

# ANTRIEBSTECHNIK & MOTORENSERVICE

Freitag, 4. Dezember 2015

www.thb.info



Foto: Fjord Line

Die 170 Meter lange Kreuzfahrtfähre „Stavangerfjord“ pendelt LNG-betrieben zwischen Norwegen und Dänemark

## Reedereien tendieren zu LNG

Schiffahrtsunternehmen favorisieren zunehmend Flüssiggas als alternativen Treibstoff

**Nach einer intensiven Phase des Diskurses und Testens hat sich die maritime Wirtschaft für Liquefied Natural Gas (LNG) als alternativen Schiffstreibstoff entschieden. LNG-betriebene Schiffe, der Aufbau von Flüssiggas-Infrastruktur und Interessenverbände belegen das klare Votum.**

Die zum Teil drastisch verschärften Emissionsgrenzwerte für die internationale Seeschifffahrt in den zurückliegenden Jahren haben

langfristig das Aus für das bisher als Schiffstreibstoff verwendete Schweröl eingeleitet. In Sulphur Emission Control Areas (SECA) wie der Nord- und Ostsee gilt seit Jahresbeginn 2015 ein Grenzwert von 0,1 Prozent Schwefelanteil im Schiffstreibstoff. Reedereien, die weiterhin mit Schweröl fahren wollen, suchen den IMO-Vorschriften mit dem Einsatz von Scrubbern zu entsprechen. Der Schwefel wird bei dieser Technik aus den Abgasen ausgewaschen.

Andere Schiffahrtsunternehmen setzen auf Substitution, testen verschiedene Treibstoffe als mögliche Alternative. Von LNG über Biodiesel bis hin zu Methanol und Wasserstoff. Die schwedische Fährreederei Stena Line zum Beispiel betreibt seit März dieses Jahres auf der Route Kiel-Göteborg ein auf Methanol umgerüstetes Schiff. Die „Stena Germanica“ ist das weltweit erste Fährschiff, das mit diesem alternativen Treibstoff unterwegs ist.

Doch in der maritimen Wirtschaft verstärkt sich seit einigen Wochen und Monaten der Trend hin zum LNG. Bremsen längere Zeit die klassische Abwägung, was denn zuerst da sein müsse, die spezielle Hafeninfrastruktur oder die LNG-betriebenen Schiffe, so haben einige Reedereien diese Frage inzwischen für sich entschieden. Bereits seit Jahresbeginn 2013 ist auf der finnisch-schwedischen Ostseeroute zwischen Turku und Stockholm

► Seite 2

### INHALT

- **Kurs „Zero Emission“**  
Scandlines strebt in der Ostsee schadstofffreien Fährbetrieb an  
Seite 3
- **Alternative Antriebe**  
MARIKO-Chefin Katja Baumann über praxisnahe maritime Forschung  
Seite 4
- **Treibstoff nach Wahl**  
Caterpillar erfüllt zunehmenden Bedarf an Dual-Fuel-Motoren  
Seite 5
- **Effizienzsteigerung**  
Prof. Gerhard Jensen über schlanke Ruderpropeller vom Spezialisten Schottel  
Seite 6
- **Optimiertes Design**  
Höherer Wirkungsgrad bei Propellern von MMG  
Seite 7
- **Projekt „Hercules-2“**  
Motorenbauer bündeln europaweit die Kräfte  
Seite 8

# Ohne Förderung bleibt Umrüstung teuer

Die maritime Wirtschaft fordert einheitliche Standards für den Umgang mit LNG in deutschen Seehäfen



Weltpremiere 2015 in Hamburg: Die LNG Hybrid Barge „Hummel“ versorgt die „AIDASol“ mit emissionsarmem Strom

► von Seite 1

die „Viking Grace“ im Einsatz. Sie verfügt über ein Motorenkonzept, das den Antrieb mit LNG ermöglicht. Die finnische Reederei Viking Line leistete mit dem Passagierschiff-Neubau, der 2800 Gästen Platz bietet, einen Schrittmacherdienst in der Diskussion um Flüssiggas. Ebenfalls vor zwei Jahren nahm die norwegische Fährreederei Fjord Line mit der „Stavangerfjord“ und knapp ein Jahr später mit der „Bergensfjord“ zwei Kreuzfahrtschiffe in Dienst, die als weltweit erste Schiffe ihres Typs ausschließlich mit LNG betrieben werden. Im Linienverkehr verbinden sie Norwegen mit Dänemark. Im April 2015 startete die norwegische Reederei Nor Lines einen Shortsea-Liniendienst vom Nordseehafen Cuxhaven nach verschiedenen norwegischen Häfen. Die eingesetzten neuen RoRo-Schiffe „Kvitnos“ und „Kvitbjørn“ fahren mit Flüssiggas. Cuxhaven ist damit der erste deutsche Hafen, der regelmäßig von LNG-betriebenen Schiffen angelaufen wird. Die skandinavischen Vorleistungen haben auch in Deutschland die Debatte um LNG und den praktischen Einsatz befeuert. Experten sehen insbesondere auf Kurzstrecken gute Möglichkeiten für den alternativen

Treibstoff. So hat die Emdre Reederei AG EMS ihre Borkum-Fähre „Ostfriesland“ auf LNG umgerüstet und damit die erste flüssiggasbetriebene Fähre unter deutscher Flagge in Betrieb genommen. Sie verkehrt seit Mitte des Jahres zwischen Emden und der Nordsee-Insel Borkum.

Über einen Zwischenschritt ist in Deutschlands größter Kreuzfahrtreederei AIDA Cruises in Rostock die Entscheidung gereift, zwei neue Kreuzfahrtschiffe bauen zu lassen, die ab 2019/20 zu 100 Prozent mit LNG fahren werden. Zuvor hatte AIDA zusammen mit dem Unternehmen Becker Marine Systems das Projekt einer LNG Hybrid Barge zur Praxisreife geführt. Das flexible, schwimmende Blockheizkraftwerk versorgte seit Juni dieses Jahres in Hamburg den Cruise-Liner „AIDASol“ als weltweit erstes Kreuzfahrtschiff mit

emissionsarmem Strom aus Flüssiggas. „Wir bei AIDA glauben an LNG als den saubersten fossilen Brennstoff. Mit unserer LNG-Strategie stoßen wir ein umweltpolitisches Umdenken an, denn wir zeigen, dass es in der Praxis funktionieren kann“, sagt Monika Griefahn, Direktorin für Umwelt und Gesellschaft bei AIDA Cruises. Der LNG Hybrid Barge folgte als nächster Schritt die Ausrüstung des 2016 in Dienst gehenden Schiffsneubaus „AIDAprima“ mit einem Dual Fuel Motor. Dieser ermöglicht es, in Häfen mit der erforderlichen LNG-Infrastruktur den Motor mit Flüssiggas laufen zu lassen. Die Liste von Best-Practice-Beispielen ließe sich fortführen. Diese bilden dennoch erst den Einstieg in ein Anwendungsfeld, das über die Nutzung von LNG als Schiffstreibstoff hinausreicht. Um den ökologisch

vorteilhaften Treibstoff ranken sich viele ungeklärte Fragen in puncto rechtlicher Rahmenbedingungen, Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Hafeninfrastuktur. Zum Beispiel existieren bisher in Deutschland keine einheitlichen Standards in den Seehäfen für den Umgang mit LNG beim Bunkern, beim Transport und bei der Stromgewinnung. In einer gemeinsamen Stellungnahme vom August dieses Jahres greifen die Maritime LNG Plattform, ein branchenübergreifendes Bündnis, sowie vier Bundesverbände der maritimen Wirtschaft zahlreiche dieser Fragestellungen auf. Darin fordern die Interessensvertreter unter anderem ein breites Förderprogramm der Bundesregierung für den Neuzugang und Umbau LNG-betriebener Schiffe. Ohne diese Unterstützung würden sich die Barrieren für den Markteintritt nicht abbauen lassen, sagte Ralf Nagel, geschäftsführendes Präsidiumsmitglied des Verbandes Deutscher Reeder (VDR). „Bisher ist in ganz Europa kein einziges LNG-Schiff ohne staatliche Zuschüsse in Fahrt gebracht worden.“ Schiffe, die im Dual-Fuel-Antrieb sowohl mit Diesel als auch mit Flüssiggas fahren können, sind aufgrund der Spezialmotoren, zusätzlicher Lei-

tungen und Tanks bis zu 25 Prozent teurer.

Hohe Investitionskosten bildeten bisher auch die größte Hürde für den Bau eines LNG-Terminals in einem deutschen Hafen. Während im Ausland, zum Beispiel in Rotterdam und Swinoujcie (Swinemünde), der Auf- und Ausbau der erforderlichen Hafeninfrastuktur vorangetrieben wird, ruht in dieser Frage in Deutschland bislang still der See. Belebt wurde die Diskussion zuletzt durch den Geschäftsführer von Brunsbüttel Ports, Frank Schnabel. Er hegt seit Jahren Pläne für einen LNG-Terminal mit 150.000 Kubikmeter Bunkerkapazität und beziffert das Investment „auf ca. 500 Millionen Euro“. Auch die Debatte um einen LNG-Terminal in Wilhelmshaven ist jüngst neu entflammt. Beide Projekte werden jedoch ohne Unterstützung der öffentlichen Hand nicht zu stemmen sein. In des heißt es in einer Einschätzung des Bundeswirtschaftsministeriums zu LNG bislang nur lapidar: „Flüssigerdgas spielt weltweit eine immer größere Rolle und bietet auch deutschen Unternehmen eine Chance. In Deutschland existiert zwar bislang kein Anlandeterminal für LNG, über die benachbarten Staaten Belgien (Zeebrugge), Niederlande (Rotterdam) oder andere europäischen Staaten kann allerdings der Zugang zu LNG für den deutschen Markt prinzipiell sichergestellt werden.“

Die LNG-Netzwerke hierzulande wie die Maritime LNG Plattform und die LNG-Initiative Nordwest wollen den Trend zum Flüssiggas verstärken. Die Plattform hat in ihrer Roadmap unter anderem vermerkt, in fünf Jahren mindestens 50 zusätzliche Schiffe in deutschen Häfen mit LNG neu zu betreiben. „Dabei kommt auch dem Staat als Betreiber von mehr als 700 Schiffen eine First-Mover-Funktion zu“, wird der Bund in die Pflicht genommen.

## LNG – LIQUEFIED NATURAL GAS

Liquefied Natural Gas (LNG) bezeichnet Erdgas, das auf minus 162 Grad Celsius heruntergekühlt und auf diese Weise verflüssigt wird. In dem physikalischen Prozess schrumpft das Erdgas auf einen Bruchteil seines Volumens. Das ermöglicht es, LNG in Tanks zu transportieren und als Schiffstreibstoff zu verwenden. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß von LNG ist bis zu 25 Prozent niedriger als bei Schweröl oder Diesel. LNG verbrennt schwefel- und rußfrei. Außerdem entstehen bis zu 80 Prozent weniger Stickoxide.

# Scandlines nimmt Kurs auf „Zero Emission“

Reederei rüstet Fährschiffe auf den Ostsee-Kurzstrecken konsequent mit modernem Hybrid-Antriebssystem aus

Die deutsch-dänische Fährreederei Scandlines brachte vor zwei Jahren als weltweit erstes Fährunternehmen ein Hybrid-Antriebssystem auf einem Schiff zum Einsatz. Es kombiniert den traditionellen Diesel mit Batterieantrieb.

Nach der „Prinsesse Benedikte“ sind derweil auch die anderen drei auf der Vogelfluglinie Puttgarden-Rødby verkehrenden Doppelendfähren von Scandlines mit dem Hybrid-System ausgerüstet. Für diese Antriebstechnologie hat sich die Reederei gleich aus mehreren Gründen entschieden. Rechtzeitig wurde damit auf den verschärften Schwefelgrenzwert für Schiffstreibstoff reagiert, der seit Beginn dieses Jahres in der Ostsee gilt. Mit der neuen Technik wird Treibstoff eingespart, und zugleich wurden Scrubber installiert, die den Schwefel aus den Schiffsabgasen auswaschen.

Mit der umwelt- und ressourcenschonenden Antriebstechnik möchte Scandlines das Fährgeschäft kostenseitig optimieren und sich so als attraktive Alternative zu der geplanten festen Fehmarnbeltquerung aufstellen. Laut Scandlines-Vorstandschef Søren Poulsen hofft sich das Unternehmen mit der Anwendung der Hybrid-Technik zudem „grundlegende Kenntnisse über den Einsatz von Batterien im Fährbetrieb“. Denn die praktischen Erfahrungen auf der Vogelfluglinie sind „wesentlicher Bestand-



Foto: Hasenpuch

Fuhr 2013 vornweg: „Prinsesse Benedikte“ war die erste Fähre mit einem Hybrid-Antrieb

teil der Scandlines-Strategie für einen nachhaltigen Fährverkehr“.

Damit hat Poulsen den Kurs beschrieben, an dem das Unternehmen seit einigen Jahren festhält. Ziel ist „ein vollständig emissionsfreies Fährsystem“. Der nächste qualitative Schritt im Rahmen von „Zero Emission“ könnte das Vorhaben sein, in den kommenden Jahren auf der dänisch-schwedischen Route Helsingør-Helsingborg eine erste Fähre einzusetzen, die ausschließlich mit Batterieantrieb betrieben wird. Vorausgesetzt, die wirtschaftlichen und infrastrukturellen Rahmenbedingungen bieten ausreichend Planungssicherheit, betonte der Scandlines-Chef. Den entscheidenden Schritt zum Null-Schadstoffausstoß würde jedoch die Umsetzung eines spektakulären Schiffskonzepts für die Vogelfluglinie bedeuten, das Scandlines zusammen-

mit einem Hamburger Shipdesign-Büro vor einiger Zeit entworfen und vorgestellt hat. Demnach könnten vier neue wasserstoffbetriebene Fähren mit erhöhter Kapazität auf der Route fahren. Der notwendige Wasserstoff würde aus überschüssigem Strom aus dem Nachtbetrieb von Windparks rund um Fehmarn gewonnen werden. Der Wasserstoff versorgt dann Brennstoffzellen an Bord, die die Elektrizität für

den Motorenantrieb und die Einrichtungen an Bord liefern. Im Vergleich zur festen Fehmarnbeltquerung ließen sich durch die emissionsfreien Fähren drei bis fünf Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen, hieß es bei der Projektpräsentation. Scandlines schränkte aber ein, dass man diese Pläne nur realisieren könne, wenn sich der Bau der festen Fehmarnbeltquerung weiter bis mindestens 2030 verschieben würde.

Die nahe Zukunft von Scandlines wird indes davon bestimmt, dass zum Jahresende mit der „Berlin“ der erste von zwei bereits 2012 avisierten Schiffsneubauten für die Route Rostock-Gedser (Dänemark) in Dienst gestellt werden soll. Einige Monate später soll dann die „Copenhagen“ folgen. Beide neuen Fährschiffe sind mit dem innovativen Hybrid-Antriebssystem ausgerüstet. Die „Berlin“ und die „Copenhagen“ werden die „Kronprins Frederik“ und die „Prins Joachim“ ersetzen, die seit mehr als 30 Jahre im Fährdienst sind. Damit vollzieht Scandlines den nächsten Schritt, den Kurzstrecken-Fährverkehr auf der Ostsee umweltfreundlicher und treibstoffsparender zu gestalten.

Inzwischen ist das Hybrid-Antriebssystem samt Scrubber-Installation mehrfach ausgezeichnet worden. So erhielt Scandlines 2014 unter anderem mit dem „Ship-pax Award“ und dem „Ship Efficiency Award“ renommierte Branchenpreise.

## HYBRID-ANTRIEB

Das auf Scandlines-Fähren eingesetzte Hybrid-Antriebssystem kann überschüssige Energie von Dieselmotoren in Batterien speichern. Dadurch ist es zum einen möglich, dass die Dieselmotoren auch während langsamer Fahrt oder in den Liegezeiten unter optimaler Last laufen und Strom produzieren. Zum anderen liefert das Batteriesystem zusätzliche Energie, wenn diese im Schiffsbetrieb benötigt wird. Die Speicherkapazität an Bord reicht aus, um das Schiff für 30 Minuten ohne Dieselmotoren betreiben zu können. Gegenüber dem früheren konventionellen Antrieb werden zudem bis zu 15 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.



Official spare parts distributor for:



**NIPPON**  
DIESEL SERVICE GMBH

Hermann-Blohm-Str. 1  
D-20457 Hamburg  
Phone +49 40 317710-0  
info@nds-marine.com

[www.nds-marine.com](http://www.nds-marine.com)

# Wirtschaft und Wissenschaft in einem Boot

Interview mit Katja Baumann, Geschäftsführerin des Maritimen Kompetenzzentrums MARIKO GmbH in Leer

**THB:** Die MARIKO GmbH ist eine gemeinnützige Gesellschaft, die sich neben dem Angebot von „Maritime Training“ auf die Fahnen geschrieben hat, die Entwicklung von alternativen Schiffsantrieben voranzubringen. Worauf konzentriert sich die MARIKO GmbH dabei?

**Katja Baumann:** Das MARIKO fungiert als Bindeglied insbesondere zwischen klein- und mittelständischen Unternehmen und der Forschung in der Wirtschaftsregion Ems-Achse und darüber hinaus. Aufgabe der MARIKO GmbH ist es, die Kräfte und das Know-how der maritimen Branche in der Region zu bündeln und die Themen zu heben, die für die Stärkung der maritimen Wirtschaft hilfreich sein können.

**THB:** Welche Themen haben sich als praxistauglich herauskristallisiert?

**Baumann:** Mit Einführung der Sulphur Emission Control Areas (SECA) drängt sich zum Beispiel die Frage auf, mit welchen Schiffsantrieben und -treibstoffen es möglich sein wird, die Grenzwerte einzuhalten. In diesem Zusammenhang ist seit 2011 das Thema Liquefied Natural Gas (LNG) in den Fokus gerückt. Damals gab es in Norwegen bereits erste Ansätze, den LNG-Antrieb marktfähig zu machen. Wir sind über eine Kooperation mit Partnern in den benachbarten Niederlanden in dieses Thema eingestiegen. Im Rahmen des EU-geförderten Projekts „MariTIM“ haben wir mit 35 Unternehmen und Institutionen unter anderem an der Implementierung von LNG gearbeitet.

**THB:** Konnte damit etwas bewirkt werden?

**Baumann:** Ein praktisches Projektergebnis ist die Umrüstung der Borkum-Fähre „Ostfriesland“ der Reederei AG EMS auf LNG. Die erste flüssiggasbetriebene Fähre unter deutscher Flagge verkehrt seit Mitte des Jahres zwischen Emden und der Insel Borkum. Auch für die Binnenschifffahrt wur-



Für Chemgas wurde 2014 auf der Schiffswerft De Hoop in Foxhol (Niederlande) das LPG-Tankschiff „Sirocco“ gebaut, das mit Dual-Fuel-Motoren angetrieben wird

Foto: Chemgas

Foto: MARIKO GmbH

den zwei Schiffe mithilfe des Kooperationsprojektes in Fahrt gebracht. Dazu gehören das weltweit erste auf LNG umgerüstete Binnenschiff der Reederei Danser, der Koppelverband „Eiger-Nordwand“, sowie der erste im Norden der Niederlande gebaute Tanker der Reederei Chemgas, die „Sirocco“.

**THB:** Mittlerweile gilt LNG als Treibstoff der Zukunft. Teilen Sie diese Ansicht?

**Baumann:** LNG ist als alternativer Treibstoff über die Testphase hinaus. Nicht nur kleinere Schiffe werden damit betrieben, auch größere Frachter und Fähren. Die Kreuzfahrtreederei AIDA Cruises hat unlängst zwei Schiffsneubauten in Auftrag gegeben, die mit LNG als Treibstoff fahren werden. Um das Thema LNG ranken sich aber viele technologische, rechtliche und sicherheitsrelevante Fragen, die wir schwerpunktmäßig in unserer LNG-Initiative Nordwest angehen. Das mit rund 80 Partnern größte LNG-Netzwerk bemüht sich, Wissensvernetzung und Technologietransfer zu fördern und die Innovationsfähigkeit der Unternehmen durch Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten zu stärken. Ein besonderer Fokus liegt momentan auch auf der Entwicklung von LNG-Infrastruktur. In diese Überlegungen werden explizit auch potenzielle landseitige Nutzer und Verbraucher von LNG wie Speditionen, Bahn-

operateure und Industrieunternehmen einbezogen.

**THB:** Die nicht geringen Investitionen für den LNG-Einsatz berühren die brisante Kostenfrage in der Schifffahrt. Wie sehr entscheidet das über die Zukunft von LNG?

**Baumann:** Die Investitionsbereitschaft der Reedereien wird durch den gegenwärtig niedrigen Gasölpreis gebremst; die zu bohrenden Bretter sind daher ziemlich dick. Doch in LNG zu investieren bedeutet, langfristig zu denken. Die Vorschriften zur Begrenzung von Emissionen könnten ausgeweitet werden, auch geraten Reedereien meiner Ansicht nach unter Druck, weil zunehmend Kunden ökologische Aspekte hinterfragen. Um in der Anwendung differenzieren zu können, favorisieren wir Future Fuels, das heißt, neben LNG stehen auch Methanol und Wasserstoff als Treibstoffalternative zur Auswahl. Zudem beschäftigen wir uns in unserem kürzlich gestarteten neuen Projekt „MariGreen“ damit, Kostensenkungspotenziale vor allem durch Standardisierung zu erschließen.

**THB:** Wie hilfreich ist es dabei, Wirtschaft und Wissenschaft zusammenzubringen?

**Baumann:** Das ist, wie gesagt, ein Hauptanliegen der MARIKO GmbH. Wir konzentrieren uns dabei besonders auf kleinere Unternehmen und Reedereien, die aufgrund ihrer Struktur

und Größe oftmals nicht auf der Höhe sind, was in der Forschung läuft, welche innovativen Ansätze es gibt. Dem Wissenstransfer dient auch die praktische Anschauung. Beispielsweise informierten sich Mitglieder der LNG-Initiative Nordwest auf der Fähre „Viking Grace“, die zwischen Stockholm und Turku verkehrt, über den Einsatz von LNG im realen Schiffsbetrieb.

**THB:** Zu den jüngsten Projekten des MARIKO gehört das Thema „Green Shipping“. Wie ökologisch rein werden die Schiffe der Zukunft?

**Baumann:** Der grüne Gedanke greift zu kurz. Primär sollen Kosten gesenkt und die Effizienz erhöht werden im Schiffsbetrieb. Das sind die Effekte, aus denen die Reedereien Mehrwert generieren und die umweltschonend wirken. Es spart beispielsweise Kosten und Energie, wenn die Pumpensysteme an Bord eines Schiffes optimal gesteuert werden. Oder, wie wird künftig mit Ballastwasser umgegangen? Bis dato gelten keine einheitlichen Regeln, gibt es keine zertifizierten Anlagen.

**THB:** In puncto alternativer Schiffsantriebe wird auch viel mit Solar, E-Mobilität und Wind experimentiert. Wie schätzen Sie die Chancen dafür ein?

**Baumann:** Potenzial sehen wir vor allem in der Segelenergie. Damit meine ich

keinesfalls romantische Frachtsegler, vielmehr bemühen wir uns um hocheffiziente Windantriebe, die ohne Segeltuch auskommen. Unter Regie der Hochschule Emden/Leer, mit der wir sehr eng zusammenarbeiten, wird seit Mai dieses Jahres ein 18 Meter hoher Flettner-Rotor im Leeraner Hafen getestet. Der bisherige Testverlauf stimmt optimistisch. Mit der ortsansässigen Reederei Fehn Ship haben wir einen Praxispartner gefunden, der sich an dem Projekt beteiligt. So wird die Reederei 2016 eines ihrer Schiffe mit dem Flettner-Rotor ausrüsten.

Dieser Windantrieb funktioniert im Gegensatz zum Segeln auf Knopfdruck, verringert Treibstoffverbrauch und Emissionen und besitzt gleichzeitig noch einen stabilisierenden Effekt auf das Schiff.

**THB:** Worauf gründet die Fachkompetenz der MARIKO GmbH?

**Baumann:** Wir haben in den Jahren unser Team gezielt mit Mitarbeitern verstärkt, die einen Praxisbezug zu den jeweiligen Themen besitzen, die den Reedern auf den Nägeln brennen. Es ist zum Beispiel von Vorteil zu wissen, wie eine Reederei tickt, welche spezifischen Anforderungen bei Windantrieben zu beachten sind. Unsere Kompetenz fließt auch in spezielle Trainingsprogramme ein, die wir der maritimen Wirtschaft unter anderem zu den Themen LNG oder Sicherheit anbieten.

**THB:** Wo steht Deutschland in puncto alternativer Schiffsantriebe?

**Baumann:** Technologisch sind wir vorn mit dabei. Viel entscheidender hierzulande aber ist, die maritime Wirtschaft zu stärken, sie zukunftsfest zu gestalten. Darum muss sich die Politik kümmern. Ohne den politischen Rückhalt nutzen Innovationen nichts, um die maritime Wirtschaft am Standort Deutschland aufrechtzuerhalten.

K. Baumann

# Dual-Fuel-Motoren: Treibstoff nach Wahl

Caterpillar sieht großes Potenzial für Diesel-Gas-Aggregate in der Kreuzschifffahrt – Auch Umrüstung für Reeder interessant

**Vor drei Jahren wurde im Rostocker Fertigungswerk des Kieler Motorenbauers Caterpillar der erste Dual-Fuel-Schiffsmotor des Unternehmens hergestellt. Die Maschine vom Typ M 46 DF steht heute bei Reedereien hoch im Kurs.**

Das Prinzip des Dual-Fuel-Motors, das heißt der wahlweise Einsatz verschiedener Kraftstoffe, findet in Antriebsaggregaten des US-Großkonzerns Caterpillar Inc. seit Jahren Anwendung. Das Unternehmen ist einer der weltweit führenden Hersteller von Diesel- und Gasmotoren, Industriegasturbinen sowie Bau- und Bergbaumaschinen. Seit Ende der 1990er Jahre gehören auch größere Schiffsmotoren zum Produktportfolio. 1997 übernahm Caterpillar die Krupp MaK Maschinenbau GmbH in Kiel. Der mittelschnelllaufende erste Dual-Fuel-Schiffsmotor von Caterpillar erlebte seine Premiere im Jahr 2012. Der M 46 DF ist nach Angaben der Caterpillar Motoren GmbH in Kiel als Reihen- und V-Motor ausgelegt und in einem Leistungsspektrum von 5790 bis 15.440 kW verfügbar.

In den Fokus der Reedereien sind Dual-Fuel-Motoren in den zurückliegenden Jahren vor allem durch strenge Abgasvorschriften der International Maritime Organization (IMO) gerückt. Mit der Ausweisung von Emission Control Areas (ECA) ist es den Schifffahrtsunternehmen immer weniger möglich, wie bisher das konven-

tionelle Schweröl als Treibstoff zu verwenden. Die in mehreren Phasen seit dem Jahr 2000 verschärften Emissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid (SO<sub>x</sub>) und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) zwingen dazu, SO<sub>x</sub> und NO<sub>x</sub> entweder mit Hilfe von Scrub-

ber dem verbrennt LNG schwefel- und rußfrei. Und: Es entstehen bis zu 80 Prozent weniger Stickoxide.

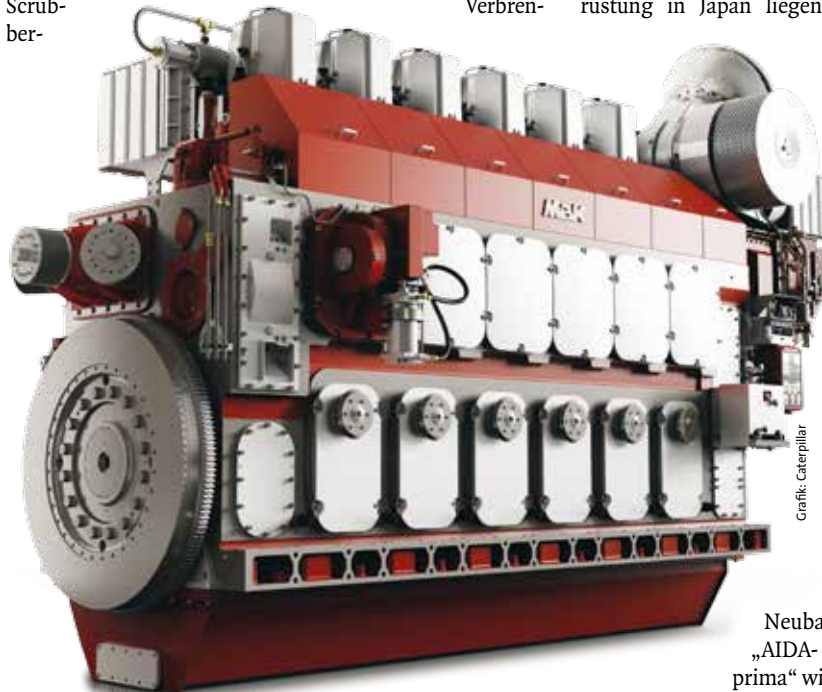
Rein optisch sind Diesel- von Dual-Fuel-Motoren in Konstruktion und Größe kaum zu unterscheiden. Beide arbeiten nach dem

Verbrennen zu den populärsten Anwendungen von Dual-Fuel-Schiffsmotoren in jüngster Zeit gehört die Lieferung eines M 46 DF für das neue Flaggschiff von Deutschlands größter Kreuzfahrtreederei AIDA Cruises. Der gegenwärtig in der Endausrüstung in Japan liegende

tor erfüllt im LNG-Betrieb bereits die neue IMO-Vorschrift Tier III, die eine weitere drastische Senkung des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes vorsieht. Zwar sei das Inkrafttreten von IMO Tier III ab 2016 in den ECA-Gebieten kurzfristig auf Eis gelegt worden, so Ingenieur Bartel, „doch die USA halten an der Einführung der neuen Grenzwerte in ihren Küstengebieten ab 2016 fest“.

Einen Grund für den Rückzieher der IMO vermutet Bartel in der noch wenig vorhandenen landseitigen LNG-Infrastruktur. Wenn Schiffe in Häfen keine Möglichkeit haben, Flüssiggas zu tanken, werden die erheblichen Investitionen in Dual-Fuel-Technik gebremst. Von den Rahmenbedingungen wird in nächster Zeit viel abhängen, wie sehr und wie schnell sich LNG als alternativer Schiffstreibstoff durchsetzen wird. Es existiert noch eine ganze Reihe ungeklärter Fragen etwa in puncto einheitlicher Standards in den Seehäfen für den Umgang mit LNG beim Bunkern und Transport.

Nichtsdestotrotz setzen immer mehr Reedereien auf die Dual-Fuel-Karte und lassen vorhandene Tonnage umrüsten. Für Caterpillar eröffnet das neue Chancen. Da der M 46 DF auf dem Dieselmotor M 43 C aufbaut, ist es unkompliziert, damit ausgestattete Schiffe umzurüsten, erklärt Bartel. Ein kleinerer LNG-Tanker ist von Caterpillar bereits umgerüstet worden, ein zweites Frachtschiff steckt in der Umbauphase.



Graphic: Caterpillar

Caterpillars Dual-Fuel-Schiffsmotor vom Typ M 46 DF

Technik aus den Abgasen herauszuwaschen oder sich alternativen Treibstoffen zuzuwenden. Dual-Fuel-Motoren ermöglichen es, das Aggregat wahlweise mit Diesel- beziehungsweise Schweröl oder Flüssiggas (LNG) zu betreiben. Der Einsatz von LNG ist dabei die entscheidende Variante zur Reduzierung der Emissionen. Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß fällt bis zu 25 Prozent niedriger aus als bei Schweröl oder Diesel. Zu-

dem verbrennt LNG schwefel- und rußfrei. Und: Es entstehen bis zu 80 Prozent weniger Stickoxide. Rein optisch sind Diesel- von Dual-Fuel-Motoren in Konstruktion und Größe kaum zu unterscheiden. Beide arbeiten nach dem Verbrennen zu den populärsten Anwendungen von Dual-Fuel-Schiffsmotoren in jüngster Zeit gehört die Lieferung eines M 46 DF für das neue Flaggschiff von Deutschlands größter Kreuzfahrtreederei AIDA Cruises. Der gegenwärtig in der Endausrüstung in Japan liegende tor erfüllt im LNG-Betrieb bereits die neue IMO-Vorschrift Tier III, die eine weitere drastische Senkung des NO<sub>x</sub>-Ausstoßes vorsieht. Zwar sei das Inkrafttreten von IMO Tier III ab 2016 in den ECA-Gebieten kurzfristig auf Eis gelegt worden, so Ingenieur Bartel, „doch die USA halten an der Einführung der neuen Grenzwerte in ihren Küstengebieten ab 2016 fest“. Einen Grund für den Rückzieher der IMO vermutet Bartel in der noch wenig vorhandenen landseitigen LNG-Infrastruktur. Wenn Schiffe in Häfen keine Möglichkeit haben, Flüssiggas zu tanken, werden die erheblichen Investitionen in Dual-Fuel-Technik gebremst. Von den Rahmenbedingungen wird in nächster Zeit viel abhängen, wie sehr und wie schnell sich LNG als alternativer Schiffstreibstoff durchsetzen wird. Es existiert noch eine ganze Reihe ungeklärter Fragen etwa in puncto einheitlicher Standards in den Seehäfen für den Umgang mit LNG beim Bunkern und Transport. Nichtsdestotrotz setzen immer mehr Reedereien auf die Dual-Fuel-Karte und lassen vorhandene Tonnage umrüsten. Für Caterpillar eröffnet das neue Chancen. Da der M 46 DF auf dem Dieselmotor M 43 C aufbaut, ist es unkompliziert, damit ausgestattete Schiffe umzurüsten, erklärt Bartel. Ein kleinerer LNG-Tanker ist von Caterpillar bereits umgerüstet worden, ein zweites Frachtschiff steckt in der Umbauphase.

## DUAL-FUEL-MOTOREN

Das Arbeitsprinzip der Dual-Fuel-Motoren (DF) basiert darauf, dass die Aggregate wahlweise mit Diesel- bzw. Schweröl oder Flüssiggas betrieben werden können. Die Motoren lassen sich im laufenden Betrieb und bei jeder Leistung auf den jeweils anderen Treibstoff unkompliziert umschalten. Eine hochsensible Steuerungstechnik ermöglicht einen optimalen Betrieb unter den verschiedenen Treibstoff- und Leistungsbedingungen. Mit Dual-Fuel-Motoren sind Reedereien in der Lage, die strengen Abgasnormen zu erfüllen und zudem Betriebskosten zu sparen.



YOUR PROPULSION EXPERTS

# Schlanke Propeller mit höherer Effizienz

Interview mit Prof. Gerhard Jensen, Geschäftsführer der in Spay am Rhein ansässigen Schottel GmbH

**THB:** Schottel ist weltberühmt für die Erfindung des Ruderpropellers. Seit geraumer Zeit punktet das Unternehmen mit Innovationen in den Bereichen Effizienz, Umwelttechnik und Hybrid-Technik. Was hat dafür den Ausschlag gegeben?

**Prof. Gerhard Jensen:** Die ersten Ruderpropeller kamen in den 1950er Jahren auf Binnenschiffen zum Einsatz. Sie verbesserten entscheidend das Manövrierverhalten der Schiffe. Später folgten Hafen- und Assistentenschlepper. Diese dominieren heute das Einsatzfeld. War zunächst der Pfahlzug der Schlepper maßgebend, so rückten zunehmend hohe Brennstoffeffizienz und reduzierter Schadstoffausstoß in den Vordergrund. Das hat zum Beispiel Hybrid-Lösungen befördert.

**THB:** Inwiefern?

**Jensen:** Schlepper benötigen in nur zwei Prozent aller Einsatzsituationen die volle Leistung am Propeller. Die meiste Betriebszeit entfällt auf Fahrten zum Einsatzort, Wartepositionen und Sicherungsaufgaben. Dafür wird aber nur ein kleiner Teil der installierten Leistung benötigt. Für ein so vielseitiges Anforderungsprofil eignet sich Hybrid-Technik optimal. Bei geringem Leistungsbedarf wird die Propulsionsanlage elek-



Seit Mitte 2015 in Rotterdam: „Fairplay IX“ (Foto) und „Fairplay XI“, beide ausgerüstet mit Schottel-Hybridantrieb

Fotos: Schottel GmbH

trisch aus einem Generator oder Batteriepaket betrieben. Der kraftvollere Dieselmotor kommt kurzzeitig zum Einsatz, wenn die volle Leistung abgefordert wird. Um solche Anlagen effizient, kostengünstig und auch für kleine Crews handhabbar zu gestalten, hat Schottel verschiedene Hybrid-Lösungen entwickelt. Wir erwarten, dass Hybrid-Technik in Zukunft nicht nur im Bereich der Schlepper Anwendung findet.

**THB:** Eine der aktuellen Innovationen von Schottel ist der Ruderpropeller „EcoPeller“. Er soll Mitte 2016 auf den Markt kommen. Er wird als höchst effizient beworben. Wie ist dieser Level zu erreichen, ohne das Prinzip des Ruderpropellers neu zu erfinden?

**Jensen:** Ruderpropeller treiben vermehrt auch Seefahrzeuge an, die im Einsatz größtenteils frei geradeaus fahren. Zum Beispiel Offshore-Versorger, Fährschiffe auf mittleren bis längeren Distanzen, aber auch Arbeitsschiffe und sogar kleine Kreuzfahrer und Yachten. Um für diese Schiffstypen den bestmöglichen Gesamtwirkungsgrad und geringsten Brennstoffverbrauch zu realisieren, hat Schottel die Antriebseffizienz von Propellern weiter verbessert. Dazu gehören eine geringe Propellerbelastung bei niedriger Drehzahl, hohe Seitenkräfte bei geringen Anstellwinkeln, um die Schiffe bes-

ser auf Kurs halten zu können, schlanke Gehäuse und Schäfte, minimale Getriebeverluste sowie eine effiziente Propellergeometrie. Beachtet wurden auch Investitions- und Wartungskosten. Im Ergebnis dieser Arbeit ist der „EcoPeller“ entwickelt worden. Er greift unsere bewährte Combi-Drive-Technologie auf, die bei elektrischen Antrieben den Wegfall einer Getriebestufe ermöglicht. Das neue patentierte „High Torque Gear“ von Schottel überträgt zudem größere Drehmomente in geringem Bauraum. Dadurch fallen die Gehäuse der Ruderpropeller-Anlagen schlanker und widerstandsärmer aus.

**THB:** Wie hoch legen die Kunden die Latte in der Frage verbesserter Effizienz, ab wann wird es lukrativ, dies an einem Schiffsantriebssystem umzusetzen?

**Jensen:** Eine höhere Effizienz ist in der Branche zu einem relevanten Thema geworden. Dies wird sicherlich auch bei den derzeitigen niedrigen Ölpreisen so bleiben, denn die strenger werdenden Emissionsvorschriften sind am ehesten mit Antrieben zu erfüllen, die einen hohen Wirkungsgrad besitzen. Mit den besten Lösungen werden Steigerungen um bis zu zehn Prozent erreicht. Dies hängt sehr von den Einsatzfällen ab. Da es um erhebliche Investitionen geht, sind Effizienzsteigernde Maßnahmen auch unter dem Aspekt der Lebenslauf-

zeit zu betrachten. Bei unseren Hybrid-Lösungen und beim neuen „EcoPeller“ ist dies von Beginn an ins Kalkül gezogen worden, so dass wir den Kunden optimale Lösungen offerieren können.

**THB:** Treibstoff einzusparen, ist in der Schifffahrt vorrangiges Ziel.

**THB:** Treibstoff einzusparen, ist in der Schifffahrt vorrangiges Ziel. Schottel bietet dazu moderne Hybridsysteme an. Wo liegt dabei der Treibstoff-Einspareffekt?

**Jensen:** Hybrid-Systeme auf See haben gegenüber Hybrid-Antrieben beim Auto einen wesentlichen Unterschied. Schiffe fahren nicht bergab, so dass keine Energie anfällt, die in Batterien gespeichert werden kann. Elektrische Umwandlungen und die Batteriespeicherung sind zudem mit Verlusten verbunden. Einsatzchancen ergeben sich, wenn stark variierende Leistungsanforderungen dazu führen, dass eine einzelne Maschine, die alles abdeckt, nicht im optimalen Wirkungsgradbereich läuft. Ob Hybrid-Technik sinnvoll ist, entscheiden der individuelle Einsatzfall und die Simulation des zu erwartenden Betriebsprofils.

**THB:** Schottel verfolgt verstärkt die Strategie integrierter Komplettlösungen. Was umfassen diese und welche Vorteile haben Hersteller und Kunden?

**Jensen:** Das ist in der Aussage so nicht richtig. Wir sind die Experten für Propulsion und beschäftigen uns aufgrund der zahlreichen Wechselwirkungen auch mit den anderen Komponenten. Wir können nur optimale Propulsionslösungen anbieten, wenn wir verstehen, wie das Gesamtsystem funktioniert. Mit diesen Erfahrungen unterstützen wir unsere Kunden gern bei der Konfiguration der Gesamtanlage. Komplettlösungen bieten wir mit starken und kompetenten Partnern an. Sollte es für die Auftragsabwicklung beim Kunden mal erforderlich sein, auch als Komplettlösung aus einer Hand.

**THB:** Wie entwickelt sich die Nachfrage nach effizienten Antrieben? Beschränkt sich diese auf Neubauten oder ist auch Nachrüsten eine Option?

**Jensen:** Bei Ruderpropellern ist dies bisher eher die Ausnahme. Wir hatten erst einen Fall, in dem ein Schlepper nachträglich mit Hybrid-Antrieb umgerüstet wurde. Anders sieht es bei klassischen Verstellpropeller-Anlagen aus. Da gibt es Anfragen nach modifizierten Flügeln, die besser an die aktuellen Betriebsbedingungen angepasst sind. Diesem Anspruch kommen wir nach.

**THB:** Ist zu befürchten, dass bei anhaltend niedrigem Ölpreis das Interesse der Reedereien an effizienten Antrieben schwindet?

**Jensen:** Das Gewicht des Treibstoffpreises in der Kostenkalkulation der Reeder hat sich natürlich wegen des günstigen Rohöls verschoben. Die meisten der Schiffe, die wir ausrüsten, werden mit Diesel oder Gas betrieben. Da bleibt der Brennstoff ein wesentlicher Kostenfaktor. Schiffe werden langfristig abgeschrieben, sie müssen auch bei ansteigendem Ölpreis wirtschaftlich bleiben. Wie sehr sich höhere Effizienz nachhaltig auszahlt, lässt sich in der Planung von Antrieben durch genaue Einsatzsimulationen und exakte Berechnungen darstellen.

## SCHOTTEL GMBH

Die in Spay am Rhein ansässige Schottel GmbH ist spezialisiert auf die Entwicklung und den Bau von rundum steuerbaren Schiffsantriebs- und Manövriersystemen. Im Unternehmen wurde zu Beginn der 1950er Jahre der Ruderpropeller erfunden, der heutzutage in vielfältigen Varianten in der Schifffahrt eingesetzt wird. Schottel agiert weltweit. Im Schottel-Werk Wismar werden zudem Verstellpropelleranlagen gebaut.

# Warener optimieren Schrauben-Design

MMG Mecklenburger Metallguss zwischen Auftragsboom bei Mega-Carriern und schwacher Nachfrage im Weltschiffbau

Gemessen am aktuellen Auftragsbestand der Werften weltweit werden bis Ende 2017 insgesamt 222 Containerschiffe mit Ladekapazitäten von 13.000 bis 21.000 TEU in Fahrt sein.

Im Sektor Mega-Carrier bedeutet das für maritime Zulieferer eine komfortable Marktsituation – auch für die Mecklenburger Metallguss GmbH (MMG) aus Waren (Müritztal). Das Unternehmen ist Weltmarktführer bei der Produktion größerer Schiffspropeller. In diesem Jahr lieferten die Spezialisten von MMG erstmals eine Schiffschraube aus, die einen Durchmesser von 10,40 Metern hat. Das gab es noch nie in dem Waren-Betrieb. Bestimmt war der 120-Tonnen schwere Propeller für ein 19.400-TEU-Schiff, das auf einer Werft in Südkorea gebaut wurde. Da bei MMG



Schiffspropeller lagern auf dem Gelände der Mecklenburger Metallguss GmbH in Waren

Foto: Thomas Schwandt

nicht nur Mega-Propeller entstehen, plagt die seit Jahren schwächelnde Schiffbau-Nachfrage auch den Spezialbetrieb. Bei der Zahl neu gebauter Schiffe wurde 2014 der niedrigste Wert seit 2007 konstatiert. Weltweit wur-

den 2950 Neubauten abgeliefert, vier Prozent weniger als 2013. Eine Trendwende blieb 2015 aus, so Branchenexperten. Es hat keine neuen Impulse für zusätzliche Investitionen im Schiffbau gegeben. Gründe sind

wenig Wachstum der Weltwirtschaft und Überkapazitäten. MMG gelang es trotzdem, weiter zuzulegen. 2014 verließen 127 Schiffspropeller das Werk. Im Jahr 2015 sollen es 150 sein. Von Vorteil für MMG ist, dass Antrie-

be aus Waren seit drei Jahren nicht nur für Neubauten vorgesehen sind. 2012 hat die Firma ein Re-Design-Programm für Schiffspropeller aufgelegt. „Nach dem Markteinbruch 2008/09 haben viele Reedereien versucht, mit Slow Steaming ihre Kosten zu senken“, erläutert Ingenieur Robert Pfannenschmidt aus dem MMG-Bereich Forschung und Innovation. Zumeist deckte sich die Langsam-Fahrt aber nicht mit dem einstigen Einsatzprofil der Schiffe. Die Diskrepanz in der Systemabstimmung reduzierte die Einspareffekte. Das Re-Design wurde ein Erfolg. Es gelang, die Propeller so zu optimieren, dass sich der Wirkungsgrad um gut zehn Prozent verbesserte. Derweil hat mit MSC eine der weltgrößten Reedereien für 80 ihrer Schiffe die Propellerumrüstung bei MMG in Auftrag gegeben.

Turbocharging upgrades. The smart move to higher application efficiency.



An ABB turbocharging upgrade utilizes the latest technology to enhance your investment and your engine's performance. Upgrading your turbocharger will increase your application's efficiency, thereby saving fuel consumption significantly and increasing your productivity through an increase in your application's speed margin. What's more, an upgrade increases your engine's operational life, the time between overhauls, thus reducing maintenance costs. Make the smart move to an upgrade. [www.abb.com/turbocharging](http://www.abb.com/turbocharging)

Power and productivity  
for a better world™



# Neue Generation flexibler Großmotoren

Internationales Forschungsprojekt „Hercules-2“ bündelt Know-how von Wirtschaft und Wissenschaft

Mit „Hercules-2“ schreiben die Schiffsmotorenhersteller MAN Diesel & Turbo und Wärtsilä die Vision vom sauberen und optimierten Großmotor fort. Das Projekt soll branchenübergreifend neue Erkenntnisse für den Motorenbau liefern.

Vor einem Jahrzehnt legten Europas führende Großmotorenbauer MAN Diesel & Turbo und Wärtsilä den Grundstein für eine beispielhafte Kooperationsgeschichte. Die Unternehmen, die zusammen 90 Prozent des Weltmarktes für Schiffsmotoren beherrschen, initiierten das Projekt „Hercules“, das im Jahr 2004 im Rahmen der EU-Förderung von Forschung und Entwicklung aus der Taufe gehoben wurde – basierend auf der Erkenntnis, dass die Entwicklung und der Bau von zukunftsfähigen Schiffsmotoren, die hocheffizient und umweltschonend arbeiten, gemeinsame Anstrengungen und Kapazitäten erfordern.

Das auf zehn Jahre festgelegte Programm durchlief drei Phasen. Im Ergebnis bildeten sich vier Handlungsstrategien für die Zukunft heraus. Sie sind die Basis für das Nachfolgeprogramm „Hercules-2“, das im Sommer dieses Jahres ge-



In der Motorenmontage von MAN Diesel & Turbo schwebt eine Kurbelwelle zum Einbau

Foto: MAN Diesel & Turbo

startet wurde. Es ist auf drei Jahren befristet.

Die Schiffsgroßmotoren von morgen sollen mit verschiedenen Treibstoffen, darunter alternativen wie Flüssiggas (LNG), betrieben werden und dabei über eine hohe Brennstoff-Flexibilität verfügen. Die Motoren können im Schiffbetrieb unkompliziert auf einen anderen Energieträger umgeschaltet werden. Neu entwickelte Materialien sollen zudem die Anwendung von Hochtemperaturkomponenten unterstützen. Ausgefeilte Steuerungssysteme zielen darauf ab, die Leistungsfähigkeit

der Motoren für die Dauer ihrer Lebenslaufzeit zu verbessern. Schließlich wird angestrebt, mit kombinierter beziehungsweise integrierter Nachbehandlung der Abgase die Vision von Zero-Emission-Motoren zu realisieren. Um die ehrgeizigen Ziele von „Hercules-2“ zeitnah umzusetzen, haben sich die Projektträger den Motorenbauer Winterthur Gas & Diesel (WinGD) mit ins Boot geholt. Dieser ist ein 2015 gegründetes Gemeinschaftsunternehmen von Wärtsilä und China State Shipbuilding Corporation. In Europa sind 32 Industriepartner, 16

Universitäten und fünf Forschungseinrichtungen an „Hercules-2“ beteiligt. Der branchenübergreifende Wissens- und Technologietransfer soll dazu beitragen, die Motorenentwicklung etwa beim Einsatz moderner widerstandsfähiger Materialien voranzubringen. Auch die Digitalisierung eröffnet neue Möglichkeiten, Motorenprozesse zu optimieren und die Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu erhöhen. „Hercules-2“ ist eine starke Plattform, mit der eine Grundlage für die branchenübergreifende Entwicklung von Technologien für Schiffs-

motoren in vier bis fünf Jahren geschaffen wird“, beschreibt Søren H. Jensen, Vizepräsident und Leiter Forschung und Entwicklung bei MAN Diesel & Turbo, die Erwartungshaltung an das Projekt. Und Ilari Kallio, Vizepräsident für FuE bei Wärtsilä, hebt hervor: „Ein weiterer Vorteil ist der signifikante Beitrag dieses Projekts zu einem umweltfreundlicheren Seetransport.“

## IMPRESSUM

**Sonderbeilage Nr. 18**  
zum THB Deutsche  
Schiffahrts-Zeitung  
Nr. 235 vom  
4. Dezember 2015

**Redaktion**  
(verantwort.): Frank Binder,  
Thomas Schwandt

**Anzeigen**  
(verantwort.):  
Tilmann Kummer

© DVV Media Group  
GmbH | Seehafen  
Verlag, Hamburg

Diese Sonderbeilage  
finden Sie auch unter  
[www.thb.info](http://www.thb.info)



## POWER PACKAGE PIENING PROPELLER

Design and Manufacturing of complete Propulsion Systems  
with Fixed-Pitch Propeller or CPPs > 800 mm Ø



- high degree of efficiency
- low noise level
- minimized vibrations



DEUTSCHE YACHTEN



## Piening Propeller

specialist Plant for propellers and stern gears

Otto Piening GmbH • Am Altendeich 83 • 25348 Glückstadt  
Tel.: +49.4124.9168-0 • Fax: +49.4124.3716  
[pein@piening-propeller.de](mailto:pein@piening-propeller.de) • [www.piening-propeller.de](http://www.piening-propeller.de)

