff, sie führt durch ihre außergewöhnliche Überwassergestaltung, das Design wurde frei an die »Queen Mary« angelehnt, wegen ihrer Geschwindigkeit sowie wegen ihrer Größe überall wo sie erscheint zu Begeisterung und Massenaufläufen. Für notwendige Reparaturen auch an den Pods war sie schon drei Mal im Baudock von Blohm und Voss in Hamburg. Die Ein- und Ausschiffung hat jedes Mal mehrere hunderttausend Menschen angezogen. Mit drei Pods fährt die »Queen Mary 2« etwa 26 kn und mit zwei Pods immerhin noch etwa 20 kn.

Kreuzfahrtschiff »Freedom of the Seas«

Aker Yards Finland, 2006

+ 2 Schwesterschiffe
Azipod, 3 x 14 MW; 2 drehbar, 1 fest (Mitte); 21,4 kn

L x B x T = 339 m x 39 m x 8,8 m

154.000 BRZ; 3.600 Passagiere

Die »Freedom of the Seas« ist das zurzeit größte Kreuzfahrtschiff der Welt. Dank der vernünftigen Geschwindigkeitsforderung von nur 21,4 kn kommt dieses

Riesenschiff mit drei Pods von je 14 MW aus. Für jeden Passagier sind hier 11,7 kW Antriebsleistung PD installiert. Bei der »Queen Mary 2« sind das 32,1 kW je Passagier.

Die Schiffe der »Freedom of the Seas«-Klasse sind um 28 m verlängerte Entwürfe der »Voyager of the Seas«-Klasse. Das Antriebskonzept wurde beibehalten, drei Pods mit jeweils 14 MW. Der Mittelpod ist nicht drehbar, aber die Gondel ist nicht mit dem Schiffskörper verbunden.

Seit Mai 2007 ist das Schwesterschiff »Liberty of the Seas« im Dienst, die »Independ-

Competent Parts Supply



YANMAR



MITSUBISHI
HEAVY INDUSTRIES LTD



KOBE DIESEL



AKASAKA DIESEL



NIPPON
DIESEL SERVICE GMBH

Hermann-Blohm-Strasse 1 · D-20457 Hamburg/Germany
Phone: +49 40 317710-0 · Mobile: 0177-3113230
Fax: +49 40 311598 · E-Mail: info@nds-intl.com

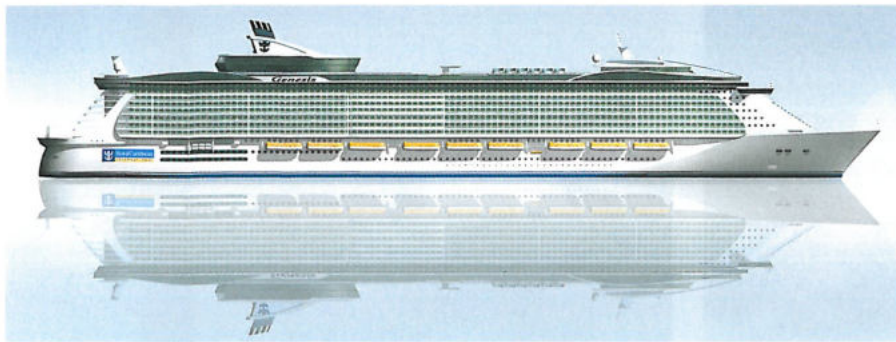


Abb. 13 Projekt »Genesis«, soll 2009 in Dienst gestellt werden, 3 x 20 MW, Azipod

dence of the Seas«, das dritte und vorläufig letzte Schiff dieser Klasse soll im Mai 2008 abgeliefert werden.

Projekt Kreuzfahrtschiff »Genesis«

Aker Yards Finland; voraussichtlich 2009 2 Bestellungen;

Azipod; 3 x 20 MW; alle drehbar; 20,4 kn

$L \times B \times T = 360 \text{ m} \times 47 \text{ m} \times 9,0 \text{ m}$

220.000 BRZ; 5.400 Passagiere;

Das Projekt »Genesis« ist ein außerordentlich kühnes Projekt. Durch die vernünftige Geschwindigkeit von nur etwa 20,4 kn werden viele Probleme von vornherein minimiert. Mit 11,1 kW installierte Antriebsleistung je Passagier ist sie nur geringfügig günstiger als die »Freedom of the Seas«.

Wohin die Größenentwicklung der Kreuzfahrtschiffe noch gehen wird kann man heute nicht sagen, denn immer wieder wurden in der Vergangenheit Grenzen verschoben.

Besondere Installationen von Podantrieben

Im Nachfolgenden sind einige besonders erwähnenswerte Installationen von Podantrieben zusammengestellt, die meistens nur wenige Nachbauten nach sich gezogen haben und trotz großen Aufwandes der Pod Hersteller und auch einiger Werften noch nicht zum Durchbruch zu einer breiten Anwendung ge-

führt haben. Die Entwicklung ist jedoch noch nicht abgeschlossen.

- 1993, »Uikku«, eisbrechender Tanker, Azipod, 11,4 MW, ein Nachbau.
- 2000, Chemical Tanker, Shanghai Edwards Shipbuilding, Schottel SSP, 5 MW, ein Nachbau, ein weiterer Nachbau mit ABB Azipod-Antrieb.
- 2004, »Hamanasu«, RoPax-Fähre, Azipod als CRP, 17,6 MW hinter dem Hauptpropeller (25,5 MW), 30 kn, ein Nachbau, weitere zwei bestellt
- 2004, Sumitomo, Double Acting Tanker, Azipod, 2 x 10 MW, Schiff fährt vorwärts im offenen Wasser und rückwärts durch Eis, zwei Nachbauten, drei Bestellungen
- 1999–2007 mehrere kleine eisbrechende Schiffe für russische Eigner, Bau in Finnland
- 2006, Yantai–Dalian Train Ferry, 2 x 4,1 MW Compact Azipod, vier Schwester-schiffe im Bau

Kompaktpods

Unter Kompaktpods verstehen wir Einheiten bis zu 5 MW. Diese Klassifizierung hat sich erforderlich gemacht, weil beide Hersteller, Azipod und Schottel, die äußere Gestalt dieser kleinen Einheiten deutlich gegenüber den großen Einheiten verändert haben. Diese Veränderungen waren erforderlich



Abb. 15 Sumitomo, Double Acting Tanker, bricht Eis mit zwei Pods rückwärts fahrend, 2 x 10 MW, Azipod
Foto: Sumitomo

weil sich die kleinen Pods schlechter kühlen lassen. Die Lösungen für das Kühlungsproblem sind sehr unterschiedlich ausgefallen. Während Azipods Compact Pod den Schaft schräg nach hinten verlaufen lässt um die äußere Kühlfläche direkt um den Motor zu vergrößern, hat Schottels SEP eine Hohlwelle, durch die zusätzliches Kühlwasser fließt, außerdem am Schaftfuß zusätzliche Kühlwasseröffnungen.

Ob die Kompaktpods sich letztendlich gegen die billigeren und vielleicht auch zuverlässigeren mechanischen Z-Antriebe durchsetzen können wird die Zukunft zeigen. Schottel berichtet von einem sehr erfolgreichen Start ihres neuen CombiDrive, bei dem der E-Motor nicht in der Unterwassergondel sondern im trockenen Tragkegel oben sitzt und die deutlich schlankere und vielfach erprobte Kegelradstufe im Unterwasserteil erhalten bleibt, Kaul (2006). Nach Angaben von Schottel sind bereits 16 CombiDrives in Betrieb und 18 gegenwärtig bestellt.

Ausblick

Im Gegensatz zu der Zeit von etwa 1994 bis 2003 stagniert heute die Ausbreitung der Pod-



Ein Unternehmen der SCHIFFBAU - VERSUCHSANSTALT POTSDAM

Ihr Partner in Fragen der Hydrodynamik

- Modellversuche und Beratung für die Schiffbauindustrie
- Propeller und Propulsionssysteme
- Numerische Simulation

Marquardter Chaussee 100, 14469 Potsdam
Phone: +49 - 331 - 5 67 12 - 0, Fax: +49 - 331 - 5 67 12 - 49
www.sva-potsdam.de, e-mail: svatech@sva-potsdam.de



Abb. 14 Chemical Tanker mit 5,1 MW Schottel SSP als alleiniger Antrieb
Foto: Schottel

antriebe und die Zahl der Anbieter ist seit 2004 von vier auf einen zurückgegangen. Diese Konzentration bzw. Monopolbildung ist aber sicherlich nicht im Sinne der Kunden, birgt sie doch einige Gefahren für realistische Preise und gleich bleibend gute Qualität in sich.

Die Auftragsbücher des zurzeit einzigen Anbieters von Podantrieben – ABB Azipod Oy – sind für mehrere Jahre gefüllt. Azipod hat seit 1990 insgesamt 130 Podantriebe, davon 40 Compacts, gebaut. Im Jahr 2006 wurden zwölf ausgeliefert, davon zwei Compact Azipods. ABB Azipod baut gerade bei Helsinki eine neue Produktionsanlage mit einer Kapazität von etwa 20 Einheiten pro Jahr, die in den nächsten Jahren verdoppelt werden kann, The Naval Architect (2007(2)).

Eine realistische Prognose zur Zukunft der Podantriebe ist schwierig. Fest etabliert haben sich Podantriebe bei sehr großen Kreuzfahrtschiffen und einer Zahl verschiedener Hilfsschiffe im Offshore- und Arktisbereich. Es ist vorerst nicht zu erwarten, dass zu den Kreuzfahrtschiffen mit großen Podantrieben und Hilfsschiffen mit meistens kleineren Kompaktpods noch weitere Schiffstypen hinzukommen für die sich Pods als Standard-Antrieb durchsetzen.

Man kann jedoch davon ausgehen, dass Podantriebe in den nächsten Jahrzehnten als Hauptantriebe von Kreuzfahrtschiffen und Hilfsschiffen sowie einigen speziellen Anwendungen erhalten bleiben. Am kritischsten ist paradoxerweise die Situation für die Schiffsklasse mit dem höchsten Anteil von Podantrieben, den Kreuzfahrtschiffen, weil zurzeit nur noch eine der vier Reedereigruppen Schiffe mit Podantrieb bestellt.

Für die Kompaktpods ist die Gesamtsituation schon jetzt kritisch, stehen doch den gegenwärtig drei bestellten Compact Azi-



Abb. 17 SEP von Schottel, 2 x 2 MW, Eisrandforschungsschiff »Maria S. Merian«

Foto: Schottel

pods 18 bestellte Schottel CombiDrives mit einer mechanischen Unterwasser-Getriebebestufe gegenüber.

Danksagungen

Der Autor bedankt sich hierdurch für die freundliche und kooperative Zusammenarbeit bei den Pod-Herstellern: ABB Azipod Oy, Rolls-Royce AB, Schottel GmbH & Co. KG, bei den Werften: Meyer Werft Papenburg und AkerYards Finland sowie bei Aker Arctic Technology Inc., Finnland, und nicht zuletzt bei der Hamburgischen Schiffbau Versuchsanstalt.

Verwendete Literatur

- [1] Azipod, 1998, Brochures of the ABB Azipod Oy: Azimuthing Electric Propulsion Drive, Helsinki, 1998
- [2] Kaul, S., 2006: Entwicklung von Z-Antrieben für schnelle Doppelendfähren. Ehrenkolloquium für Dietrich Schmidt, SVA Potsdam, 29.08.2006
- [3] Kurimo, R., 1998: Sea Trial Experience of the first Passenger Cruiser with Podded Propulsors. Proceedings PRADS Conference 1998, pages 743 – 748, The Hague, 1998

- [4] Mewis, F., 2001: Pod drives – pros and cons. HANSA, 138. Jahrgang, 2001, Nr. 8, Hamburg, 2001
- [5] Mewis, F. 2001(2): The Efficiency of Pod Propulsion. HADMAR 2001 Conference, Varna, October 2001
- [6] The Naval Architect, 2007: Podded propulsors: learning from experience. The Naval Architect, February 2007, page 35, London, 2007
- [7] The Naval Architect, 2007(2): Azipod from ABB pushes forward. The Naval Architect, February 2007, pages 26–27, London, 2007



Abb. 16 Compact Azipod, 4 MW wird komplett transportiert und eingebaut

Foto: ABB Azipod



gegr. 1901
Dr. Siebert & Kühn GmbH & Co. KG

Das Industriethermometer

SOLARTEMP

Messen durch Licht



Struthweg 7-9 · D-34260 Kaufungen
 Telefon: 0 56 05/8 03-0
 Telefax: 0 56 05/8 03-54
 e-mail: info@sika.net
 Internet: www.sika-messtechnik.net

Navigationsausrüstung für Bodeneffektfahrzeuge

Einleitung

Im Grundsatz gilt hinsichtlich der Ausrüstung mit Navigationsschiffsausrüstung von Bodeneffektfahrzeugen (englisch: »Wing-In-Ground Craft«, WIG) das Kapitel V des Internationalen Übereinkommens zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS) (siehe Entschließung MSC.99(73) der Internationalen Seeschiffahrts-Organisation (IMO), [2]). Da sich die Regelungen des SOLAS Kapitels V im Grundsatz auf der Ausrüstung konventioneller Seeschiffe beziehen, hat die IMO mit Rundschreiben MSC/Circ. 1054 vom 16.12.2002, angenommen vom Schiffssicherheitsausschuss der IMO auf seiner 76. Sitzung, [1], vorläufige Richtlinien für Bodeneffektfahrzeuge verabschiedet. Mit diesem so genannten WIG-Code soll den speziellen Anforderungen an Bodeneffektfahrzeuge hinsichtlich Bau, Ausrüstung und Betrieb Rechnung getragen werden. Dieser WIG-Code gilt empfehlend für Bodeneffektfahrzeuge in der internationalen Fahrt, sofern deren Operationsgebiet nicht mehr als vier Stunden bei Betriebsgeschwindigkeit (bzw. max. 200 sm) von einem sicheren Ort entfernt ist. Bei Bodeneffektfahrzeugen zum Passagierverkehr gelten die Anforderungen des WIG-Codes für Fahrzeuge, die für den Transport von zwölf oder mehr Passagieren ausgelegt sind. Bei der Festlegung der Anforderungen an Umfang und Funktion der Navigationsschiffsausrüstung von Bodeneffektfahrzeugen durch den jeweiligen Flaggenstaat ist daher davon auszugehen, dass dieser von den in Kapitel V SOLAS vorhandenen Ausnahme- und Befreiungsmöglichkeiten unter Hinweis auf die gleichzeitigen Anwendung des empfehlenden WIG-Codes Gebrauch machen wird.

1 Navigationsschiffsausrüstung von Bodeneffektfahrzeugen

1.1 Ausrüstungsumfang der Navigationsschiffsausrüstung

Gemäß Kapitel 12 (»Navigationsschiffsausrüstung«) des WIG-Codes wird für Bodeneffektfahrzeuge folgende Navigationsschiffsausrüstung empfohlen:

- Magnetkompass,
- Steuerkursstransmitter,
- Kreiselkompass,
- Gerät zum Anzeigen der Geschwindigkeit

Verfasser

Ingolf Eckert, Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie, Bernhard-Nocht-Str. 78, 20359 Hamburg, Tel. 040/3190-7210, Fax -5000, eMail: ingolf.eckert@bsh.de

und der zurückgelegten Distanz (Fahrtmessanlage),

- Echolotanlage,
- Radaranlage mit Ploteinrichtung (ARPA),
- Funkortungsempfänger,
- AIS-Transponder,
- Elektronisches Seekartendarstellungs- und Informationssystem (englisch: »Electronic Chart Display and Information System«, ECDIS),



- Ruderlagenanzeiger,
- aerodynamischer Wendeanzeiger,
- Suchscheinwerfer,
- Nachtsichtgerät,
- Schub-/Antriebsanzeiger,
- Selbststeuer,
- Kollisionswarnsystem,
- Schiffsdatenschreiber.

Weitere Ausrüstungsanforderungen, z.B. hinsichtlich Schallsignalanlagen, Positionslaternen und Signalkörper, ergeben sich ferner aus den Internationalen Regeln von 1972 zur Verhütung von Zusammenstößen auf See (COLREG) und werden nachfolgend in die Betrachtungen einbezogen.

1.2 Leistungsmerkmale von Navigationsschiffsausrüstung für die Seeschiffahrt

Da der WIG-Code nur empfehlenden Charakter hat, gibt es seitens der IMO keine speziellen Leistungsanforderungen für die empfohlene Navigationsschiffsausrüstung von Bodeneffektfahrzeugen, so dass nur auf die bestehenden Leistungsanforderungen der IMO für Navigationsschiffsausrüstung zurück gegriffen werden kann. Nicht erst bei WIG sondern bereits mit dem Aufkommen von Hochgeschwindigkeitsfahrzeugen (HSC) wurde

deutlich, dass Leistungsanforderungen an Navigationsschiffsausrüstung in erheblichem Maße von der Fahrzeugkategorie abhängen (siehe u.a. [5]). Die gemäß WIG-Code empfohlenen Navigationsgeräte sollten demnach in der Lage sein, nach den bestehenden Leistungsanforderungen der IMO mindestens die folgenden Navigationsinformationen in der beschriebenen Qualität liefern zu können:

Magnetkompass

Die Anforderungen an den Magnetkompass ergeben sich aus der Entschließung A.382(X), [41]. Demnach soll z.B. nach einer Auslenkung um 90° der Magnetkompass nach einer Einschwingdauer von maximal 60 s eine Anzeigegenauigkeit von mindestens 1° liefern können.

Steuerkursstransmitter

Die Anforderungen an Steuerkursstransmitter (englisch: »Transmitting Heading Device«, THD) ergeben sich aus der Entschließung MSC.116(73), [28]. Prinzipiell können THD auf der Basis magnetischer Sensoren, Kreisel Sensoren oder Funkortungssensoren arbeiten. Die Anforderungen gemäß MSC.116(73) sind wie folgt:

THD sollen im Breitenbereich von 70°-N bis 70° S arbeiten können. Der Übertragungs- und Auflösungsfehler darf maximal $\pm 0,2^\circ$, der statische Fehler maximal $\pm 0,1^\circ$ betragen. Der Maximalwert der Amplitude des dynamischen Fehlers ist mit $\pm 1,5^\circ$ festgelegt. Die Frequenz des dynamischen Fehlers darf bei einer Zeitspanne von mindestens 30 Sekunden 0,033 Hz nicht überschreiten, wenn die Amplitude des dynamischen Fehlers $\pm 0,5^\circ$ überschreitet. Der Nachlauffehler bei einer Drehgeschwindigkeit des Fahrzeuges bis $10 \frac{^\circ}{s}$ muss kleiner als $\pm 0,5^\circ$ und bei einer Drehgeschwindigkeit von $10 \frac{^\circ}{s}$ bis $20 \frac{^\circ}{s}$ kleiner als $\pm 1,5^\circ$ sein.

Kreiselkompass

Die IMO unterscheidet hinsichtlich der Leistungsanforderungen Kreiselkompass für konventionelle Fahrzeuge (Entschließung A.424(XI), [42]) und Kreiselkompass für HSC (Entschließung A.821(19), [43]). Kreiselkompass für konventionelle Fahrzeuge werden daher nicht weiter betrachtet. Gemäß Entschließung A.821(19) sollen Kreiselkompass für HSC in der Lage sein, im Bereich von 70° N bis 70° S zuverlässig zu arbeiten. Hierbei darf