

Schiff & Hafen

FACHZEITSCHRIFT FÜR SCHIFFFAHRT, SCHIFFBAU & OFFSHORE-TECHNOLOGIE



1975 - 2025

GROMEX®

50 JAHRE GROMEX

Dichtungstechnik aus Hamburg
– weltweit im Einsatz

Wenn morgens die Kräne im Hafen aufleuchten und Frachter ablegen, ist GROMEX oft unsichtbar mit an Bord – mit Dichtungen, die Maschinen in Bewegung halten. Seit 1975 ist unser Unternehmen fester Bestandteil der maritimen Welt: mit Sitz in Hamburg, Fertigung in Europa und Produkten, die global im Einsatz sind.

Ob O-Ringe aus eigener Produktion, Kolbenringe oder komplette Dichtungssätze – wir sorgen dafür, dass Maschinen und Motoren zuverlässig laufen. Von der Elbe bis in die entlegensten Häfen der Welt.

EIN BESONDERER ORT

für ein besonderes Jubiläum

Anfang Juli feiert GROMEX sein 50-jähriges Bestehen – an Bord der Cap San Diego.

Ein Abend im Zeichen von Geschichte, Verantwortung und Gemeinschaft: mit Livemusik, gutem Essen und einer Tombola zugunsten von „DER HAFEN HILFT! e. V.“

Wir freuen uns auf viele besondere Begegnungen mit Menschen, die GROMEX geprägt haben.

Denn wir feiern nicht nur ein Jubiläum. Wir feiern unsere Geschichte – und all jene, die sie möglich gemacht haben: Mitarbeitende. Kunden. Partner. Stakeholder. Und die Stadt Hamburg.

MIT ERFAHRUNG

in die Zukunft

Pünktlich zum Jubiläum stärken wir unsere Marktpräsenz:

Mit einem neuen Sales Office in Duisburg sind wir künftig noch näher an unseren Kunden in der Region – für mehr Service, mehr Nähe, mehr GROMEX.

**Danke für 50 Jahre Vertrauen.
Auf die nächsten 50!**



Ihr Insiderwissen zur maritimen Wirtschaft!

Mit dem THB überall und jederzeit informiert



JETZT
4 WOCHEN
TESTEN

5x wöchentlich 5 gute Gründe für den THB:

- 1 Der gesamte Markt deutscher Schiffsverkäufe auf einen Blick – jede Woche
- 2 Von Menschen für Menschen – Personalien der Branche im Blick
- 3 Aktuelles Geschehen in der nationalen und internationalen Schifffahrt
- 4 Verkehrspolitik – national und europäisch
- 5 Tagesaktuelle Fracht- und Charraten – weltweit

www.thb.info/maritime-wirtschaft

THB
TÄGLICHER HAFENBERICHT



Kathrin Lau
Chefredakteurin
kathrin.lau@dvvmedia.com

Grenzen setzen

Das **BBNJ-Abkommen** (Biodiversity Beyond National Jurisdiction) ist ein völkerrechtlicher Vertrag, der unter dem Rahmen des Seerechtsübereinkommens der Vereinten Nationen (UNCLOS) entwickelt wurde. Ziel des Abkommens ist der Schutz und die nachhaltige Nutzung der marinen biologischen Vielfalt in Gebieten außerhalb nationaler Gerichtsbarkeit – also auf hoher See. Es stellt einen bedeutenden Fortschritt im internationalen Meeresschutz dar, da es Regelungen zu Themen wie Meeresforschung, Zugang zu marinen genetischen Ressourcen sowie Umweltverträglichkeitsprüfungen schafft. Mit dem BBNJ-Abkommen soll eine gerechtere, nachhaltigere und wissenschaftlich fundierte Nutzung der Hochsee ermöglicht werden.

Auf der im Juni stattgefundenen UN-Ozeankonferenz (UNOC-3) im französischen Nizza galt das BBNJ-Abkommen als zentrales Thema. Zum Eröffnungstag war geplant, die 60. Ratifizierung zu feiern – doch bis dahin hatten erst 32 Staaten das Abkommen ratifiziert; Deutschland gehörte nicht dazu.

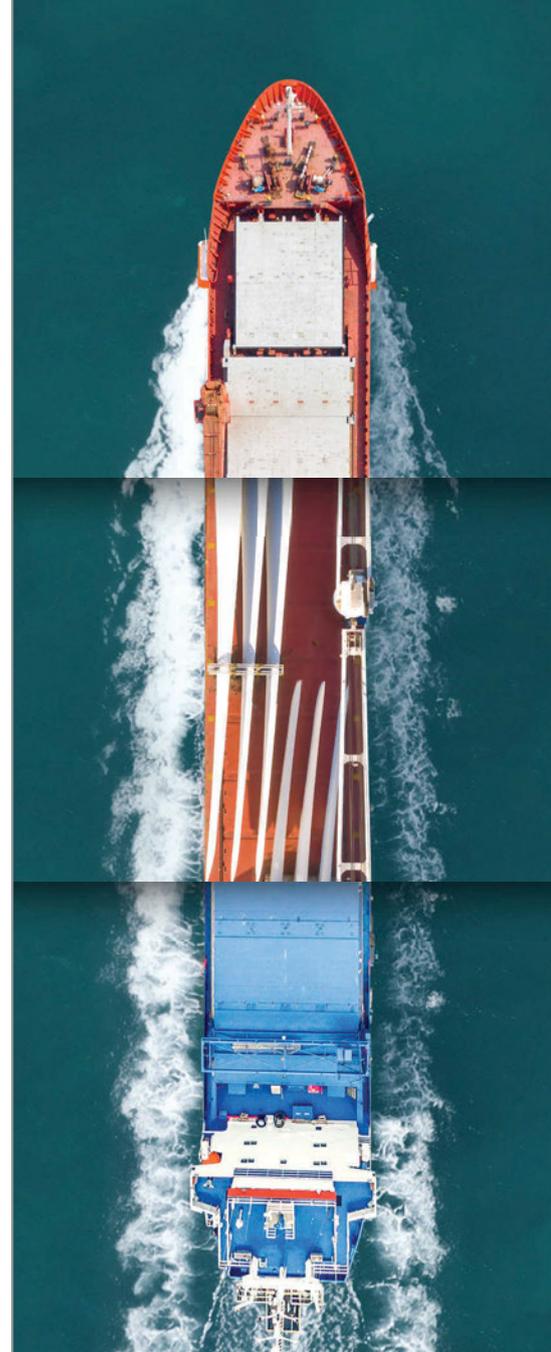
Damit scheiterte eines der wichtigsten Ziele von UNOC-3 noch vor Beginn. Und während die Zahl der Ratifizierungen im Laufe der Konferenz tatsächlich auf 50 stieg, hat die Bundesregierung lediglich angekündigt, dass eine zügige Ratifizierung hohe Priorität habe. Der formale Prozess ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Es gilt aber als sicher, dass die notwendige Anzahl an Ratifizierungen bis zur UN-Generalversammlung im September 2025 erfüllt wird. Damit wäre für den seit Jahrzehnten angestrebten Schutz der Hochsee ein wichtiger politischer Durchbruch erreicht.

Daneben standen in Nizza weitere drängende Themen wie Unterwasserlärm, Fischerei, Plastikmüll und der Tiefseebergbau auf der Agenda. Trotz wachsender Kritik schlossen sich bei Letzterem nur vier weitere Staaten der Forderung nach einem Moratorium an – insgesamt lehnen 37 Länder einen Abbau zum jetzigen Zeitpunkt ab. Hintergrund ist die Sorge um irreversible Schäden an bislang kaum erforschten Ökosystemen. Zivilgesellschaftliche Organisationen fordern von der Bundesregierung eine klare Ablehnung, den Stopp von Testvorhaben und den Ausstieg aus der Technologieförderung. Die anstehenden Verhandlungen der Internationalen Meeresbodenbehörde im Juli könnten hier entscheidende Weichen stellen.

Der Ozean ist wichtiger Wirtschaftsraum, aber eben auch kein grenzenloser Rohstoffspeicher.

Wenn wir die ökologischen Grundlagen der Meere zerstören, verspielen wir auch ihre wirtschaftliche Zukunft. Der Schutz mariner Biodiversität ist deshalb keine freiwillige Zusatzaufgabe, sondern eine wirtschaftliche Notwendigkeit.

Die in Nizza diskutierten Abkommen und vorgestellten Initiativen müssen nun durch wirksame Umsetzung und politische Konsequenz getragen werden. Deutschland und die EU stehen dabei in der Pflicht, Verantwortung zu übernehmen. Wer die Hochsee wirtschaftlich nutzen will, muss auch bereit sein, für ihren Schutz einzustehen.

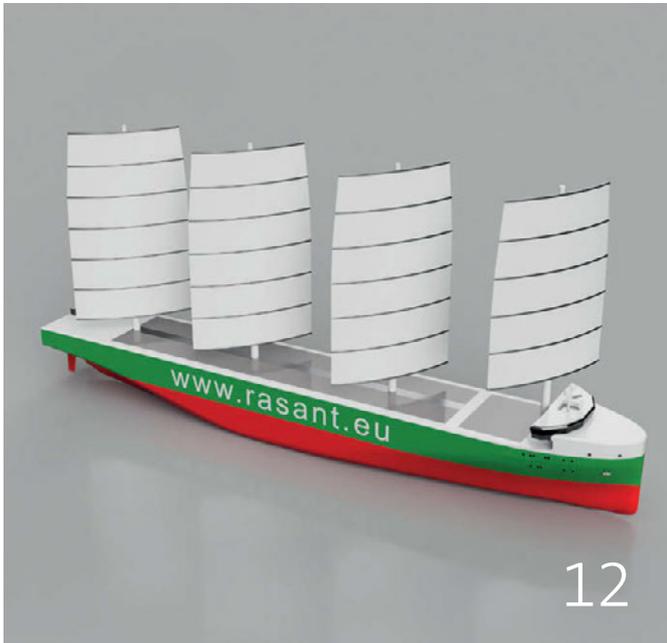


Many possibilities, one class.

Every MPV is different - carrying wind turbines one day, oversized machinery the next. We understand the complexity and versatility of MPVs. That's why we offer practical support at every stage - from design to operation. With deep local knowledge and a global network of experts, we help you stay compliant, competitive, and ready for what's ahead.

Learn more at www.dnv.com/mpv





Schiffbau & Schiffstechnik

- 10 **Spezialschiffbau: Forschungsschiffe & Eisbrecher**
Vier Jahrzehnte deutsche Spitzenforschung in den Polarregionen
- 12 **Antriebs- und Manövriertechnik**
Marktfähiger Frachtsegler mit Hybridantrieb kombiniert Wirtschaftlichkeit und maritimen Klimaschutz
- 18 **Effizienter Schiffsantrieb**
durch unkonventionelle Propellerformen
- 22 **Design & Konstruktion**
Biobasierte Faserverbundwerkstoffe für strukturellen Leichtbau auf Schiffen
- 31 **Schiffbaustandort Deutschland**
Deutsche Schiffbauindustrie mit Allzeithoch – China bereitet Sorgen

Offshore & Meerestechnik

- 34 **Offshore-Windenergie**
Brennstart für Konverterplattformen auf der Meyer Werft
- 34 **Anteilsverkauf für „Nordseecluster“ und „Thor“ abgeschlossen**
- 36 **Aus der Industrie**
Briese-Preis 2024 würdigt innovative Paläo-Biologie und Mikroplastikforschung
- 37 **Mehr Investitionen und Planungssicherheit für europäische Energiewende notwendig**

Schifffahrt & Häfen

- 38 **Green Shipping**
Europäische Zusammenarbeit für eine emissionsfreie maritime Zukunft
- 40 **Future Fuels & Energy Solutions**
Interview: »Wir werden der kommerziellen Schifffahrt in zwei Jahren nachhaltigen Kraftstoff anbieten«
- 42 **Maritim 4.0**
Netzwerkcameras als Treiber für halbautonome und unbemannte Schifffahrt
- 45 **Safety & Security**
Schiffsverluste auf Rekordtief – geopolitische Spannungen erhöhen Risiken
- 46 **Karriere & Personal**
Neuer englischsprachiger Master für maritime Technik in Rostock



Forschungsschiffe & Eisbrecher

Mitte April ist die „Polarstern“ nach gut 20 Wochen Antarktissaison in ihren Heimathafen Bremerhaven zurückgekehrt. Während der rund sechs Wochen dauernden routinemäßigen Wartungs- und Reparaturarbeiten auf der Lloyd Werft bekam die Redaktion von Schiff&Hafen eine exklusive Führung und konnte mit Vertretern der Reederei F. Laeisz und des Alfred-Wegener-Instituts über die mehr als vier Jahrzehnte lange Betriebsdauer des 1982 in Dienst gestellten Eisbrechers, die neue „Polarstern“, die Folgen des Klimawandels für die Polarregionen sowie die Herausforderungen bei der Nachwuchs-Akquise sprechen.

Der Beitrag über die „Polarstern“ beginnt auf Seite 10

Standards

- 3 Editorial
- 6 Magazin
- 47 Terminal / Findex
- 49 Impressum
- 50 Navigate Digital Regulation

Partner-Foren

- 28 Forschungsvereinigung Schiffbau und Meerestechnik e.V. (FSM)

Dieser Ausgabe von Schiff&Hafen liegen Informationen der DVV Media Group GmbH bei.



Die 195 m lange Fähre soll auf der Route Helsinki-Tallinn eingesetzt werden

Quelle: Viking Line

Viking Line plant größte vollelektrische RoPax-Fähre der Welt

Helios | Die finnische Fährreederei Viking Line hat ein Konzept für eine vollelektrische RoPax-Fähre für die Strecke Helsinki-Tallinn vorgelegt. Nach seiner Realisierung im Jahr 2030 wäre das Projekt mit dem Namen Helios die größte voll-elektrische RoPax-Fähre der Welt, so Viking Line. Helios basiert auf einer Forschungs Kooperation zwischen Viking Line, der Werft Rauma Shipyard und weiteren Partnern.

Mit einer Batteriekapazität von 85 bis 100 MWh könnte der Neubau rund 2000 Passagiere und 650 Pkw in rund zwei Stunden über den Finnischen Meerbusen transportieren. Das Konzept-

schiff ist 195 m lang, 30 m breit und erreicht eine Maximalgeschwindigkeit von 23 kn. Die Kapazität an Bord wird mit 2000 Spurmetern angegeben. Das Konzept ist speziell für die Route Helsinki-Tallinn entwickelt worden, die sich mit einer Länge von 80 km ideal für den Einsatz elektrischer Schiffe eignet, so Viking Line. Die Fähre wird jeweils während ihrer Liegezeit im Hafen geladen, wofür eine Ladeleistung von über 30 MWh erforderlich ist.

Das neu vorgestellte Konzept der Elektrofähre dient als Grundlage für die weitere Planung sowie für die Ausschreibung an Werften.

Neuer Markenauftritt

TKMS | thyssenkrupp Marine Systems hat bekanntgegeben, ab sofort unter dem neuen Markennamen TKMS und dem neuen Claim „Your Maritime Powerhouse“ aufzutreten. Der neue Name und die neue Marke seien ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zur eigenständigen Aufstellung von TKMS. „Unser neuer Markenauftritt unterstützt uns dabei, noch stärker als selbstständigeres Unternehmen wahrgenommen zu werden, analog zu unserem Vorhaben, noch in diesem Jahr an der Börse platziert zu werden“, erklärt TKMS-CEO Oliver Burkhard. TKMS verfolgt die Aufstellung als eigenständiges Unternehmen. Diese soll bis Ende des Jahres im Rahmen einer Abspaltung eines Minderheitsanteils von TKMS an die Aktionäre der thyssenkrupp AG vollzogen werden.



Die „Schleswig-Holstein“ und die „Deutschland“ werden zu Plug-in-Hybridfähren umgerüstet

Foto: Scandlines/Matthias Tasler

Fehmarnbelt-Fähren werden zu Plug-in-Hybriden umgerüstet

Vogelfluglinie | Die deutsche-dänische Reederei Scandlines lässt ihre Fehmarnbelt-Fähren „Deutschland“ und „Schleswig-Holstein“ bei der litauischen Werft Western Shiprepair zu Plug-in-Hybridfähren umrüsten. Der Umbau der „Deutschland“ beginnt Ende August, der der „Schleswig-Holstein“ im

Dezember. Das gesamte Vorhaben wird voraussichtlich Anfang 2026 abgeschlossen sein. Die Umrüstung umfasst die Installation von 5 MWh-Energiespeichersystemen auf jeder Fähre sowie Ladevorrichtungen an Bord der Schiffe und an den Fähranlegern in Puttgarden und Rødby.

Rotterdam testet vollelektrisches Tragflügel-Patrouillenboot

EF-12 | Im Rahmen eines bis November laufenden Pilotprojektes hat die Port of Rotterdam Authority ein vollelektrisches Tragflügel-Patrouillenboot des Typs EF-12 Workboat von Artemis Technologies gemietet. Ziel ist es, herauszufinden, ob der Bootstyp, dessen Rumpf bei höherer Geschwindigkeit aus dem Wasser gehoben wird und somit die Wellenbewegung verringert und die Energieeffizienz erhöht, für die geplante Flottenerneuerung der Hafenbehörde geeignet ist. Die Boote müssen sieben Tage die Woche und 24 Stunden am Tag einsatzbereit sein, um einen sauberen, sicheren und effizienten Hafen zu gewährleisten, so die Hafenbehörde. Dafür

untersucht das Team des Flottenerneuerungs- und Nachhaltigkeitsprogramms gemeinsam mit der Besatzung und den Vermögensverwaltern unter anderem das Fahrverhalten, die Zuverlässigkeit der Schiffe und den elektrischen Betrieb.



Foto: IJsbreker TV

Bei höheren Geschwindigkeiten wird der Rumpf eines Tragflügelboots aus dem Wasser „gehoben“, was den Widerstand und Wellenschlag verringert



Die „Purus Chinook“ wurde an das in Singapur ansässige Unternehmen Purus übergeben

Quelle: Vard

Vard liefert zwei CSOVs mit Cyber-Notation ab

Resilienz | Vard, eine norwegische Tochtergesellschaft der italienischen Fincantieri-Gruppe, hat zwei Commissioning Service Operation Vessels (CSOVs) abgeliefert, die eigenen Angaben zufolge zu den ersten der Welt mit einer Cyber-Notation gehören. Die beiden Schiffe, „Grampian Kestrel“ und „Purus Chinook“,

wurden an das in Aberdeen ansässige Unternehmen North Star sowie das in Singapur beheimatete Unternehmen Purus übergeben. Die neue Klassifizierung bescheinigt die Cyber-Sicherheit, indem Cyber-Resilienz in jede Phase des Bauprozesses von VARD integriert ist – vom Entwurf bis zur Ablieferung.

MAN Energy Solutions wird zu Everllence

Umbenennung | Das Augsburger Unternehmen MAN Energy Solutions hat sich in Everllence umbenannt. Die Umbenennung sei der logische nächste Schritt bei der Umsetzung der Unternehmensstrategie „Moving big things to zero“, die auf Dekarbonisierung und Effizienzlösungen fokussiert ist – insbesondere für jene Bereiche der Weltwirtschaft, in denen klimaschädliche Emissionen nur schwer vermeidbar sind, erklärt

Everllence-CEO Uwe Lauber. Heute stehe das Unternehmen nicht mehr nur für Motoren und Turbomaschinen, sondern auch für Großwärmepumpen, CO₂-Abscheidung und -Speicherung, für klimaneutrale Schifffahrt und für den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. Der neue Name setzt sich aus einer Kombination aus den englischsprachigen Begriffen „Ever“ und „Excellence“ zusammen.



Everllence-CEO Uwe Lauber enthüllt den neuen Namen am Unternehmenssitz in Augsburg

Foto: Sandro Behrndt Photography/Everllence



„GEMEINSAM MEISTERN WIR DIE HERAUSFORDERUNG DER DEKARBONISIERUNG: SCHNELL UND EFFIZIENT. IHR ZIEL IST UNSER ANTRIEB.“

ANDREAS PETERSEN

NEW CONSTRUCTION MANAGER & DEPUTY HEAD OF GERMAN PLAN OFFICE



Kontakt



BUREAU VERITAS

Ulstein entwirft Kabelleger für Megamas



Der Kabelleger soll auf der Lloyd Werft in Bremerhaven gebaut werden

Quelle: Ulstein Design & Solutions AS

Vertragsunterzeichnung | Das in Singapur ansässige Unternehmen Megamas Resources hat mit der norwegischen Firma Ulstein Design & Solutions AS einen

Vertrag für die Konzeption eines Glasfaser-Kabellegers (CLV) unterzeichnet. Gebaut wird der Neubau bei der Lloyd Werft Bremerhaven GmbH. Bekannt-

gegeben wurde die Vertragsunterzeichnung von Kapitän Tiew Sien Kheng, Managing Partner bei Megamas, am Messestand von Ulstein während der diesjährigen Nor-Shipping in Oslo. Die Konzeptentwicklung hatte bereits im Herbst 2023 begonnen und basiert auf dem „Ulstein SX228“ – einem Kabelverleger der nächsten Generation für Glasfaserkabel, erklärt Kheng. Das rund 122 m lange und 23 m breite Schiff wird über eine Tragfähigkeit von 8200 t und eine Kabelkapazität von 5500 t verfügen. Das Design sieht unter anderem ein unter Deck integriertes Kabelkarussell innerhalb der Kabeltanks vor und ermöglicht so effiziente Abläufe auch bei komplexen Offshore-Einsätzen.

Kaptein-Serie erweitert

Batteriesysteme | Tesvolt Ocean, ein Joint Venture von Tesvolt Maritime Solutions und Ocean Batteries, hat seine Kaptein-Serie um die beiden neuen Batteriesysteme Kaptein NMC Compass und Kaptein NMC Compass Core ergänzt.

Die neuen Speichersysteme passen Tesvolt Ocean zufolge mit einer Länge von 60,5 cm und einer Höhe von 14,9 cm in nahezu jede Nische eines Schiffes. Zusätzlich seien sie mit 5 (Compass) bzw. 5,9 kg (Compass Core) pro kWh deutlich leichter als andere marktübliche Batterien, die ein Gewicht von mindestens 7 kg pro kWh hätten.

Wallenius SOL nimmt neue RoRo-Fähre in Betrieb

„South Enabler“ | Die italienische Visentini-Werft hat das RoRo-Schiff „South Enabler“ an die schwedische Reederei Wallenius SOL übergeben. Der 204 m lange Neubau ersetzt die „ML Freya“ auf der Route Tilbury-Cuxhaven-Turku-Paldiski-Bremerhaven-Tilbury. Das methanolfähige Schiff verfügt über zwei separate Fahrzeugdecks mit Platz für 197 Fahrzeuge und erreicht mit zwei 7200 kW-Wärtsilä-Motoren eine Maximalge-

schwindigkeit von 22 kn. Die „South Enabler“ ist von RINA klassifiziert und erfüllt den Eisstandard 1A.

Der Bau des neuen Schiffs wurde ursprünglich von Mann Lines in Auftrag gegeben. Im Februar dieses Jahres hatte Wallenius SOL das britische Transportunternehmen übernommen und damit auch die „South Enabler“. Für das Design zeichnete NAOS Ship and Boat Design verantwortlich.



Die rund 204 m lange „South Enabler“ kann bis zu 197 Fahrzeuge an Bord aufnehmen

Foto: Visentini Shipyard and Design

ABB liefert elektrische Systeme für Petrobras



Die FPSOs werden in den Ölfeldern „Atapu“ und „Sépia“ vor der Küste von Rio de Janeiro eingesetzt

Quelle: Petrobras

FPSO | Das Technologieunternehmen ABB hat einen Auftrag zur Lieferung von elektrischen Ausrüstungen und Automatisierungssystemen für zwei neue FPSO-Plattformen (Floating Production Storage and Offloading) von Petrobras erhalten, die von Seatrium in Singapur gebaut werden. Die beiden FPSOs „P-84“ und „P-85“ werden auf den Ölfeldern „Atapu“ und „Sépia“ eingesetzt, die rund 200 km vor der Küste Brasiliens in den Gewässern des Santos-Beckens

liegen. Nach der Inbetriebnahme im Laufe dieses Jahrzehnts soll jede Anlage eine Produktionskapazität von 225 000 Barrel pro Tag haben.

Die beiden vollelektrischen FPSOs gelten als neue Generation emissionsärmerer Offshore-Produktionsplattformen. Durch den Einsatz elektrischer Kompressoren und Motoren mit einer kombinierten Leistung von 165 MW sollen die Treibhausgasemissionen pro Barrel Öl um bis zu 30 Prozent gesenkt werden.

Landstromanlage am Cruise Terminal Océankaj in Kopenhagen eingeweiht

Nachhaltigkeitsstrategie | Am Cruise Terminal Océankaj in Kopenhagen ist eine neue Landstromanlage eingeweiht worden. Diese ist Teil der Nachhaltigkeitsstrategie von Kopenhagen Malmö Port, zu der auch der Betrieb des Terminals ohne fossile Brennstoffe gehört und das Ziel, bis 2025 netto-null CO₂-Emissionen zu erreichen. Die Anlage wurde durch König Frederik X. von Dänemark und im Beisein von EU-Kommissar für Energie und Wohnungswesen, Dan Jørgensen, sowie

des dänischen Transportministers, Thomas Danielsen, eingeweiht. Als erstes Schiff wurde die „AIDAnova“ während ihrer Liegezeit von der neuen Infrastruktur mit Energie versorgt. Die Kreuzfahrtreederei AIDA Cruises war als Pilotierungspartner eng in die Vorbereitungen in Kopenhagen eingebunden und stellte die „AIDAnova“ für die erforderlichen Tests zur Verfügung. Mit der neuen Anschlussmöglichkeit in Kopenhagen steigt die Zahl der Häfen, in denen



Die „AIDAnova“ ist das erste Kreuzfahrtschiff, das von der neuen Anlage mit Landstrom versorgt worden ist

Foto: AIDA Cruises

AIDA-Schiffe Landstrom nutzen können, auf 14 in sieben europäischen Ländern. Im Jahr 2024 nutzte AIDA Cruises eigenen Angaben zufolge bei 360 Hafenanläufen

Landstrom, was eine Verfünfachung gegenüber dem Vorjahr darstellt. Aufgrund der Eröffnung weiterer Anlagen sind für 2025 mehr als 500 Anläufe mit Landstrom geplant.

„MSC Germany“ in Hamburg getauft

Swan-Service | Im Rahmen des MSC Yellow Festivals im Hamburger Hafen ist das neue Containerschiff der Schweizer Reederei Mediterranean Shipping Company auf den Namen „MSC Germany“ getauft worden. Taufpatin des 366 m langen und über 70 m hohen 16 000 TEU-Neubaus ist Dr. Melanie Leonhard, Senatorin für Wirtschaft, Arbeit und Innovation der Freien und Hansestadt Hamburg. Das neue Containerschiff wurde von Jiangsu Yangzi Xinfu Shipbuilding in China gebaut und ver-

fügt über einen LNG-Antrieb. Die „MSC Germany“ soll künftig im Swan-Service der Reederei fahren und China und Singapur mit der Ostsee verbinden. Dr. Melanie Leonhard zeigte sich erfreut über die Taufe im Hamburger Hafen: „Die weltgrößte Reederei MSC stellt ihr neuestes Schiff hier in Deutschlands größtem Hafen offiziell in Dienst. Wir freuen uns darüber und sind sehr geehrt. Hamburg wird der ‚MSC Germany‘ und seinen Handelspartnern aus aller Welt ein verlässlicher Anlaufhafen sein“, so die Taufpatin.



Die „MSC Germany“ ist 366 m lang, über 70 m hoch und kann 16 000 TEU transportieren

Foto: HHM/Hirsch, Cision

> STELLENANZEIGE



Deutsches
Maritimes
Zentrum

AUF
KURS
ZUKUNFT

IHR HERZ SCHLÄGT FÜR DIE MARITIME WELT?

Dann werden Sie Teil unseres Teams! Wir suchen:

Eine*n Referent*in Schiffbau und Meerestechnik (w/m/d)

In dieser Position analysieren und bewerten Sie Entwicklungen im Schiffbau und der Meerestechnik, leiten Forschungsprojekte und bringen Ihre Expertise durch Publikationen und fachliche Diskussionen aktiv ein.

Wir sind der Thinktank der Maritimen Branche. Es erwarten Sie spannende Aufgaben, vielseitige Entwicklungsmöglichkeiten und eine offene, kooperative Kultur.



Unsere Vakanzen:
dmz-maritim.de/karriere



Fotos: Bosch / DVV Media Group

Zweimal im Jahr dockt die „Polarstern“ bei der Lloyd Werft in Bremerhaven. „Mit der Lloyd Werft haben wir einen Partner, der die ‚Polarstern‘ über die Jahre begleitet hat und bestens kennt“, sagt Thomas Wunderlich.

Kapitän Wunderlich beschreibt eindrücklich, wie sich die Eismassen an den Polen verändern

Vier Jahrzehnte deutsche Spitzenforschung in den Polarregionen

„Polarstern“ Seit über vier Jahrzehnten zählt die „Polarstern“ zu den weltweit wichtigsten Forschungsschiffen für das Nord- und Südpolarmeer. Nach seinem jüngsten Werftaufenthalt in Bremerhaven bleibt der Eisbrecher auch weiterhin das Rückgrat deutscher Polarforschung – bis zum geplanten Dienstantritt seines Nachfolgers im Jahr 2030.

Mit einer Betriebszeit von über vier Jahrzehnten zählt der 118 m lange Eisbrecher „Polarstern“ zu den bekanntesten und bedeutendsten Forschungsschiffen weltweit. Auf der Nobiskrug-Werft in rund 14,5 Monaten gebaut, 1982 in Dienst gestellt und seither auf zahlreichen wissenschaftlichen Expeditionen in der Arktis und Antarktis eingesetzt, ist er das Flaggschiff des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI). Auch wenn ihre Nachfolgerin bereits in Planung ist, bleibt die „Polarstern“ bis mindestens 2030 im Einsatz. Ein jüngst abgeschlossener Werftaufenthalt bei der Lloyd Werft in Bremerhaven stellte die Einsatzfähigkeit des Schiffes für die kommenden Jahre sicher – trotz ihres „gereiften Alters“, wie Kapitän Thomas Wunderlich es mit einem Augenzwinkern ausdrückt.

Wunderlich ist seit 2010 Kapitän auf der „Polarstern“ und wird auch den Bau und die Indienststellung der neuen „Polarstern“ mit begleiten. Gemeinsam mit Detlef Wilde, Projektdirektor beim AWI und Dr. Johannes Rogenhagen, Superintendent der Reederei F. Laeisz, hatte er die Redaktion von Schiff&Hafen

kürzlich zu einer umfangreichen Führung auf der „Polarstern“ eingeladen.

Der planmäßige Aufenthalt auf der Lloyd Werft war notwendig, um umfangreiche Instandhaltungs- und Modernisierungsarbeiten durchzuführen. Dazu gehörten Wartungen an den Hauptmaschinen, Erneuerungen im Wohnbereich sowie vorbereitende Maßnahmen für die nächste Schiffsklasse im Jahr 2027. „Viele Bereiche an Bord sind noch Erstausrüstung von 1982“, so Wunderlich. „Das hat Vorteile, weil wir viel selbst machen können, aber Ersatzteile müssen oft individuell angefertigt werden – viele der Hersteller existieren schlicht nicht mehr.“ Die Arbeiten betrafen auch den Komfort an Bord: Neue Teppiche, Sitzbezüge und Leuchten in den Kammern sollen der 100-köpfigen Besatzung und den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ein modernes und funktionales Arbeitsumfeld bieten.

Die neue „Polarstern“ soll 2030 abgeliefert werden

Mit dem „Polarstern“-Neubau soll bei TKMS in Wismar bis 2030 ein hochmodernes Forschungsschiff entstehen, das die Anforderungen

an einen nachhaltigen Betrieb sowie die sich dynamisch verändernde Polarwelt erfüllt. Anders als sein Vorgänger wird der Neubau nicht dem Bund, sondern dem AWI gehören. Kapitän Wunderlich ist selbst in die Planungen involviert und spürt dabei „Schmetterlinge im Bauch“, wie er es nennt. „Ich bin seit 2004 an Bord und durfte nun vom Projektbeginn an beratend mitwirken. Den Nachfolger als Kapitän in Dienst zu stellen, ist für mich etwas ganz Besonderes.“

Trotz ihrer Zuverlässigkeit ist die „Polarstern“ baulich und technologisch an die Grenzen ihrer Kapazität gestoßen. Das neue Schiff wird daher nicht nur moderner, sondern auch leistungsfähiger sein. Geplant sind unter anderem ein sogenannter „Moonpool“, durch den Messgeräte geschützt direkt aus dem Inneren des Schiffs ins Wasser gelassen werden können, ein erweitertes Arbeitsdeck und moderne Sensorik. Zwei der vier Hauptmaschinen werden dual-fuel-fähig für grünes Methanol ausgelegt. „Wir werden voraussichtlich Erstkunde für diese Motorentechnologie sein“, sagt Wilde. „Das ist für ein solches Schiff angemessen – wir wollen technologisch Vorreiter sein.“ Der Betrieb mit Methanol stellt allerdings auch neue Anforderungen an die Besatzung: separate Tanksysteme, erweiterte Sicherheitsstandards und ein größerer Personalbedarf im Maschinenbereich.

Doch der Betrieb eines solchen Spezialschiffs bleibt komplex: „Methanol hat nur rund die Hälfte des Heizwerts von Diesel“, so Wilde weiter. „Das bedeutet: doppelte Tankkapazität für gleiche Reichweite.“ Hinzu kommt die fehlende Verfügbarkeit grüner Treibstoffe in abgelegenen Regionen – logistische Flexibilität bleibt ein Muss.

Bedeutung für die internationale Polar- und Meeresforschung

Die Bedeutung der „Polarstern“ für die internationale Forschung ist kaum zu überschätzen. Sie liefert seit Jahrzehnten Daten zu ozeanografischen, geophysikalischen und klimarelevanten Fragestellungen. Regelmäßig versorgt sie die deutsche Neumayer-Station III in der Antarktis, eine logistisch wie navigatorisch anspruchsvolle Operation. Die Wahl eines geeigneten Liegeplatzes an der Schelfeiskante, sichere Bedingungen für tonnenschwere Pistenraupen und eine lückenlose Versorgungskette sind entscheidende Faktoren. Doch durch den Klimawandel verändern sich die Eisverhältnisse rapide. „Früher konnte man mit einer stabilen Meereissschicht rechnen, die den Seegang dämpfte“, erklärt Wunderlich. „Heute brechen Gletscher häufiger ab, und die Zahl der Eisberge nimmt zu. Das erschwert die sichere Anlandung zunehmend.“

Die „Polarstern“ befährt auch regelmäßig die Framstraße zwischen dem Nordosten Grönlands und Spitzbergen. Hier berichtet Wunderlich von verstärkten Eisbewegungen bzw. dem Verschwinden von massiven Eismassen. Der Rückgang des Eises an den Polen resultiert aber auch in einem neuen Aufgabengebiet, „wenn auch negativ begründet“: Die „Polarstern“ werde in diesem Jahr, und die neue „Polarstern“ im Jahr 2030 wie vor 200 Jahren Erstbefahrer sein und somit Daten an Orten sammeln können, wo dies zuvor nicht möglich gewesen ist. Weil sich in anderen Gebieten dann altes, meerjähriges Eis zu massiven Presseisrücken zusammenschiebe und es weiterhin zu dynamischen Eisverhältnissen kommen werde, wird der Neubau nicht nur leistungsfähiger, sondern auch mit einer höheren Eisklasse ausgestattet sein.

Nachwuchsschulung „on the fly“

Während der Transitfahrten zwischen den Polarregionen bietet das Schiff Ausbildungsplätze für wissenschaftlichen Nachwuchs im

Rahmen einer Summer School und des „POLMAR“-Graduierten-Programms. „Früher waren die Kammern relativ unbenutzt – heute wird die Zeit vom AWI genutzt, um die Nachwuchswissenschaftler ‚on the fly‘ zu schulen“, erläutert Rogenhagen, der auch lange Zeit beim AWI tätig war. Für den Betrieb bestimmter wissenschaftlicher Systeme, gerade im Bereich der Hydroakustik, reiche ein einmaliges Mitfahren nicht aus. Gleiches gelte auch für die Geräte an Bord, wie beispielsweise die CTD (Conductivity, Temperature, Depth)-Sonde an Deck. „Für uns ist das Standard, aber jemand, der neu ist und die Daten auch benutzt und auswertet, sollte das im besten Fall schon vor seinem ersten Einsatz gesehen haben.“ Kapitän Wunderlich ergänzt, dass es zusätzlich auch Ausbildungsreisen gebe, um junge Menschen an die unterschiedlichen Berufsfelder wie Meeresbiologie oder Geologie heranzuführen.

Dem Fachkräftemangel in der Schifffahrt könne und müsse man zunächst mit der Aussage begegnen, dass die Jobs grundsätzlich jeder machen könne, erläutert Wunderlich. „Man muss dafür nicht an der Waterkant aufgewachsen sein“, ergänzt Wilde. Weiterhin sei es essenziell, die verschiedenen Karrieremöglichkeiten sichtbar zu machen und zu kommunizieren, dass die Ausbildung in der Seefahrt einen multifunktionalen Abschluss mit sich bringt und es neben der Arbeit an Bord auch zahlreiche Optionen an Land gibt, junge Leute sich also nicht für immer für die Arbeit auf See verpflichten würden. Wertschätzung, Planungssicherheit und eine verlässliche Perspektive seien weiterhin unumgänglich, um „Leute zu halten“, erklärt Wunderlich. „In der Spezialschifffahrt sind wir auf eine Stammbesatzung angewiesen, da die Arbeit nicht vergleichbar ist mit der Handelsschifffahrt. Man muss auch sehr viel seemännisch improvisieren können.“

> MEERESFORSCHUNG MADE IN GERMANY

Deutschland betreibt eine der leistungsfähigsten zivilen Forschungsflotten Europas. Die Koordination erfolgt durch die Konsortialflotte, getragen von Einrichtungen wie dem Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt, dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie und mehreren Forschungsinstituten. Neben der „Polarstern“ (und der neuen „Polarstern“) zählen die „Meteor“, die „Sonne“, die „Atair“, die „Uthörn“ die „Ludwig Prandtl“ und die „Maria S. Merian“ zu den bekanntesten Schiffen. Derzeit befinden sich zudem die „Meteor IV“ (Ablieferung von der Meyer Werft / Fassmer Werft geplant für 2026) sowie ein Forschungsschiff für das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) (Ablieferung durch die Lloyd Werft im Sommer 2027) in Bau bzw. Planung.



Foto: Catón / Deutsches Maritimes Zentrum

Die „Meteor“ wurde unlängst als deutscher Beitrag vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt zur UN Ocean Conference in Nizza (UNOC3) zur Verfügung gestellt

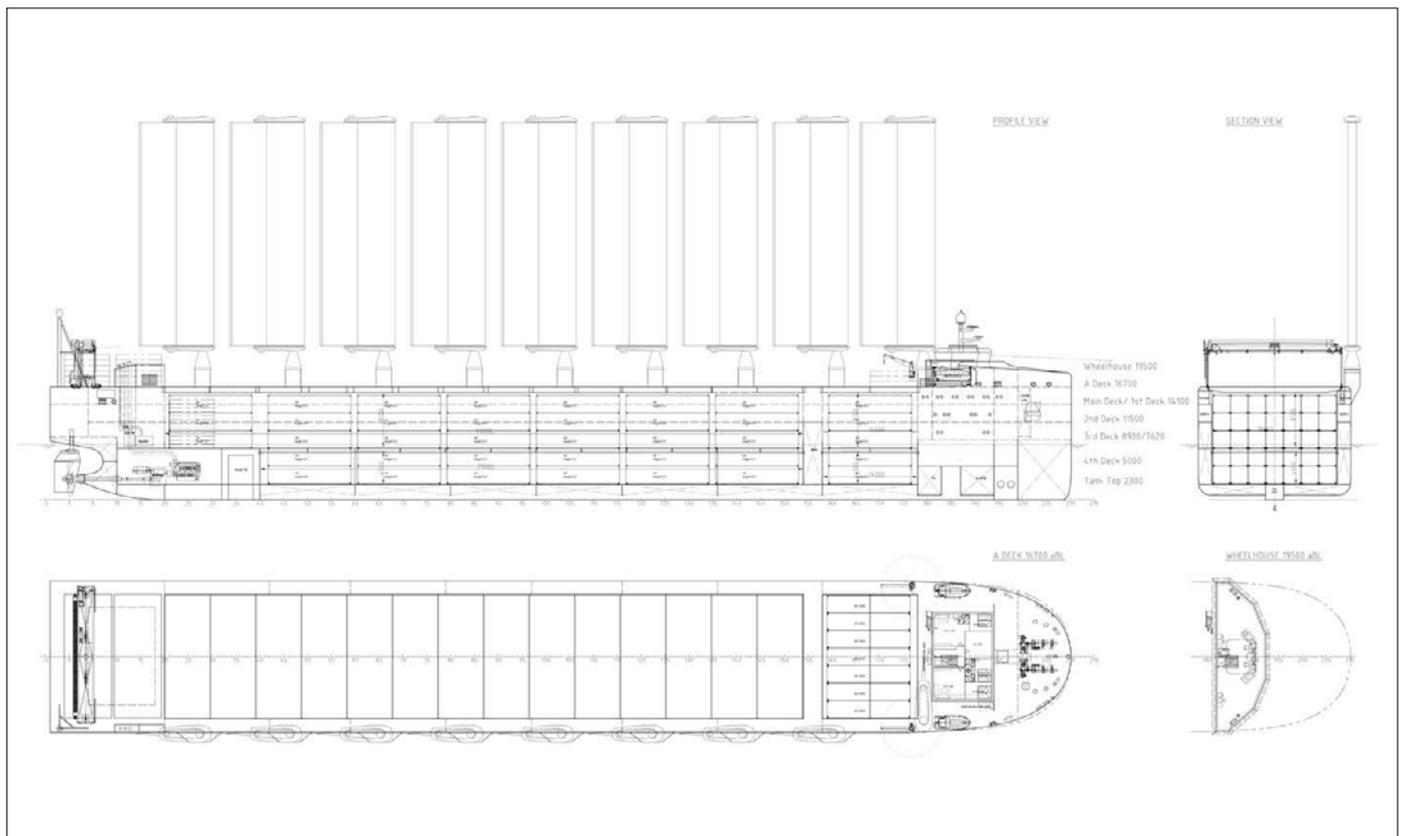


Abb. 1: Konzeptentwurf eines Frachtseglers im Projekt rasant, Generalplan

Quelle: Technolog Services GmbH, Detlev Löll Ingenieurbüro GmbH

Marktfähiger Frachtsegler mit Hybridantrieb kombiniert Wirtschaftlichkeit und maritimen Klimaschutz

rasant Das Forschungsprojekt rasant entwickelt einen innovativen Frachtsegler mit Segel-Hybridantrieb, der Wirtschaftlichkeit und maritimen Klimaschutz verbindet. Erste Ergebnisse zeigen, dass ein solcher Multipurpose Carrier auf transatlantischen Routen eine technisch realisierbare und wirtschaftlich attraktive Alternative zum konventionellen Schiffsantrieb darstellt.

Michael Vahs, Nils Bahr, Jingjing Luo, Felix Agostini

Für das Projekt Frachtsegler mit alternativen Antrieben (Akronym: rasant) sind am 2. April 2025 erste Forschungsergebnisse und ein zukunftsweisender Schiffsentwurf vorgestellt worden.

Im Maritimen Technikum der Hochschule Emden/Leer diskutierte das Projektkonsortium (Hochschule Emden/Leer, Hochschule Flensburg, Fraunhofer-Institut für Windenergiesysteme IWES,

MARIKO GmbH) die Ergebnisse der ersten Projektphase mit assoziierten Projektpartnern und weiteren Beteiligten. Die Konstruktionsbüros Technolog Services GmbH aus Hamburg und Detlev Löll Ingenieurbüro GmbH aus Kiel waren im Rahmen des Projektes mit der Entwicklung eines Konzeptentwurfs beauftragt worden. Die Rörd Braren Bereederungs-GmbH & Co. KG aus Kollmar begleitete die Entwicklungsarbeiten mit

ihrer Expertise für den sowohl wirtschaftlichen als auch umweltfreundlichen Betrieb von Schiffen. Der Entwurf eines ca. 13 000 tdw tragenden Multipurpose Carriers (MPC) sollte insbesondere für den Frachtmarkt im Nord- und Südatlantik sowie Mittelmeer optimiert werden. Eine übergeordnete Zielsetzung des Schiffsentwurfs war die Vereinbarkeit von Wirtschaftlichkeit mit Klimaschutz. Das Schiff sollte hervorragende Eigenschaften der

Ladefähigkeit aufweisen sowie einen Lösungsvorschlag für die Herausforderung der benötigten Antriebsenergie in Bezug auf Emissionseinsparungen und Energiekosten aufzeigen. Die bisherigen Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein Schiff mit relativ großer Segelleistung auf geeigneten Routen nicht nur technologisch einen innovativen Weg aufzeigt, sondern im Vergleich zu anderen Zukunftstechnologien auch wirtschaftlich eine sehr attraktive Alternative darstellt.

Das noch bis Mitte 2026 laufende Kooperationsprojekt verbindet die Perspektiven und Expertisen von maritimen Forschungseinrichtungen und Unternehmen der maritimen Industrie (Reedereien, Werften, Konstruktionsbüros, Klassifikationsgesellschaften) sowie dem Verband Deutscher Reeder. Das Projekt wird im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit insgesamt 2,9 Mio. Euro durch das Bundesministerium für Verkehr gefördert. Die Förderrichtlinie wird von der NOW GmbH koordiniert und durch den Projektträger Jülich (PtJ) umgesetzt.

Konzept und Schiffsentwurf

Als Grundlage der Planung dienten Schiffs- und Reisedaten eines am Markt erfolgreich eingesetzten Multipurpose Carriers der Rörd Braren Bereederungs-GmbH & Co. KG mit einer Ladekapazität von 10 000 tdw. Eine Marktanalyse führte zu der Erwartung, dass zukünftig eine etwas größere Kapazität von ca. 13 000 tdw stärker am Multipurpose-Chartermarkt auf Routen des Nord- und Südatlantiks einschließlich Mittelmeer nachgefragt sein wird. Als Dienstgeschwindigkeit wurden 12 kn festgelegt unter Berücksichtigung eines Sea Margin mit Leistungsreserven für Windstärke 5 und den dazugehörigen charakteristischen Seegangsverhältnissen. Für die Dienstgeschwindigkeit sollte eine Reichweite von 8000 Seemeilen unabhängig vom Segelantrieb erreicht werden können. Neben Projektladungen und Schüttgütern sollten auch Container geladen werden können, insbesondere in Erfüllung der Vorschriften für Gefahrgut. Dazu wurde neben einem ca. 90 m langen, für Projektladung optimierten Laderaum ein zweiter kleiner Laderaum für 20' und 40' Container vorgesehen. Diese Raumaufteilung verbessert insbesondere auch die Leckstabilität des Entwurfs. Beide Laderäume verfügen über Zwischendecks

und werden mit Ponton-Lukendeckeln ausgerüstet. Die Deckel sollen von einem auf Schienen fahrenden Gantry-Kran bewegt und gestaut werden. Die Zwischendeck-Pontons können ebenfalls flexibel als Querschotten zur Laderaumunterteilung, z.B. für Bulk-Ladungen, eingesetzt werden.

Als Ziel wurde eine Segelleistung von durchschnittlich mindestens 50 Prozent der gesamten Vortriebsleistung festgelegt. In Abgrenzung zu Schiffen mit Windzusatzantrieb ergibt sich eine Umkehr der Begrifflichkeiten. So kann man im vorliegenden Fall das Segelsystem als Hauptantrieb und den Motorantrieb als Redundanzantrieb oder Zusatzantrieb betrachten. Das Gesamtsystem wird auch als Segel-Hybridantrieb bezeichnet. Da sich dieser schiffbauliche Bereich jedoch derzeit erst entwickelt, gibt es noch keine allgemein festgelegten und rechtsverbindlichen Begrifflichkeiten. Ein Frachtsegler muss weiterhin alle Anforderungen eines Motorschiffs erfüllen, kann jedoch in einem Segelbetriebsmodus fahren, der ggf. das Kriterium „Segelschiff“ im seeverkehrsrechtlichen Sinne erfüllt [6].

Für die Auslegung des Redundanzantriebs sollte ein klimaneutraler Kraftstoff gefunden werden, der antriebstechnisch bereits erprobt ist und im festgelegten Fahrtgebiet auch in Kürze verfügbar sein wird. Ebenso müssen die Bedingungen der Wirtschaftlichkeit erfüllt werden. Die Auswahl fiel auf grünes Methanol.

Der Schiffsentwurf verfügt in der vorliegenden Variante über keine Bordkräne. Diese hätten zwar die Einsatzflexibilität

Length (o.a.)	149.95 m
Beam (mld.)	22.40 m
Depth (main deck)	14.10 m
Draught (design/max)	8.20 m / 8.70 m
Tonnage	13 110 gt
Deadweight	13 600 t
Container capacity	496 TEU
Cargo hold volume	24 580 m ³
Air draught (ballast condition)	52 m

Tabelle 1: Hauptabmessungen

erhöht, z.B. für Ladeplätze ohne Hafenkran, aber gleichzeitig erhebliche Einschränkungen für die Installation von Segelsystemen verursacht.

Die Kammerkapazität wurde für 18 Personen ausgelegt. Zusätzliche Kammern für Auszubildende sind vorgesehen. Der Entwurf des Brückenaufbaus muss insbesondere die regulatorischen Anforderungen für die Sicht von der Brücke (SOLAS, Kap. V, R.22) erfüllen und zugleich aerodynamisch auf das Segelsystem abgestimmt werden. Dies führt in der Regel zu einem relativ flachen, vorne angeordneten Aufbau. Ein kostengünstiger und besser vor Seegangseinwirkung geschützter Aufbau im Heckbereich wäre denkbar, wenn andere technische Lösungen zur Gewährleistung der Ausguckfunktion alle Anforderungen der Klassifikation und Flaggenstaatadministration erfüllen und zugelassen werden. Im Zuge der fortschreitenden Schiffsautomatisierung, insbesondere im Hinblick auf eine autonome Schifffahrt, ist dies zukünftig zu erwarten und schafft zusätzliche Freiheiten im Schiffsentwurf.

Segelantrieb

Für die Auswahl eines geeigneten Segelantriebs wurden zunächst Leistungskriterien festgelegt und weitere operative Bedingungen aufgestellt. Das Segelsystem sollte

- › mindestens 50 Prozent der benötigten Antriebsleistung für die festgelegten Routenprofile im Jahresdurchschnitt beitragen,
- › bereits entwickelt und erprobt worden sein, sowie von Ausrüstern angeboten werden,
- › den Lade- und Löschbetrieb nicht oder nur sehr gering beeinträchtigen,
- › hochautomatisiert arbeiten,
- › ein sicheres und robustes Betriebsverhalten aufweisen,
- › gute wirtschaftliche Kennwerte aufweisen, z.B. nachgewiesen durch das Verhältnis aus Einsparungen zu Investitions- und Betriebskosten.

Im Rahmen der Arbeiten wurde ein Bewertungstool für die Auswahl von Segelsystemen entwickelt. Es zeigte sich jedoch, dass nicht alle Hersteller die gewünschten Daten und Informationen zu den angebotenen Systemen liefern konnten, ein Anzeichen für ein technologisch frühes Marktstadium. Für die weitere Verbreitung von Windantriebstechnologien sind jedoch gerade validierte Leistungs-

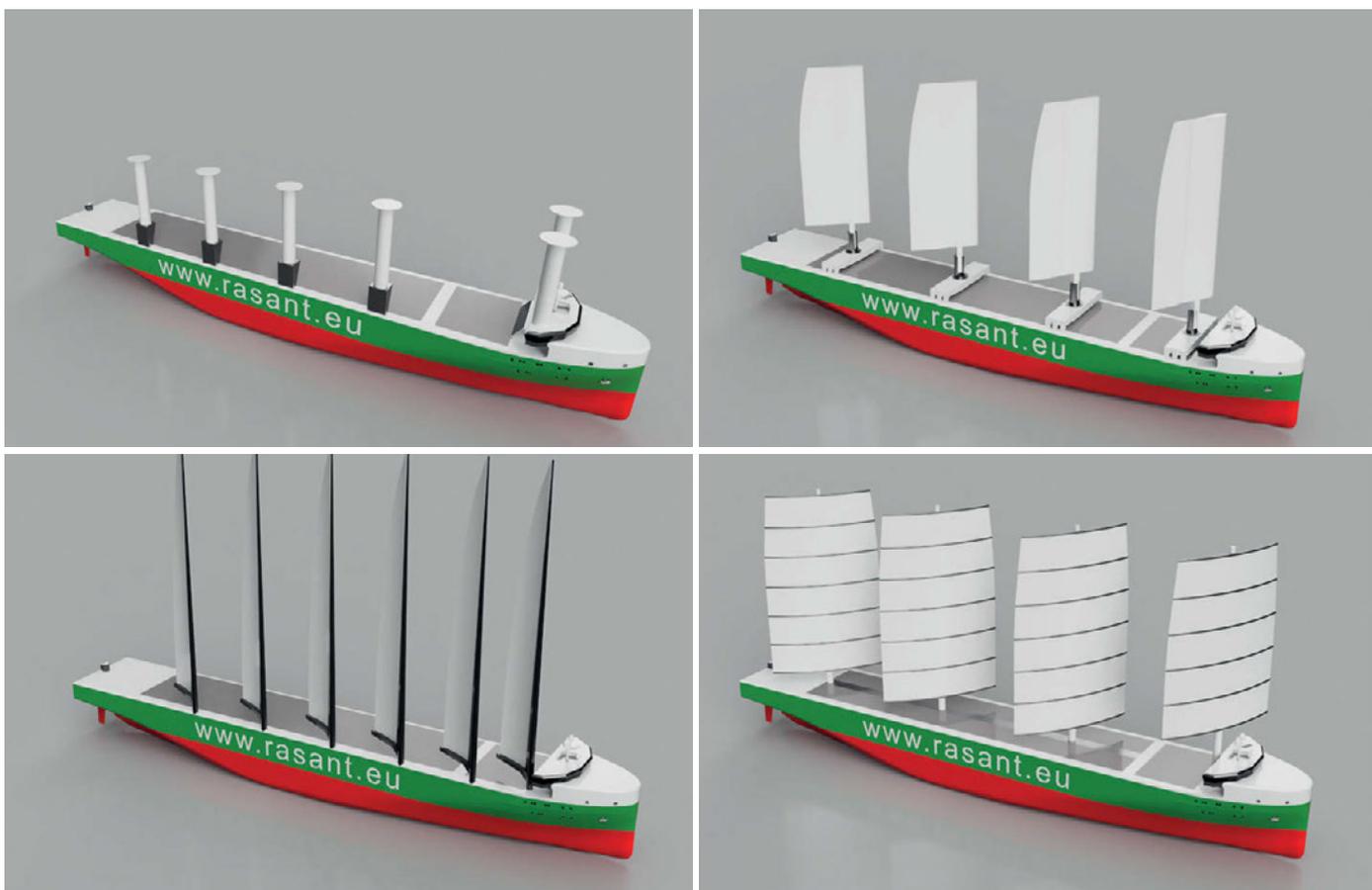


Abb. 2: Variantenstudie mit verschiedenen Segelkonzepten

Quelle: Hochschule Emden/Leer

kennwerte und operative Eigenschaften sehr wichtig für die Investitions- und Auswahlentscheidungen von Reedereien.

Grundsätzlich kommen verschiedene Segelsysteme für den vorgestellten Entwurf in Frage. Flettnerrotoren liegen in Bezug auf die technologische Reife, die einfache Automatisierbarkeit, das sichere Betriebsverhalten und Wirtschaftlichkeit weit vorne. Ein ähnliches Ergebnis wird für sogenannte Suction Wings, feste Flügel mit aktiver Grenzschichtabsaugung, erwartet. Die Leistungsdaten, z.B. aus Windkanaluntersuchungen und Messungen im Schiffsbetrieb, sind jedoch unsicherer als bei Flettnerrotoren. Suction Wings standen dem Projekt auch nicht in der gewünschten Größe zur Auswahl. Zugdrachensysteme konnten die formulierten Anforderungen in diesem Projekt nicht erfüllen und wurden nicht näher betrachtet. Passive Wingsails, große textile oder feste Flügelsegel, wurden ebenfalls bewertet. Diese Segel sind insbesondere geeignet, wenn das Routenprofil eine gute Leistung „am Wind“ oder „vor dem Wind“ erfordert. Textile Segel haben gegenüber festen Wingsails den Vorteil

einer einfachen Refffunktion zur Reduktion der Segelfläche bei zunehmender Windgeschwindigkeit. Diese Funktion ist insbesondere für ein sicheres Betriebskonzept erforderlich. Ein grundsätzliches Risiko von Segeltechnologien ist das Überschreiten von großen Windlasten und somit die Gefährdung der Kenterstabilität von Schiffen oder die Gefahr von Schäden am Segelsystem. Moderne Segelsysteme sollten daher über eine sichere Depowering-Funktion verfügen, die auch mit kurzer Reaktionszeit und unter widrigen Wetterbedingungen funktioniert. Eine Absicherung gegen Black-outs sollte ebenfalls gegeben sein. Bei dieser betrieblichen Eigenschaft unterscheiden sich die Systeme sehr deutlich, und es liegt nur wenig Erfahrung aus dem tatsächlichen Einsatz der Systeme unter diesen Bedingungen vor. Die Erfahrungen aus dem Einsatz von bisher relativ kleinen Systemen als Windzusatzantrieb sind nur begrenzt übertragbar auf zukünftige Schiffe mit großer Segelleistung. Assistenzsysteme zur Überwachung eines sicheren Einsatzes und gleichzeitig zur Optimierung der Segelleistung stellen einen Lösungs-

ansatz für diese operative Aufgabe dar und sind Teil des Forschungsprojektes.

Für den Entwurf des 13 000 t d w MPC-Frachtsegler wurde schließlich das Wingsail-System des französischen Entwicklers OceanWings ausgewählt. Insbesondere die baulichen Abmessungen kamen dem Ziel eines freien Wetterdecks zur Nutzung für Decksladung entgegen. Die Bewertung fast aller Kriterien fiel gut aus. Bei den Investitions- und Instandhaltungskosten konnte noch kein finaler Nachweis erfolgen. Sie werden jedoch höher eingeschätzt als bei aktiven Segelsystemen (Flettnerrotoren, Suction Wings). Bis zu neun Masten mit einer jeweiligen Segelfläche von 363 m² können auf dem Schiff gemäß Entwurf installiert werden. Auf vielen der betrachteten Routen kann das Einsparziel von mindestens 50 Prozent Kraftstoff per Routensimulation erzielt werden. Die guten Stabilitätseigenschaften des Schiffsentwurfs lassen die Fahrt unter vollen Segeln bis einschließlich Beaufort 5 zu. Das Konzept ist jedoch modular aufgebaut, sodass Reedereien auch weniger Masten und Segelfläche vorsehen können. Mithilfe einer Routen-

analyse, die Kriterien der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt, können optimale Konfigurationen für die jeweiligen Anforderungen von Reedereien gefunden werden. Das dafür entwickelte Analyse-Tool SimShip wurde bereits im Projekt genutzt und wird derzeit weiterentwickelt.

Hybrider Redundanzantrieb

Auch für Phasen, in denen die aktuell zur Verfügung stehende Windenergie nicht ausreichend für den Antrieb bzw. die Einhaltung der Dienstgeschwindigkeit ist, sollte ein weitestgehend klimaneutraler Betrieb des Schiffes sichergestellt werden können. Dementsprechend galt es einen maschinellen Redundanzantrieb zu finden, der mit klimaneutraler Energie betrieben wird und die geforderte Reichweite von 8000 Seemeilen windunabhängig erzielen kann. Reine batterieelektrische Antriebe schieden mangels Speicherkapazität und hoher Kosten aus, wurden

jedoch als Bestandteil eines auf grünen Kraftstoffen basierenden Antriebs einbezogen. Es wurden Brennstoffzellensysteme und Verbrennungsmotoren, die mit klimaneutralen Kraftstoffen betrieben werden können, betrachtet. Bei der Analyse wurden neben Effizienz und Kosten auch das Readiness Level in Bezug auf die Technologieentwicklung, Markteinführung sowie Regulatorik betrachtet.

Bereits in der Ausgangslage wurden aktuelle sowie die zukünftig zu erwartende Verfügbarkeit sowie Kostenstruktur von klimaneutralen Kraftstoffen für die festgelegten Routenprofile innerhalb einer beauftragten Studie analysiert [2]. In der Gesamtbetrachtung erhielt grünes, auf Wasserstoff basierendes Methanol die höchste Bewertung. Trotz der vergleichsweise hohen Energieeffizienz von Brennstoffzellen wurde eine Kombination aus Methanol-Verbrennungsmotor (2400 kW, Dual-Fuel) und batterieelektrischer

OSWALD
POWER TO MOVE

CUSTOM-BUILT MOTORS

*energy-saving &
environmentally friendly*



MAIN PROPULSION

100 – 3000 KW | 100 – 600 RPM



PM THRUSTER

100 – 3000 KW | 600 – 1800 RPM



PM GENERATOR

100 – 2000 KW | 1000 – 2300 RPM

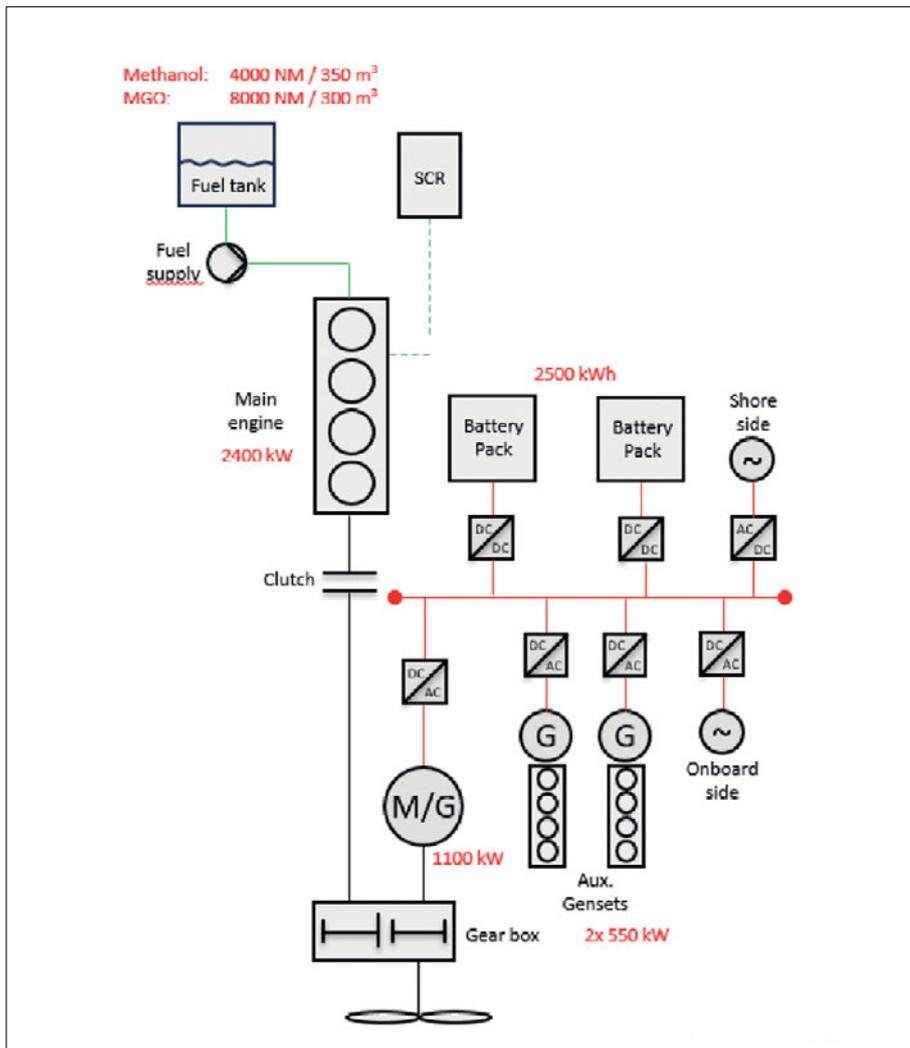
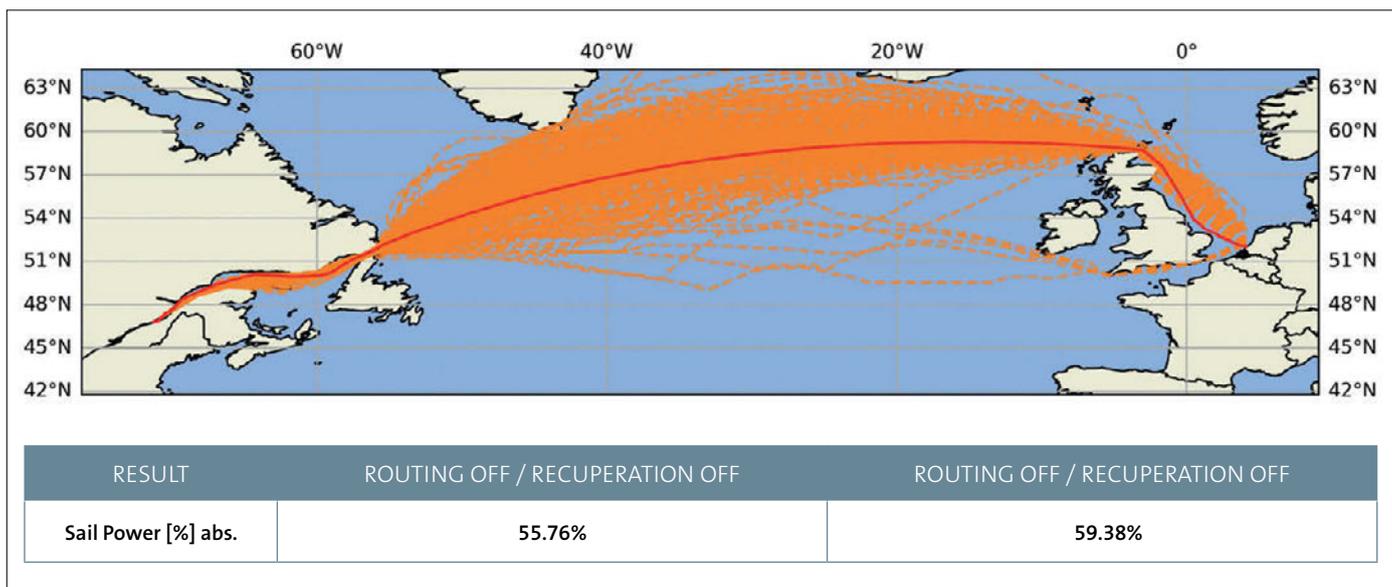


Abb. 3: Schematischer Aufbau des parallelen Hybridantriebs

Quelle: MZH Flensburg

Oswaldstraße 1
D-63897 Miltenberg
oswald@oswald.de
+49 9371 9719 0
www.oswald.de





Quelle: MZH Flensburg, Fraunhofer IWES

Abb. 4: Simulationstool Simship zur Untersuchung von verschiedenen Antriebsvarianten und -konfigurationen

Einheit (PTO/PTI/PTH) ausgewählt. Ein elektrischer Zusatzantrieb (1100 kW) mit einer Batteriekapazität von 2500 kWh kann für kurze Strecken (Hafen und Revier) einen emissionsfreien Antrieb gewährleisten und bietet Power take home (PTH)-Eigenschaften. Falls erforderlich kann der Elektromotor mit seiner Zusatzleistung auch die Schiffsgeschwindigkeit erhöhen (PTI) oder in Umkehrfunktion als Wellengenerator den Hilfsbetrieb versorgen und die Batterien aufladen (PTO). Die PTO-Funktion kann auch im Segelbetrieb zur Rekuperation genutzt werden und zu signifikanten Effizienzsteigerungen beitragen, wie in der Routensimulation nachgewiesen werden konnte.

Die Routensimulation unterstützte ebenfalls die Entscheidung über die detaillierte Konfiguration des Antriebs und Hilfsbetriebs. Da Teillastzeiten nur einen relativ geringen Zeitraum einnehmen, erzielt eine parallele Anordnung von Verbrennungsmotor und Elektromotor im Durchschnitt höhere Effizienzwerte und schnitt in der KPI-Bewertung am besten ab. In der Parallelanordnung wirkt der Methanol-Motor (Dual-Fuel) gemeinsam mit dem Elektromotor auf ein Hybridgetriebe, welches die Propellerwelle mit einem Verstellpropeller (CPP) antreibt.

Hydrodynamik

Einen besonderen Schwerpunkt bildet die hydrodynamische Optimierung des Entwurfs in Bezug auf die Besonderheiten des Segelbetriebs. Während bei Motorschiffen seitlich auf den Schiffskörper

wirkende Windkräfte nur eine marginale Rolle im Entwurf spielen, können die Querkräfte des Segelsystems einen erheblichen Einfluss auf Schiffswiderstand, Gierstabilität und Manövrierverhalten haben. Segelyachten werden in der Regel mit Flossenkielen ausgerüstet, um die Segelleistung und das Fahrverhalten zu optimieren. Diese Option würde bei Frachtseglern zu einem hohen Aufwand mit entsprechenden Kosten führen, da der Kiel aus Gründen der Tiefgangbeschränkung häufig durch eine Klapp- oder Hubfunktion eingefahren werden müsste. Die Entwurfsaufgabe besteht darin, den Kielbereich des Schiffes so zu optimieren, dass im Segelbetrieb Driftwinkel, Giermoment und Widerstand unter Einhaltung einer günstigen Kostenstruktur minimiert werden. In der ersten Phase der Entwurfsarbeiten wurden relativ konventionelle Linien mit einem baulich einfachen Kielkasten (Balkenkiel) gewählt. Im nächsten Schritt sollen weitere Varianten untersucht und verglichen werden, u.a. die Integration sogenannter Wagner-Kiele [7] sowie die Auswirkung einer leichten Aufkimmung gegenüber einem konventionellen Flachboden.

Auch das Ruder muss in Bezug auf die Kompensation von Drift und Giermomenten optimiert werden. Hier steht vor allem die Frage im Fokus, ob ein Mittelruder in konventioneller Anordnung hinter dem Propeller auch bei großer Segelleistung die Anforderungen ausreichend erfüllen kann. Im jetzigen Entwurfsstadium wird ein sogenanntes „Gate Rudder“ vor-

gesehen, mit zwei Rudern, die beidseitig neben dem Propeller angeordnet sind. Bisherige Erfahrungen mit diesem Ruder haben bei konventionellen Motorschiffen signifikante Einsparungen und eine Verbesserung des Manövrierverhaltens ergeben [4].

Laderaum und Ladungseinrichtungen

Eine besondere Zielsetzung der Rörd Braren Bereederungs-GmbH & Co. KG war die Schaffung eines großen Laderaums mit flexiblem Zwischendeck und großer Deckspladefläche auf dem Wetterdeck. Dieses wichtige Entwurfsziel ließ sich jedoch aus Platzmangel und aerodynamischen Gründen nicht mit der Ausrüstung von Bordkränen kombinieren. Daraus folgt die Notwendigkeit, dass ein Frachtsegler dieser Bauart mit hohem Segelpotenzial nicht für alle Transportaufgaben eines MPC eingesetzt werden kann, z.B. in Häfen ohne Kräne. MPCs ohne Kräne sind jedoch am Markt sehr üblich und können erfolgreich eingesetzt werden. Sollten jedoch Kräne eine unabdingbare Anforderung sein, kann der Entwurf entsprechend angepasst werden. Die Installation von Kränen würde zu einer Reduktion der installierten Segelleistung führen.

Der vorliegende Entwurf erfüllt trotz der Installation eines großen Segelsystems wesentliche Anforderungen an einen leistungsfähigen MPC. Es können insgesamt 50 TEU im vorderen Laderaum gestaut werden. Der hintere große Laderaum kann 446 TEU aufnehmen, sodass sich eine Gesamtkapazität von 496 TEU ergibt. Der

hintere Laderaum ist jedoch mit einer Länge von 93,8 m für Projektladung optimiert. Das Zwischendeck bietet 1725 m² Ladefläche, der Unterraum 1330 m². Die Zwischendeck-Pontondeckel können wahlweise als Querschotten zur Separierung des Laderaums genutzt werden. Das Wetterdeck bietet eine Fläche von 2344 m² für den Stau von Projektladung.

Stabilität

Durch das Segelsystem wirken erhebliche Querkräfte und krängende Momente auf das Schiff im Fahrbetrieb. Zum einen sollte ein bestimmter statischer Krängungswinkel im Normalbetrieb nicht überschritten werden, um zusätzliche Störfaktoren zu vermeiden, z.B. für die Arbeitssicherheit und den Komfort der Besatzung. Zum anderen muss die Stabilität ausreichend sein, um eine Kentergefahr bei plötzlich auftretenden Wetterverschlechterungen oder Manövern (z.B. Drehkreis) auszuschließen. Die für alle Schiffe in der internationalen Fahrt geltenden Vorschriften der IMO (Intact Stability Code 2008) sehen keine Kriterien für Schiffe mit Segelantrieb vor. Im Rahmen der Klassifikationsvorschriften erfolgt jedoch eine Prüfung der Stabilität mit Zulassung des Stabilitätshandbuchs und Ladungsrechners.

Im Rahmen des rasant-Projektes wurden die Regelwerke verschiedener Klassifikationsgesellschaften und Flaggenstaaten untersucht. Hierbei ergaben sich signifikante Unterschiede – sowohl in den Berechnungsgrundlagen und Annahmen als auch in den zu erfüllenden Kriterien [1]. Eine Überarbeitung und Harmonisierung dieser Verfahren erscheint zwingend notwendig, um einheitliche Standards zu bilden und den Wechsel von Klasse und Flagge nicht zu erschweren. Darüber hinaus werden besondere Eigenschaften von unkonventionellen Segelsystemen noch nicht ausreichend abgebildet, z.B. das unterschiedliche Verhalten der Systeme beim Einfall plötzlicher Böen.

Brücke, Navigation und Assistenzsysteme

Eine besondere Herausforderung beim Entwurf von modernen Frachtseglern ist die Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse von der Brücke durch große Segelsysteme. Eine grundsätzliche Lösung ist die Anordnung der Brücke auf dem Vorschiff. Dies führt jedoch in der Regel zu einer Baukostensteigerung. Auch der effektive

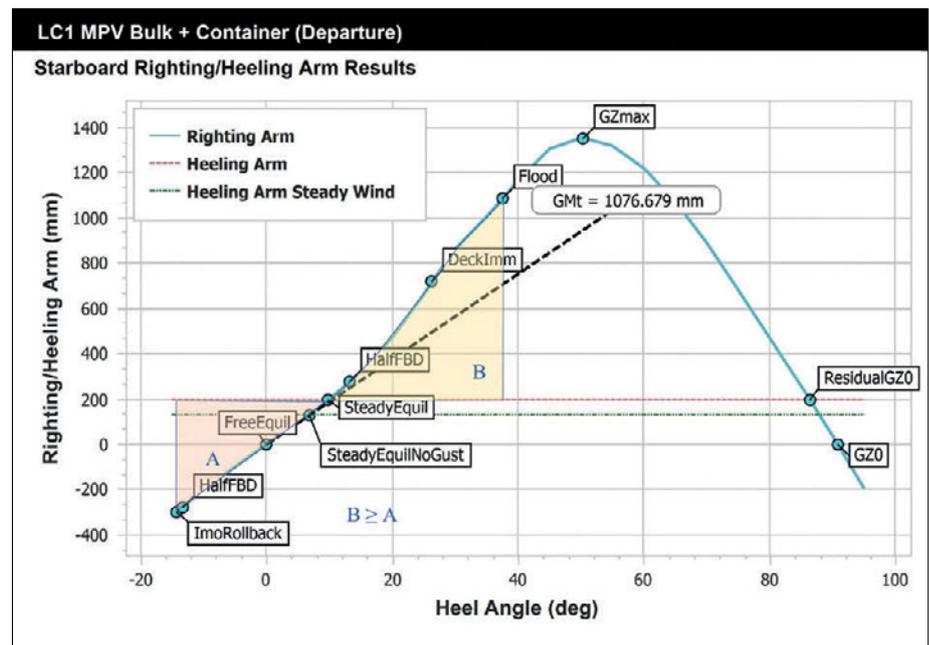


Abb 5: Hebelarmkurve mit Wetterkriterium für einen Beladungsfall Quelle: Hochschule Emden/Leer

Schutz des Brückenhauses vor Seeschlag muss gewährleistet werden, z.B. durch geeignete Wellenbrecher und erhöhte Festigkeiten bei den Brückenfenstern. Dieser Aufwand kommt jedoch auch einer erhöhten Flexibilität bei der Stauung von hoher Decksladung zugute. Zukünftig könnten jedoch auch Kamerasysteme eine verdeckte Sicht von der Brücke kompensieren. Während eine ausreichende Leistungsfähigkeit der Sensorik bereits angenommen werden kann, sind die Zulassungsregeln jedoch noch nicht entsprechend fortgeschritten [5].

Fazit und Ausblick

Noch vor wenigen Jahren fanden Windantriebstechnologien in der kommerziellen Schifffahrt kaum Beachtung. Inzwischen etablieren sich moderne Windantriebe zunehmend in der Frachtschifffahrt, die Orderbücher der Systementwickler und -hersteller füllen sich. Windantriebstechnologien sind ein relevanter Baustein zur Dekarbonisierung der Schifffahrt, die Technologien werden weiterentwickelt und das Marktsegment zeigt in den letzten Jahren einen sehr dynamischen Verlauf. Die verfügbaren Systeme werden größer und leistungsfähiger. Erste Projekte definieren den Segelantrieb bereits als Hauptantrieb mit einem Vortriebsanteil von über 50 Prozent. Es entstehen neue Chancen für die deutsche und europäische maritime Industrie, Vorreiter eines

technologisch und wirtschaftlich relevanten Marktes zu werden und an dieser Stelle nicht ins Hintertreffen zu geraten.

Literatur

- [1] Albers, P. (2025), Intact stability of wind-assisted merchant vessels – A comparative analysis of existing stability criteria and operational stability risks associated with the use of Wind Assisted Propulsion Systems, Master thesis in Maritime Operations, Hochschule Emden/Leer – University of Applied Sciences
- [2] Diehl, L. et al. (2024), Verfügbarkeit alternativer Kraftstoffe – Projekt Rasant Hybrid Sail Cargo Ships, Studie der Ludwig Bölkow Systemtechnik GmbH, Ottobrunn
- [3] IMO (2008), International Code on Intact Stability, 2008, International Maritime Organisation
- [4] Sasaki, N. et al. (2018), Gate Rudder, University of Strathclyde, Scotland, UK
- [5] Schröder, G. (2025), Einsatz von Kameras zur Erfüllung der Anforderungen der Sicht von der Brücke für Schiffe mit ständigen oder zeitweisen Sichteinschränkungen, Bachelor Thesis im Studiengang Nautik und Seeverkehr an der Hochschule Emden/Leer
- [6] Vahs, M. et al. (2023), Navigating and Manoeuvring of modern Wind powered Ships – Status and Requirements from a legal and practical View, Proceedings of the 19th International Ship Stability Workshop, 11-13 September 2023, Istanbul, Turkey
- [7] Wagner, S. et al. (2025), Development, Implementation, and Testing of a Hydrodynamic Keel Concept for Modern Wind-Assisted Commercial Ships, Proceedings of the 17th Symposium on High-Performance Marine Vehicles HIPER'25, Tullamore, 5-7 May 2025

Die Autoren

Michael Vahs, Fraunhofer Arbeitsgruppe für Nachhaltige Maritime Mobilität an der Hochschule Emden/Leer, Nils Bahr, Maritimes Zentrum der Hochschule Flensburg, Jingjing Luo, Fraunhofer Arbeitsgruppe für Nachhaltige Maritime Mobilität am Fraunhofer Institut für Windenergiesysteme IWES, Felix Agostini, MARIKO GmbH

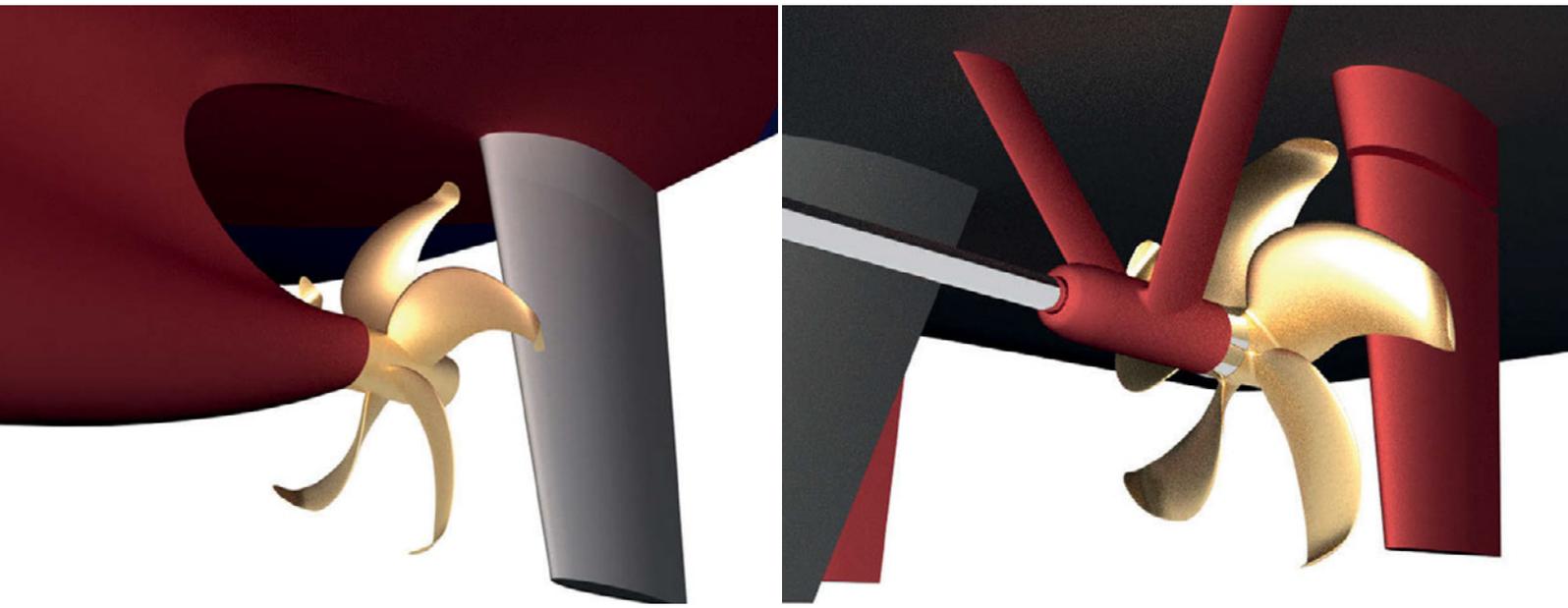


Abb. 1: Unkonventionelle Propellerentwürfe für Containerschiff und Megayacht

Quelle für alle Abbildungen: DEffProForm-Konsortium

Effizienter Schiffsantrieb durch unkonventionelle Propellerformen

DEffProForm Ein zentraler Hebel für die Reduktion der CO₂-Emissionen der internationalen Schifffahrt bei gleichzeitiger Reduktion der Geräuschemissionen – insbesondere in küstennahen und ökologisch sensiblen Gebieten – ist die Steigerung des Gesamtwirkungsgrads der Antriebsanlage, vor allem des Propellers. Hier setzt das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) geförderte Projekt DEffProForm an.

Eckhard Praefke, Adhil Asif, Lutz Kleinsorge, Claus Abt, Thomas Lücke, Katrin Hellwig-Rieck, Ginevra Rubino, Roland Gosda, Moustafa Abdel-Maksoud, Nils Damaschke

Im Fokus des DEffProForm-Projekts steht der Entwurf und die Optimierung unkonventioneller Schiffspropeller, insbesondere sogenannter Tip-Rake-Propeller. Diese zeichnen sich durch eine spezielle Neigung der Flügelspitzen aus, die hydrodynamische Vorteile verspricht – etwa gesteigerte Effizienz, verringerte Druckschwankungen und eine reduzierte Tendenz zur Kavitation.

Das DEffProForm-Konsortium vereinte dabei die Kompetenzen führender Akteure der maritimen Forschung und Industrie: Propellerhersteller, Softwareentwickler, numerische Modellierer, Schlepptankanlagen und Universitäten arbeiteten gemeinsam daran, neue Wege im Propellerdesign zu erschließen. Durch die enge Verzahnung von Theorie, Simulation und Versuch konnten Konzepte entwickelt werden, die sowohl in Modellversuchen als auch im realen Schiffsbetrieb belastbar sind.

Im Projekt wurden drei unkonventionelle Propellerentwürfe mit verschiedenen Tip-Rake-Geometrien für zwei Schiffstypen entwickelt und im Vergleich zu konventionellen Varianten analysiert:

- › Ein 8000-TEU Containerschiff der Post-Panamax-Klasse (HSVA Hamburg Container Ship, HCS) mit einer Länge von 325 m und einer Dienstgeschwindigkeit von 22 kn.
- › Eine 60 m lange Zweischrauben-Megayacht mit Skeg, Bugwulst und Stabilisierungsflossen, ausgelegt auf eine Geschwindigkeit von 17 kn.

Digitaler Propellerentwurf mit neuer Geometriebeschreibung

Die Entwicklung der Propellergeometrien erfolgte über eine angepasste Version des im Vorgängerprojekt HYKOPS entwickelten Frameworks zur Profil-basierten Propellererstellung. In CAESSES wurden automatisierte Entwurfsskripte entwickelt, mit denen sich sowohl neue Geometrien erzeugen als auch bestehende konventionelle Entwürfe zu unkonventionellen Varianten transformieren lassen.

Besonders hervorzuheben ist die Einführung zweier zusätzlicher Orientierungswinkel (Φ_u , Φ_w), die eine lokale Verdrehung

der Profile in kartesischen u/w-Koordinatensystemen erlauben. Diese Erweiterung eröffnet neue Freiheitsgrade beim Design, insbesondere im Bereich der Propellerspitze, die strömungstechnisch besonders sensibel ist.

Die Herausforderung bestand dabei nicht nur in der geometrischen Beschreibung, sondern auch in der nahtlosen Integration der neu geschaffenen Freiheiten in den numerischen Entwurfsprozess. Die Steuerung der Geometrieparameter über Scripting-Interfaces ermöglichte es, in kürzester Zeit große Entwurfsräume systematisch zu durchqueren und aussichtsreiche Varianten für weitere Analysen auszuwählen.

Darüber hinaus wurde eine Schnittstelle zur CFD-Software panMARE implementiert, die es erlaubt, Rechengitter direkt aus der Entwurfsumgebung zu exportieren. Damit wurde die Grundlage für vollständig digitalisierte Prozessketten gelegt, in denen die Bewertung neuer Entwürfe durch numerische Simulationen automatisiert erfolgt.

Gekoppelte Simulationen – realitätsnah und effizient

Durch die Kombination von Potentialströmungsverfahren (panMARE) und viskosen RANS-Simulationen wurde eine besonders effiziente Methodik zur Beurteilung der Propellerleistung im Schiffskontext entwickelt. Dabei wird das von panMARE berechnete Kraftfeld des realen Propellers in eine Verteilung von Kräften und Momenten überführt, die anschließend in das RANS-Modell integriert wird. Diese hybride Methode bietet eine hohe Genauigkeit bei vergleichsweise geringer Rechenzeit.

Im Unterschied zu klassischen Methoden, die mit idealisierten Aktuatorscheiben arbeiten, erlaubt die Kopplung mit panMARE die Berücksichtigung der tatsächlichen Blattgeometrie. Dies verbessert nicht nur die physikalische Aussagekraft, sondern ermöglicht auch Rückschlüsse auf potenzielle kritische Belastungspunkte und Interaktionen mit dem Rumpf.

Die neue Methodik ermöglicht präzise Aussagen über die Propulsionsleistung, das Verhalten bei Seegang sowie die Interaktion zwischen Propeller und Rumpf. Insbesondere bei der Opti-

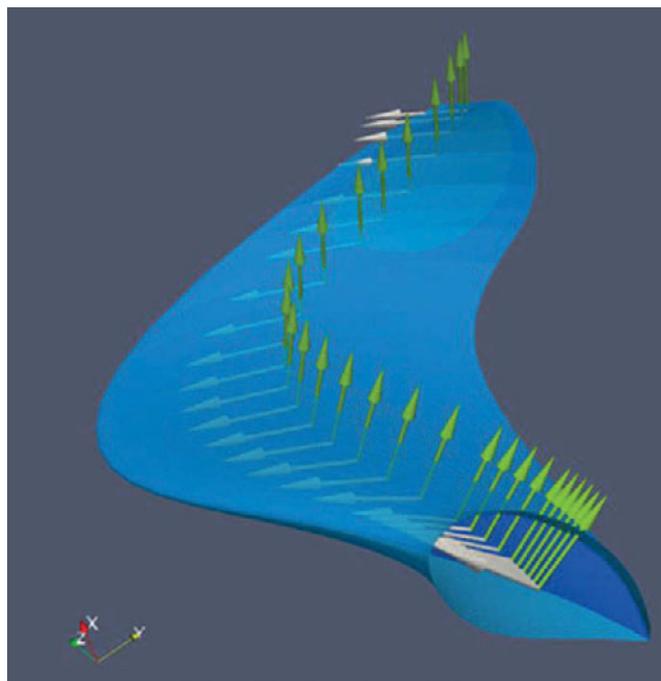


Abb. 2: Visualisierung der zusätzlichen Flügelorientierungen u/w mit Winkelanpassung

mierung spielt diese numerische Genauigkeit eine entscheidende Rolle.

Modellversuche mit Fokus auf Effizienz und Geräuschentwicklung

Zur Verifikation der numerischen Ergebnisse wurden in den Anlagen von HSVA und SVA umfangreiche Modellversuche durchgeführt. Getestet wurden jeweils ein konventioneller und mehrere unkonventionelle Propeller je Schiffstyp. Die wichtigsten Ergebnisse im Überblick: >



SAFE AND COMPACT ENERGY STORAGE SOLUTIONS

- Superior energy density
- Compact & lightweight
- Flexible & easy installation
- Patented air-cooling
- Inherently safe LFP chemistry
- Cobalt- & nickel-free
- Scalable & modular design





Fully electric ferry
1.5 MWh CUBE








LEHMANN-MARINE.COM

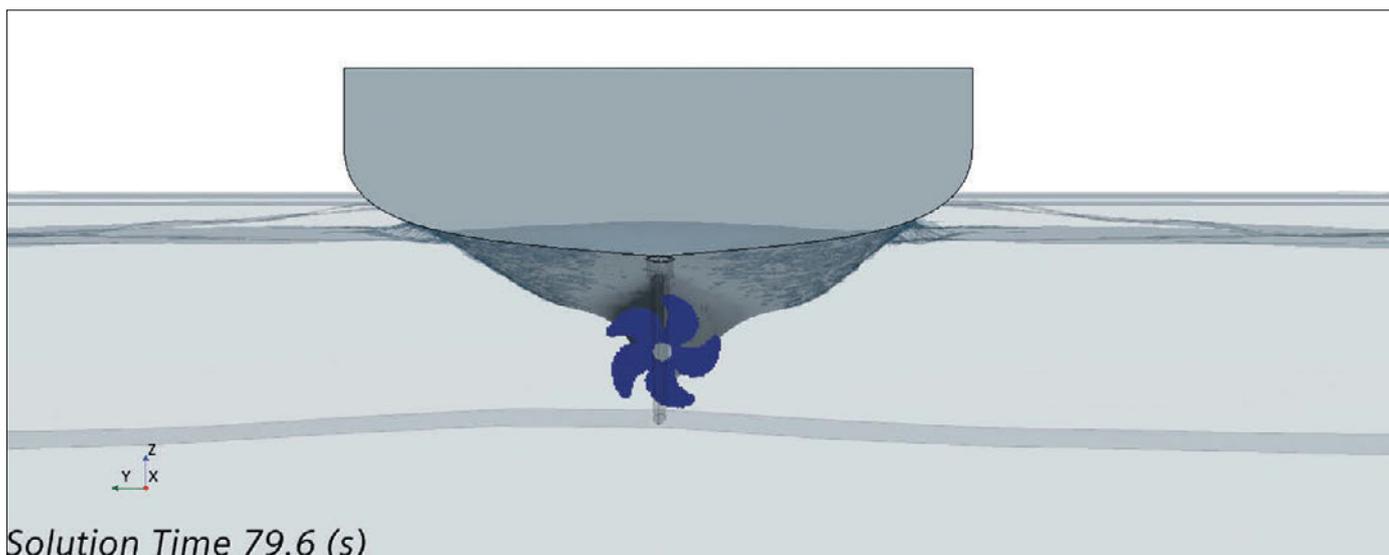


Abb. 3: Kopplung RANS/panMARE zur Bewertung im Seegang

- › Beim HCS-Containerschiff zeigte der Tip-Rake-Propeller P3590 eine Wirkungsgradsteigerung von bis zu 1,5 Prozent gegenüber dem Referenzpropeller.
- › Die Druckschwankungen 1. Ordnung lagen größtenteils unterhalb der statistischen Vergleichswerte für diese Schiffsklasse – ein Hinweis auf gute akustische Eigenschaften.
- › Bei der Megayacht wurde kein Wirkungsgradgewinn erreicht, allerdings zeigte der Propeller P1949 mit saugseitigem Tip-Rake die geringsten Druckschwankungsamplituden, was auf ein günstiges Geräuschverhalten schließen lässt.

Die Messkampagnen wurden durch akustische Untersuchungen ergänzt, bei denen die Schallabstrahlung der verschiedenen Propellerkonfigurationen im Kavitationstunnel analysiert wurde. Die Ergebnisse lieferten wertvolle Erkenntnisse über Frequenzbereiche, in denen potenzielle Grenzwertüberschreitungen auftreten können – insbesondere im Hinblick auf kommende Lärm-schutzrichtlinien.

Kavitation im Fokus – differenzierte Phänomene sichtbar gemacht

Die Kavitation ist ein zentrales Thema beim Propellerentwurf, da sie nicht nur zu Effizienzverlusten, sondern auch zu Materialschäden und erhöhten Geräuschemissionen führen kann. In den im Projekt DEffProForm durchgeführten Kavitationstests zeigten

sich deutliche Unterschiede zwischen den untersuchten Propellerdesigns.

Bei einigen Varianten setzte die Blasen kavitation auf der Saugseite sehr früh ein, was auf eine lokale Druckabsenkung an stark gekrümmten Stellen der Propellerflügel hindeutet. Besonders bei Tip-Rake-Designs, bei denen der Hang zur Saugseite geneigt ist, wurde ein Anstieg des effektiven Anstellwinkels festgestellt. Dies steigert zwar den Schub und damit die Effizienz, erhöht aber auch das Risiko für Blasen kavitation.

Demgegenüber zeigte sich bei Entwürfen mit druckseitiger Neigung eine deutliche Reduktion der Kavitationsintensität – allerdings zulasten der Wirkungsgradsteigerung. Diese Erkenntnisse sind besonders wertvoll, wenn es darum geht, Zielkonflikte zwischen Effizienz und Kavitationsverhalten im Designprozess abzuwägen.

Messtechnik im Großmaßstab – ein Meilenstein der Schiffshydrodynamik

Eine der großen Herausforderungen bei der Validierung von Simulationsmethoden ist der Mangel an verlässlichen Datensätzen vom Strömungsfeld im realen Schiffsbetrieb. DEffProForm hat diese Lücke mit einer weiterentwickelten optischen Strömungsmesstechnik geschlossen, die im Schiffsbetrieb auf der Fähre „Loch Seaforth“ eingesetzt wurde.

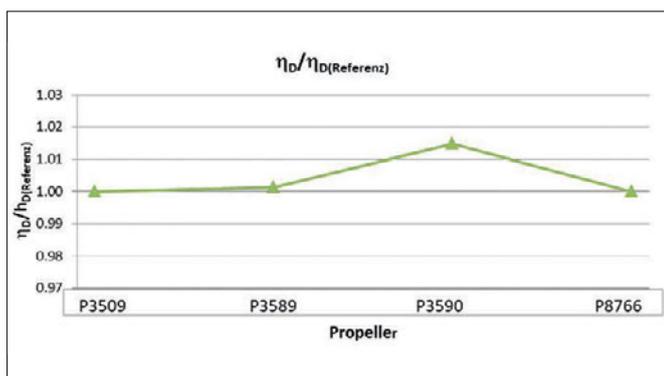


Abb. 4: Propulsionswirkungsgrade im Vergleich

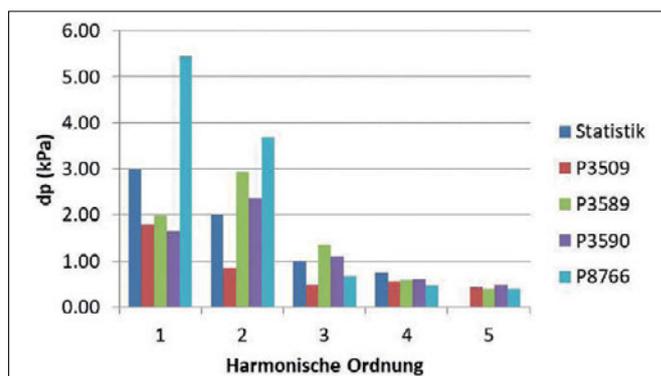


Abb. 5: Propeller-erregte Druckschwankungen

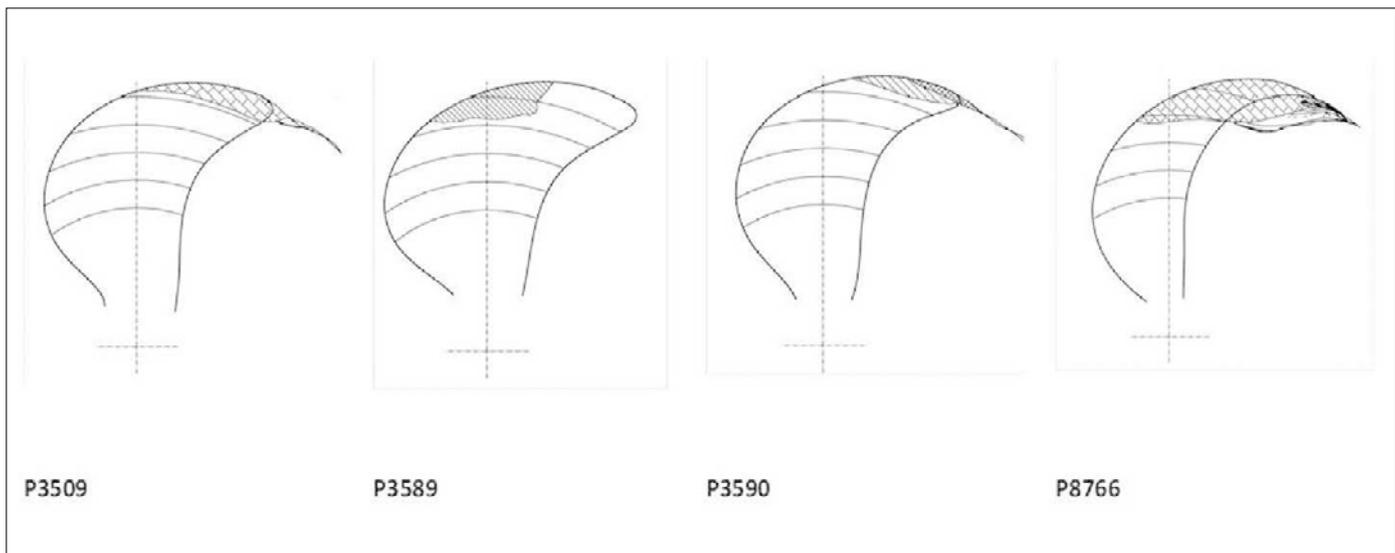


Abb. 6: Kavitationskizzen bei verschiedenen Propellern

Dabei wurde ein modular aufgebautes System mit Kameras, Lasern und Traversiereinheiten entwickelt, das über spezielle Bullaugen im Rumpf montiert werden kann. Durch automatisierte Traversierung und hochauflösende Aufnahmen konnte das Nachstromfeld des Propellers punktweise vermessen werden – trotz schwieriger Sichtverhältnisse und Bewegungen des Schiffes.

Zusätzlich wurde ein System mit nur einem optischen Zugang erprobt, das auf der defokussierten Rückstreuung von Partikeln basiert. Es ermöglicht die Erfassung von Strömungsgeschwindigkeiten entlang eines Laserstrahls, auch bei beschränkten Einbaubedingungen. Beide Systeme demonstrierten die Machbarkeit großmaßstäblicher Messkampagnen unter realen Betriebsbedingungen.

KI-gestützter Entwurf – Effizienz durch datenbasiertes Lernen

Ein innovativer Teil des Projekts war die Entwicklung und Erprobung von KI-gestützten Entwurfssystemen. Auf Basis vorhandener Optimierungsergebnisse wurden in CAESSES neuronale Netze trainiert, die in der Lage sind, für neue Betriebsbedingungen passende Propellerentwürfe vorzuschlagen.

In anschließenden Testoptimierungen zeigte sich, dass die von der KI generierten Entwürfe sehr nahe an den tatsächlichen Optima lagen – mit einem verbleibenden Verbesserungspotenzial von unter 0,5 Prozent. Damit eröffnet sich ein vielversprechender Weg, in Zukunft Entwurfszyklen massiv zu verkürzen und dennoch qualitativ hochwertige Ergebnisse zu erzielen.

Diese Verfahren sind besonders für industrielle Anwendungen interessant, bei denen schnelle Antworten auf Ausschreibungen oder individuelle Kundenanforderungen gefragt sind. Durch die Kombination von KI, parametrischer Geometriebeschreibung und numerischer Simulation entsteht ein zukunftsfähiges Werkzeug für den Entwurf von Hochleistungspropellern.

Fazit: Eine Plattform für die zukünftige Propellerentwicklung

Mit DEffProForm wurde ein technologischer Werkzeugkasten geschaffen, der die maritime Industrie befähigt, auf neue Herausforderungen flexibel und zielgerichtet zu reagieren. Die Kombination aus neuer Geometriebeschreibung, gekoppelten Simula-

tionsmethoden, Großausführungsmessungen und KI-gestütztem Entwurf bietet das Potenzial, sowohl ökologische als auch ökonomische Ziele besser zu erreichen.

Auch wenn die im Projekt erreichten Effizienzgewinne noch unter den langfristigen Erwartungen liegen, ist der Erkenntnisgewinn enorm: Unkonventionelle Propellerformen sind realisierbar, messbar und im Betriebsverhalten bewertbar – ein entscheidender Schritt in Richtung praxisreifer Innovation.

Die Projektergebnisse fließen bereits in laufende Entwicklungen ein. Langfristig kann DEffProForm dazu beitragen, Propulsionssysteme zu realisieren, die sowohl im Hinblick auf Emissionsgrenzwerte als auch auf akustische Anforderungen neue Maßstäbe setzen.

Förderhinweis

Das Forschungsvorhaben DEffProForm wurde über den Projektträger Jülich vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert (Förderkennzeichen 03SX516).

Die Autoren

Eckhard Praefke, ISA Propulsion GmbH & Co.KG; Adhil Asif und Lutz Kleinsorge, Mecklenburger Metallguss GmbH; Claus Abt, Friendship Systems AG; Thomas Lücke, Hamburgische Schiffbau-Versuchsanstalt GmbH; Katrin Hellwig-Rieck, Schiffbau-Versuchsanstalt Potsdam GmbH; Ginevra Rubino, Roland Gosda und Moustafa Abdel-Maksoud, Technische Universität Hamburg, FDS - Institut für Fluidodynamik und Schiffstheorie; Nils Damaschke, Universität Rostock, AE - Institut für Allgemeine Elektrotechnik

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

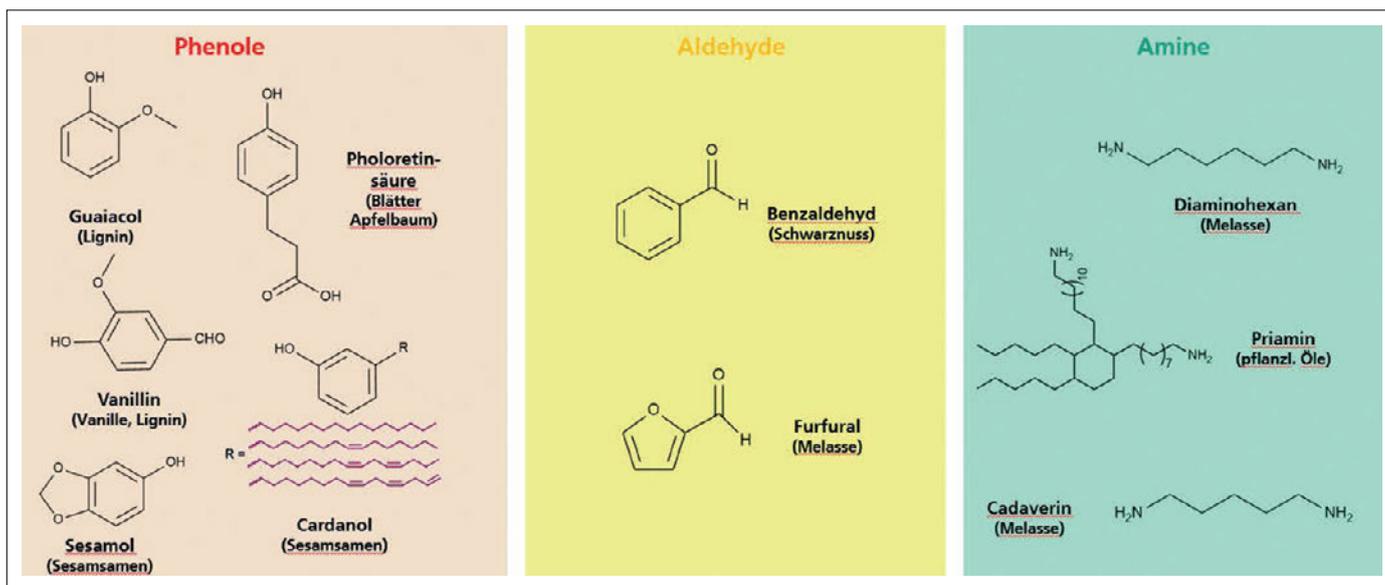


Abb. 1: Biobasierte Phenole, Aldehyde und Amine als Komponenten für die Herstellung von Benzoxazinemonomeren; Rohstoffquelle in Klammern
Quelle für alle Abbildungen: GreenLight-Konsortium

Biobasierte Faserverbundwerkstoffe für strukturellen Leichtbau auf Schiffen

GreenLight Das Fraunhofer IFAM, die Meyer Werft GmbH und die INVENT GmbH haben im Projekt GreenLight gemeinsam biobasierte, brandsichere Faserverbundwerkstoffe für den strukturellen Leichtbau im Schiffbau entwickelt. Als Demonstrator wurden dabei Treppenstufen und -podeste eines Kreuzfahrtschiffs aus glasfaserverstärkten Sandwichmaterialien gefertigt, um Gewicht zu reduzieren und die Nachhaltigkeit zu erhöhen.

Dr. Gideon Abels, Dr. Katharina Haag, Dr. Katharina Arnaut, Nils Wettstein, Dr. Katharina Koschek

Erste politische Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit im Schiffbau traten 2024 mit der Aufnahme des europäischen Seeverkehrs in den Europäischen Emissionshandel in Kraft. [1]

Emissionsreduktionen können klassischerweise über Leichtbau erzielt werden. Bei Fracht- oder Passagierschiffen liegt der Effekt von leichteren Strukturen, im Unterschied zur Luftfahrt- oder Automobilbranche, im mehrstelligen Tonnenbereich [2]. Zur Nutzung dieses enormen Potenzials bieten sich Leichtbaulösungen an. Allerdings ist die Substitution lasttragender Bauteile, die typischerweise aus Stahl gefertigt werden und alle Sicherheitsbestimmungen und Richtlinien erfüllen müssen, durch nachhaltigere, neue Werkstoffe sehr herausfordernd. Der Einsatz faserverstärkter Kunststoffe (FVK) in anderen Branchen wie der Luftfahrt, dem Schienenfahrzeug- und Bootsbaubereich hat gezeigt, dass diese Materialklasse lasttragende Strukturen abbilden kann. Allerdings sind im Schiffbau die Brandschutzanforderungen besonders hoch. Die Richtlinie „Interim Guidelines for use of fibre reinforced plastic (FRP) elements within ship structures: fire safety issues“ ist die Grundvoraussetzung für den Einsatz von FVK in SOLAS (International Conven-

tion for the Safety of Life on Sea) -Schiffen und aktuell auf nicht lasttragende Bauteile und Strukturen beschränkt. Hierzu zählen beispielsweise Verkleidungselemente. Im Verbundprojekt „GreenLight – Brandsichere und biobasierte Faserverbundwerkstoffe für den strukturellen Leichtbau in Schiffen“ hat sich das Konsortium bestehend aus Fraunhofer IFAM, Meyer Werft GmbH sowie INVENT GmbH dieser Herausforderung gestellt [3]. Ziel des Forschungsprojektes GreenLight war die Entwicklung biobasierter Faserverbundwerkstoffe mit intrinsischer Brandsicherheit zum Einsatz als tragende Struktur einschließlich Fertigungs- und Recyclingkonzept. Begleitet wurde das Vorhaben von vier assoziierten Partnern mit ihrer Erfahrung zu Materialien und Halbzeugen sowie deren Nachhaltigkeit, Zulassung und Betriebssicherheit. Aufgrund der Langlebigkeit der Materialien wurden weitere Aspekte wie die Demontage, Bauteil- und Werkstoffkreisläufe bereits in der Konstruktions- und Werkstoffentwicklungsphase berücksichtigt. Zur Demonstration der neuen Materialien wurden Treppenstufen und Treppenpodeste eines Treppenhauses eines Personenschiffs als Anwendungsfall definiert und umgesetzt. Diese sind Teil von sicherheitskritischen Fluchtwegen und weisen hohe Anforderungen an den Brandschutz auf.

Der Werkstoff: leicht, biobasiert und brandgeschützt

Der Leichtbau im Schiffbau erfordert FVKs, die die strengen Richtlinien der SOLAS Konvention und der Interim Guidelines erfüllen. Im Unterschied zu konventionellen vernetzten Polymeren wie Epoxiden verfügen Polybenzoxazine über intrinsisch flammhemmende Eigenschaften. Sie weisen eine hohe Flexibilität im molekularen Design auf, sodass ein breites Spektrum erneuerbarer Rohstoffe für die Herstellung der Benzoxazinmonomere zur Verfügung steht und die finalen Materialeigenschaften zielgerichtet an die Anforderungen angepasst werden können. Polybenzoxazinbasierte Leichtbaumaterialien bieten somit großes Potenzial für nachhaltigen Leichtbau in der Schifffahrt.

Als Matrix in FVK eingesetzt, entstehen Werkstoffe, die bezüglich der im Schiff auftretenden Lastfälle mit Stahl vergleichbare mechanische Eigenschaften bei gleichzeitig signifikant geringerem Gewicht erzielen. Neben glasfaserverstärkten monolithischen Laminaten wurde in GreenLight auch die Sandwichbauweise verfolgt. Hierbei wird der Werkstoff aus einem Kernmaterial und zwei außenliegenden FVK-Decklagen gefertigt. Ein nachhaltiges und preisgünstiges Kernmaterial ist Balsaholz (*Ochroma pyramidale*), das bereits als Konstruktionsmaterial für Rotorblätter von Windkraftanlagen und im Bootsbau etabliert ist [4].

Aufgrund der potenziellen Gewichtsreduzierung und des inhärent guten Brandverhaltens sind benzoxazinbasierte Laminat- und Sandwich-Werkstoffe mit Balsaholzkernen besonders interessant für den Schiffbau. Bei der Materialentwicklung wurde der Nachhaltigkeitsaspekt allerdings nicht nur auf die Auswirkungen des Leichtbaus im Allgemeinen betrachtet, sondern auch auf die Auswahl der Rohstoffe und Fertigungsprozesse. Der Fokus auf nachwachsende Rohstoffe bedurfte sowohl rohstoff- und energieeffiziente Synthesekonzepte für die Herstellung biobasierter Benzoxazinmonomere und -polymere mit für den Schiffbau passenden Eigenschaftsprofilen als auch die Entwicklung optimierter FVK-Fertigungsprozesse für bestehende kommerzielle Benzoxazin-Harze.

Biobasierte Polybenzoxazine für eine nachhaltige Zukunft

Benzoxazinmonomeren entstehen in einer Kondensationsreaktion von Phenolen, Aminen und Aldehyden bei Temperaturen zwischen 70 °C und 120 °C. Zahlreiche biobasierte Alternativen mit unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffen werden in der Literatur beschrieben, u.a. Zimt, Sesam und Vanillin. Im Projekt wurden biobasierte Benzoxazinmonomere beispielsweise aus Sesamol und aliphatischen Diaminen synthetisiert (vgl. Abbildung 1). Dabei

wurden biobasierte Anteile in den resultierenden Polybenzoxazinen zwischen 76 Prozent und 97 Prozent erreicht. Die Synthesen wurden entsprechend der Prinzipien der „Grünen Chemie“ energie- und ressourceneffizient entweder als Feststoffreaktion ohne Lösungsmittel oder unter Verwendung biobasierter, ungiftiger Lösungsmittel wie Ethanol durchgeführt, um Emissionen zu reduzieren.

Die Kombinationsmöglichkeiten der unterschiedlichen nachwachsenden Rohstoffe resultierten in Polybenzoxazinen mit variablen Eigenschaften, die spezifische Vorteile für die Fertigung oder die Endanwendung mit sich bringen. Als besonders vorteilhaft erwiesen sich Copolymere aus zwei verschiedenen biobasierten Benzoxazinmonomeren. Diese zeigten bessere Eigenschaften im Vergleich zum konventionellen, fossilbasierten Polybenzoxazin Araldite MT35700 von Huntsman, welches auf Anilin und Bisphenol-F basiert. Beispielsweise lag die Glasübergangstemperatur der biobasierten Copolymere um mehr als 40 °C höher. Dies bestätigt das enorme Potenzial biobasierter Benzoxazine für Anwendungen mit hohen thermischen Anforderungen.

Benzoxazinbasierte Leichtbauwerkstoffe

Neben der Einstellung der Werkstoffeigenschaften stellt auch die Verarbeitbarkeit der Rohstoffe und Halbzeuge für den Fertigungsprozess von FVK- und Sandwichbauteilen eine Herausforderung dar. Daher wurden im Projekt GreenLight Fertigungsverfahren für ein fossil- und ein biobasiertes Polybenzoxazin entwickelt. Als fossilbasiertes Benzoxazinharz wurde Araldite MT35700 (Huntsman) dem kommerziell verfügbaren biobasierten Polybenzoxazin FUROX FB 602 von Bitrez Ltd. mit einem biobasierten Anteil von 45 Prozent gegenübergestellt [5].

Glasfaserverstärkte Laminat-Platten und zur Versteifung vorgesehene Omegaprofile (vgl. Abbildung 2) konnten mittels Vakuuminfusion gefertigt werden. Die Infusion erfolgte bei 100 °C bis 140 °C, um eine für den Prozess passende Viskosität zu erreichen. Als warmaushärtende Systeme benötigten die Benzoxazine bis zu sechs Stunden bei 180 °C für eine vollständige Polymerisation. Das biobasierte Monomer muss zusätzlich im Autoklav mit 15 bar Druck beaufschlagt werden, um Werkstoffe mit einer möglichst geringen Porosität zu erhalten. Die Porenbildung biobasierter Benzoxazine, die durch den zusätzlichen Autoklavprozess unterbunden wird, ist in der Literatur beschrieben und wird auf eine minimale Zersetzung bzw. Verdampfung der Monomere im Bereich der Aushärtungstemperaturen zurückgeführt [6].

Die Fertigung von Sandwich-Werkstoffen auf Basis der konventionellen Benzoxazin-FVK-Decklagen und Balsaholzkern



Abb. 2: Beispiele der hergestellten benzoxazinbasierten Leichtbaustrukturen im Querschnitt. Links: von INVENT GmbH gefertigtes GFK-Omegaprofil, rechts: Sandwichplatte bestehend aus FVK-Decklage und Balsaholzkern, hergestellt am Fraunhofer IFAM.



Abb. 3: Querschnitt eines GFK-Laminats mit integriertem FAUSST-Verbinder

mittels Vakuuminfusionsverfahren ergab vollständig imprägnierte Komponenten. Für eine gleichzeitig hohe Reproduzierbarkeit und optimale Anbindung von Decklage und Holzkern war eine Beschichtung des Balsaholzes notwendig. Diese verringert die Harzaufnahme des Holzes signifikant. Mit dem biobasierten Benzoxazinmonomer konnten hingegen keine Sandwichwerkstoffe mittels Vakuuminfusion hergestellt werden, da das Balsaholz bei einem Druck von 15 bar nicht dimensionsstabil ist. Für dieses Benzoxazin wurden die FVK-Decklagen daher separat gefertigt, nach der Aushärtung mit einer benzoxazinbasierten Klebstoffschicht beschichtet und bei 150 °C im Vakuumsack mit dem Balsaholzkern klebtechnisch gefügt. Diese Vorgehensweise bedeutet einen zusätzlichen Fertigungsschritt, resultiert aber in einer gleichbleibend hohen Sandwichqualität. Ein Vergleich der Anbindungsfestigkeiten der Decklagen an den Balsaholzkern zeigte mit Werten zwischen 4 und 6 MPa kaum einen Unterschied in der Haftung der Decklagen zwischen einer infundierten zu einer geklebten Sandwichplatte.

Integration von polymeren Werkstoffen in Stahlstrukturen

Zu einem ganzheitlichen Konzept bei der Substitution einzelner stahlbasierter Schiffskomponenten durch Leichtbauwerkstoffe ist es zwingend erforderlich, passende Fügekonzepte und Bauweisen der resultierenden Multimaterialkomponenten zu entwickeln. Für die Integration der FVK- und Sandwichkomponenten als Treppenstufe und -podest in Stahlrahmen wurden unterschiedliche mechanische, klebtechnische und thermische Verbindungstechnologien betrachtet. Es wurden zwei finale Fügekonzepte näher untersucht: Für den klebtechnischen Ansatz wurde ein für den Einsatz im Schiffbau zertifizierter, struktureller Klebstoff (Sikaflex® 268 PowerCure), für das thermische Fügen (Schweißen) wurde der sogenannte FAUSST-Verbinder der Firma Hyconnect als ein stahlbasierter Hybridwerkstoff verwendet. Hierbei handelt es sich um ein Stahlelement, das einseitig in ein Stahl- und Glasfasertextil übergeht [7]. Die Textilstelle wird in den Lagenaufbau der FVKs integriert, wodurch der FVK nach der Aushärtung über einen Stahlrand verfügt, der mit dem Treppengerüst in einem thermischen Fügeprozess verschweißt werden kann (vgl. Abbildung 3).

Mit dem Sikaflex® 268 PowerCure gefertigte Proben wurden verschiedensten Auslagerungsbedingungen unterworfen, z.B. Lagerung bei hohen und tiefen Temperaturen und unterschiedlichen Luftfeuchtigkeiten. Anschließend Raupenschälversuche ergaben eine gute Haftung unabhängig von den Auslagerungsbedingungen. FVK-Proben mit integriertem FAUSST-Verbinder zeigten in Zug- und Dauerschwingversuchen, dass die Verbindungen hohe Festigkeiten aufwiesen, 300 000 Belastungszyklen standhielten und schließlich an der Schweißnaht zwischen Stahlblech und Stahldrähten des FAUSST-Verbinders versagt. Die ersten Experimente zeigen, dass der FAUSST-Verbinder hinsichtlich der Verarbeitung, des Fügeprozesses und der Dauerbeständigkeit einen interessanten Werkstoff im Bereich hybrider Werkstoffverbindungen für die Schifffahrt darstellt.

Darüber hinaus wurde das klebtechnische Fügen von Omegaprofilen zur Versteifung der GFK-Laminat-Platten untersucht. Quasi-statische Zugscherversuche mehrerer MED-zertifizierter Klebstoffe ergaben, dass für diesen Anwendungsfall der Scotch Weld 7240 B/A FR am besten geeignet ist, da die Klebung flexibel ist und somit Spannungsspitzen beim Belasten der Treppenstufe am besten aushalten sollte.

Brandverhalten

Die Brandbeständigkeit ist ein wesentlicher Bestandteil bei der Prüfung der Eignung alternativer Materialien für den Einsatz im Schiffbau. Daher wurden sowohl GFK-Laminat als auch die Sandwichbauteile mit Balsaholzkern gemäß des FTP-Codes 2010 in einer zertifizierten Prüfanstalt auf ihr Brandverhalten hin geprüft. Hierfür wurden die Sandwichwerkstoffe und FVKs mit dem Dichtmittel SikaFiresil mit einem Stahlrahmen eingefasst, um insbesondere den Balsaholzkern profileseitig zu schützen und möglichst realitätsnah und anwendungsspezifisch die Brandprüfungen durchführen zu können. Neben einzelner Substanzproben wurde darüber hinaus ein Demonstrator mit unterschiedlich ausgelegten FVK-Stufen und ein Podest in einem Großbrandversuch betrachtet.

Im Großbrandversuch wurde der Treppenaufbau mit Stufen und Podest offenem Feuer ausgesetzt und die Stufen vor und nach der Beflammung mit Gewichten belastet. Der Test ergab, dass die mit Omegaprofilen verstärkte Treppenstufe nach der Beflammung

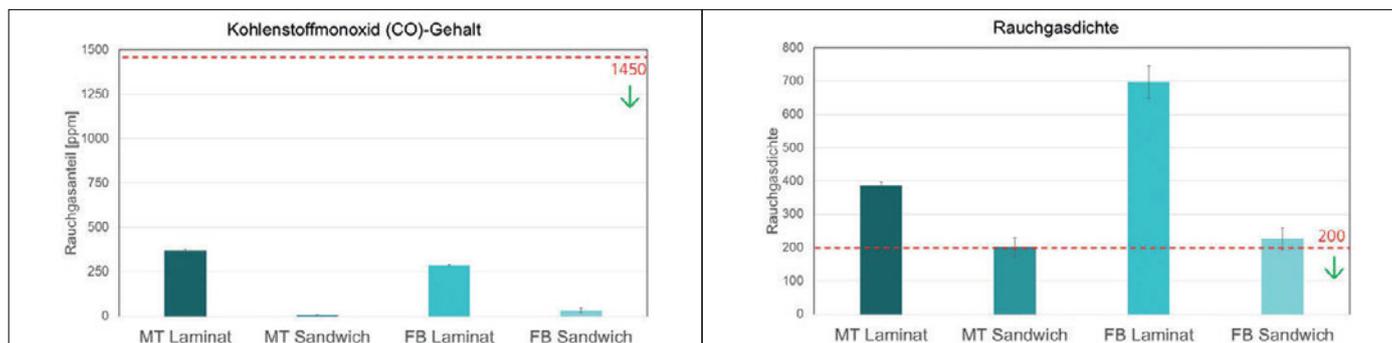


Abb. 4: Ergebnisse der Part 2 Prüfungen

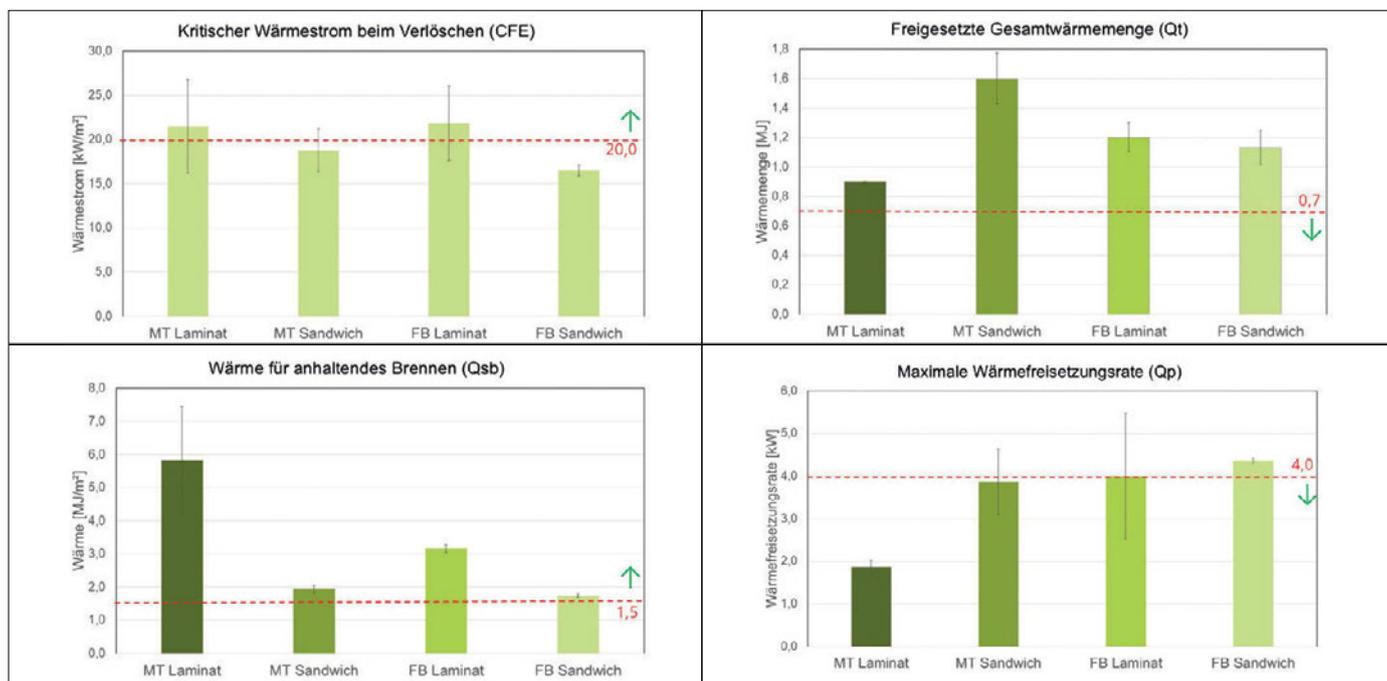


Abb. 5: Ergebnisse der Part 5 Prüfung (50 kW/m² ohne Zündflamme)

immer noch mehr als 100 kg Gewicht tragen konnte. Im Fall eines Brandes wären entsprechende Treppen damit grundsätzlich noch begehbar. In den FTP Code Prüfungen zeigten die Polybenzoxazin-basierten FVKs und Sandwiches insbesondere im Nichtbrennbarkeitstest (Part 1) unzureichendes Brandverhalten, wobei Proben auf Basis des biobasierten Polybenzoxazin im Vergleich zu dem fossilen Analogon im Allgemeinen schlechter abschnitten. In den Prüfungen gemäß IMO FTP Code Part 2 und Part 5 zeigten die Benzoxazine eine Rauchgasbildung oberhalb des Grenzwertes und eine deutliche Wärmefreisetzungsrate (Abbildungen 4 und 5). Insgesamt fielen die Materialien aber z.T. nur sehr knapp durch. Außerdem hat das als Klebstoff eingesetzte SikaFiresil in der Part 5 Prüfung maßgeblich zur Brennbarkeit der Substanzproben und damit zur freigesetzten Gesamtwärmemenge beigetragen. Zudem brannte es vollständig ab als Balsaholz und Benzoxazin und beeinflusste dadurch die gemessene Rauchgasdichte in der Part 2 Prüfung, insbesondere bei den dickeren Sandwichproben. In Anbetracht dessen, dass den Werkstoffen keinerlei Brandschutzadditive zugesetzt wurden, zeigen die Ergebnisse das grundsätzliche Potenzial der Werkstoffe auf. Harzformulierungen mit geringen Mengen an Brandschutzadditiv sollten das Brandverhalten der Komponenten und Bauteile positiv beeinflussen. Nach Rücksprache mit dem Brandhaus wiesen die Ergebnisse zudem eine hohe Reproduzierbarkeit auf.

Das Bestehen der Nichtbrennbarkeitsprüfung gemäß FTP Code Part 1 ist eine wesentliche Voraussetzung für den Einsatz von Materialien im Schiffbau. Die Prüfungen haben gezeigt, dass die hohen Prüftemperaturen von 900 °C Materialien und vor allem Klebstoffe aus anorganischen Polymermatrices erfordern. Die polybenzoxazinbasierten Komponenten konnten aufgrund ihrer organischen Struktur den hohen Temperaturen nicht standhalten. Alternative Fügmethoden sowie der Einsatz anorganischer Polymere und Kernmaterialien könnten Alternativen darstellen.

Ökologische Betrachtung

Bei der Substitution von Stahlstufen und -podesten eines Treppenhauses führt der Einsatz Omegaprofil-verstärkter Laminat-

stufen zu einer Gewichtsreduktion von bis zu 47 Prozent. Mit FVK-Balsaholz-Sandwiches werden Gewichtseinsparungen von bis zu 75 Prozent erreicht. Beim Podest kann das Gewicht um bis zu 48 Prozent bzw. bis zu 80 Prozent reduziert werden (vgl. Abbildung 6). Bezogen auf alle Treppen eines Kreuzfahrtschiffes der Meyer Werft ergaben sich daraus absolute Gesamtwichtseinsparungen von maximal 25,5 t und 41,4 t. In der Schifffahrt bedarf es mittlerer Gewichtsreduktionen von mehreren hundert Tonnen, um den Treibstoffverbrauch zu beeinflussen, daher sind die Treppenhäuser nur ein Beispiel für die Nutzung nachhaltiger Leichtbaustrukturen aus FVK. Weitere potenziell substituierbare Strukturen sind Trennwände, Zwischendecken oder Verkleidungselemente. Insgesamt zeigen die Ergebnisse klar das große Potenzial von Leichtbaustrategien zur Reduktion von Treibstoffverbrauch und Emissionen im Schiffbau.

Recyclingkonzept

Parallel zur Treppenfertigung wurden auch grundsätzliche Recyclingkonzepte für die GFK-Laminat- und Sandwich-Werkstoffe entworfen.

Unabhängig vom Leichtbaumaterial muss im ersten Schritt die strukturelle Klebverbindung zwischen Treppenstufe und Stahlgestell getrennt werden, beispielsweise mittels Schneidedraht oder speziellen Debonding-on-Demand Primern. Auf diese Weise können beschädigte Stufen leicht ausgetauscht werden.

Bei den Treppenstufen aus verstärktem GFK-Laminat kann die Klebverbindung zwischen Omegaprofil und FVK-Platte beispielsweise durch Keilverfahren, thermisch oder chemisch durch Aufquellen in Lösungsmitteln getrennt werden, um intakte Omega-Stringer von beschädigten Treppenstufen zu lösen und wiederzuverwenden. Bei Sandwichen können die Decklagen durch thermische oder chemische Ansätze vom Holz gelöst und anschließend ausgetauscht werden.

Nicht reparierbare FVK-Komponenten können im letzten Schritt in solvolytischen Recyclingverfahren verwertet werden. Dabei wird die Benzoxazinmatrix chemisch aufgelöst und von

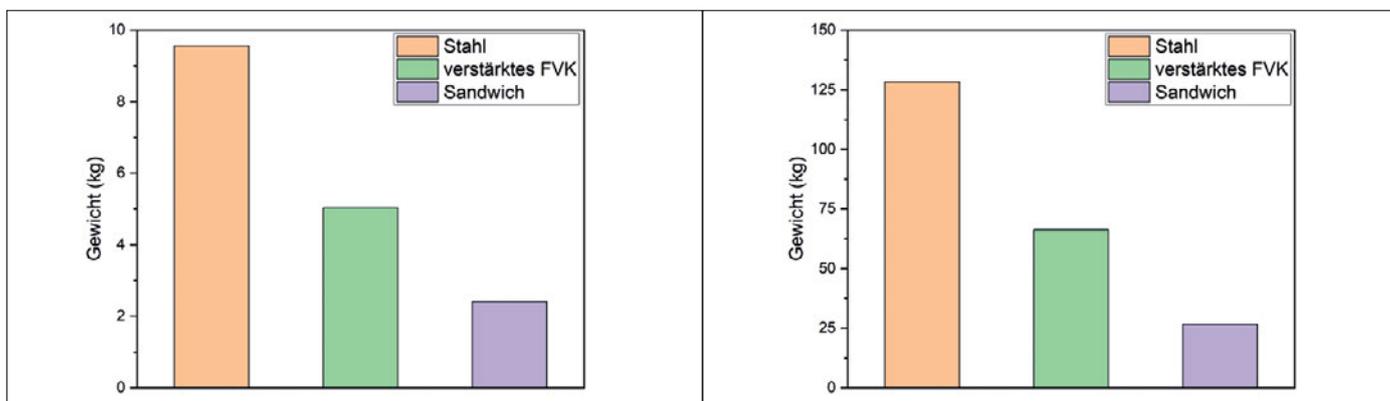


Abb. 6: Potenzielle Gewichtseinsparung der Leichtbaustufen (links) und des Podests (rechts) gegenüber der Stahlvariante

den Fasern abgetrennt. Die Fasern werden gewaschen und für die FVK-Fertigung wiederverwendet, die aufgelösten Bestandteile der Benzoxazinmatrix isoliert und zur Synthese neuer Monomere verwendet.

Fazit und Perspektiven

Im Rahmen des GreenLight-Projekts wurden nachhaltige Leichtbaustrukturen gefertigt, die für den Anwendungsfall als Treppenstufen und -podest den mechanischen Belastungen gerecht wurden und zu signifikanten Gewichtseinsparungen geführt haben. Die Einzelstufen des funktionsfähigen Demonstrators (vgl. Abbildung 7) konnten nach einem realitätsorientierten Großbrandversuch mit mehr als 100 kg belastet werden. Neben den Werkstoffen selbst hatte der für die Prüfungen verwendete Klebstoff einen negativen Einfluss auf das Brandverhalten. Die in GreenLight erarbeiteten klebtechnischen und thermischen Fügekonzepte zeigen alternative Fügevarianten auf. Die aktuelle Formulierung und Bauweise der Leichtbaustrukturen erfüllen jedoch nicht die Brandschutzanforderungen gemäß den IMO-Richtlinien im Schiffbau. Der Einsatz von Brandschutzadditiven und anderen Komponenten wie anorganischen Decklagen kann dieses Problem aber perspektivisch lösen.

Die Materialentwicklungsaktivitäten haben neue biobasierte und nachhaltige Polybenzoxazine hervorgebracht, die FVK-Fertigungstechnologie für Benzoxazine allgemein und biobasierte Benzoxazine speziell energie- und ressourceneffizient op-



Abb. 7: Demonstrator, mit verschiedenen Stufendesigns: ein Sandwich aus Balsaholz und biobasierten (oberste Stufe) und fossilbasierten Benzoxazin-FVK (zweite Stufe von unten) sowie eine verstärkte GFK-Laminat-Stufe aus fossilbasierten Polybenzoxazin-FVK (dritte Stufe von unten). Die unterste Stufe ist die Referenz-Stahlstufe. Das Treppenpodest ist ebenfalls eine Platte aus verstärktem GFK-Laminat.

timiert sowie in Werkstoffprüfungen das Potenzial biobasierter Verbundwerkstoffe für den strukturellen Leichtbau aufgezeigt. Das Leichtbaupotenzial der im GreenLight-Projekt entwickelten Strukturen ist mit Gewichtseinsparungen von bis zu 48 Prozent mit GFK-Laminaten und bis zu 80 Prozent mit Sandwichbauteilen signifikant gegenüber Stahl. Weitere Anwendungsmöglichkeiten wie Tank-, Poolstrukturen, Verkleidungselemente, Zwischendecken und -wände oder Einhausungen an Deck und von Schornsteinen können das Gewicht der Schiffe und damit die CO₂-Emissionen in der Schifffahrt weiter reduzieren.

Literatur

- [1] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/meere/nutzung-belastungen/schifffahrt#fakten-zur-seeschifffahrt-und-zu-ihren-auswirkungen-auf-die-umwelt> (aufgerufen: 06.08.2024, 12:18 Uhr)
- [2] C.A. Buchanan et al., Lightweighting shipping containers: Life cycle impacts on multimodal freight transportation, Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2018, Vol. 62, 418-432.
- [3] GreenLight gefördert durch Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi, Förderkennzeichen: 03SX515E, Projektträger: Projektträger Jülich (PtJ)
- [4] J. Galos et al., Review of balsa core sandwich composite structures, Materials & Design, 2022, 221, 11013.
- [5] G. Abels et al., Introduction of the first commercial biobased benzoxazines for the manufacturing of fibre reinforced polymers, RSC Sustainability, 2024, DOI: 10.1039/d4su00192c.
- [6] H. Ding et al., Recent Advances in Flame Retardant Bio-Based Benzoxazine Resins, Journal of Renewable Material, 2022, 10, 871.
- [7] <https://hyconnect.de/wp-content/uploads/2023/09/FAUSST-Verbindungstechnologie.pdf> (aufgerufen am 12.09.2024, 19:18 Uhr)

Die Autoren

Dr. Gideon Abels, Dr. Katharina Haag, Dr. Katharina Arnaut und Dr. Katharina Koschek, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen; Nils Wettstein, Meyer Werft GmbH, Papenburg

Förderhinweis

Das Forschungsvorhaben GreenLight wurde über den Projektträger Jülich vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert (Förderkennzeichen 03SX515E).

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

GIGA...ntische Performance

erreichen Sie mit unserer CAT.8 Anschlusswelt bis 40 Gbit oder 10 Gbit mit unseren CAT.7 bzw. CAT.6a-Lösungen.

- Große Produktvielfalt von Kabel- und Anslusstechnik für vollvernetzte Installationskonzepte
- Klassifizierte Kabel-Meterware gem. EU-BauPVO
- Anschlussfertige Medien-/Netzwerk-/Fiberoptiksysteme für robuste Mobil- und Einbauanwendungen

CPR-klassifizierte CAT.8 und CAT.7 Installations- und Anschlusskabel



Hochwertige, zertifizierte Kabel und Anschlusskomponenten

40 Gbit

-40°C



Installation & Conference



Broadcast Solutions



Professional Studio



Event Technology



INSTALLATIONS-KATALOG
GRATIS ANFORDERN!



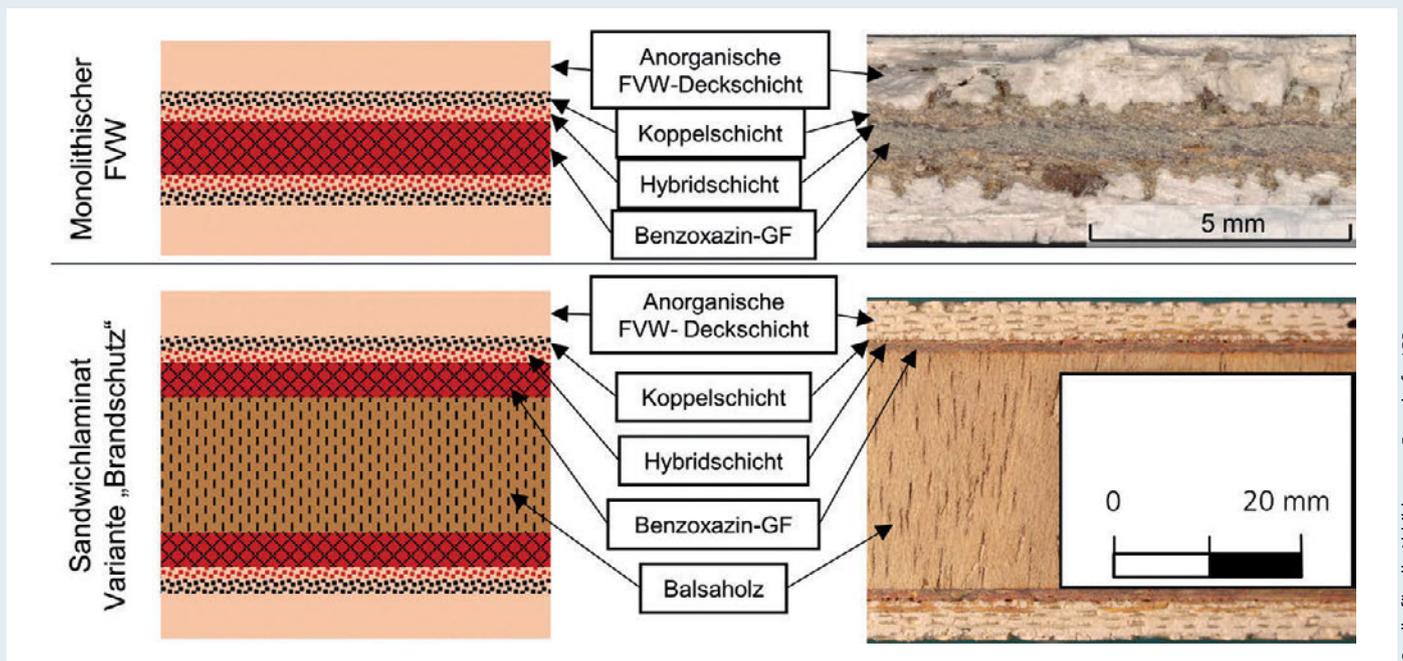
SOMMER CABLE
AUDIO ■ VIDEO ■ BROADCAST ■ MULTIMEDIA ■ HIFI

SOMMER CABLE mit Sitz in Straubenhart (Deutschland) wurde 1999 gegründet und gehört heute zu den führenden Anbietern professioneller, qualitativ hochwertiger Kabel- und Anslusstechnik mit Fokus auf die Bereiche Audio, Video, Broadcast, Studio- und Medientechnik. Das Angebot inklusive der Hausmarken HICON, CARDINAL DVM und SYSBOXX umfasst Kabel-Meterware, Steckverbinder, Anschlusskabel, individuell anpassbare Verteilsysteme sowie Elektronikkomponenten.

Rund um die Uhr steht ein B2B-Shop mit über 25.000 Produkten zur Verfügung.



www.sommercable.com • info@sommercable.com



Quelle für alle Abbildungen: Fraunhofer IGP

Abb. 1: Schematischer Aufbau (links) und Schnittbilder (rechts) der Hybrid-FVW in monolithischer (oben) und Sandwichbauweise (unten)

Leichtbau trifft Brandschutz: Hybride Faserverbund-Sandwichmaterialien für maritime Anwendungen

HYBRIDCOMP Im FSM-Projekt HybridComp haben das Fraunhofer IGP und das Fraunhofer IFAM Leichtbaustrukturen aus organisch-anorganischen Multi-Material-Kombinationen für maximalen Brandschutz entwickelt. Die Hybrid-Faserverbundwerkstoffe vereinen die Fertigungsmöglichkeiten und mechanischen Eigenschaften organischer Matrixsysteme mit dem Brandschutz anorganischer Werkstoffe.

Arthur Konrad Wieland, Dr.-Ing. Stefan Schmidt, Dr.-Ing. Gideon Abels, Dr.-Ing. Katharina Haag

Faserverbundwerkstoffe (FVW) bieten durch ihr hohes Leichtbaupotenzial die Möglichkeit, den Treibstoffverbrauch und den Tiefgang von Schiffen deutlich zu reduzieren. Durch die Matrix, die typischerweise aus organischen Materialien wie Polymeren besteht, werden sie allerdings den hohen Brandschutzanforderungen in der International Convention for the Safety of Life at Seas (SOLAS) der International Maritime Organization (IMO) nicht gerecht. Lediglich Kapitel II-2/17 der SOLAS [1] bietet eine Alternative, indem es den Einsatz von FVK mit geeigneten Brandschutzmaßnahmen erlaubt, sofern die äquivalente Sicherheit wie bei Stahlstrukturen nachgewiesen werden kann.

Organische Matrixsysteme, wie Phenol-, Cyanatester- und Benzoxazinharze bieten eine gute Wärmeformbeständigkeit und z.T. einen inhärenten Brandschutz, weisen als kohlenstoffbasierte Werkstoffe aber eine grundsätzliche Brennbarkeit bei hohen Temperaturen auf. FVW mit anorganischen Matrices sind hingegen nicht brennbar und erfüllen damit die SOLAS-Anforderungen. Allerdings sind sie im Vergleich zu organischen Matrices oft spröde, schwer zu verarbeiten und bieten weniger Potenzial für Gewichtseinsparungen, was sie für die Anwendung uninteressant macht.

Im kürzlich abgeschlossenen FSM-Projekt HybridComp entwickelten das Fraunhofer IGP und das Fraunhofer IFAM daher

Leichtbaustrukturen aus organisch-anorganischen Multi-Material-Kombinationen für maximalen Brandschutz. Diese Hybrid-FVW vereinen die Fertigungsmöglichkeiten und mechanischen Eigenschaften organischer Matrixsysteme mit dem Brandschutz anorganischer Werkstoffe.

Material- und Fertigungsentwicklung

Für die Entwicklung der Hybrid-FVW wurde das Bisphenol-F-basierte Benzoxazin MT35700 der Firma Huntsman als organisches Matrixsystem verwendet, das sich durch einen hohen inhärenten Brandschutz auszeichnet. Als anorganisches Matrixsystem kam ein von der TU Clausthal im Rahmen des IGF-Vorhabens AnorKomp

[2] entwickeltes Geopolymer auf Basis von Metakaolin und Natronwasserglas zum Einsatz. Geopolymere sind aus der Baubranche bekannt und bieten gegenüber klassischen Keramiken den Vorteil, dass der energieintensive Sinterschritt bei Temperaturen von über 1000 °C entfällt. [3]

Allerdings besitzen Geopolymere für gewöhnlich geringe mechanische Eigenschaften und eine schlechte Verarbeitbarkeit in Verbindung mit Verstärkungsfasern. Um diese Schwächen zu überwinden, wurde die Matrix mit organischen Zuschlägen modifiziert. Insbesondere die Zugabe geringer Mengen anionischer Tenside sorgte für eine verbesserte Verarbeitbarkeit der Matrix. Auch die Tränkung der Verstärkungsfaseroberflächen konnte so optimiert werden, wodurch die Biegefestigkeit im FVW um bis zu 97 Prozent gesteigert wurde.

Für die Fertigung der Hybrid-FVW wurde eine Mischung von Benzoxazin und Geopolymer auf Mikro-Ebene verfolgt (Hybridschicht in Abbildung 1). Dazu wurden Benzoxazin-Glasfaser-Prepregs (Prepreg: vorimprägniertes Faserhalbzeug, Benzoxazin-GF in Abbildung 1) mittels Vakuuminfusion hergestellt, eine dünne Schicht des zuvor bei Raumtemperatur ausgehärteten Geopolymerpulvers gleichmäßig darauf verteilt und durch ein kurzes Aufschmelzen des Harzes fixiert. Auf diese Weise konnten bis zu 23 Masse-% Geopolymer ohne Verlust mechanischer Eigenschaften in die Matrix eingebracht werden. Gleichzeitig wurden die Brandeigenschaften signifikant verbessert. Das Hybridmaterial zeigte im Vergleich zum ungefüllten System in UL-94 Tests eine schnellere Selbstverlöschung und einen maximalen Sauerstoffindex (LOI) von ca. 100 Prozent.

Da die Hybridmatrix trotz der Geopolymer-Anteile weiterhin brennbar war, wurden die FVW zusätzlich mit einer glasfaserverstärkten Geopolymerschicht (Anorganische Deckschicht in Abbildung 1) versehen. Diese wurde im Handlaminierverfahren gefertigt und bei 55 °C unter Vakuum auspolymerisiert. Die Dicke der Deckschicht kann über die Anzahl und das Flächengewicht der Glasfasertextilien variabel eingestellt werden. Zur optimalen Verbindung der Deckschicht mit den Hybrid-Prepregs wurde die letzte Glasfaserplatte der Deckschicht nur partiell mit dem Geopolymer getränkt, wodurch eine Koppelschicht (Abbildung 1) aus trockenen Fasern zurückbleibt. In der abschließenden Konsolidierung der Benzoxazin-Geopoly-



Abb. 2: Sandwichlaminat während des Befeuerungstests in Anlehnung an DIN 4102 beim Mitglied des projektbegleitenden Ausschusses tfc tools for composite GmbH

mer-FVWs schmolz das Benzoxazinharz wieder auf und tränkte die trockenen Fasern der anorganischen Deckschichten, wodurch eine mechanische Verklammerung entstand. Die Konsolidierung erfolgte in einer Heißpresse bei bis zu 180 °C und lieferte porenfreie Hybrid-FVW (Abbildung 1, oben).

Materialcharakterisierung

Mit Unterstützung des projektbegleitenden Ausschusses wurde eine semi-strukturelle Kabinentrennwand als potenzieller Einsatzort für die Hybrid-FVW definiert. Diese vereint den Anspruch an einen guten Brandschutz mit mittlerer Tragfähigkeit. Darüber

hinaus ermöglicht diese Anwendung die Substitution vieler Quadratmeter Wandfläche in einem Schiff. Zur Optimierung der dafür notwendigen Biegeeigenschaften wurden im Projekt HybridComp Sandwichlamine mit einem versiegelten Balsaholzkern, Hybrid-GFK-Lagen, bestehend aus Glasfaser-Gelegen sowie Geopolymer-Deckschichten gefertigt (Abbildung 1, unten). Durch die Variation der Deckschichtdicke und der Anzahl der organischen Prepreglagen konnten das Brandschutzvermögen, die mechanischen Eigenschaften und das Flächengewicht angepasst werden. Daraus ergaben sich die drei Fertigungsverfahren „Brandschutz“, „Leichtbau“ und „Mechanik“, wobei der Materialaufbau jeweils für die entsprechende Eigenschaft optimiert wurde. Tabelle 1 zeigt dies am Beispiel der Bruchkraft und der Biegefestigkeit.

Durch die Kerndicke von 26 mm besitzen alle Varianten hohe Steifigkeitswerte. Dieser Materialeinsatz sorgt allerdings auch für ein Flächengewicht von etwa 15,3 kg/m² (Variante „Mechanik“). Hier könnten durch die Wahl eines dünneren und weniger dichten Kerns signifikante Gewichtsersparungen durch geringe Einbußen der Steifigkeit erzielt werden.

Die Brandschutzeigenschaften der verschiedenen Sandwich-Lamine wurden zunächst in Anlehnung an DIN 4102 geprüft. Dabei wurde die Oberfläche der Sandwichlamine der Variante Brandschutz dauerhaft mit einem Propangas-Brenner beaufschlagt (Abbildung 2). Innerhalb der Prüfzeit von 60 min konnte keine Entflammung der Oberfläche, kein Flammdurchschlag oder abtropfendes Material festgestellt werden. Die maximale Rückseitentemperatur betrug dabei lediglich 134 °C. >

Bezeichnung	Geopolymer-Deckschichtdicke [mm]	Dicke Hybrid-GFK-Lagen [mm]	Bruchkraft [N]	Biegefestigkeit [10 ⁶ N*mm ² /mm]
Brandschutz	4,6	1,2	1.960 (± 291)	21,0 (± 0,83)
Leichtbau	1,1	1,2	1.160 (± 535)	13,5 (± 0,51)
Mechanik	1,7	2,0	3.760 (± 372)	23,9 (± 1,33)

Tabelle 1: 3-Punkt-Biegeversuche an Sandwich-Laminen: Biegeeigenschaften in Abhängigkeit des Lagenaufbaus bei konstanter Kerndicke von 26 mm (Auflagerabstand: 550 mm)

Bezeichnung	Rauchgasdichte [-] Grenzwert: 200	Kohlenstoffmonoxid-Gehalt [ppm] Grenzwert: 1.450 ppm
Brandschutz	264 (± 30)	1.100 (± 71)
Leichtbau	321 (± 90)	1.550 (± 573)
Mechanik	286 (± 97)	870 (± 565)

Tabelle 2: Ergebnisse der Versuche nach IMO FTP-Code Part 2 (Rauch- und Toxizitätsprüfung), nicht eingehaltene Grenzwerte in rot

NEUES AUS FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

Bezeichnung	Kritischer Wärmestrom bei Verlöschen [kW/m ²] Grenzwert: 20 kW/m ²	Wärme für anhaltendes Brennen [MJ/m ²] Grenzwert: 1,5 MJ/m ²	Freigesetzte Gesamtwärmemenge [MJ] Grenzwert: 0,7 MJ	Maximale Wärmefreisetzungsrate [kW] Grenzwert: 4 kW
Brandschutz	48,6 (± 2,0)	- / (- / -)	0,48 (± 0,15)	0,78 (± 0,21)
Leichtbau	37,0 (± 13,6)	9,55 (± 3,9)	0,55 (± 0,19)	2,10 (± 0,7)
Mechanik	32,9 (Eine Probe)	7,50 (Eine Probe)	0,90 (Eine Probe)	1,50 (Eine Probe)

Tabelle 3: Ergebnisse der Versuche nach IMO FTP-Code Part 5 (Prüfung auf Oberflächenentflammbarkeit), nicht eingehaltene Grenzwerte in rot

Weitere anwendungsrelevante Brandschutzkennwerte wurden in orientierenden Versuchen gemäß IMO FTP-Code Part 2 (Rauch- und Toxizitätsprüfung) und Part 5 (Prüfung auf Oberflächen-Entflammbarkeit) sowie in Cone Calorimetrie Tests ermittelt.

Im Part 2 Test überschritten die gemessenen Rauchgasdichten bei allen Varianten den zulässigen Grenzwert (Tabelle 2). Die ermittelten CO-Rauchgasgehalte liegen in zwei von drei Serien unterhalb des Grenzwerts, sind aber insgesamt als hoch zu bewerten. Sie sind vermutlich auf das Balsaholz zurückzuführen. Dieses lag an den Seiten frei und konnte daher verbrennen, zudem bildete es den größten Teil des Lagenaufbaus. Durch Optimierungen der Balsaholzdicke sind hier Verbesserungen möglich. Zudem sollte zukünftig ein anwendungsnaher Prüfkörperaufbau eingehalten werden, da Sandwichaufbauten in der Praxis keine offenen Kanten aufweisen.

Bei den Part 5 Prüfungen erfüllten die Varianten „Brandschutz“ und „Leichtbau“ alle Grenzwerte und bestanden den Test. Bei der Variante „Brandschutz“ war die Flammausbreitung auf der Oberfläche so gering, dass kein Wert für die Wärme für anhaltendes Brennen ermittelt werden konnte. Die Variante „Mechanik“ hingegen bestand aufgrund einer zu hohen freigesetzten Gesamtwärmemenge nicht (Tabelle 3). Dies wurde auf die hohe Zahl organischer Hybridlagen zurückgeführt. Ergänzende Untersuchungen zeigten, dass eine Erhöhung der anorganischen Deckschichtdicke von 2 mm auf 5 mm zum Bestehen des Tests führte. Das Verhältnis zwischen Deckschichtdicke und Zahl der organischen Lagen war somit ein kritischer Faktor für das Bestehen des Part 5 Tests.

In den Cone Calorimetrie Tests hielten alle Varianten den Grenzwert für das Maximum der mittleren Wärmefreisetzungsrate (MAHRE-Werte) von 60 kW/m² ein, womit selbst die höchsten Anforderungen aus dem Schienenfahrzeugbau eingehalten werden.

Für die industrielle Umsetzbarkeit wurden bereits erste Oberflächenreparatur- und Fügekonzepte erprobt. Auch das nachträgliche Anbringen von Wandmöbeln wurde getestet (siehe Abbildung 3). Die Ergebnisse

und Erkenntnisse zu dem Hybrid-FVW wurden in einer Anwenderrichtlinie zusammengefasst, um für zukünftige Anwendungen bereitzustehen.

Im nächsten Schritt gilt es, die Übertragbarkeit der Fertigungsabläufe auf großformatige Bauteile zu testen. Dabei sollte insbesondere der Einsatz eines alternativen (anorganischen) Kernmaterials mit geringerer Dichte erprobt werden. Dadurch könnte gleichzeitig das Flächengewicht verringert und das Bestehen der IMO FTP Code Part 2 Prüfung ermöglicht werden. Die Ergebnisse des Projekts zeigen das Potenzial für den schiffbaulichen Einsatz von Hybrid-FVW, die die Vorteile aus Brandschutz und mechanischen Eigenschaften in einem Multi-Material-Aufbau vereinen.

Literatur

- [1] International Maritime Organization, "SOLAS Consolidated edition, Chapter II-2, Regulation 17 - Alternative design and arrangements," 2014
- [2] Fraunhofer IGP und TU Clausthal, „AnorKomp: abgeschlossenes AIF-Forschungsvorhaben, 19858 BG“
- [3] K. J. D. Mackenzie, M. Welter, 2014. Geopolymer (aluminosilicate) composites: synthesis, properties and applications. In: Advances in Ceramic Matrix Composites. Geopolymer (aluminosilicate) composites: synthesis, properties and applications, K.J.D. Mackenzie and M. Welter, Eds. Elsevier, 445–470



Abb. 3: Hybrid-Faserverbund-Sandwichbauteil mit einem Wandregal aus Benzoxazin-Faserverbund

Die Autoren

Arthur Konrad Wieland, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Faserverbundtechnik und Dr.-Ing. Stefan Schmidt, Gruppenleitung Faserverbundtechnik, Fraunhofer-Institut für Großstrukturen in der Produktionstechnik IGP; Dr.-Ing. Gideon Abels, Wissenschaftlicher Mitarbeiter Polymerchemie und Werkstoffverhalten, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM und Dr.-Ing. Katharina Haag, Abteilungsleitung Polymerchemie und Werkstoffverhalten, Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM

Danksagung & Förderhinweis

Ein großer Dank gilt den Mitgliedern des Projektbegleitenden Ausschusses (PA) für die konstruktive Zusammenarbeit und die materielle und immaterielle Unterstützung. Das IGF-Vorhaben 01IF22400N der Forschungsvereinigung Schiffbau und Meerestechnik e.V. (FSM) wurde über den DLR Projektträger im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Deutsche Schiffbauindustrie mit Allzeithoch – China bereitet Sorgen

JAHRESBILANZ | Mit einem Auftragseingang von 10,7 Mrd. Euro im zivilen Seeschiffsneubau hat die deutsche Schiffbauindustrie im Jahr 2024 ein neues Allzeithoch erreicht. Das hat der Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V. (VSM) in seiner Jahrespressekonferenz berichtet. Den größten Anteil machen dabei Kreuzfahrtschiffe und Yachten aus. Darüber hinaus laufe auch das Reparaturgeschäft gut, der Marineschiffbau boome und die hohe Nachfrage im Weltschiffbau sorge für viele Aufträge in der gesamten Wertschöpfungskette.

„Damit hebt sich die Schiffbau- und Meerestechnik-Branche positiv von der allgemeinen Wirtschaftslage ab. Gerade in Zeiten, die von Unsicherheiten und Turbulenzen geprägt sind, ist das ein klarer Vorteil. Mit diesen Aussichten können wir unsere Geschäfte weiterentwickeln und wieder verstärkt investieren“, erklärte VSM-Präsident und Geschäftsführer der Fr. Fassmer GmbH & Co. KG Harald Fassmer. Einen weiteren Substanzverlust im Schiffbau könnten sich Deutschland und Europa nicht leisten. Die Notwendigkeit einer leistungsfähigen Marineschiffbauindustrie sei angesichts der kritischen globalen Sicherheitslage absolut notwendig, so Fassmer weiter. Gleichzeitig sei auch die zivile Schiffbauindustrie essenziell, denn nur gemeinsam lasse sich ein innovatives und wettbewerbsfähiges Gesamtcluster sichern. „Wir sehen gute Wachstumschancen“, erklärte der VSM-Präsident mit Blick auf die deutsche Werftbranche, in der aktuell etwa 200 000 Menschen beschäftigt sind.

Hinsichtlich neuer Geschäftsfelder wie dem Bau von Konverterplattformen für Offshore-Windparks betonte VSM-Hauptgeschäftsführer Dr. Reinhard Lücken, dass es absolut notwendig sei, dies auch in Deutschland abbilden zu können. Dies erfolgt beispielsweise künftig auf dem Gelände des Marinearsenals Warnowwerft in Rostock-Warnemünde durch Neptun Smulders Offshore Renewables, einem Joint Venture der zur Meyer-Gruppe gehörenden Neptun Werft und des belgischen Stahlkonzerns Smulders. Es sei wichtig, beim Bau von Konverterplattformen auf europäische Technik zu setzen, so Lücken.



(v.l.) Dr. Reinhard Lücken, VSM-Hauptgeschäftsführer, Harald Fassmer, VSM-Präsident, und Matthias Schulze, VSM-Präsidium, präsentieren die aktuellen Entwicklungen des Schiffbaustandorts Deutschland

Foto: Prellwitz/DVV Media Group

Sorge bereite der Branche der chinesische Markt. Mit rund zwei Dritteln aller zivilen Neubaufträge habe Chinas Dominanz in der maritimen Wirtschaft „erdrückende Ausmaße“ erreicht. Für China sei der massive Ausbau des Handelsschiffbaus der Schlüssel gewesen, um innerhalb eines guten Jahrzehnts die größte Marine der Welt zu bauen, so Lücken. Im zivilen Markt konnte es nicht nur Produktionstechnik und sonstige maritime Technologie aus dem Ausland anziehen, sondern auch einen wesentlichen Teil der Finanzierung für den Kapazitätsaufbau durch Aufträge westlicher Kunden sicherstellen. Viele der großen Zivilwerften seien parallel im Marineschiffbau aktiv.

Ein weiteres Thema der Jahrespressekonferenz waren die aktuellen Entwicklungen im US-amerikanischen Schiffbau. Das zivile Neubaufvolumen in den USA betrug 2024 etwa 64 000 cgt. In Europa bedienen nach VSM-Angaben knapp 10 000 Seeschiffe ausschließlich innereuropäische Verkehre. Die Produktion betrug hier rund 2 Mio. cgt. Das nahezu vollständige Fehlen einer zivilen Schiffbauindustrie in den USA habe auch den Marineschiffbau ineffizient und langsam werden lassen.

Dies werde als eine strategisch besonders gefährliche Schwachstelle im systemischen Wettbewerb mit China erachtet. Diese Einschätzung stütze sich in den USA auf einen breiten politischen Konsens in beiden politischen Lagern. Sowohl Präsident Trumps Exekutivbefehl „Make Shipbuilding Great Again“ als auch die Wiedervorlage des „SHIPS for America Act“ verdeutlichten, welcher Stellenwert einer leistungsfähigen amerikanischen Schiffbauindustrie beigemessen wird.

Auch Russland verfolgt nach Angaben des VSM ambitionierte Pläne. So kündigte Moskau Investitionen im Umfang von 500 Mrd. Rubel (rund 5,5 Mrd. Euro) bis 2030 zugunsten der nationalen Schiffbauindustrie an.

Mit Blick auf die globalen Entwicklungen setzt sich der VSM für eine europäische maritime Industriestrategie ein, die die Wettbewerbsfähigkeit des Schiffbaus, der Schiffbauzulieferer und der maritimen Technologien stärkt. Dabei müssten Resilienzfragen auf politischer Ebene künftig mehr in den Fokus gerückt werden. Denn klar sei, dass die vorhandenen Kapazitäten nicht ausreichten, um die maritime Souveränität Deutschlands und Europas zu gewährleisten.

Serviceplattform unterstützt Eigner

WASP | Das norwegische Unternehmen Kongsberg Maritime hat mit K-Sail eine Plattform auf den Markt gebracht, die Schiffseigner bei der Auswahl der passenden windunterstützten Antriebstechnologie (Wind-Assisted Ship Propulsion – WASP) helfen soll. Der neue Service soll dabei unterstützen, die Komplexität bei der Einführung solcher Technologien zu bewältigen – mit einem besonderen Fokus auf die Systemintegration, erklärt Kongsberg Maritime.

Der Optimierungsprozess von K-Sail gliedert sich in fünf Bereiche. Zunächst werden in der Analysephase die Betriebsparameter des Schiffs bewertet und die passende Segeltechnologie ausgewählt. Als nächstes folgt die Optimierung der Steuerung, um das Steuersystem an den zusätzlichen Schub anzupassen, der durch die Segel erzeugt wird. Dann wird die Antrieboptimierung durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Propeller mit dem zusätzlichen Windantrieb effizient arbeitet. Ein weiterer Bestandteil ist das Energiemanagement, bei dem die durch die Segel erzeugte Energie mit dem Energiebedarf des Schiffes ausbalanciert wird. Darüber hinaus können mithilfe von Künstlicher Intelligenz (KI)



Mithilfe von K-Sail sollen Schiffseigner die für sich am besten geeignete windunterstützte Antriebstechnologie finden

Quelle: Kongsberg Maritime

und Echtzeitdaten die Fahrroute und die Geschwindigkeit des Schiffs für eine maximale Effizienz angepasst werden. Kongsberg Maritime zufolge arbeitet das Unternehmen Tertant bereits im Rahmen eines Pilotprojekts mit dem K-Sail-Team zusammen. Im Jahr 2025 soll der erste von fünf windunterstützten Tankern, die Tern-

tank bestellt hat, vom Stapel laufen und damit als Referenz für K-Sail dienen. Henrik Alpo Sjöblom, Vice President Business Concepts bei Kongsberg Maritime, rechnet damit, dass sich die ursprünglich geschätzten Kraftstoffeinsparungen von 9 Prozent durch K-Sail auf bis zu 15 Prozent steigern lassen.

Motor für kleine bis mittelgroße Elektro- und Hybridschiffe

AMXE | Das Technologieunternehmen ABB hat mit dem AMXE-Marinemotor eine elektrische Antriebslösung für kleine bis mittelgroße Elektro- und Hybridschiffe auf den Markt gebracht. Der Motor verfügt über die höchste Leistungsdichte im ABB-Motorenportfolio und ist für anspruchsvolle Bedingungen konzipiert, heißt es in einer Mitteilung.

Das kompakte Design sowie ein Anschlusskasten ermöglichen die Installation sowohl in Maschinenräumen als auch auf offenen Decks, erklärt der Hersteller. Der Motor wurde so konzipiert, dass er auch rauen Meeresumgebungen sowie Korrosion, Stößen und Vibrationen standhält und durch seine Isolierung eine hohe Zuverlässigkeit bietet. Mithilfe einer Wasserkonstruktion kommt der AMXE-Marinemotor ohne Lüftungssysteme aus,

wodurch Geräusche und Vibrationen für einen leiseren und komfortableren Be-



Der AMXE-Marinemotor kann auch auf offenen Decks installiert werden

Quelle: ABB

trieb reduziert werden. Mit dem neuen Produkt reagiert ABB auf die Bemühungen der maritimen Branche, Emissionen zu reduzieren. „Die Elektrifizierung von Schiffen ist ein entscheidender Faktor für die Steigerung der Effizienz und Leistung, die Senkung der Betriebskosten und die Verringerung der Emissionen in der Schifffahrtsindustrie. Wir freuen uns, zukunftsichere Lösungen anbieten zu können, die unseren Kunden helfen, ihre Dekarbonisierungsziele zu erreichen“, so Roger Affolter, Global Product Group Manager Traction & Mobile e-Power Motors bei ABB.

Der Motor wurde auf der diesjährigen Fachmesse Nor-Shipping zusammen mit dem mobilen Umrichter HES880 vorgestellt, der bereits für Schiffsanwendungen erhältlich ist.

Ammoniak-Bunkerschiff erhält grundsätzliche Genehmigung von DNV

AiP | Das in Singapur ansässige Ingenieurbüro SeaTech Solutions International und das australische Unternehmen Oceania Marine Energy haben von der Klassifikationsgesellschaft DNV eine grundsätzliche Genehmigung (Approval in Principle, AiP) für das Design eines Ammoniak-Bunkerschiffs mit einem Fassungsvermögen von 10 000 m³ erhalten. Das 130 m lange Schiff wurde speziell für die Versorgung von mit Dual-Fuel-Antrieb ausgestatteten Massengutschiffen konzipiert, die Eisenerz aus Minen in der australischen Pilbara-Region über den Hafen von Dampier exportieren. Laut DNV kann das Schiff bis zu 9000 m³ Kraftstoff liefern – genug für zwei Rundreisen zwischen dem australischen Hafen und Nordasien. Australische Exporteure von Massengut setzen zunehmend auf emissionsarme oder klimaneutrale Transportlösungen. Bereits im vergangenen September wurde erfolgreich ein erster Schiff-zu-Schiff-Pilotversuch zur Ammoniakbebungung durchgeführt. Der



Die Übergabe des AiP (v.l.): Elisa Woodward, Non-Executive Director von SeaTech Solutions, Nick Bentley, Managing Director von Oceania Marine Energy, und Jonathan Abrahams, Head of Maritime Advisory, DNV Foto: DNV

Einsatz von Ammoniak als Schiffskraftstoff bringt jedoch Herausforderungen mit sich – er ist sowohl giftig als auch korrosiv und erfordert strenge Sicherheits- und Handhabungsprotokolle.

Für Nick Bentley, Geschäftsführer von Oceania, ist die grundsätzliche Genehmigung von DNV für das Ammoniak-Bunkerschiff

ein wichtiger Meilenstein beim Aufbau der Versorgungs- und Bunkerinfrastruktur für die klimafreundliche Schifffahrtsroute zwischen der Pilbara-Region und Asien. Die Initiative unterstreicht Oceanias Ziel, bis 2030 rund 1 Mio. t sauberen Schiffskraftstoff bereitzustellen, und positioniert Dampier in Westaustralien als zukünftigen Vorreiter.

Prabjot Singh Chopra, Vizepräsident Technologie bei SeaTech Solutions, ergänzt, dass die grundsätzliche Genehmigung nicht nur ein bedeutender Schritt für das Schiff selbst ist, sondern auch für das gesamte Ökosystem, das für eine Ammoniak-Bebungung erforderlich ist. Mit der Entwicklung Dampiers zu einem Zentrum für grüne Schiffskraftstoffe und SeaTechs Engagement für Dekarbonisierungsinitiativen im Einklang mit den australischen Netto-Null-Zielen bringe SeaTech umfassende Erfahrung und Kompetenz mit, um praxistaugliche und skalierbare Lösungen zur Dekarbonisierung der globalen Schifffahrt bereitzustellen.



10.

MARITIM

SCHIFF & HAFEN | SHIP & OFFSHORE

4.0

SCHIFF & HAFEN-KONFERENZ

15. – 16. SEPTEMBER 2025

HAMBURG EMPIRE RIVERSIDE HOTEL

JETZT ANMELDEN

Weitere Informationen finden Sie unter: www.schiffundhafen.de/maritim25

Brennstart für Konverterplattformen auf der Meyer Werft

„BALWIN 1“ / „BALWIN 2“ | Der Dortmunder Übertragungsnetzbetreiber Amprion hat mit dem traditionellen Brennstart mit der Fertigung der Konverterplattformen für die Offshore-Netzanbindungssysteme „BalWin 1“ und „BalWin 2“ begonnen. Amprion hatte das Konsortium aus Dragados Offshore und Siemens Energy 2023 mit dem Bau der Plattformen beauftragt. Ein Großteil der Stahlbauarbeiten, ca. 32 000 t für die Topside, wurde anschließend an die Papenburger Meyer Werft weitervergeben. Sie sollen 2030 und 2031 in Betrieb gehen.

Für Amprion-Geschäftsführer Dr. Carsten Lehmköster stellen die beiden Vorhaben einen enormen Technologiesprung dar. „Die beiden Projekte gehören zu den ersten in der zwei Gigawatt-Leistungsklasse. Im Vergleich zu den bisherigen Offshore-Netzanbindungen ist das mehr als die doppelte Leistung. Das wirkt sich natürlich auch auf die Dimensionen der Plattform aus.“ Die Konverterplattformen „BalWin alpha“ und „BalWin beta“ werden jeweils ca. 56 500 t inklusive der Unterkonstruktion wiegen.

Peter Barth, der Amprion gemeinsam mit Lehmköster leitet, freut sich über die Kooperation der beiden europäischen Werften, da die Kapazitäten für den Bau von Plattformen dieser Dimension auf dem europäischen Markt begrenzt sind. „Wir werden weiter Produktionskapazitäten in Deutschland und Europa aufbauen müssen. Die Zusammenarbeit zwischen Dragados Offshore und Siemens Energy mit der Meyer Werft ist ein wichtiges Zeichen auf dem Weg dorthin. Wir denken europäisch und sorgen damit für Wertschöpfung in Deutschland und Europa.“



Foto: Meyer Werft

Beim traditionellen Brennstart werden die ersten Stahlteile, die anschließend zu Sektionen verschweißt werden, zugeschnitten

Von den Nordsee-Windparks aus verlaufen die Kabel der Netzanbindungssysteme zunächst 155 bzw. 165 km auf See. Sie unterqueren die Insel Norderney und erreichen im Bereich Hilgenriedersiel die Küste. Auf dem landseitigen Teil von „BalWin 1“ und „BalWin 2“ werden etwa 205 bzw. 215 km Erdkabel verlegt. Um zu ihren jeweiligen Netzverknüpfungspunkten in Wehrendorf („BalWin 1“), Niedersachsen, und Westerkappeln („BalWin 2“), Nordrhein-Westfalen, zu gelangen, werden sich die Vorhaben auf dem letzten Teil der Strecke trennen.

Anteilsverkauf für „Nordseecluster“ und „Thor“ abgeschlossen

PARTNERSCHAFT | Der Energiekonzern RWE und Norges Bank Investment Management (NBIM) haben ihre im März angekündigte Transaktion über den Anteilsverkauf der derzeit im Bau befindlichen Offshore-Windprojekte „Nordseecluster“ und „Thor“ erfolgreich abgeschlossen. Damit hält NBIM nun einen Anteil



Der Offshore-Windpark „Nordseecluster“ entsteht rund 50 km nördlich der Insel Juist; „Thor“ knapp 22 km vor der Westküste Jütlands

Quelle: RWE/Vestas

von jeweils 49 Prozent an beiden Projekten. RWE bleibt mit 51 Prozent weiterhin verantwortlich für den Bau und den späteren Betrieb der Offshore-Windparks. Der vereinbarte Kaufpreis beträgt rund 1,4 Mrd. Euro.

Das „Nordseecluster“ soll in zwei Phasen rund 50 km nördlich der Insel Juist errichtet werden. Das „Nordseecluster A“ mit 660 MW soll 2027 vollständig in Betrieb gehen, und das „Nordseecluster B“ mit 900 MW soll 2029 folgen. Nach Angaben von RWE wird der Offshore-Windpark rund 1,6 Mio. Haushalte in Deutschland mit grünem Strom versorgen.

Das bis dato größte Offshore-Windparkprojekt Dänemarks, „Thor“, entsteht rund 22 km vor der Westküste Jütlands. Nach seiner vollständigen Inbetriebnahme im Jahr 2027 wird „Thor“ mit einer Gesamtkapazität von 1080 MW rechnerisch den Strombedarf von mehr als 1 Mio. dänischen Haushalte decken können. Die Bauarbeiten an beiden Projekten schreiten planmäßig voran, so RWE. Bei „Thor“ wurde mit der Installation der Monopile-Fundamente begonnen. Für „Nordseecluster A“ wurden die ersten Fundamente entladen und im Basishafen in Eemshaven gelagert. Die Installation der Fundamente dieses Windparks soll im Sommer beginnen. Die Errichtung der Windturbinen ist bei beiden Projekten für 2026 geplant.



Steuern Sie **sicher** durch die maritime Branche –
mit dem Newsletter von

Schiff & Hafen

- die wichtigsten Meldungen aus Schiffbau, Schifffahrt und Unternehmen der maritimen Branche
- aktuelle Angebote aus dem Stellenmarkt
- Hinweise zu Veranstaltungen

Jetzt kostenlos anmelden!

www.schiffundhafen.de/anmelden-news

Briese-Preis 2024 würdigt innovative Paläo-Biologie und Mikroplastikforschung

DISSERTATIONEN | In Rostock-Warnemünde ist zum 15. Mal der Briese-Preis für Meeresforschung verliehen worden. Ausgezeichnet wurden die beiden Dissertationen zu den Themen „Klimabedingte Veränderungen von Meeresplankton im Nordatlantik seit der letzten Eiszeit“ und „Mikroplastik in marinen und atmosphärischen Umweltkompartimenten Nordeuropas“. Tonke Strack vom MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften in Bremen, und Isabel Goßmann, während der Promotion am Oldenburger ICBM – Institut für Chemie und Biologie des Meeres, teilen sich den mit 5000 Euro dotierten Preis, der von der Reederei Briese Schifffahrts GmbH & Co. KG gestiftet und vom Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) wissenschaftlich betreut wird. Dass die Jury in diesem Jahr zwei Preisträger ausgezeichnet hat, sieht IOW-Direktor Oliver Zielinski als ein Zeichen für die erneute starke Bewerberlage: „Ich werte dies auch als schöne Bestätigung für die anhaltende wissenschaftliche Strahlkraft der seegestützten Meeresforschung, die junge Talente immer wieder motiviert, sich wissenschaftlich für gesellschaftlich relevante Themen zu engagieren.“ Klaus Küper, Leiter der Briese Research Forschungsschifffahrt, ergänzt: „Die beiden in diesem Jahr ausgezeichneten Dissertationen zeigen eindrucksvoll, was für einen nachhaltigen Datenschatz Meeresforschungsexpeditionen generieren.“



Die diesjährigen Briese-Preisträger: Tonke Strack (Mitte links) und Isabel Goßmann (Mitte rechts); überreicht wurde der Preis von Klaus Küper (l.), Leiter der Briese Research Forschungsschifffahrt, und IOW-Direktor Oliver Zielinski

Foto: IOW / K. Beck

Sedimente als Klimaarchive

Strack hatte in ihrer Promotion erforscht, wie sich Planktongemeinschaften im Nordatlantik seit der letzten Eiszeit über die vergangenen 24 000 Jahre unter dem Einfluss von Klimaschwankungen verändert haben. Im Fokus der Arbeit standen fossile Überreste winziger Planktonorganismen, die sich über Jahrtausende im Sediment ablagern und gut identifizieren lassen. Die Artenzusammensetzung dieser Plankter reagiere empfindlich auf Umweltveränderungen und ermögliche so Rückschlüsse auf frühere Meeresoberflächentemperaturen, heißt es in einer Mitteilung. Die Dissertation analysierte Verbreitungs- und Biodiversitätsmuster anhand eines umfangreichen Datensatzes, der aus der Untersuchung von insgesamt 37 Sedimentkernen stammt. Er wurde über mehr als vier Jahrzehnte bei 22 internationalen Forschungsausfahrten mit zehn verschiedenen Schiffen im gesamten Nordatlantik erhoben. Die Ergebnisse von Stracks Arbeit zeigen asymmetrische, polwärts gerichtete Verlagerungen der Verbreitungsgebiete und das Auftreten neuer Planktongemeinschaften, insbesondere zu Beginn der heutigen Warmzeit. Auffällig sei, dass diese Veränderungen nicht allein durch Temperaturentwicklungen erklärbar sind – auch ökologische Wechselwirkungen spielen eine wesentliche Rolle. Die Arbeit stellt etablierte Annahmen in paläoökologisch basierten Klimafolgenmodellen infrage und unterstreicht die Bedeutung einer sorgfältigen Validierung von Temperaturrekonstruktionen, so die Briese-Preis-Organisatoren.

Mikroplastik in norddeutschen Gewässern

Goßmann hat im Rahmen ihrer Dissertation gezielt die Verteilung von Mikroplastik in norddeutschen Gewässern und in der Atmosphäre untersucht. Dazu setzte sie die Pyrolyse-Gaschromatographie-Massenspektrometrie ein, optimierte diese Methode für diesen Zweck und etablierte sie für die Analyse verschiedener Kunststoffarten, um sie zu identifizieren und quantitativ deren Masse zu bestimmen. Ein besonderer Fokus lag dabei auf Reifenabriebpartikeln, die sie erstmals differenziert nach Pkw- und Lkw-Bereifung erfasste. Goßmann sammelte Proben auf vier Schiffsexpeditionen, wobei sie das Tiefenwasser, die Meeresoberfläche, die Meeresoberflächen-Mikroschicht und die Atmosphäre berücksichtigte – und dies auch in abgelegenen arktischen Regionen. Mit ihren Ergebnissen konnte sie belegen, dass Mikroplastik allgegenwärtig ist und sowohl vom Land als auch vom Meer aus in die Atmosphäre gelangt. Auch herabsinkender, sogenannter Meeresschnee – Flocken aus abgestorbenem organischem Material – spiele eine Rolle beim Transport von Mikroplastik in die Tiefsee. „Mit neuen Erkenntnissen zu Mikroplastik in urbaner Luft, mariner Atmosphäre sowie in der oberen Wassersäule leistet sie einen substanziellen Beitrag zur Mikroplastikforschung und liefert neue Impulse für das Verständnis der Verbreitungswege und Umweltwirkungen dieser Partikel“, so das Jury-Urteil zu Goßmanns Dissertation.

Mehr Investitionen und Planungssicherheit für europäische Energiewende notwendig

IMCA-STUDIE | Europas Ziel, bis 2050 rund 300 bis 400 GW an Offshore-Windenergie zu installieren, erfordert die Errichtung von mehr als 10 000 Offshore-Windenergieanlagen sowie die dafür notwendige Infrastruktur. Dies sei jedoch kaum erreichbar, wenn die Offshore-Bauindustrie beim Erstellen von Regierungsplänen keine entscheidende Rolle spiele. Zu diesem Ergebnis kam jetzt der Economic Impact Report, eine neue Studie, die im Auftrag der International Marine Contractors Association (IMCA) von PA Consulting durchgeführt wurde. Um die Offshore-Wind- und Klimaziele Europas zu erreichen, seien demnach ebenso ein rascher und bisher beispielloser Ausbau der Hafenkapazitäten, eine Erweiterung der Schwergutschiffbestände sowie mehr Spezialequipment und geschultes Offshore-Personal notwendig.

Insbesondere die Flottenerweiterung verzögere sich jedoch, weil die Branche mit großen Unsicherheiten konfrontiert sei und neue Investitionen zurückhalte. Derzeit seien nur wenig neue Schwergutschiffe in Auftrag. Da ihr Bau in der Regel vier bis sechs Jahre dauert, geraten die Offshore-Windausbauziele in Europa in Gefahr. Auch das Wachstum der Branche sei bedroht – insbesondere durch fehlende Flottenkapazitäten, neue Umweltauflagen für Kraftstoffe und verzögerte Investitionsentscheidungen, so das Ergebnis der wirtschaftlichen Folgenabschätzung von IMCA.

Da die Schiffe voraussichtlich 20 Jahre oder länger im Einsatz sind, benötigen Unternehmen jedoch Planungssicherheit, bevor sie in Neubauten investieren. Die maritimen Auftragnehmer seien bereit zu investieren, sagt IMCA-Director of Strategy and Energy Transition Lee Billingham. Aber sie könnten keine 250 Mio. Euro bis 3 Mrd. Euro teuren Schiffe in Auftrag geben, wenn Regulierungsbehörden das schnelle Erreichen von Klimazielen fordern, jedoch keine Klarheit darüber besteht, welche Brennstoffe in Zukunft zur Verfügung stehen oder wie die Hafeninfrastruktur ausgelegt sein muss. Der Zugang zu den Häfen, die Kraftstoffinfrastruktur und die Angleichung regulatorischer Rahmenbedingungen müssten deshalb ineinandergreifen. Um die EU-Ziele umzusetzen, sei daher eine enge Zusammenarbeit zwischen EU, nationalen Regierungen und maritimer Industrie notwendig, damit die für die Energiewende entscheidenden Investitionen getätigt werden können, so Billingham.

Die Studie, die die EU-27, das Vereinigte Königreich und Norwegen umfasst, kommt außerdem zu dem Schluss, dass die Offshore-Bauindustrie im Jahr 2025 voraussichtlich mehr als 45 Mrd. Euro an direkter Bruttowertschöpfung erzeugen und über 220 000 Arbeitsplätze unterstützen wird. Einschließlich indirekter und induzierter Effekte trage die Branche im Jahr 2025 sogar mehr als 490 000 Arbeitsplätze und 80 Mrd. Euro zur europäischen Bruttowertschöpfung bei.

IMCA weist zudem darauf hin, dass die Branche – trotz ihrer entscheidenden Rolle für die europäische Energiewende – bisher unterbewertet ist. Die IMCA will daher den Economic Impact Report als Diskussionsgrundlage für die Erarbeitung neu-



Lee Billingham, IMCA-Director of Strategy and Energy Transition, zufolge brauchen maritime Auftragnehmer Klarheit darüber, welche Brennstoffe in Zukunft zur Verfügung stehen oder wie die Hafeninfrastruktur ausgelegt sein muss

Foto: IMCA

er EU-Initiativen wie des Action Plan for Affordable Energy, des Action Plan on Cable Security, des EU Ocean Pact, der EU Ports Strategy, der EU Industrial Maritime Strategy, des Energy Grids Package oder der Überprüfung des EU-Emissionshandelsystems (EU ETS) nutzen.

PODSZUCK®

Marine and Offshore Doors – Made in Germany Established in 1919

**A-, B- and C-Class doors...
Only the best should be standard**

**Hinged and sliding doors
with and without glass**

Podszuck® GmbH
Klausdorfer Weg 163
24148 Kiel
Germany
Tel. +49 (0) 431-66 1110
Fax. +49 (0) 431-66 111 28
info@podszuck.eu

www.podszuck.eu

Europäische Zusammenarbeit für eine emissionsfreie maritime Zukunft

MARLEN Zum Jahresbeginn 2025 ist mit MarLEN – dem Maritime Low Emission Network – eine neue europäische Initiative gestartet, die mit finanzieller Unterstützung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) und weiteren europäischen Partnern klimafreundliche maritime Innovationen fördert. Die Coordination and Support Action (CSA) MarLEN wird in Deutschland vom Projektträger Jülich koordiniert und ist eingebettet in die Zero Emission Waterborne Transport (ZEWT) Partnerschaft innerhalb des Forschungsrahmenprogramms Horizont Europa.

Lara Ludwig

Die Initiative MarLEN (Maritime Low Emission Network) ist Anfang 2025 als Nachfolgeprojekt von ERA-NET MarTERA gestartet. MarTERA (Maritime and Marine Technologies for a new ERA) förderte als ERA-NET-Cofund eine breite Themenvielfalt maritimer Technologien mit Fokus auf die langfristige Strategie „Blaves Wachstum“. In MarTERA hatten sich 18 Förderorganisationen aus 16 Ländern zusammengeschlossen. Die Europäische Kommission finanzierte die Koordinierung und hatte zudem die im ersten Förderaufruf 2017 ausgewählten F&E-Projekte zusammen mit den beteiligten Ländern kofinanziert (Cofund). In den Jahren danach folgten drei weitere Förderaufrufe, die allein aus nationalen Fördergeldern finanziert wurden. Insgesamt unterstützte MarTERA über alle vier Förderaufrufe hinweg 48 Verbundprojekte bestehend aus 256 Vorhaben mit einem Fördervolumen von über 60 Mio. Euro. Die geförderten Projekte zeichneten sich durch ihre thematische Vielfalt auf den folgenden Gebieten aus:

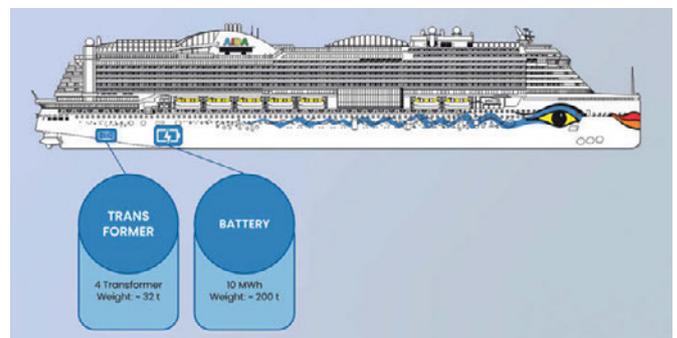
- › Umweltfreundliche maritime Technologien,
- › Innovative Konzepte für Schiffe und Offshore-Anlagen,
- › Fortschrittliche maritime Produktionsverfahren,
- › Sensorbasierte Beobachtung und Überwachung der Meere und
- › Zivile maritime Sicherheit.

MarTERA hat gezeigt, dass transnationale Kooperationen einen europäischen Mehrwert schaffen, indem sie Hürden beseitigen und dauerhafte Arbeitsbeziehungen über Ländergrenzen hinweg ermöglichen. Die Fördermittelgeber des MarTERA-Konsortiums verfügen sowohl über umfangreiche Erfahrungen bei der Umsetzung, Verwaltung und Bewertung der nationalen Forschungsfinanzierung, als auch bei der transnationalen Zusammenarbeit. Die Förderorganisationen haben bedeutende Beiträge zu gemeinsamen Programminitiativen geleistet und werden dies auch weiterhin tun. Die aktuelle Coordination and Support Action (CSA) MarLEN baut auf diesen soliden Erkenntnissen auf, erweitert bereits bestehende Kooperationsstrukturen und dehnt diese auf neue, internationale Partnerländer aus.

Ziele der CSA-MARLEN

MarLEN fokussiert sich, im Gegensatz zu MarTERA, stärker auf ein klar abgegrenztes Ziel: die Dekarbonisierung maritimer Aktivitäten. Innerhalb der ZEWT-Partnerschaft konzentriert sich die Initiative konkret auf emissionsfreie Lösungen entlang der gesamten maritimen Wertschöpfungskette – vom Zuliefersektor über die Produktion bis hin zu Schiffen und Anlagen.

Daneben sollen in MarLEN Synergien zwischen nationalen maritimen Forschungsprogrammen im Einklang mit den Zielen



Batteriespeicher der „AIDAprima“

Quelle: AIDA Cruises

der ZEWT-Partnerschaft gefunden und genutzt werden. Denn die Zusammenarbeit zwischen der Europäischen Kommission und der Waterborne Technology Platform zielt darauf ab, bis 2030 emissionsfreie Lösungen für alle wichtigen Schiffstypen und -dienstleistungen zu entwickeln und zu demonstrieren. Konkret sollen Lücken in der Forschungslandschaft identifiziert und geschlossen sowie die Kosteneffizienz bestehender Forschungsprogramme verbessert werden. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung gemeinsamer Standards für die Bewertung und Priorisierung von Forschungsvorhaben sowie für das anschließende Monitoring und die Evaluation der Forschungsaktivitäten. Förderaufrufe konzentrieren sich nicht ausschließlich auf Forschung und Entwicklung im Hinblick auf die Verwendung von alternativen Kraftstoffen. Es müssen verschiedene Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz von Schiffen und der damit verbundenen Emissionswerte (sowohl bei der Nachrüstung als auch bei Neubauten) berücksichtigt werden. Der Übergang zur emissionsfreien Schifffahrt erfordert Änderungen an Infrastruktur, Schiffskonstruktion, Verfahren, Häfen, Logistikketten und Betriebsabläufen – auch hier besteht Innovationsbedarf.

MarLEN trägt somit dazu bei, die ehrgeizigen Ziele des Schifffahrtssektors zu erreichen, die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen maritimen Industrie zu stärken sowie die aktuellen und künftigen Klima- und Umweltherausforderungen wirksam anzugehen und zu bewältigen.

MarTERA DDD-BATMAN als Vorzeigeprojekt für Dekarbonisierung

Auch in MarTERA gab es einige Vorhaben, wie das Projekt MarTERA DDD-BATMAN, die innovative, energieautarke Ansätze verfolgten. Diese liefern wertvolle Impulse, an die zukünftige Antragsteller im Rahmen von MarLEN anknüpfen können.

Das Projekt MarTERA DDD-BATMAN leistete einen wichtigen Beitrag zur maritimen Energiewende, indem es die sichere und effiziente Nutzung von Batteriesystemen in der Schifffahrt weiterentwickelte – ein zentraler Baustein emissionsfreier Antriebskonzepte. Diese Batteriesysteme ermöglichen es Schiffen, insbesondere in sensiblen Bereichen wie Häfen, temporär emissionsfrei zu fahren. Voraussetzung für den verlässlichen Einsatz ist jedoch ein präzises Echtzeitverständnis über den tatsächlichen Lade- und Gesundheitszustand eines Batteriesystems sowie des tatsächlichen Energiebedarfs an Bord. Genau hier setzte DDD-BATMAN an: Ziel war die Entwicklung datengestützter Methoden zur präzisen Zustandserfassung und Leistungsprognose von Batteriesystemen. Das Kreuzfahrtschiff „AIDAprima“ diente als Versuchsträger und lieferte reale Betriebsdaten, welche in eine Lebenszyklusanalyse zur Bewertung des tatsächlichen ökologischen Fußabdrucks eines Batteriesystems einfließen. Alles mit dem Ziel, den emissionsfreien Betrieb zu maximieren und die Technologie attraktiver für den breiten Einsatz zu machen.

In der deutsch-norwegischen Kooperation fungierte die Klassifikationsgesellschaft DNV als Koordinator für das gesamte Projekt. Daneben hatte das Vorhaben zwei starke Partner aus der Industrie: Die norwegische Firma Corvus Energy sowie die deutsche Carnival Maritime GmbH. Als renommierter Partner aus der deutschen Wissenschaftslandschaft trug das Fraunhofer-Institut ISE maßgeblich zum Projekterfolg bei. Mit 1,9 Mio. Euro Zuwendung, wovon ca. 600 000 Euro an die deutschen Partner flossen, wäre DDD-BATMAN auch in MarLEN ein passfähiges Entwicklungsprojekt mittlerer Größe. Eine binationale Forschungsk Kooperation bedeutet nicht, dass nur zwei Nationen beteiligt sein müssen. Sofern sich im nationalen Rahmen keine geeigneten Dienstleister und Anbieter finden, können Unteraufträge auch ins Ausland vergeben werden.

Erster Förderaufruf

Die CSA wird bereits durch einen starken Verbund getragen, dem mehrere europäische Ministerien, Projektträger und Förderinstitutionen aus dem maritimen Bereich angehören. An MarLEN sind neben Deutschland derzeit acht weitere Nationen beteiligt: Belgien, Großbritannien, Irland, Italien, Norwegen, Portugal, Rumänien sowie die Türkei – weitere Länder können sich jederzeit noch anschließen. Zusammen repräsentieren die genannten Länder einen bedeutenden Teil der Schifffahrtsproduktion in Europa sowie der Weltflotte, was zeigt, dass dieses Netzwerk einige wichtige EU-Akteure im Bereich der maritimen Technologien abdeckt.

Der erste Förderaufruf mit den daran beteiligten Nationen öffnete am 01.05.2025. Die Einreichungsfrist endet fünf Monate später, am 30.09.2025. Grundsätzlich soll jedes vom BMWF geförderte Verbundprojekt einen deutschen Industriepartner einbinden und einen signifikanten Industrieförderanteil haben. Besonders erwünscht sind Kooperationen mit starker industrieller Beteiligung inklusive kleiner und mittlerer Unternehmen sowie Start-ups und praxisnahen Lösungen für die maritime Energiewende.

Um am ersten Call teilzunehmen, müssen sich die Forschungskonsortien auf dem Submissionssystem (<https://marlen.ptj.de/call1>) registrieren und ihre Partner einladen. Ein dort einzureichender Leittrag (max. 10 MB als PDF auf Englisch) muss der im Call Announcements beschriebenen Gliederung entsprechen und dient als Grundlage für die Auswahl von Projekten für eine Förderung. Der Start der ersten geförderten Verbundprojekte ist für Mitte 2026 vorgesehen.

Geförderte Themen und Partner

Vor allem industriegeführte Konsortien mit Partnern aus mehreren Ländern, die in den Schwerpunkten der ZEWT-Partnerschaft

arbeiten und die sich auch an den nationalen Forschungsprogrammen ausrichten, können innovative Projektanträge einreichen. Dazu gehören die Themen

- › Maritime alternative Treibstoffe,
- › Elektrifizierung,
- › Energieeffizienz,
- › Design und Retrofit,
- › Digital Green und
- › Häfen.

Neben industrieller Forschung werden auch Aktivitäten der experimentellen Entwicklung neuer Technologien und Anwendungen bis hin zur Demonstration gefördert.

MarLEN verfolgt das Prinzip „nationale Mittel für nationale Partner“ – das heißt, jede fördernde Institution unterstützt die Beteiligung ihrer jeweiligen nationalen Projektpartner. Daher ist es auch möglich, internationale Forschungspartner aus der EU oder anderen in MarLEN noch nicht explizit genannten Regionen in Projekte einzubinden. Einzige Voraussetzung: Der Partner kann eine eigene nationale Förderung in Anspruch nehmen oder das entsprechende Land tritt dem MarLEN-Konsortium bei.

Die Höhe der Förderung ist durch das bereitgestellte Budget des jeweiligen Landes sowie nationale Richtlinien festgelegt. Die deutsche Beteiligung kommt aus dem Maritimen Forschungsprogramm, weswegen die dortigen Zuwendungsvoraussetzungen gelten. Im Gegensatz zu MarTERA wird in MarLEN keine Evaluierung durch ein internationales Gutachtergremium erfolgen. In MarLEN soll dieses Verfahren durch nationale Begutachtungsprozesse beschleunigt werden, die in den meisten Ländern vorgeschrieben sind.

Ausblick und Zusammenfassung

Im Rahmen von MarLEN sind drei weitere, jährliche Calls geplant. Diese sollen auf den bisherigen Förderaufrufen aufbauen und weiterentwickelt werden. Auch eine Ausweitung auf weitere Fördermittelgeber ist geplant. Darüber hinaus sind die Bereiche Elektrifizierung, Energieeffizienz und Digital Green eng mit Themen der Blauen Wirtschaft verknüpft. Zukünftige MarLEN-Aktivitäten in diesem Bereich können daher von einem Austausch und einer Kooperation mit der Sustainable Blue Economy Partnerschaft (SBEP) in Horizont Europa profitieren.

MarLEN wird die Durchführung internationaler Vorhaben weiter verbessern und hat ehrgeizige Ziele für die Finanzierung grenzüberschreitender Forschung. Darüber hinaus ermöglicht die Initiative deutschen Unternehmen und Forschungseinrichtungen einen einfacheren Zugang zu Ressourcen anderer Länder. Dadurch stärkt MarLEN die europäische Zusammenarbeit in der maritimen Forschung und vertieft die Koordination zwischen relevanten nationalen Programmen im Bereich der maritimen technologischen Forschung – was wiederum die Innovations- sowie Wettbewerbsfähigkeit des maritimen Sektors in Europa erhöht.

MarLEN bietet somit vielversprechende Perspektiven für eine nachhaltige, international vernetzte maritime Zukunft – mit dem Ziel, konkrete Impulse für eine emissionsfreie Schifffahrt in Europa zu setzen.

Die Autorin
Lara Ludwig, Projektträger Jülich



»Wir werden der kommerziellen Schifffahrt in zwei Jahren nachhaltigen Kraftstoff anbieten«

INTERVIEW Das Mannheimer Start-up Icodos verspricht der Schifffahrt schon bald im kommerziellen Maßstab nachhaltige Kraftstoffe: synthetisches Methanol, das nach einem am Karlsruher Institut für Technologie entwickelten Verfahren gewonnen wird. Das Unternehmen ging 2023 aus dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) hervor. Gründer sind David-Andre Strittmatter und Vidal Vazquez. Im Frühjahr 2025 hat das Unternehmen mit Projektpartnern die erste Anlage zur Produktion des Schiffskraftstoffs aus Klärschlamm und grünem Strom in Mannheim bei der örtlichen Kläranlage vorgestellt. Im Gespräch mit Schiff&Hafen erklärt Geschäftsführer Strittmatter, wie der Kraftstoff wettbewerbsfähig werden soll, woraus er besteht und wie er zu den Häfen gelangen wird.

Herr Strittmatter, was zeichnet Ihr Verfahren aus?

Wir trennen Kohlenstoffdioxid (CO₂) aus Biogas ab und wandeln es mit grünem Wasserstoff zu Methanol um. Mit unserer Technologie können wir Biogas zu hochwertigem Biomethan aufbereiten und gleichzeitig aus dem anfallenden CO₂ grünes e-Methanol herstellen. Die einzigartige und patentierte CO₂-Abscheidung und Methanolsynthese macht sie zur effizientesten CO₂-Abscheidungstechnologie.

Wo stehen CO₂-Quellen zur Verfügung?

Die größten biogenen CO₂-Quellen weltweit sind Biomasse- und Müllverbrennung. Zudem bietet Klärschlamm viel Potenzial. Es gibt alleine in Europa 75 000 Kläranlagen, die kaum erschlossen sind. Das summiert sich auf Millionen von Tonnen. In Südamerika geht es in Richtung Zellstoff, Holz und landwirtschaftliche Abfälle, die bisher verbrannt werden, z.B. aus der Ananas- oder Bananenproduktion.

Reicht das für den Bedarf der Schifffahrt?

Die CO₂-Quellen von heute könnten die Schifffahrt schon CO₂-neutral stellen. Nichtsdestoweniger braucht es eine Erschließung neuer Vorkommen, sei es aus der Luft, aus Ozeanwasser und weiteren unvermeidbaren Quellen wie der Nahrungsmittelproduktion. Das großflächig nutzbar zu machen, benötigt Zeit.

Was macht e-Methanol für die maritime Wirtschaft interessant?

Was die Schifffahrt möchte, ist ein Energieträger, der es ihr ermöglicht, emissionsarm große Schiffe zu betreiben. Elektrifizierung funktioniert besonders für große Einheiten nicht, weil Batterien zu groß sind und der CO₂-Fußabdruck dadurch eher noch schlechter würde. Deshalb brauchen sie kompakte Energieträger, und da gibt es nicht viele Optionen. Verflüssigtes Biomethan, Wasserstoff, Ammoniak haben teilweise noch massive Herausforderungen zu bewältigen, die



David-Andre Strittmatter ist einer der beiden Geschäftsführer von Icodos Foto: Icodos GmbH

die Wirtschaftlichkeit erschweren. Das gilt für Methanol nicht.

Wie sieht die CO₂-Bilanz Ihres Methanols aus?

Mit einer Tonne unseres e-Methanols können wir 1,5 Tonnen CO₂-Äquivalente gegenüber Schiffsdiesel einsparen.

Wie sieht es mit den Kosten aus?

Die Schifffahrt ist in gewisser Weise verwöhnt. Sie zieht Nutzen daraus, dass der Straßenverkehr, der Flugverkehr und die petrochemische Industrie den Großteil der Investitionen der Ölindustrie bezahlt. Denn sie nutzt das Restprodukt, das in den Raffinerien übrigbleibt, wo Schweröl und Schiffsdiesel sehr günstig angeboten werden kann. Für Alternativen wie Gas oder Strom ist es sehr schwierig, auf den Preis von Schiffsdiesel zu kommen.

Und bei Ihnen?

Unsere Technologie ist darauf ausgelegt, die Moleküle so kosteneffizient und skalierbar herzustellen, dass wir das Methanol wettbewerbsfähig produzieren können. Ziel ist idealerweise die Kostenparität mit Schiffsdiesel zu erreichen. Das ist aber noch ein Weg, weil wir bei den Anlagen, die heute Schiffsdiesel herstellen, von großen Volumina sprechen. Bis wir dahin kommen, müssen wir als Icodos noch mehrere Anlagen gebaut haben.

Wie viele Anlagen gibt es schon?

Die erste ist die „Mannheim 001“-Anlage, wo aus Biogas, das aus Klärschlamm kommt, Methanol produziert wird. Dann gibt es im Rahmen eines europäischen Förderprojektes eine Demonstrationsanlage, die wir zusammen mit der französischen Electricité de France (EdF) in Fontainebleau bei Paris umsetzen. Zudem ist eine industrielle Anlage in Andalusien in Planung. Dort haben wir einen Standort bei einer Kläranlage identifiziert. Mit dieser ersten Industrieanlage werden wir in der Lage sein, sehr attraktiv das nachhaltige Methanol herzustellen.

Was heißt sehr attraktiv und bis wann soll es so weit sein?

Das heißt, dass in 24 Monaten das erste Methanol für die kommerzielle Schifffahrt aus der Anlage bereitstehen wird. Es sind einige regulatorische Anforderungen zu erfüllen, um neue Kraftstoffe in den Markt zu bringen. Das lohnt sich erst ab einer gewissen Tonnage.

Von welchen Volumina sprechen wir?

In Mannheim reden wir von einer Größenordnung von 10 000 Litern pro Jahr. In Fontainebleau liegt die Kapazität bei 150 000 Litern und in Spanien geht es los bei 3000 Tonnen pro Jahr. Ab da wird man wirtschaftlich.

Worum geht es bei dem EU-Forschungsprojekt?

Das Vorhaben nennt sich Poseidon aus dem Forschungsprogramm Horizon, an dem 18 Konsortialpartner beteiligt sind. Neben der Demonstration unserer Technologie geht es um weitere Anwendungsfälle, zum Beispiel in Thessaloniki in Griechenland, wo das CO₂ aus einer Zementfabrik kommen soll und in Valencia, wo es aus der Kläranlage stammt.

Sollte der Rohstoff CO₂ aus Kostengründen nicht zentral in der Nähe der Häfen gewonnen werden?

Grundsätzlich ist das eine ideale Konstellation. Beim Vorhaben in Valencia liegt die Kläranlage nur 1,5 km vom Hafen entfernt. Außerdem ist in Spanien auch reichlich Sonne zur günstigen Stromproduktion für den grünen Wasserstoff. Es gibt einige Standorte dieser Art, aber auch viele CO₂-Quellen, die einen höheren logistischen

Aufwand erfordern. Das ist bei vielen Erdgas- und Erdölfeldern aber nicht anders als etwa beim Fracking.

Wie läuft der Transport?

Idealerweise in klassischen Tankcontainern, die auf Züge oder LKW geladen und auf Tank- oder Containerschiffe umgeladen werden. In Andalusien planen wir diese Transportkette für die Hafenstadt Algeciras.

Welche Infrastruktur brauchen die Häfen dafür?

Das Charmante am Methanol ist, dass man es wie Benzin handeln kann und keine Sicherheitsprotokolle erfüllen muss wie Wasserstoff oder Ammoniak. Themen sind ein niedriger Flammpunkt und dass die Flüssigkeit bei höheren Temperaturen verdampft, aber wir sprechen nicht von hochtoxischen Gasen wie Ammoniak oder einem sehr flüchtigen wie Wasserstoff. Methanol wird wie Benzin flüssig transportiert, man kann vorhandene Lager nutzen und relativ einfach neue bauen. Die müssen vor Korrosion und Verdampfung geschützt sein, aber das sind keine großen Herausforderungen. Der Transport findet ja schon statt. Methanol ist kein neues Molekül. Heute werden schon rund 100 Millionen Tonnen auf der Welt gehandelt.

Für welche Schiffsmotoren ist Methanol geeignet?

Ottomotoren können ja sehr flexibel in der Schifffahrt Benzin und benzinartige Kraftstoffe verbrennen. Dazu zählt das Methanol. Bei Dieselmotoren müsste ein Retrofit durchgeführt werden, damit diese auch mit Methanol fahren können.



EUROPORT 2025

4-7 Nov | Rotterdam Ahoy

ROTTERDAM
AHOY

REGISTRATION IS NOW OPEN

**THE MARITIME WORLD
TOGETHER, TODAY, TOMORROW**

51-8244701-4-4777325

EUROPORT.NL



BOOK YOUR STAND

Since many decades Europort, organized in the world port city of Rotterdam, is the international maritime meeting place for innovative technology and complex shipbuilding. With visitors from over 100 countries around the world, it is an international magnet for maritime professionals.

Discover all participation options now: get in touch with our team through sales@europort.nl



Die PTZ-Netzwerkcameras von Axis Communications liefern die für die Fernsteuerung und Gewährleistung der Schiffssicherheit notwendigen Sensordaten

Foto: Seafar NV

Netzwerkcameras als Treiber für halbautonome und unbemannte Schifffahrt

PTZ Das belgische Unternehmen Seafar NV hat eine innovative Lösung für den Betrieb besatzungsreduzierter Schiffe entwickelt – und diese mit seinem 2024 eröffneten Remote Operations Center in Duisburg nun auch in Deutschland eingeführt. Die Schiffe werden über das Seafar-Steuerungssystem von einem speziell dafür lizenzierten Kapitän per remote gesteuert. Die für die Fernsteuerung und Gewährleistung der Schiffssicherheit notwendigen Sensordaten liefern smarte PTZ-Netzwerkcameras von Axis Communications.

Jochen Sauer

Im Jahr 2018 hat die belgische Regierung ein neues Gesetz verabschiedet, um effizientes Smart Shipping sowie die Automatisierung der Binnenschifffahrt voranzutreiben. Als wichtiges Schifffahrtsland in Bezug auf Handel und Logistik, mit dem Hafen Antwerpen als bedeutendem maritimen Knotenpunkt, konnte Belgien bereits früher als in anderen europäischen Ländern eine Genehmigung für die ferngesteuerte Navigation von Schiffen erlangen, entsprechende Testfahrten durchführen und auf dieser Basis Technologielösungen entwickeln und weiter vorantreiben.

Das erste Remote Operations Center (ROC) von Seafar entstand im Jahr 2021 in Antwerpen. Dabei handelt es sich um ein zentrales Kontrollzentrum, von dem aus Fernlotsen – statt eines Kapitäns auf dem Schiff – die Schiffe fernsteuern. Das Kontrollsystem von Seafar besteht aus drei Einzelkomponenten: Dem Fernbedienungszentrum im ROC, einem Datenkommunikationssystem, das die Verbindung zwischen den Komponenten herstellt, und dem Schiffssteuerungssystem (Vessel Control Sys-

tem), das die komplette Hardware- und Softwareinstallation an Bord des Schiffes umfasst.

Das Vessel Control System stellt die Schnittstelle zwischen allen relevanten, schiffseigenen Systemen – beispielsweise den Antriebsmaschinen, dem Ruder und Bugstrahlruder, der Lichterführung, dem Radar und Funkgerät – und dem ROC her. Die Verbindung zum ROC erfolgt über drei kuppelförmige Dome-Antennen und drei verschiedene Netze – UKW-Funk, Satellitenkommunikation und 4G/5G –, um einen schnellen Datenaustausch und Redundanz im Falle von Ausfällen sicherzustellen. Auf dem Schiff dient das Vessel Control System als sogenannte „zweite Brücke“, die es dem verantwortlichen Besatzungsmitglied im Bedarfsfall ermöglicht, die direkte Kontrolle zu übernehmen, allen voran über den Antrieb. Wichtige sekundäre Funktionen des Schiffes, vom Schiffshorn über die in der Binnenschifffahrt gebräuchliche blaue Tafel zur Kursangabe bis hin zu Alarmen und Beleuchtung, sind ebenfalls direkt an das System angeschlossen.

Das Fernbedienungszentrum im ROC ist mit den wichtigsten Navigationsinstrumenten des Schiffs verbunden, darunter Flusslotse, Radar, Wendegeschwindigkeits- und Ruderstandsanzeige, GPS-Kompass und Echolot. Diese Instrumente unterstützen die Crew im ROC bei der Routenplanung, der sicheren Navigation und der Durchführung von Manövern. Die Fernlotsen selbst sind geschulte und zertifizierte Kapitäne – die Voraussetzungen für das ROC-Personal sind die entsprechenden, notwendigen Lizenzen und Patente sowie langjährige praktische Erfahrung als Schiffsführer auf einem Binnenschiff.

Die Ausbildung zum ROC-Bediener dauert rund vier Wochen und umfasst ferngesteuerte Navigation unter Aufsicht sowie eine Reihe von Simulationsszenarien. Mit dieser Ausbildung erweitern und vertiefen die Fernlotsen zum einen ihre persönlichen Kompetenzen in den Bereichen IT und Schiffssysteme und sind somit in ihrem weiteren Karriereweg flexibler. Zum anderen sind sie nicht länger durch fortwährende Reisen von Familie und Freunden getrennt, was den Beruf wieder attraktiver macht.

Sichere Navigation durch Künstliche Intelligenz und Machine Learning

Essenziell für die Fernsteuerung durch das Personal im ROC ist der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Machine Learning zur Objekterkennung sowie von Sensorfusion, also der Integration von Daten aus verschiedenen Sensoren. Erst durch diese Technologien wird eine genaue Wahrnehmung der Schiffsumgebung und somit eine fundierte Entscheidungsfindung überhaupt möglich.

Aktuell trainiert Seafar mithilfe von KI und Machine Learning das Kontrollsystem darauf, dass es andere Schiffe in Kameraaufnahmen erkennt und diese Aufnahmen mit einem AIS-Signal und einem Radarbild verbindet, um die exakte Position der anderen Schiffe bestimmen zu können. Je nach notwendigem Aufmerksamkeitsgrad werden diese farblich gekennzeichnet – im Extremfall beispielsweise Rot bei Kollisionskurs – und so dem Fernlotsen im ROC einfach sichtbar gemacht. Der nächste Schritt für Seafar besteht darin, das System so zu trainieren, dass es dem Fernlotsen unmittelbar Vorschläge unterbreitet, wie er in bestimmten Situationen reagieren kann.

Decks und Umgebung im Blick mithilfe von Netzwerkkameras

Zusätzlich zu GPS, LIDAR, Radar und AIS zählen Kameras zu den wichtigsten Sensoren, die den Einsatz der Seafar-Technologie – und die essenzielle Objekterkennung auf Basis von KI und Machine Learning – auf den Schiffen ermöglichen. Dafür kommen PTZ-Netzwerkkameras (Pan, Tilt, Zoom) von Axis Communications zum Einsatz. Die Fernlotsen im ROC nutzen die Kameras, um sich einen vollständigen Überblick über Back- und Steuerbord, Bug und Heck sowie über die Umgebung des Schiffs zu verschaffen und es in kritischen Manövern, beispielsweise in Schleusen, fernzusteuern. Bei den konkreten Kameramodellen, die bei Seafar im Einsatz sind, handelt es sich um die AXIS M5526-E PTZ Camera, die AXIS Q6225-LE PTZ Camera und die AXIS Q6135-LE PTZ Network Camera.

Die am häufigsten installierte Kamera ist die AXIS M5526-E PTZ Camera, eine PTZ-Kamera mit einer Auflösung von 4 MP und zehnfachem optischen Zoom. An den Schiffen ist sie üblicherweise an eigens dafür aufgestellten Masten installiert. Sie verfügt über eine Autofokus- sowie eine 360-Grad-Schwenkfunktion

und ermöglicht auf diese Weise sowohl eine weitreichende Übersicht als auch Aufnahmen mit hohem Detailgrad. Zudem enthält sie eine Deep Learning Processing Unit (DLPU) für eine schnellere Verarbeitung und optimierte Speicherung von Aufnahmen.

Auch die AXIS Q6225-LE ist eine PTZ-Kamera, die sich insbesondere für den Betrieb unter widrigen Bedingungen eignet. Üblicherweise wird sie an den Schiffen an höherstehenden, die Schiffsladung überragenden Masten installiert, um eine bessere Übersicht über das Schiff und dessen Umgebung zu erhalten. Sie zeichnet sich durch eine HDTV-Auflösung (1080p), einen 31-fachen optischen Zoom und die von Axis entwickelte OptimizedIR-Technologie aus. Letztere nutzt energieeffiziente LEDs, um den IR-Leuchtkegel automatisch an den jeweils aktuellen Zoomfaktor anzupassen und so für eine gleichmäßige Ausleuchtung des gesamten Sichtfelds zu sorgen. Mit Schutzklasse IK10 gemäß MIL-STD-810 und NEMA TS-2 ist die Kamera zuverlässig vor Stößen und rauen Wetterbedingungen (einschließlich Windstärken von bis zu 245 km/h) geschützt.

Die an Masten oder auch an Kommandobrücken installierte AXIS Q6135-LE PTZ Network Camera verfügt ebenfalls über HDTV-Auflösung (1080p), die OptimizedIR-Technologie sowie über einen 32-fachen optischen Zoom. Darüber hinaus bietet sie eine Speed Dry-Funktion, bei der mithilfe von Vibration die Oberflächenspannung von Wassertropfen auf der Kamera aufgebrochen wird, sodass diese schneller ablaufen.

Erweiterte Funktionen für KI-Analyse, Bildqualität und Cybersicherheit

Alle drei der eingesetzten Kameramodelle verfügen über AXIS Object Analytics. Dabei handelt es sich um eine auf allen Kameras vorinstallierte Videoanalysefunktion, die eine KI-basierte Erkennung, Klassifizierung und Zählung von Personen und Fahrzeugen ermöglicht. Diese intelligente Videoanalyseanwendung bildet auch die Basis für die automatische Erkennung von anderen Schiffen und die darauf basierende Entscheidungsfindung.

Um auch bei widrigen Wetterbedingungen oder Lichtverhältnissen Aufnahmen mit hoher Bildqualität zu gewährleisten, sind alle drei Modelle zudem mit der Forensic WDR- (Wide Dynamic Range) und der Lightfinder 2.0-Technologie ausgestattet. Forensic WDR entfernt Bildrauschen und störende Artefakte aus den Aufnahmen, während Lightfinder 2.0 selbst bei nahezu vollständiger Dunkelheit für hochauflösende, farbgetreue Videobilder mit nur minimaler Bewegungsunschärfe sorgt.

Zusätzlich zu ihrer Videofunktion ermöglicht es die Audiofunktion der AXIS M5526-E PTZ Dome Network Camera mithilfe eines extern über die Eingangsbuchse angeschlossenen Mikrofons der Schiffsbesatzung außerdem, die Motorleistung aus der Ferne zu überwachen und Geräusche eines bevorstehenden Motors ausfalls akustisch zu erkennen. Ein Hornlautsprecher der AXIS C13-Serie wird schließlich verwendet, um Live-Nachrichten an Umstehende oder Mitarbeiter zu übermitteln.

Die ebenfalls in allen drei Modellen enthaltene Axis Zipstream-Technologie zielt darauf ab, den Bedarf der Kameras an Bandbreite und Speicherplatz durch den Einsatz intelligenter Algorithmen zur Komprimierung merklich – um bis zu 50 Prozent – zu reduzieren, ohne die Bildqualität zu beeinträchtigen. Dadurch lassen sich der ökologische Fußabdruck sowie die Gesamtbetriebskosten der Kameras inklusive der KI-basierten Analysefunktionen signifikant reduzieren.

Erfolgreiche Fahrten in Belgien, Deutschland und den Niederlanden

Die Praxis auf den Wasserstraßen Belgiens hat gezeigt, dass die Nutzung intelligenter Lösungen zur Remote-Steuerung und halbautonomer Schifffahrtstechnologien die Sicherheit bei allen Wetterbedingungen erhöht, menschliches Versagen vergleichsweise reduziert und das Situationsbewusstsein sowie die Reaktionsfähigkeit der Kapitäne in unvorhergesehenen Situationen verbessert. Insgesamt verwaltet und steuert Seafar über seine eigenen ROCs in Belgien und Deutschland – in den Städten Antwerpen, Charleroi und Duisburg – derzeit etwa 40 per Fernzugriff gesteuerte Schiffe mit einer Länge von bis zu 180 m auf europäischen Binnenwasserstraßen und für die Küstenschifffahrt.

In Deutschland werden unter anderem Fahrten über den Mittel- und den Elbe-Seitenkanal abgewickelt und der Schiffsbetrieb innerhalb von Häfen durchgeführt. Bisher wurden so mehr als 18 000 Betriebsstunden an praktischer Erfahrung gesammelt und das System auf dieser Basis kontinuierlich weiterentwickelt.

Ende 2024 wurde zudem ein weiteres, kundeneigenes ROC in Rotterdam eröffnet. Es ermöglicht Kunden von Seafar, nach entsprechender Ausbildung ihres Personals, ihre eigenen Schiffe vom eigenen Büro aus zu steuern. Auf diese Weise haben die Kunden die Möglichkeit, die Technologielösungen von Seafar selbst zu nutzen, Inhouse-Expertise aufzubauen und ihr Personal noch effizienter einzusetzen. In diesem Jahr werden weitere kundeneigene ROCs in Belgien und den Niederlanden hinzukommen.

Digitalisierung als Lösung für Herausforderungen in der maritimen Branche

In den kommenden Jahren wird ein signifikanter Anteil des nautischen Personals – von ausgebildeten Besatzungen bis hin zu Kapitänen – in den Ruhestand gehen. Ersatz ist nur schwer zu finden oder schlicht gar nicht vorhanden.

Dementsprechend sind Lösungen für die Digitalisierung und Automatisierung ein wichtiger Hebel für Eigentümer von Schiffsflotten, um ihre Betriebsstunden zu verlängern und die Betriebseffizienz zu steigern. Durch den effektiveren Einsatz ihres Personals – Fernlotsen können durch die Verwendung entsprechender Technologien mehrere Schiffe gleichzeitig steuern – lassen sich auch die Betriebskosten der Schiffe reduzieren. Konkret profitieren Schiffseigner und Reedereien also von rationalisierten Abläufen, geringeren Kosten und einem verbesserten Ressourcenmanagement.

Zusammengefasst werden sie somit zukünftig auch in der Lage sein, ihre Flotten trotz des Fachkräftemangels profitabel zu betreiben. Die eingesparten finanziellen Mittel können in umweltfreundlichere und CO₂-freie Antriebstechnologien oder in die Umstellung auf saubere Kraftstoffe investiert werden. Damit kann die Schifffahrt ihren Kosten- und Umweltvorteil gegenüber anderen Verkehrsträgern noch weiter ausbauen und zusätzliche Güterströme von LkW und Bahn gewinnen.

Der Autor

Jochen Sauer, Architect and Engineering Manager,
Axis Communications, Ismaning

Individuelle Sonderdrucke Schaffen Sie Aufmerksamkeit!

Werben Sie
mit Ihrem
maßgeschneiderten
Sonderdruck!

Schiff&Hafen

Wir finden mit Ihnen die beste Ergänzung zu Ihrem Marketingmix, sodass Sie Ihre Reichweite optimal ausnutzen können.

- ▼ Sowohl als Print-Sonderdrucke als auch in digitaler Form
- ▼ Individuelle Erweiterung durch zusätzliche Inhalte
- ▼ Profitieren Sie von der hohen Markenpräsenz von Schiff&Hafen
- ▼ Zielgruppenspezifisches Werben durch einen nachhaltigen Kommunikationsverstärker
- ▼ Unterstützung Ihrer Kanäle durch hochwertige Fachbeiträge
- ▼ Für Online-Kongresse, Messen oder Symposien
- ▼ Kostengünstige und individuelle Content Marketing Inhalte

Für mehr Informationen besuchen Sie
schiffundhafen.de/sonderdruck

Schiffsverluste auf Rekordtief – geopolitische Spannungen erhöhen Risiken

SAFETY AND SHIPPING REVIEW | Die internationale Handelsschifffahrt hat mit 27 Totalverlusten bei Schiffen mit einer BRZ von mehr als 100 zum Ende des Jahres 2024 einen Rekordtiefstand erreicht (35 im Jahr 2023). Das geht aus dem neuen Allianz Commercial Safety and Shipping Review hervor. In den 1990er Jahren hatte die weltweite Flotte jährlich noch mehr als 200 Schiffe verloren. Trotz dieser guten Nachrichten sieht sich die Branche mit einem zunehmend volatilen und komplexen Umfeld konfrontiert, das durch Angriffe auf Schiffe, Sanktionen sowie Sabotagevorwürfe für Schäden an wichtigen Unterseekabeln geprägt ist, heißt es in dem Report. Darüber hinaus drohen die Auswirkungen des zunehmenden Protektionismus und der steigenden Zölle, etablierte Lieferketten zu stören und Handelsbeziehungen zu erschüttern.

Sanktionen und Schattenflotte verschärfen Unsicherheiten

China war das Hauptziel der protektionistischen Maßnahmen der US-Regierung – mit Zöllen von bis zu 145 Prozent – bevor beide Länder sich darauf einigten, diese für 90 Tage abzusenken. Diese Entwicklungen haben den globalen Seehandel erheblich beeinflusst. Etwa 18 Prozent des Handels unterlagen Mitte April dieses Jahres Zöllen, verglichen mit vier Prozent Anfang März. Hinzu kamen Rückgänge bei den Lieferungen, die unmittelbar nach den Liberation Day-Ankündigungen gemeldet wurden. Darüber hinaus stellt dem Allianz Commercial-Bericht zufolge die wachsende Schattenflotte eine zunehmende Herausforderung für die Schifffahrts- und Versicherungsbranche dar. Nach Schätzungen gehören etwa 17 Prozent der weltweit operierenden Tanker zur Schattenflotte – darunter rund 600 Tanker, die russisches Öl transportieren. „Obwohl die jüngsten Sanktionen den Handel für diese Schiffe erschweren, stellt die Schattenflotte weiterhin ein ernstes Risiko für die maritime Sicherheit und die Umwelt dar. Die Gründe sind das Alter vieler Schiffe, ihr schlechter Wartungszustand und unzureichende Versicherungen. Sollte ein Tanker der Schattenflotte



Insgesamt 27 Totalverluste hat die internationale Handelsschifffahrt zum Ende des Jahres 2024 bei Schiffen mit einer BRZ von mehr als 100 verzeichnet

Quelle: Allianz Commercial

an einer Ölpest beteiligt sein, könnten die Reinigungskosten bis zu 1,6 Milliarden US-Dollar betragen. Kosten, die höchstwahrscheinlich von den Steuerzahlern getragen werden müssen, falls das betroffene Land nicht Mitglied im Internationalen Entschädigungsfonds für Ölverschmutzung ist“, erklärt Justus Heinrich, Global Product Leader Marine Hull bei Allianz Commercial.

Brände und falsch deklarierte Ladung bleiben Problem für große Schiffe

Brände auf großen Schiffen sind nach wie vor ein großes Anliegen für Hull- und Cargo-Versicherer. So gingen 2024 sieben Totalverluste über alle Schiffstypen hinweg auf Brände zurück, genauso viele wie im Vorjahr. Die Gesamtzahl der Vorfälle stieg im Jahresvergleich auf 250, ebenfalls über alle Schiffstypen hinweg – ein Höchststand der vergangenen Jahre. Etwa 30 Prozent dieser Brände ereigneten sich auf Container- und RoRo-Schiffen.

In den vergangenen zehn Jahren verursachten Brände mehr als 100 Totalverluste von Schiffen. Als Hauptursache gelten falsch deklarierte Ladungen, wie Allianz

Commercial berichtet. Hier müssen Bemühungen zur Risikominderung ergriffen werden, die mit Blick auf die Elektrifizierung der globalen Wirtschaft und der zunehmenden Zahl von Lithium-Ionen-Batterien sowie Energiespeichern besonders wichtig seien.

„Es besteht kaum Zweifel daran, dass die Schifffahrtsindustrie widerstandsfähiger gegenüber Risiken geworden ist. Zugleich können wir keinesfalls sagen, dass sie unter Kontrolle sind, auch wenn die ‚nur‘ 27 Totalverluste im Jahr 2024 den positiven Trend unterstreichen. Um diese Zahl ins Verhältnis zu setzen: Es gibt über 100 000 Schiffe (mit einer BRZ von mehr als 100) in der globalen Flotte. Dennoch bestehen weiterhin Unsicherheiten und zahlreiche Risiken. Die Bedrohung im Roten Meer und Unterbrechungen der Lieferkette werden wahrscheinlich bestehen bleiben. Gleichzeitig erfordert der Übergang zur Klimaneutralität viel Arbeit. Die kommenden Jahre werden insofern entscheidend sein, denn sie bestimmen sowohl die Richtung der Schifffahrt als auch des globalen Handels“, erklärt Kapitän Rahul Khanna, Global Head of Marine Risk Consulting bei Allianz Commercial.

Die Staatliche Seefahrtsschule Cuxhaven stellt zum 27.10.2025

eine Seefahrtoberlehrerin / einen Seefahrtoberlehrer (m/w/d)

mit dem Befähigungszeugnis Technischer Leiter der Maschinenanlage (TLM) und einem Hochschulabschluss in das Beamtenverhältnis auf Probe in der Besoldungsstufe A13 NBesG ein.

Bewerbungen sind online vom **15.07.2025 bis zum 12.08.2025** über das elektronische Einstellungs- und Informationsportal EIS-Online-BBS (<https://www.eis-online-bbs.niedersachsen.de>) und den dort beschriebenen Verfahren einzureichen.

Weitere Informationen erhalten Sie auf der Homepage <https://seefahrtsschule.de/karriere>

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung !

Für Fragen steht Ihnen der Schulleiter Herr Graven (Tel.- Nr. 04721 / 3959712, detlef.graven@seefahrtsschule.niedersachsen.de) zur Verfügung.



Neuer englischsprachiger Master für maritime Technik in Rostock

SME | Die Universität Rostock führt ab dem Wintersemester 2025/2026 den Masterstudiengang Sustainable Maritime Engineering (SME) ein. Der englischsprachige SME-Master ist an der Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik angesiedelt, erstreckt sich über zwei Jahre und kombiniert Pflicht- und Wahlveranstaltungen mit praxisorientierten Lernmethoden. Neben einer umfassenden ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenausbildung können die Studierenden zwischen den drei Vertiefungsrichtungen Naval Architecture, Ocean Engineering und Underwater Technologies wählen. Je nach Spezifikation erlernen die Studierenden, wie man emissionsarme Schiffe entwirft, technische Systeme für maritime Anwendungen, etwa zur Nutzung erneuerbarer Energien, entwickelt oder intelligente Systeme und Robotik für Unterwasseranwendungen, einschließlich Tiefseeerkundung, konzipiert. Das Programm legt Wert auf Teamarbeit in internationalen Kontexten sowie auf die Anwendung theoretischer Kenntnisse in realen Projekten, erklärt die Universität Rostock. Exkursionen, Laborübungen und der Zugang zu moderner Forschungsinfrastruktur – darunter das Forschungsschiff „Limanda“ oder das künstliche Riff in Nienhagen – sollen das praxisnahe Lernen fördern. Darüber hinaus bestehen im Rahmen des Studiengangs Kooperationen mit dem Ocean Technology Campus, der Fraunhofer-Gesellschaft und dem Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde. Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs sollen innerhalb des Studiums die Qualifikationen erlangen, in den verschiedenen Bereichen der maritimen Branche tätig zu werden, darunter Schiffbau, Meerestechnik, Energiewirtschaft oder Umwelttechnologien.

Der neue Masterstudiengang richtet sich sowohl an deutsche als auch internationale Interessenten. Die Anmeldung für internationale Studierende endete am 31. Mai; knapp 400 Bewerbungen wurden den Angaben zufolge eingereicht. Die Einschreibephase für deutsche Bewerberinnen und Bewerber hat am 1. Juni begonnen. Das Studium setzt unter anderem Englischkenntnisse auf dem Niveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens (GER) voraus. Weitere Informationen zu Programm und Anmeldung:

<https://sme-germany.com>

LEHREN - FORSCHEN - NEU ENTDECKEN
KOMMEN SIE ALS PROFESSOR_IN AN DIE JADE HOCHSCHULE



Die Jade Hochschule in Wilhelmshaven, Oldenburg und Elsfleth zeichnet sich durch innovative Ansätze, kooperative Zusammenarbeit und eine zugewandte Haltung aus. In allen Bereichen fördert die Hochschule Kompetenz und Vielfalt.

Fachbereich Seefahrt und Logistik am Standort Elsfleth:

Professur (m/w/d) für das Gebiet Technische Navigation und Cyber Security

Bes.-Gr. W2 | Kennziffer SL17-1

Bewerbungsschluss: 24. Juli 2025

BEWERBUNGEN AN

jade-hs.de



E-Mail: berufungen@jade-hs.de

Die Stellenausschreibung finden Sie unter jade-hs.de/professuren

DATUM ORT	VERANSTALTUNG	KONTAKT
02.09.2025 - 05.09.2025 GBR-Aberdeen	SPE Offshore Europe Conference & Exhibition 2025	https://www.offshore-europe.co.uk/en-gb.html
10.09.2025 - 12.09.2025 DEU-Hamburg	Seatrade Europe Cruise & River Cruise Convention	https://www.seatrade-europe.com/
10.09.2025 - 12.09.2025 DEU-Hamburg	37. Deutscher Schifffahrtstag	https://deutscher-schifffahrtstag.de/
09.05.2025 - 12.05.2025 IND-Mumbai	INMEX SMM India	https://www.inmex-smm-india.com/conference
12.09.2025 - 14.09.2025 DEU-Hamburg	Hamburg Cruise Days + Blue Port Hamburg	https://www.hamburgcruisedays.de/
15.09.2025 - 16.09.2025 DEU-Hamburg	10. Schiff&Hafen-Konferenz Maritim 4.0	https://www.schiffundhafen.de/veranstaltungen/detail/10-schiffhafen-konferenz-maritim-40.html
15.09.2025 - 19.09.2025 GBR-London	LISW - London International Shipping Week 2025	https://ukshipregister.co.uk/events/london-international-shipping-week-2025
16.09.2025 - 19.09.2025 DEU-Husum	HUSUM Wind – Transforming Energy	https://www.husumwind.com/de
22.09.2025 - 23.09.2025 DEU-Hamburg	10. Ship Efficiency Conference 10. Ship Efficiency Conference	https://www.stg-online.org/
23.09.2025 - 26.09.2025 RUS-St. Petersburg	NEVA 2025	https://www.neventum.de/messen/neva
24.09.2025 - 25.09.2025 DEU-Hamburg	ExtremWetterKongress	https://extremwetterkongress.org/
24.09.2025 - 25.09.2025 DEU-Rostock	4. Rostocker Schiffsmaschinentagung	https://rostocker-schiffsmaschinentagung.de/en/home-3/
08.10.2025 - 09.10.2025 DEU-Hamburg	Meeresumwelt-Symposium 2025	https://www.bsh.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2025/MUS-2025-Vorschlaege-einreichen.html
21.10.2025 - 24.10.2025 KOR-Busan	KORMARINE 2025	https://www.kormarine.com/
22.10.2025 - 23.10.2025 DEU-Hamburg	Global Security and Innovation Summit	https://www.gsis-hamburg.com/
04.11.2025 - 05.11.2025 DEU-Rostock	Rostock Ocean Convention	https://www.igd.fraunhofer.de/de/veranstaltungen/rostock-ocean-convention.html
04.11.2025 - 07.11.2025 NL-Rotterdam	Europort 2025	https://www.europort.nl/
25.11.2025 - 27.11.2025 DEU-Nürnberg	SPS - Smart Production Solutions	https://sps.mesago.com/nuernberg/de.html
02.12.2025 - 05.12.2025 CN-Shanghai	MARINTEC China	https://www.marintecchina.com/

Weitere Termine sowie aktuelle Terminänderungen finden Sie auf unserer Internetseite unter www.schiffundhafen.de

› INSERENTEN

- U4 Abeking & Rasmussen Schiffs- und Yachtwerft SE, DEU-Lemwerder
- 07 Bureau Veritas SA Marine & Offshore, DEU-Hamburg
- 09 Deutsches Maritimes Zentrum e.V., DEU-Hamburg
- 03 DNV SE, DEU-Hamburg
- U2, 33, 35, 44, 49, U3
DVV Media Group GmbH, DEU-Hamburg
- U1 GROMEX GmbH, DEU-Ammerbek
- 46 Jade Hochschule Wilhelmshaven/Oldenburg/Elsfleth, DEU-Wilhelmshaven
- 19 Lehmann Marine GmbH, DEU-Seevetal-Hittfeld
- 15 OSWALD Elektromotoren GmbH, DEU-Miltenberg
- 37 Podszuck GmbH, DEU-Kiel
- 41 Rotterdam Ahoy, NL-Rotterdam
- 27 Sommer Cable GmbH, DEU-Straubenhardt
- 46 Staatliche Seefahrtsschule Cuxhaven, DEU-Cuxhaven

Verband Deutscher Kapitäne und Schiffsoffiziere e.V.

Geschäftsstelle:

Palmaille 29 | 22767 Hamburg | Germany
T: +49 - 40 - 38 49 81 | F: +49 - 40 - 3 89 21 14
E: office@vdk.org | W: www.vdk.org

Bankverbindung:

Hamburger Sparkasse
IBAN: DE70 2005 0550 1269 1206 79
BIC: HASPDEHHXXX

Geschäftszeiten:

Montag - Donnerstag, 09:00 Uhr - 12:00 Uhr

Präsident:

Kapitän Sebastian Dießner
T: +49 - 40 - 38 49 81 | E: diessner@vdk.org

Vizepräsidenten:

Kapitän Steffen Grünberg
Kapitän Lukas Riemann
Kapitänin Cynthia Wolter

Vorstand für Einzelmitglieder:

Kapitän Hanns Bergmann
E: hanns.bergmann@gmx.de

Geschäftsführer:

Kapitän Wilhelm Mertens
T: +49 - 40 - 38 49 81 | E: mertens@vdk.org

Justitiar:

Susanne Reichstein | Sozietät Segelken & Suchopar
Stubbenhuk 7 | 20459 Hamburg | Germany
T: +49 - 40 - 3 76 80 50 | E: reichstein@sesu.de

Wichtig: Anfragen wegen Rechtsberatung bzw. Gewährung von Rechtsschutz bitte immer zunächst an die Geschäftsstelle richten.

Verein der Kapitäne und Nautischen Schiffsoffiziere „Columbus“ von 1856 e.V., Sitz Bremen

1. Vorsitzender: Kapitän Hubert Frik
Anna-Lühring-Str. 15 | 28205 Bremen
T: +49 - 4 21 - 4 91 93 07
E: Kapt.HubertFrik@t-online.de
Bankverbindung:
Sparkasse Bremen
IBAN: DE13 2905 0101 0001 1316 97
BIC: SBREDE22XXX

Unsere Mitgliederversammlungen finden jeden 1. Dienstag im Monat, außer an Feiertagen und in den Sommermonaten Juni bis September, um 19:00 Uhr im Hause „Tritonia“, Leinestr. 5, statt.

Verein der Kapitäne und Nautischen Schiffsoffiziere a. d. Weser e.V.

1. Vorsitzender: Kapt. Steffen Grünberg
John-Brinkmann-Weg 11 | 27474 Cuxhaven
T: +49 - 47 21 - 6 94 91 58
M: +49 - 173 - 6 39 16 26
E: Captain-Steffen@gmx.de
W: www.vdksw.de
Bankverbindung:
Sparkasse Bremerhaven
IBAN: DE97 2925 0000 0004 1171 15
BIC: BRLADE21BRS

Unsere Mitgliederversammlungen finden an jedem 2. Montag im Monat um 20:00 Uhr im Hotel „Haverkamp“ in Bremerhaven statt, außer in den Sommermonaten Juni, Juli und August.

Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Hamburg e.V.

1. Vorsitzender: Kapt. Ronald Zuraw
Palmaille 29a | 22767 Hamburg
T: +49 - 40 - 38 90 73 31
M: +49 - 172 - 4 51 86 23
E: vkshh@gmx.de
W: www.vkshhamburg.de
Bankverbindung
Hamburger Sparkasse
IBAN: DE70 2005 0550 1269 1200 00
BIC: HASPDEHHXXX

In den Sommermonaten (Mai - August) treffen wir uns jeweils um 18:00 Uhr in der „Alt Helgoländer Fischerstube“ (HH-Fischmarkt)

Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere e.V. Rostock

„Hausbaumhaus“
Wokreuter Str. 40 | 18055 Rostock
E: info@vks-rostock.de
W: www.vks-rostock.de
Vorsitzender: Kapitän Ulrich Günther,
Adam-J. Krusenstern-Str. 10 | 18106 Rostock
T: +49 - 381 1202048
E: jubi.g@gmx.de
Geschäftsführer: Kapitän Detlef Beu
T: +49 - 157 85051387
Sprechzeit im Hausbaumhaus:
jeden Dienstag 9-12 Uhr
Bankverbindung: Sparda-Bank Berlin / IBAN
DE94120965970005400392 /
BIC: GENODEFIS10

Die monatlichen Veranstaltungen sind auf der Vereins-Webseite zu finden.

Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Stralsund e.V.

1. Vorsitzender: Kapitän Jens Mauksch
Grabower Weg 35 | 18439 Stralsund
T: +49 - 38 31 - 39 81 47
E: jensmauksch@freenet.de

Die Mitgliederversammlungen finden jeden zweiten Monat am 1. Donnerstag des Monats (außer Juli und August) um 18:00 Uhr in der Gaststätte „Zur Kogge“ statt.

Bundeslotsenkammer, K.d.ö.R. (BLK)

1. Vorsitzender: Kapitän Erik Dalege
Theodorstr. 42-90 | Westend Village |
Haus 1A | 22761 Hamburg
T: +49 - 40 - 60 77 60 30
E: office@bundeslotsenkammer.de
W: www.bundeslotsenkammer.de

Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere Weser- Ems e.V.

1. Vorsitzender: Kapitän Sebastian Dießner
Marschenweg 15 | 26931 Elsfleth
T: +49 - 1 76 - 84 26 19 16
E: vorstand@vks-weser-ems.de
W: www.vks-weser-ems.de

Informationen zu unserem Mitgliederversammlungen finden Sie auf der Webseite des Vereins der Kapitäne und Schiffsoffiziere Weser-Ems e.V.

Bundesverband der Kapitäne und Schiffsoffiziere im Geltungsbereich des Bundesverkehrsministeriums e.V. (BdKS)

1. Vorsitzender: Kapitän Reno Hahn
27572 Bremerhaven
T: +49 - 44 21 - 87 81 34
M: +49 - 15 20 - 3 52 13 24
E: Reno.Hahn@wsv.bund.de
E: info@bdks.eu
W: www.bdks.eu

Flensburger Schiffergelag e.V. geg. 1580

1. Vorsitzender: Kapitän Frank Petry
Schiffbrücke 37 | 24939 Flensburg
T: +49 - 461 - 18 29 18 01
E: flensburger1580@mailbox.org
W: www.flensburger-schiffergelag-1580.de

Monatsversammlungen (auch VDKS Flensburg) an jedem 3. Mittwoch im Monat um 17:00 Uhr im Gelagssitz, Schiffbrücke 37 in Flensburg.

Treffen an jedem Mittwoch ab 16:00 Uhr auch mit Gästen.

Verein der Danziger Seeschiffer e.V., Sitz Hamburg

1. Vorsitzender: Kapitän Diether Dauscher
Huchtinger Heerstr. 40K | 28259 Bremen
T: +49 - 4 21 - 57 12 11
E: ddausher@freenet.de
Web: www.danzigerseeschiffer.de

Angaben zu unserem monatlichen Stammtisch und weiteren Terminen sind auf unserer aktuellen Webseite jederzeit verfügbar.

Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Lübeck e.V.

1. Vorsitzender: Lukas Riemann
Hamburger Str. 69, 23843 | Bad Oldesloe
T: +49 - 45 31 - 8 98 20 82
E: info@vdk-luebeck.de
W: www.vdk-luebeck.de
Bankverbindung
Sparkasse zu Lübeck
IBAN: DE86 2305 0101 0001 0187 20
BIC: NOLADE21SPL

Stammtische:
11.09.2025 um 18:00 Uhr in der Schiffergesellschaft in Lübeck
11.12.2025 um 18:00 Uhr auf dem Feuerschiff „Fehmarnbelt“

Bundesverband der See- und Hafenlotsen e.V. (BSHL)

Präsident: Kapitän Rocco Staker
Palmaille 29 | 22767 Hamburg
T: +49 - 40 - 25 76 91 95
E: verband@bshl.de
W: www.bshl.de

Hafenlotsenbrüderschaft Hamburg, K.d.ö.R.

1. Ältermann: Henrik Lüders
Bubendeyweg 33 | 21129 Hamburg
T: +49 - 40 - 7 40 28 07
E: postmaster@hamburg-pilot.de
W: www.hamburg-pilot.de

VDKS AUFNAHME-ANTRAG www.vdk.org/mitgliedschaften-antrag	
Name	Vorname
Geburtsort	geboren am
Anschrift	Telefonnummer und Email-Adresse
im Besitz der Befähigungszeugnisse	ausgestellt am in
Reederei	Dienststellung
Ich studiere z.Z. den Bildungsgang/Studiengang	in
Eintritt zum	Unterschrift

Bitte gewünschte Mitgliedschaft ankreuzen und den Antrag in Blockschrift ausgefüllt an die VDKS Geschäftsstelle senden.

- Ich beantrage die Aufnahme in den/als
- Verein der Kapitäne und Nautischen Schiffsoffiziere „Columbus“ von 1856 e. V. Sitz Bremen
 - Verein der Kapitäne und Nautischen Schiffsoffiziere an der Weser e.V. Bremerhaven
 - Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Hamburg e.V.
 - Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Lübeck e. V., Lübeck
 - Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere e.V., Rostock
 - Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere zu Stralsund e. V.
 - Verein der Kapitäne und Schiffsoffiziere Weser-Ems e.V.
 - Einzelmitglied

Schiff & Hafen

FACHZEITSCHRIFT FÜR SCHIFFFAHRT, SCHIFFBAU & OFFSHORE-TECHNOLOGIE

SCHIFF&HAFEN IST OFFIZIELLES ORGAN DER VERBÄNDE UND ORGANISATIONEN:



Verband Deutscher Kapitäne und Schiffsoffiziere e.V.



Forschungsvereinigung Schiffbau und Meerestechnik e.V.



Gesellschaft für Maritime Technik e.V.



Schiffbautechnische Gesellschaft e.V.



Stiftung OFFSHORE WINDENERGIE



VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V.

Der VDKS ist Gründungsmitglied der International Federation of Shipmasters' Associations (IFSMA) und der Confederation of European Shipmasters' Associations (CESMA). Dem Verband angeschlossen sind:

VDKS „Columbus“ v. 1856 e.V., Bremen | VKS a.d. Weser e.V., Bremerhaven | VKS Weser-Ems e.V., Elsfleth | VKS zu Hamburg e.V., Hamburg | VKS zu Lübeck e.V., Lübeck | VKS e.V., Rostock | VKS zu Stralsund e.V., Stralsund | Verein Danziger Seeschiffer e.V., Hamburg | Flensburger Schiffergelag e.V., gegr. 1580, Flensburg | Bundeslotsenkammer K.d.ö.R., Hamburg | Bundesverband der See- und Hafenlotsen e.V., Bremerhaven | Hafenlotsenbrüderschaft Hamburg K.d.ö.R. Hamburg | Bundesverband der Kapitäne und Schiffsoffiziere im Geschäftsbereich des Bundesverkehrsministeriums e.V., Wilhelmshaven

SCHIFF&HAFEN IST DAS FACHFORUM FÜR:



Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V.



VDMA – Marine Equipment and Systems

VERLAG

DVV Media Group GmbH
Postfach 10 16 09, DE-20010 Hamburg
Heidenkampsweg 73-79, DE-20097 Hamburg
Telefon: +49 (0)40 23714 100

GESCHÄFTSFÜHRER

Martin Weber

VERLAGSLEITER TECHNIK & VERKEHR

Manuel Bosch
manuel.bosch@dvvmedia.com

CHEFREDAKTION

Kathrin Lau
+49 (0)40 23714 237 | kathrin.lau@dvvmedia.com

REDAKTION

Robert Prellwitz
+49 (0)40 23714 182 | robert.prellwitz@dvvmedia.com

BEIRAT

Dr. Moritz Brake
Dr. Martin Kröger
Prof. Dr.-Ing. Stefan Kröger
Dr. Reinhard Lükens
Dipl.-Oz. Petra Mahnke
Kapitän Wilhelm Mertens
Dipl.-Ing. Hauke V. Schlegel
Karina Würtz

ANZEIGEN

Anzeigenverkauf

Jan-Michael Jasper
+49 (0)40 23714 248 | jan-michael.jasper@dvvmedia.com
Stephan-Andreas Schaefer
+49 40 23714 253 | stephan-andreas.schaefer@dvvmedia.com

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 70 vom 1.1.2025

Anzeigentechnik

Vera Hermanns
+49 (0)40 23714 293 | vera.hermanns@dvvmedia.com

VERTRIEB

Leiter Marketing & Vertrieb

Markus Kukuk
+49 (0)40 23714 291 | markus.kukuk@dvvmedia.com

LESER- UND ABONNENTEN-SERVICE

Telefon: +49 (0)40 23714 260
service@dvvmedia.com

INTERNET

www.schiffundhafen.de
www.shipandoffshore.net
www.dvvmedia.com

VERLAGSREPRÄSENTANTEN

Deutschland, Österreich, Schweiz:

Gerald Ulbricht
Telefon: +49 (0)6195 9769734 | Smart: +49 (0)170 3859573
gerald.ulbricht.extern@dvvmedia.com

Großbritannien, Irland, BeNeLux, VAE, Oman, Bahrain,

Saudi-Arabien, Kuwait:

Richard Johnson
Telefon: +44 (0)1603 417765
richard.johnson.extern@dvvmedia.com

Singapur, Indonesien, Vietnam:

Marimark Pte Ltd., John Bodill
Telefon: +65 (0)6719 8022
john.bodill@marimark.com.sg

Skandinavien:

Örn Marketing AB, Ystad
Telefon: +46 (0)411 18400
marine.marketing@orn.nu

China:

Ship Engineering Editorial & Publishing House,
Wang Nana
Cscs_704@cssmc.cn

ERSCHEINUNGSWEISE

zweiwöchentliches E-Paper „Schiff&Hafen Kompakt“
(25 Ausgaben im Jahr) sowie zweimonatliches Magazin
(6 Ausgaben im Jahr)

BEZUGSBEDINGUNGEN

Abbestellungen sind nur schriftlich möglich zum Ende eines Bezugszeitraumes. Bei Nichtbelieferung ohne Verschulden des Verlages oder infolge höherer Gewalt bestehen keine Ansprüche gegen den Verlag.

Die Bestellung des Abonnements gilt zunächst für die Dauer des vereinbarten Zeitraums (Vertragsdauer). Eine Kündigung des Abonnementvertrages ist zum Ende des Berechnungszeitraums schriftlich möglich. Erfolgt die Kündigung nicht rechtzeitig, verlängert sich der Vertrag und kann dann zum Ende des neuen Berechnungszeitraumes schriftlich gekündigt werden.

Zusätzliche digitale Abonnements
Bezug auf Anfrage, gültig ist die Vertriebspreisliste vom 01.01.2025.

BEZUGSGEBÜHREN

Abonnement

Inland jährlich 474,00 EUR inkl. Porto zzgl. MwSt. |
Ausland mit VAT-Nr. jährlich 492,00 EUR inkl. Porto,
ohne VAT-Nr. inkl. Porto zzgl. MwSt.

Das Abonnement beinhaltet 14-tägig den Premium Infoletter Schiff&Hafen Kompakt, zweimonatlich das Schiff&Hafen Magazin gedruckt oder als E-Paper, zweimonatlich das Magazin Ship&Offshore als E-Paper, den Zugang zum Archiv „Maritime Archives“ sowie den Zugang zur Website schiffundhafen.de. Mitglieder des VDKS, der GMT und der FSM erhalten das Schiff&Hafen Magazin im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

Einzelheft

38,11 EUR inkl. MwSt.

DRUCK

Silber Druck GmbH & Co. KG, Lohfelden

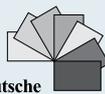
COPYRIGHT

Vervielfältigungen durch Druck und Schrift sowie auf elektronischem Wege, auch auszugsweise, sind verboten und bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des Verlages. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Abbildungen übernimmt der Verlag keine Haftung.

ISSN 0938-1643

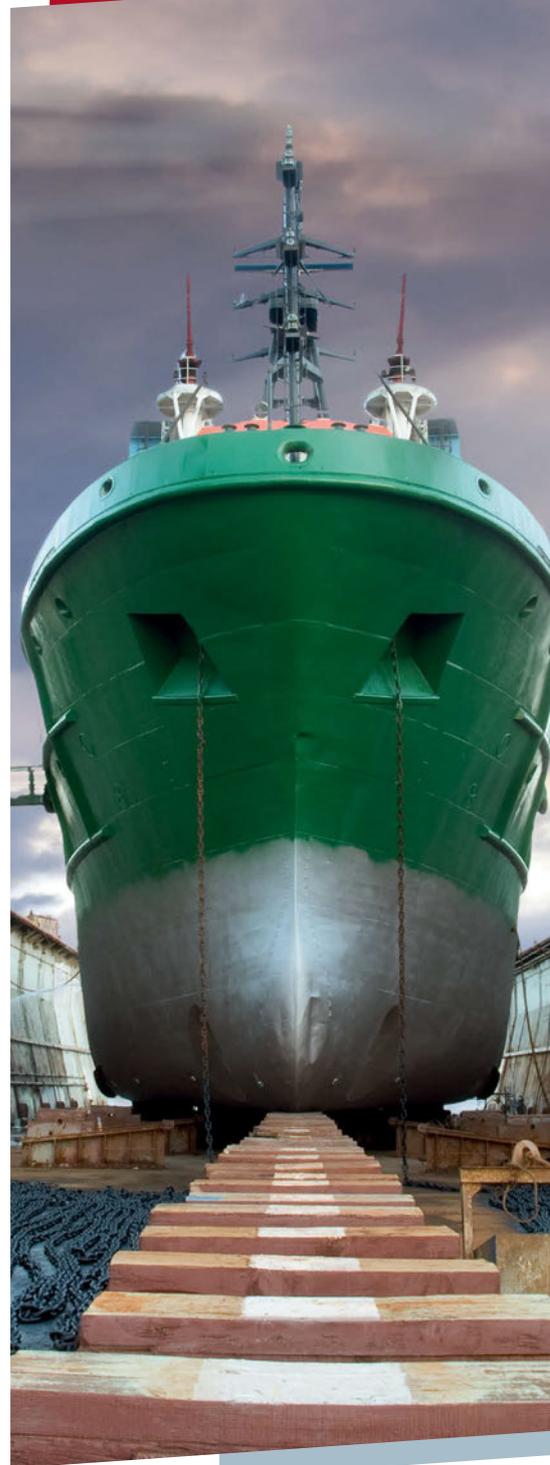
Handelsregister HRB Hamburg 7906

Mitglied/Member



Deutsche
Fachpresse

FACHINFORMATIONEN
FÜR DIE MARITIME
BRANCHE



www.schiffundhafen.de



Schiff & Hafen
Ship & Offshore
New Ships



Datenhoheit: Wer hat das Ruder in der Hand?

VON RECHTSANWALT DR. PHILIPP ETZKORN, LL.B.,
BIRD & BIRD LLP, PHILIPP.ETZKORN@TWOBIRDS.COM



Wirtschaftlich nimmt die Relevanz von Daten immer weiter zu. Neue Geschäftsmodelle oder Geschäftszweige sind immer häufiger datenbasiert und beim Einsatz von Maschinen versucht man, über gezielte Datenanalyse die Ausfall- und Wartungszeiten zu reduzieren. Zudem werden Daten zunehmend bedeutsam, um den eigenen Pflichten nachkommen zu können. So sind beispielsweise Betriebsdaten eines Schiffes essenziell für das Verfassen von Emissionsberichten.

All das wirft aber die Frage auf, wer eigentlich die Hoheit über Daten hat, also über deren Verwendung und Nutzung entscheiden kann.

Es gibt kein Dateneigentum

Unternehmen erwerben klassischerweise Rechte an den Dingen, die für ihren Geschäftsbetrieb wichtig sind. Offensichtliche Beispiele sind der Erwerb von Grundstücken, Produktionsmaschinen oder Software. In der Regel erfolgt dies durch Eigentumserwerb oder, zeitlich befristet, durch Abschluss eines Miet- oder Leasingvertrages. Das Unternehmen verschafft sich so die Möglichkeit, über die Verwendung dieser wichtigen Werte eigenständig entscheiden und auch andere von der Nutzung ausschließen zu können.

Es gibt jedoch keine rechtliche Grundlage, die es ermöglicht, Eigentum an Daten zu erwerben. Da es keinen Eigentümer gibt, können Daten auch von niemandem „vermietet“ oder „verkauft“ werden. Auch eigentumsähnliche Rechte (wie Urheberrechte) greifen, insbesondere an einzelnen Daten, nur in Ausnahmefällen.

Mit anderen Worten: Während der Eigentümer eines Schiffes jeder anderen Person die Nutzung untersagen kann, besteht an Daten kein solches – gegenüber jedem Dritten wirkendes – Recht. Die weitreichende Konsequenz ist, dass ein Unternehmen nach einem Datenleck oder der unrechtmäßigen Weitergabe von Daten von einem Wettbewerber nicht die Löschung der „fremden“ Daten verlangen kann. Ein einmal eingetretener Kontrollverlust kann in der Regel nicht wieder eingefangen werden.

Daten werden zunehmend reguliert

Auch wenn es kein generelles Dateneigentum gibt, sind Daten abhängig von deren Inhalt und Ursprung (streng) reguliert. Verstöße können drastische Bußgelder nach sich ziehen.

Am bekanntesten ist die Regulierung von personenbezogenen Daten durch die DSGVO. Sofern Daten personenbezogen oder pseudonymisiert sind, müssen die spezifischen Regelungen zum Schutz der betroffenen Personen eingehalten werden. Nur für vollständig anonymisierte Daten gilt die DSGVO nicht.

Daten von vernetzten Produkten (oft als IoT-Devices bezeichnet) und damit verbundenen Diensten werden ab September durch den Data Act ebenfalls stark reguliert. Ein solches IoT-Device kann etwa ein Getriebe sein, das Daten sammelt und übermittelt. Der Nutzer dieses Getriebes darf darüber entscheiden, wie die

Daten verwendet werden, die durch seine Nutzung entstehen. Selbst wenn der Hersteller des Getriebes faktisch Zugriff auf die Daten hat, so muss er die Zustimmung des Nutzers einholen, wenn er die Daten für seine eigenen Zwecke, etwa ein Angebot zur vorausschauenden Wartung, verwenden möchte.

Die Lösung sind klare vertragliche Regelungen

An Daten besteht also kein Eigentum und faktische Umstände (Zugriff und Schutz vor Verlust) sind ganz entscheidend. Gleichzeitig gelten aber für immer mehr Daten bußgeldbewährte regulatorische Vorgaben, etwa Zustimmungsvorbehalte gewisser Personen oder Nutzungsbeschränkungen.

Diese beiden Pole lassen sich durch klare vertragliche Regelungen verbinden. Abhängig davon, um welche Art von Daten es sich handelt, sind andere Akteure einzubeziehen und andere vertragliche Regelungen aufzunehmen.

Es ist daher wichtig, sich aus betriebswirtschaftlicher Perspektive zu überlegen, welche Daten man zu welchen Zwecken verwendet und welche Daten bzw. Zwecke in der Zukunft dazu kommen sollen. Das gilt ausdrücklich auch für nicht-personenbezogene Daten. Für aktuell bereits verwendete Daten ist zu prüfen, ob sich aus neuer Regulatorik vertraglicher Anpassungsbedarf für die Nutzung ergibt. Hier ist insbesondere der neue europäische Data Act relevant. Schließlich sollte bei jeder Neuanschaffung – sei es Hardware oder Software – zukünftig berücksichtigt werden, ob und wie etwaige damit zusammenhängende Daten verwendet werden sollen.

› RELEVANTE FRAGEN

Bei vertraglichen Vereinbarungen über Daten ist z.B. zu klären:

- › Wie erfolgt der Datenzugriff (inkl. Datenübermittlung)?
- › Wer soll auf welche Daten Zugriff erhalten?
- › Dürfen die Daten auch an Dritte weitergegeben werden?
- › Wozu dürfen die Daten verwendet werden?
- › Gibt es eine Gegenleistung?
- › Werden Qualitätsmerkmale für die Daten vereinbart und wenn ja, welche?
- › Unterfallen die Daten einer bestimmten Regulierung?
- › Was passiert bei Vertragsverstößen (etwa unrechtmäßige Datenweitergabe oder Verfehlen der Qualitätsmerkmale)?

Das erweiterte Schiff&Hafen-Medienpaket

Alle Termine im Blick

inkl. 25 Ausgaben
Schiff&Hafen Kompakt

Ausgabe	ET	Themen
Schiff&Hafen 1 2025	07.01.	Jahreseröffnungsausgabe 2025: Die deutsche maritime Industrie aus Sicht der Verbände Korrosionsschutz & Oberflächentechnik · Green Ship Technology
Ship&Offshore 2 2025	04.02.	Classification & Consulting · Maritime Logistics · Propulsion & Manoeuvring Technology · Navigation & Communication
Schiff&Hafen 3 2025	04.03.	Werftenliste · Fertigungstechnologie · Digitalisierung · Automation, Mess- & Regeltechnik · Elektrotechnik & Bordnetze · Extra: Future Fuels & Energy Solutions Report
Ship&Offshore 4 2025	01.04.	Cruise Ships & Mega-Yachts · Marine Interiors · Feature: Asian Maritime Industry · Future Fuels & Energy Solutions · Offshore Technology · Propulsion & Manoeuvring Technology
Schiff&Hafen 5 2025	02.05.	Deutsche Häfen · Schifffahrtsstandort Deutschland · Projektladung · Zukunftsmarkt Off- shore-Windenergie
Ship&Offshore 6 2025	02.06.	RoRo Ships & Ferries · Navigation & Communication · Future Fuels & Energy Solutions · Offshore Wind Energy · Shortsea Shipping · Extra: VDMA-Special
Schiff&Hafen 7 2025	01.07.	Schiffbaustandort Deutschland · Maritime Energiewende: Herausforderungen & Bedarfe · Marineschiffbau · Schutz kritischer Infrastruktur
Ship&Offshore 8 2025	05.08.	Safety & Security · Research & Development · Green Ship Technology
Schiff&Hafen 9 2025	29.08.	Maritim 4.0 · Kreuzfahrt · Marine Interior · Wasser-, Klima-, Filtertechnik · Offshore Renewables · Extra: Talents for Maritime
Ship&Offshore 10 2025	01.10.	Shortsea Shipping · Ship Equipment & Service · Classification & Consulting · Digitalisation & Automation
Schiff&Hafen 11 2025	04.11.	Behördenschiffe · Condition Monitoring & Predictive Maintenance · Elektrotechnik & Bordnetze · Special: Recruitment & Empowerment – „Der Faktor Mensch“ · Tauchen, Bergen, Schleppen · Korrosionsschutz & Oberflächentechnik
Ship&Offshore Special China	01.12.	A Showcase of European Shipbuilding and Technology Expertise with latest Developments and Products in Chinese Language
Ship&Offshore 12 2025	01.12.	Workboats & Small Ships · Ship Design & Construction · Green Ship Technology · Offshore Renewables



IHRE SICHERHEIT - UNSER ANTRIEB



Die Bekämpfung von Seeminen ist entscheidend für den zuverlässigen Schutz von Multi-Domain Operations. Mit unseren autonomen Minenjagdschiffen können Ziele identifiziert, observiert und unschädlich gemacht werden. Das schafft völlig neue Einsatzmöglichkeiten für die nächste Generation unserer MCM-Schiffe. Unbemannt, wenn es notwendig ist und mit Crew, wenn es möglich ist. Entwickelt und gebaut von Abeking & Rasmussen – dort, wo die MCM-Tradition zuhause ist. Seit über 100 Jahren.

ABEKING & RASMUSSEN

www.abeking.com