

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Journal of Applied Hydrography

02/2022

HN 121

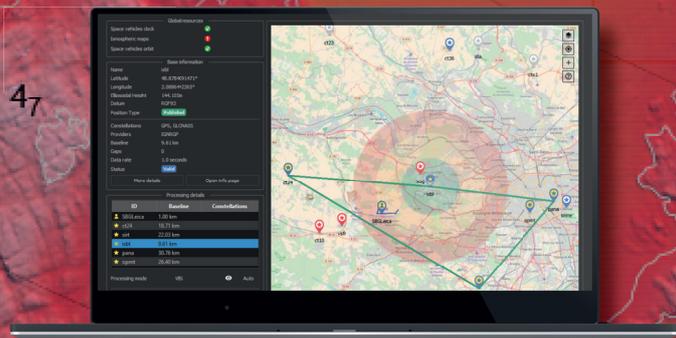
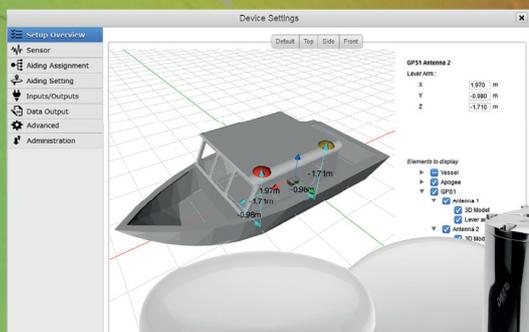


*Fokusthema:
Häfen und Verkehre
der Zukunft*



Making Hydrographers' Tasks Easier

Courtesy of CADDEN



Navsight Marine Solution

State-of-the-art Motion & Navigation Solution

Qinertia

The Next Generation INS/GNSS Post-processing Software

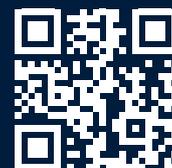
OFFICIAL DISTRIBUTOR

MacArtney
UNDERWATER TECHNOLOGY

MacArtney Germany GmbH

Wischhofstrasse 1-3
Geb. 11
D-24148 Kiel
Germany

Phone: +49 431 535500 70
Email: hydro@macartney.com
Web: www.macartney.de



Liebe Leserinnen und Leser,

was folgt auf die Gegenwart? Manche sagen: eine ungewisse Zukunft. Andere sprechen von einer echten Zukunftsperspektive und geben damit ihrer Hoffnung Ausdruck, dass sich etwas zum Besseren wendet. Vielleicht können wir das Zukünftige aber auch selbst ein wenig beeinflussen, denn Kunst und Wissenschaft bereiten Zukunft vor. Was heute erdacht und ausgetüftelt wird, was heute noch ein Prototyp ist oder gerade einmal eine anfängliche Idee, könnte eines Tages den Alltag bestimmen. Deshalb lassen sich wohl in jeder Gegenwart Anzeichen für Zukünftiges entdecken.

Für dieses Heft haben wir uns bei Expertinnen und Spezialisten erkundigt, wie sie sich die Zukunft vorstellen. Konkret haben wir nach den »Häfen und Verkehren der Zukunft« gefragt. Wer so fragt, erwartet Veränderungen, tendenziell positive. Wir hätten natürlich auch statt nach den Häfen der Zukunft nach der Zukunft der Häfen und statt nach dem Verkehr der Zukunft nach der Zukunft des Schiffsverkehrs überhaupt fragen können. Haben wir aber nicht, vermutlich weil wir schon erwartet haben, dass die Antworten eher optimistisch ausfallen.

Phanthian Zuesongdham und ihre Kollegen von der Hamburg Port Authority verwenden in ihrem Beitrag über die »Häfen der Zukunft« noch ziemlich oft das Modalverb »müssen« (Seite 6). Sie zeigen auf, was sich alles ändern muss, damit in Zukunft alles gut sein wird. Doch sie berichten auch von ersten Erfolgen. Und von Schwimmdrohnen, die aktuell im Hamburger Hafen Daten sammeln.

Diesen Aspekt der autonomen und automatisierten Vermessung beleuchten auch Thomas Vornach von der subdrone GmbH und Hedda Precht (Seite 10). Sie schildern, wie ein AUV für Inspektionen unter Wasser eingesetzt werden kann – schon heute.

Auch Vincent Schneider und seine Kollegen vom Fraunhofer CML beschäftigen sich mit robotischen Systemen, die demnächst ihre Dienste in den Häfen verrichten (Seite 14).

Wie ein unbemanntes Oberflächenfahrzeug bereits heute hydrographische Vermessungen erledigt, beschreibt Guillaume Eudeline von iXblue (Seite 44).

Friedhelm Moggert-Kägeler von der 7Cs GmbH und Idris Saladeen stellen die sogenannten Stay-Away areas vor, die auf Seekarten eingeblendet werden, um vor Grundberührungen zu warnen (Seite 22).

Im Wissenschaftsgespräch skizziert Michael Ströh, der Geschäftsführer der Hafentechnischen Gesellschaft (HTG), wie er sich die Häfen im Jahr 2040 vorstellt und wie groß Containerschiffe womöglich noch werden (Seite 28).

In einem weiteren Fachartikel beschreibt Paul Koch, ebenfalls vom Fraunhofer CML, worauf es zu achten gilt, damit Schiffe eines Tages mit Hilfe von künstlicher Intelligenz autonom fahren können (Seite 34).

Matthias Steidel und seine Kollegen vom Oldenburger DLR-Institut »Systems Engineering für zukünftige Mobilität« stellen die Leitvision für die »Digitale Küste 2030« vor, die beschreibt, wie die maritime Wirtschaft in wenigen Jahren dastehen soll (Seite 38).

Außerdem berichtet Ingo Paul von der Chartworld GmbH vom World ECDIS Day 2021 (Seite 48). Und Horst Hecht von der HN-Redaktion fasst zusammen, was bei der fünften Tagung des IHO-Councils beschlossen wurde (Seite 52).

Passend zum Thema dieses Hefts finden Sie auf Seite 50 den Hinweis auf die Veranstaltung »Häfen und Verkehre der Zukunft«, zur der GMT, HTG und DHyG im April gemeinsam einladen. Und auf Seite 51 lesen Sie die Einladung zum Hydrographentag in Bremerhaven, den DVW und DHyG gemeinsam im Juni organisieren. Um noch einen Blick in die Zukunft zu werfen: In Bremerhaven erwartet Sie ein spannendes Vortragsprogramm, eine Fachfirmenausstellung – und die nächste HN-Ausgabe.



Lars Schiller

Die nächsten Fokusthemen

HN 122 (Juni 2022)

Meerestechnik

HN 123 (Oktober 2022)

International Issue

HN 124 (Februar 2023)

Crowdsourcing

YUCO-SCAN Micro-AUV

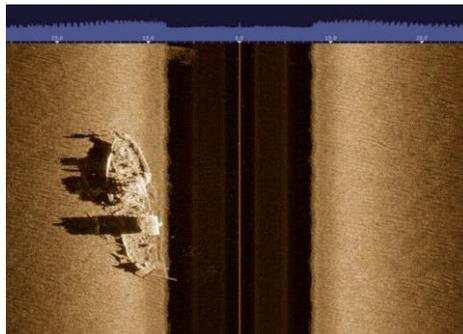
The most cost-effective solution for Side Scan Sonar Survey

- ▶ *Easy to use*
- ▶ *Accurate navigation*
- ▶ *Great autonomy*
- ▶ *Single person deployment & recovery*
- ▶ *Length : 98 cm*
- ▶ *Weight : 10.5 kg*
- ▶ *Diameter : 12 cm*
- ▶ *Depth rating : 300 meter*
- ▶ *Autonomy : 8 hours*
- ▶ *Navigation Accuracy : below 1%*
- ▶ *Speed: 2 to 6 knots*



YUCO-SCAN micro-AUV just makes AUV technology accessible.

Equipped with a **Side Scan Sonar**, YUCO-SCAN micro-AUV provides with a great quality of image and high-stability, accurate navigation and is capable of managing coastal areas with waves and currents. The mission is programmed in less to 10 minutes thanks to the intuitive SEAPLAN software.



Nautilus
MARINE SERVICE GmbH



Häfen und Verkehre der Zukunft

Hafenstadt

6 Häfen der Zukunft

Wohin führt uns die Reise?

Ein Beitrag von PHANTHIAN ZUESONGDHAM, ANDREIA THIEL und JAN BERGER

Robotics as a Service

10 Hochaufgelöste autonome Digitalisierung von Unterwasserstrukturen in Häfen und offshore

Ein Beitrag von HEDDA PRECHT und THOMAS VONACH

Robotic Vessels as a Service

14 RoboVaaS

Praxisorientierte Entwicklung von robotischen Systemen mit As-a-Service-Ansatz für den Hafen der Zukunft

Ein Beitrag von VINCENT SCHNEIDER, NICO ZANTOPP und JOHANNES OEFFNER

Chart information overlay

22 StayAway areas

An article by FRIEDHELM MOGGERT-KÄGELER and IDRIS SALAUDEEN

Wissenschaftsgespräch

28 »Die Hydrographie hat deutliche Fortschritte gemacht«

Ein Wissenschaftsgespräch mit MICHAEL STRÖH

Autonome Schiffe

34 Herausforderungen bei der Integration von Systemen mit künstlicher Intelligenz an Bord von Schiffen

Ein Beitrag von PAUL KOCH

Maritime Wirtschaft

38 Digitale Küste 2030

Roadmap und Handlungsempfehlungen zu Innovationen für den maritimen Standort Deutschland

Ein Beitrag von MATTHIAS STEIDEL, AXEL HAHN und SUSANNE BERNER

Autonome Vermessung

44 Unbemannte Oberflächenfahrzeuge als Kraftverstärker in der hydrographischen Vermessung

Ein Beitrag von MARION SEYVE

Veranstaltungen

48 Der World ECDIS Day 2021

The New Normal in eNavigation

Ein Beitrag von INGO PAUL

Nachrichten aus der IHO

52 Tagung des IHO Councils

Ein Beitrag von HORST HECHT

Häfen der Zukunft

Wohin führt uns die Reise?

Ein Beitrag von PHANTHIAN ZUESONGDHAM, ANDREIA THIEL und JAN BERGER

Häfen werden sich ändern und grüner werden müssen, um den Herausforderungen der Zukunft standhalten zu können. Gefragt sind innovative Ideen und der Einsatz von smarten Technologien, um der Weltwirtschaft sichere Lieferketten anbieten zu können, die weder durch die Auswirkungen des Klimawandels noch durch unvorhergesehene Ereignisse unterbrochen werden. Bei der Suche nach Lösungen müssen unter anderem Fragen der Sicherheit und der Ethik bedacht werden. Der Beitrag stellt Lösungsansätze der Hamburg Port Authority (HPA) für die Hafenstadt Hamburg vor.

Häfen | Lieferketten | Hafenlogistik | Automatisierung | Resilienz | Klimawandel | digitaler Zwilling | BIM | HPA
ports | supply chains | port logistics | automation | resilience | climate change | digital twin | BIM | HPA

Ports will have to change and become greener to meet the challenges of the future. Innovative ideas and the use of smart technologies are needed to offer the global economy secure supply chains that are not disrupted by the effects of climate change or unforeseen events. In the search for solutions, issues of security and ethics, among others, must be considered. The article presents approaches to solutions by the Hamburg Port Authority (HPA) for the port city of Hamburg.

Autoren

Dr. Phanthian Zuesongdham leitet die Abteilung Port Process Solution bei der Hamburg Port Authority (HPA).
Dr. Andreia Thiel leitet die Abteilung Strategy bei der Hamburg Port Authority (HPA).
Jan Berger ist CEO bei Themis Foresight in Berlin.

phanthian.zuesongdham@
hpa.hamburg.de

Einleitung

Die große Transformation des 21. Jahrhunderts ist unaufhaltsam. Diverse Industrien müssen sich neu definieren und hinterfragen, welche Geschäftszwecke sie für die Wirtschaft und Gesellschaft anzubieten haben. Die Anforderungen seitens der Konsumenten ändern sich schnell und damit auch die geschäftlichen Anforderungen an die globalen Lieferketten.

Häfen dienen seit Jahrhunderten als Sammel- und Verteilungsknoten innerhalb dieser Lieferketten. Ihre Rolle hat sich nicht wesentlich verändert – trotz des technologischen Fortschritts. Allerdings sind Häfen heutzutage mit vielen Herausforderungen konfrontiert – von bürokratischen, rechtlichen und politischen Hürden bis zur Infrastruktur (Raum, Konnektivität, inkohärente Logistiksysteme). All diese Herausforderungen sind »Legacy-Probleme«, die behoben werden müssen.

Jedoch wäre es töricht, wenn Häfen in den nächsten Jahren nur damit beschäftigt wären, »Altlasten« zu beheben, und die Chance verpassen, eine eigene Vision für die Zukunft zu entwickeln.

Vor diesem Hintergrund möchten wir in diesem Beitrag einige Perspektiven und Entwicklungen darstellen, die die Zukunft der Häfen prägen werden. Unsere Vision für die »Häfen der Zukunft« fußt auf der Prämisse, dass die Herausforderungen, mit denen sich Häfen konfrontiert sehen, nicht durch Forderungen nach Verzicht, Verboten oder der Reduktion der Schiffsverkehre und Handelsströme, sondern durch die Entwicklung und den Einsatz von smarten Technologien gelöst werden können.

In einem Klima von fortschreitendem Protektionismus und Handelsboykotten als Mittel internationaler Konfliktlösungsstrategie wird »Resilienz« oft missverstanden und mit Handelsbeschränkungen assoziiert. Aber die Basis einer »resilienten« Gesellschaft ist eine starke Wirtschaft – und eine starke Wirtschaft muss »genährt« werden. In unserer Vision werden Häfen auch in der Zukunft ihre herausragende Stellung als wirtschaftlicher Treiber und Motor ihrer Städte behalten und somit maßgeblich zu einer resilienten Wirtschaft beitragen.

Diese Herausforderungen wurden in verschiedenen Austauschformaten im Rahmen der globalen Gremienarbeit der International Association for Ports and Harbours (IAPH) und des Hafenpartnernetzwerks chainPORT erörtert und weitergedacht. Daraus ergaben sich Ideen zur Weiterentwicklung und Beschreibung für die Häfen der Zukunft, die sich hauptsächlich durch drei Charakteristika auszeichnen.

- Sie werden *solutionPORTs* sein: Häfen werden Teil einer der innovativsten Wirtschaftszweige weltweit werden. Die maritime Branche wird diverse neue Lösungen für die Lieferketten anbieten, damit Unternehmen ihre Geschäfte gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels oder unvorhergesehenen Ereignissen wie einer lang anhaltenden Pandemie resilienter gestalten können. Der Einsatz neuer digitaler Technologien in Verbindung mit bestehender Infrastruktur muss weiter vorangetrieben werden, um diese Fähigkeiten von resilienten Organisationen zu ermöglichen. Somit werden

in Häfen Lösungen entstehen, die zum einen datenbasierte Lösungen in Echtzeit und zum anderen Lösungen für proaktives, wirkungsvolles und ressourcenschonendes Handeln anbieten.

- Sie werden *changemakerPORTs* sein: Häfen als Innovationsstandort werden stärker denn je eingebettet sein in das gesellschaftliche Leben ihrer Städte und Communities.
- Sie werden *greentechPORTs* sein: Um ihrer gesellschaftlichen Rolle gerecht zu werden, sollten Häfen ein wichtiger Motor in der Bekämpfung des Klimawandels sein.

solutionPORTs

Die Häfen der Zukunft werden der Schmelztiegel sein, in dem die physische und die digitale Welt ineinander aufgehen.

Fortschritte auf den Gebieten der künstlichen Intelligenz, im Quantencomputing und in dezentralen Datentechnologien werden in Häfen zur Einführung neuer operativer Standards führen. Das Zusammenspiel der digitalen Technologien mit physischer Infrastruktur ermöglicht Häfen eine signifikante Optimierung des Betriebs und eine Ausweitung ihres Geschäftsmodells.

Einen wichtigen Schritt in diese Richtung wird das Vorhaben sein, jedes Infrastrukturobjekt in Häfen durch einen digitalen Zwilling abzubilden und zu erweitern. Relevante Daten werden dafür erhoben und miteinander verknüpft. Diese Daten können in verschiedenen Kontexten für Echtzeit-Datenanalyse oder Simulation genutzt werden. Algorithmen integrieren nahtlos Schiff, Hafenanlagen und (Hinterland-)Transport. Optimierungspotenziale sollen freigesetzt werden, indem Liegezeiten verringert, Wartezeiten auf nahe null reduziert und essenzielle Wartungsarbeiten insbesondere an Infrastrukturanlagen wie der Kaimauer »smart« durchgeführt werden. Somit entsteht eine Vielzahl von neuen Möglichkeiten unter anderem für Echtzeitanlagesteuerung, integriertes und intermodales Verkehrsmanagement, simulationsgestützte Entscheidungsfindung, proaktives Operationsmanagement oder Instandhaltungsmanagement, Krisen- oder Katastrophenmanagement.

Die Häfen der Zukunft werden nahezu autonom »arbeiten«. Dies ermöglicht Effizienzsteigerungen, die der gesamten Logistikkette zugutekommen. Denn das Zusammenspiel von bestehender Infrastruktur und Geräten mit Algorithmen ermöglicht eine hochgradige Automatisierung von Abläufen, welche heute noch manuell gesteuert werden. Containerschiffe, Kreuzfahrtschiffe, LKW, Hafengebäude, Wassertaxen, Schwimm-, Flug- oder Unterwasserdrohnen werden sich zukünftig autonom durch die Land-, Schienen- und Wasserwege eines Hafens navigieren, ihre Aufträge ausführen

und die Ergebnisse an die operativen Leitstände und Steuerungssysteme zurückmelden.

Diese neuen Technologien erfordern jedoch auch eine signifikante Erweiterung der digitalen Sicherheitsinfrastruktur von Häfen, Ethik-Standards sowie eine Weiterentwicklung in der Mensch-Maschine-Zusammenarbeit. Zusammen mit anderen maritimen Stakeholdern müssen Port Authorities die Chance ergreifen, sich in die Erarbeitung neuer (Sicherheits-)Standards einzubringen. So können sie dazu beitragen, digitale Schutzschilde für Hafenanlagen einzurichten und gleichzeitig auch Vorreiter bei der Entwicklung und Anwendung digitaler Ethik-Standards sein. Die Interaktionen zwischen Menschen und Maschine wird neu gelernt und in den Arbeitsalltag integriert werden.

Die Häfen der Zukunft müssen die Arbeitswelt von morgen aktiv gestalten. Automatisierung und digitale Technologien definieren schon heute Arbeit neu. Die klassische Industrie- und Hafearbeit, die auf der Anwendung von Muskelkraft beruhte, wird in den Häfen der Zukunft neuer Arbeit Platz machen. Das Zusammenspiel von Maschinen, Algorithmen und Menschen wird im Vordergrund stehen. Dafür müssen Häfen unverzüglich beginnen, sowohl neue Ausbildungsberufe zu fördern als auch das bestehende Personal bedarfs- und zukunftsorientiert weiter- oder umzuschulen.

Beispiel 1: smartBRIDGE Hamburg – Gegenwart der Zukunft von Predictive Maintenance

smartBRIDGE Hamburg ist das ambitionierte Projekt der Hamburg Port Authority, um das Thema prädiktives Erhaltungsmanagement (Predictive Maintenance) am Beispiel eines prominenten Bauwerks des Hamburger Hafens zu erproben: der Köhlbrandbrücke. In diesem Projekt wurde mittels Technologien wie Digital Twin, IoT und Datenanalytik eine digitale Abbildung der Köhlbrandbrücke geschaffen, um analoge und digitale Zustandsdaten zu vereinen und zu vernetzen.

Alle Vitaldaten der Brücke laufen im Building Information Model (BIM) zusammen (Abb. 1). Durch

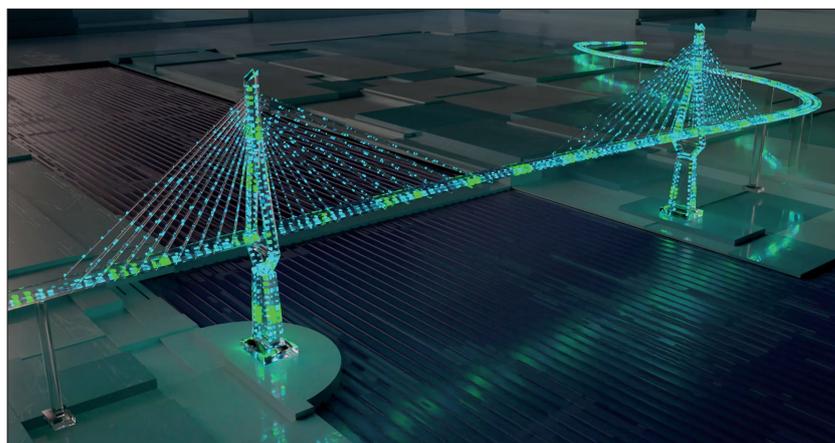


Abb. 1: Das Building Information Model (BIM) der Köhlbrandbrücke

die Vernetzung wird das BIM zum übersichtlichen Knotenpunkt des gebündelten Datenstroms. Die Zusammenarbeit aller am Bauwerk relevanten Akteure wird vereinfacht und transparent. Präzisere Schadensprognosen und damit ein prädiktives und nachhaltiges Erhaltungsmanagement sind das Ergebnis. Dies ermöglicht Infrastrukturbetreibern wie der HPA, die Lebensdauer von Bauwerken im Hafen zu verlängern.

Durch dieses Projekt wurde gezeigt, dass die Technologie und der Ansatz auf andere Bauwerke und Infrastrukturobjekte übertragbar und somit hochskalierbar sind.

Beispiel 2: Mobile Sensorik – Datenerfassung 4.0 im Hamburger Hafen

Mit ihrem Drohnenprogramm hat die HPA seit 2018 diverse Anwendungsfälle mit unbemannten Systemen (Drohnen) aufgebaut. Ziel ist es, den Automatisierungsgrad der Datenerfassung für Infrastruktur- und Verkehrsmanagement mittels dieser Technologien zu erhöhen. Geplant ist der Einsatz von teleoperierten Drohnenservices über einen Leitstand.

Im Jahr 2021 wurde der Hamburger Hafen als erstes Reallabor im Rahmen des U-Space-Demonstrators für die Erprobung eines Flugdrohnen-Verkehrssteuerungssystems erfolgreich durchgeführt. Geplante oder Ad-hoc-Lagebilderstellung, Inspektion oder Kontrolle im normalen Betrieb oder Katastrophenfall sind die Anwendungen, die nun in einem Pilotbetrieb erprobt werden. Dieser soll als Drone-as-a-Service-Produkt weiterentwickelt und eingeführt werden.

Auf dem Wasser hat die HPA im Jahr 2020 den Betrieb der Schwimmdrohne ECHO.1 für den Peil- und Vermessungsdienst aufgenommen (Abb. 2).

Des Weiteren testet die HPA im Rahmen von Forschungsprojekten die Einsätze von Unterwasser- und Schwimmdrohnen für die Detektion und das Einsammeln von Müll oder Wasserproben unter realen Bedingungen des Hafens.

changemakerPORTs

Die Häfen der Zukunft werden Kompass für neues Denken sein und werden so eine neue »social licence to operate« erwerben.

Neben der »wirtschaftlichen Handlungslegitimation« müssen sich die Häfen der Zukunft eine »gesellschaftliche Handlungslegitimation« hinzu erwerben – die sogenannte »social licence to operate«.

In der Geschichte waren Hafen- und Handelsstädte ein Synonym für Wohlstand und Freiheit, für Erfinder- und Entdeckergeist. Und obwohl dieser Geist nie ganz verloren ging, hat das Industriezeitalter Hafenstädte ein Stück weit zu einem Umschlagplatz »degradiert«. In der Zukunft werden Häfen ihre Daseinsberechtigung nicht nur aus der Argumentation ziehen, dass sie Warenströme ermöglichen, die Industrie stützen, Arbeitsplätze schaffen oder Steuereinnahmen generieren. Insbesondere vor dem Hintergrund des Klimawandels müssen Häfen weltweit einen neuen Bezug zu ihren Communitys finden, indem sie Themen wie Nachhaltigkeit und Innovation in den Mittelpunkt stellen. Die Vernetzung mit ihren städtischen, überregionalen und globalen Gemeinschaften muss gestärkt werden, sodass Häfen wieder ihrer Stadt und ihren Regionen einen Identitätsanker bieten.

Für Hamburg muss dementsprechend auch in der Zukunft die Devise gelten: »Hamburg hat keinen Hafen. Hamburg ist Hafen.«

Das bedeutet auch, dass heutige Messindikatoren des Erfolgs eines Hafens wie die Twenty-Foot Equivalent Unit (TEU) bestenfalls noch als einer in einer Vielzahl von Messwerten dienen werden. Häfen werden neue Kennzahlen zur Bewertung ihrer Aktivitäten benötigen. Diese berücksichtigen wirtschaftliche, soziale und ökologische Komponenten.

Die Strategie der HPA basiert auf einem werteorientierten Ansatz. Entsprechend richtet sich das verantwortungsvolle Hafenmanagement auf den gesellschaftlichen Mehrwert des Hafens für die Menschen in der Stadt und der Region aus. Denn die vom Hafen ausgehende Wertschöpfung und die Lebensqualität der Menschen in einer wachsenden Stadt stehen in direkter Abhängigkeit zueinander. In diesem Kontext bedeutet nachhaltiges Wirtschaften für die HPA, soziale, ökologische und ökonomische Belange immer wieder neu und im Sinne des Gemeinwohls auszutarieren (vgl. den Nachhaltigkeitsbericht 2020/2021).

© HPA AöR



Abb. 2: Die Schwimmdrohne ECHO.1 für den Peil- und Vermessungsdienst im Hamburger Hafen

greentechPORTS

Die Häfen der Zukunft werden ein entscheidendes Glied in den nachhaltigen Lieferketten darstellen und speziell dem Klimawandel mit klimafreundlicher Infrastruktur entgegenreten.

Die Häfen müssen sich den Herausforderungen zur Bekämpfung des Klimawandels stellen, gleichzeitig müssen sie die Zukunftsfähigkeit der jahrhundertalten Geschäftsmodelle unter Beweis stellen. Lieferketten werden sich anhand der nachhaltigen Kriterien neu erfinden und organisieren müssen.

Im Unterschied zu Befürwortern von Verzichtstrategien und einer Post-Wachstumsökonomik werden Häfen auf den Einsatz global skalierbarer klimaneutraler oder klimapositiver Technologien und Lieferketten (Prozesse) setzen. Sie werden Instrumente nutzen, die diesen Einsatz »incentivieren« und klimaschädliche Technologien Stück für Stück zurückdrängen.

In der Zukunft werden keine fossil betriebenen LKW oder Lokomotiven mehr im Hafen eingesetzt werden. Schon heute werden zunehmend Verbrenner durch elektrische und wasserstoffgetriebene Fahrzeuge abgelöst. Auch dieselbetriebene Schiffe werden vor dem Hintergrund des Klimawandels ein Auslaufmodell sein. Reedereien haben schon damit begonnen, zu experimentieren und ihre Flotte mit umweltfreundlichen Antrieben umzurüsten, und sie bestellen erste Neubauten mit umweltfreundlichen Antriebskonzepten.

Damit Port Authorities dem Nachhaltigkeitsgedanken gerecht werden, können sie gezielte Ansiedlungen von Aufbereitungsanlagen für Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC) oder für Ammoniak bzw. Methanol unterstützen, sie können umweltfreundliche Anlagen zur Erzeugung von grünem Strom für die Eigenversorgung nutzen oder Ladesäulen für elektrische Fahrzeuge errichten. Dank ihrer »Landlord-Rolle« in Häfen können Port Authorities dafür sorgen, dass ihre Industriegrundstücke an das Netz erneuerbarer Kraftstoffe und Energieträger angeschlossen werden. Sie können ihre Nutzer »incentivieren«, das Terminal-equipment umzurüsten und sie können sicherstellen, dass Flächen für die Bereitstellung neuer Kraftstoffe geschaffen werden, damit das neue Terminalequipment auch versorgt werden kann.

Beispiel 3: Vorreiterrolle bei emissionsfreien Schiffsantrieben

Um durch innovative Antriebstechnologien CO₂ einzusparen, hat die Flotte Hamburg, eine Tochtergesellschaft der HPA, zwei Plug-in-Hybrid-Schiffe

bereits in Betrieb genommen. Die multifunktionalen Löschboote können als die ersten Plug-in-Hybrid-Schiffe im Hamburger Hafen bis zu zwei Stunden vollelektrisch fahren. 2022 wird auch ein bereits beauftragtes Planiergerät als Plug-in-Hybrid in Betrieb genommen. Eine Machbarkeitsstudie erfolgte für ein vollelektrisches Schiff für die Alster sowie für ein Dual-Fuel-Wasserstoff-Schiff für den Hafen. Darüber hinaus nimmt die Flotte Hamburg an internationalen Forschungsprojekten teil, wie der Entwicklung eines Seeschiffs mit Methanol-Brennstoffzellen-Antrieb (HyMethShip). Die Dekarbonisierung verstärkt den Innovationsdruck, da bis spätestens 2040 alternative bezahlbare Energielösungen verfügbar sein müssen.

Beispiel 4: Ausbau der Landstromanlagen für Kreuzfahrt- und Containerschiffe

Am Terminal in Altona haben die Kreuzfahrtschiffe bereits seit 2016 die Möglichkeit, klimafreundlichen Strom über die dortige Landstromanlage zu beziehen und den Luftschadstoffausstoß am Liegeplatz zu vermeiden. Hiermit übernahm der Hamburger Hafen eine Vorreiterrolle in Europa für alternative Energieversorgung im Hafenaerial.

Für die Kreuzschifffahrt sind der Bau weiterer Landstromanlagen auch an den Terminals Steinwerder und HafenCity geplant.

Nach und nach werden die Landstromanlagen ebenfalls für die Containerschifffahrt installiert. Diese werden an den Containerterminals der HHLA und Eurogate zur Verfügung gestellt. Ab 2023 können Containerschiffe, die im Hamburger Hafen anlegen, mit Landstrom versorgt werden. Diese Maßnahme ist einer der großen Bausteine im Hafen für eine Dekarbonisierung und setzt somit auch ein deutliches Zeichen für mehr Umweltschutz.

Resümee

Die drei Charakteristika für Häfen der Zukunft – solutionPORTs, changemakerPORTs und greentechPORTs – weisen neue Wege für eine Transformation zu zukunftsorientierten und resilienten Häfen.

In Hamburg sind erste Maßnahmen gestartet worden, die auch schon zu ersten Erfolgen geführt haben. Der Weg zu einem CO₂-neutralen Hafen ist noch lange nicht zu Ende, hierfür sind Entschlossenheit, Engagement und Zusammenarbeit aller relevanten Hafen-Stakeholder notwendig. Aber genau diese Eigenschaften haben den Hamburger Hafen über die Jahrhunderte gekennzeichnet – sie werden auch Garanten für seine Zukunft sein. //

Hochaufgelöste autonome Digitalisierung von Unterwasserstrukturen in Häfen und offshore

Ein Beitrag von HEDDA PRECHT und THOMAS VONACH

Robotics as a Service: Was in der industriellen Fertigung bereits gang und gäbe ist, ist im Bereich der Instandhaltung systemrelevanter Hafeninfrastruktur noch nicht weit verbreitet. Das soll sich ändern. Die österreichische subdrone GmbH hat sich auf die Entwicklung von Navigationsalgorithmen, die AUV-Navigation im objektrelativen Bereich und das Erheben und Auswerten von Inspektionsdaten spezialisiert. Die Idee: Ein AUV als anwendungsbezogenes Gesamtsystem. Dabei erlaubt es der Einsatz der proprietären Relativen Objekt-Navigation (RON), auf kostenintensive externe Positionierungslösungen zu verzichten. Aktuell wird die in den vergangenen Jahren gesammelte Missionskompetenz auch als projektbezogener Service angeboten. Der sich hieraus ergebende Vorteil für Hafenbehörden und Tauchunternehmen: Technik und Unterwasserrobotik-Kompetenz sind genau dann dort, wenn sie und wo sie benötigt werden, ohne dass eigene Technologien entwickelt werden müssen. Damit entfällt für die Auftraggeber auch die aufwendige Suche nach gut ausgebildeten Fachkräften, die kontinuierlich weitergebildet und im Unternehmen gehalten werden müssen. Als Teilaspekte des Serviceangebots sollen hier die 3D-Spundwandvermessung und die Schiffsrumpfspektion exemplarisch vorgestellt werden.

AUV | autonome Unterwasserinspektion | IWS | Punktwolke | Rumpfspektion | Schlosssprengung | Spundwandvermessung

AUV | autonomous underwater inspection | IWS | point cloud | hull inspection | declutching | sheet pile survey

Robotics as a Service: What is already commonplace in industrial manufacturing is not yet widespread in the area of maintenance of system-relevant port infrastructure. This is about to change. The Austrian company subdrone GmbH specialises in the development of navigation algorithms, AUV navigation in the object-related range and the collection and evaluation of inspection data. The idea: An AUV as an application-related overall system. The use of proprietary relative object navigation (RON) makes it possible to dispense with cost-intensive external positioning solutions. Currently, the mission expertise accumulated over the past years is also offered as a project-related service. The resulting advantage for port authorities and diving companies: Technology and underwater robotics expertise are exactly there when and where they are needed, without having to develop own technologies. This also eliminates the need for clients to search for well-trained specialists who need to be continuously trained and retained within the company. As partial aspects of the service offer, 3D sheet pile surveying and ship hull inspection are presented here as examples.

Autoren

Dipl.-Oz. Hedda Precht ist selbstständige Fachjournalistin in Hamburg.

Thomas Vonach ist General Manager der subdrone GmbH in Lauterach, Österreich.

thomas.vonach@subdrone.com

Einleitung

Die Häfen als Dreh- und Angelpunkte des Warenumschlages und weltweit vernetzter Wertschöpfungsketten nehmen eine Schlüsselrolle in der Verkehrsplanung der Zukunft ein. Maßgeblich für ihre 24/7 Performance ist die lückenlose Überwachung und Wartung der oft über Jahrzehnte gewachsenen Infrastruktur des Hafennutzungsgebietes. Ein wichtiges Augenmerk gilt hier den Spundwandkonstruktionen. Insbesondere an den Kaikanten verursachen die immer größeren Krananlagen, die für das Be- und Entladen der bis zu 400 m langen Containerschiffe benötigt werden, einen er-

heblichen Anstieg der Lasten (Forschungsprojekt TUHH, 2010–2012). Die regelmäßige Analyse der stark beanspruchten modularen Spundwände ist insbesondere unter dem Aspekt des Detektierens von Schlosssprengungen notwendig.

Auch das sensorische Abtasten vom Schiffsrümpfen im Hinblick auf Schmuggelware oder sonstige unerwünschte Fremdkörper rückt in einer globalisierten Welt in den Fokus, wenn es um sichere Transportwege geht. Gleiches gilt für die steigende Nachfrage an remote durchgeführten In-Water Surveys (IWS) für die Schiffsrumpfspektion zum Einhalten der Klassifikationsvorschriften.

Traditionell sind für solche Aufgaben Taucher im Einsatz, die bei teils trüber Sicht im sediment-beladenen Wasser von Binnenhäfen ihre Analyseaufgaben unter hohem Zeit- und Kostendruck durchführen. Auch ROVs (Remotely Operated Vehicles) werden für diese Aufgaben zunehmend eingesetzt. Der Nachteil an dieser Methode liegt darin, dass ausschließlich qualifizierte Piloten die Messungen durchführen können. Zudem sind sie ebenfalls auf Sicht angewiesen – damit stellt auch die optimale Positionierung eine Herausforderung dar. Zukünftig sind diese Aufgabenstellungen ideale Einsatzgebiete für speziell ausgestattete AUVs.

Autonomie für Unterwasserrobotik

Das subdron-Team setzt sich aus europäischen Experten der Unterwasserrobotik zusammen. Mit dem Ziel, Unterwasservermessungsdaten autonom und tiefenunabhängig zu erfassen und bedarfsgerecht aufzuarbeiten, setzt die Crew die Idee von »Robotics as a Service« in die Tat um. Ein von subdron entwickeltes Gesamtsystem kann sich auf Grundlage proprietärer Navigationsalgorithmen stabil, sicher und autonom im objektrelativen Bereich von ein bis zwei Metern fortbewegen. Auch das Navigieren in sehr beengten Umgebungen ist möglich. Durch eine spezifische, ins Fahrzeug integrierte Sensorik für die Umgebungswahrnehmung werden Daten generiert und verarbeitet, die direkt in den Navigationsalgorithmus einfließen. Das ist der Kern der proprietären Relativen Objekt-Navigation (RON) von subdron. Durch RON kann gewährleistet werden, dass sich das Fahrzeug stets in gewünschter Position und Orientierung zum Objekt bewegt. RON als Software- und Hardwarepaket macht es möglich, auf kostenintensive externe Positionierungslösungen zu verzichten. Auch die bildgebende Sensorik ist ausgeklügelt. Sie wird in der idealen Lage und Position ausgerichtet, um die bestmögliche Datenerfassung zu gewährleisten. Das wiederum führt dazu, dass jeder analysierte Strukturbereich mit derselben Auflösung abgebildet wird. So können auch anspruchsvolle Inspektionsaufgaben realisiert und mit hoher Detailtiefe ausgewertet werden. Die Feldtests der Systeme werden in der subdron-Testanlage am Bodensee absolviert, und im Hamburger Hafen sowie in Bremerhaven wurden und werden weiterführende Tests durchgeführt. Auch erste beauftragte Untersuchungen haben bereits überzeugende Ergebnisse geliefert.

Performantes Trägerfahrzeug

Das Trägerfahrzeug ist ein leistungsstarkes Sparus II AUV von IQUA Robotics (Abb. 1), dessen Soft- und Hardware von subdron modifiziert wurde. Es handelt sich um ein torpedoförmiges Schwebefahrzeug mit missionsspezifischem Nutzlastbereich und effizienter Hydrodynamik für eine lange autonome Betriebszeit. Dieses Hovering-AUV wurde für den Einsatz in offenen Gewässern ent-

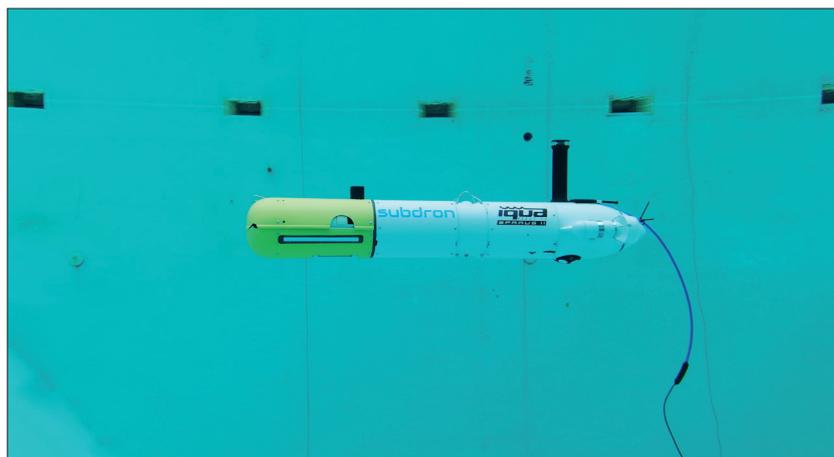


Abb. 1: AUV-Plattform Sparus II zu Versuchen im Testtank

© Alle Abbildungen: subdron GmbH

wickelt, hat eine Länge von 160 cm, einen Rumpfdurchmesser von 23 cm und ein Gewicht von 52 kg in Luft. Damit ist es klein, leicht und wendig. Mit einer Geschwindigkeit von bis zu drei Knoten und einer Betriebszeit von acht bis zehn Stunden können auch umfangreiche Einsätze tageweise geplant werden. Für die Missionsprogrammierung wird eine offene, auf ROS (Robot Operating System) basierende, Softwarearchitektur verwendet (Carreras et al. 2015).

Technische Spezifikation

Für die Navigation an der Wasseroberfläche nutzt das AUV eine GPS-Antenne, um seine Position zu bestimmen. Die Navigation unter Wasser erfolgt mit einem Inertialen Navigationssystem (INS), mit dessen Hilfe die Beschleunigung und die Winkelgeschwindigkeit des AUVs im dreidimensionalen Raum bestimmt werden kann. Für das Koordinieren der genauen Fahrtrichtung und Geschwindigkeit über Grund wird ein nach unten schauendes Doppler Velocity Log (DVL) genutzt. Auch klassische Sensorik kommt bei diesem AUV zum Einsatz: Ein Drucksensor meldet, in welcher Tiefe sich das AUV aktuell befindet. Für den Einsatz im offenen Gewässerbereich steht ein USBL-System (Ultra Short Baseline) zur Verfügung, um das abgetauchte AUV zu positionieren und eine Kommunikation aufrechtzuhalten. Frequenzbedingt (Multipathing etc.) ist das USBL-System im Hafengebiet jedoch nur begrenzt einsetzbar. Alle hier ermittelten Daten werden genutzt, um beim Postprocessing der Punktwolken die Positionsdaten zu validieren.

Je nach Missionsanforderung und gewünschter Datengüte kann subdron innerhalb von acht bis zwölf Stunden mit einer einzigen Akkuladung ein bis zwei Kilometer einer Hafenanlage vermessen. Für solch einen Einsatz sind üblicherweise zwei bis drei Mitarbeiter im Einsatz, um Parameter wie die gewünschte Scan-Länge und -Tiefe ins System einzupflegen. Da die Anwender-Interaktion kontinuierlich weiterentwickelt wird, wird es perspektivisch möglich sein, eine Mission mit einem

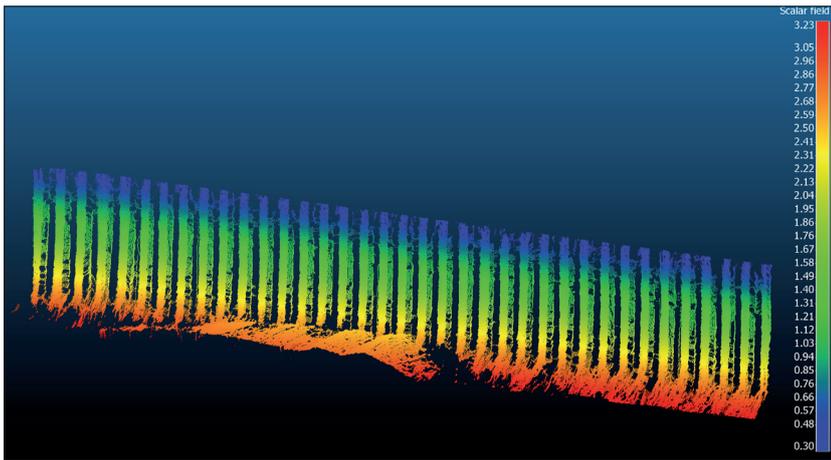


Abb. 2: Spundwandbereich mit Anhäufung im Grundbereich im Hafen Stuttgart

»Nicht-Robotik-Experten« und einer Hilfskraft vor Ort durchzuführen.

Bedarfsorientierte Datendichte

Um eine maximale Auflösung zu erreichen, beträgt der optimale Abstand zwischen dem Fahrzeug und dem zu vermessenden Objekt 1,5 bis 2,5 m. Wenn eine größere Flächenleistung gewünscht wird, kann dieser Abstand vergrößert werden. Diese größere Flächenleistung führt jedoch zu einer geringeren Auflösung. Vor einem Missionsstart werden die Sensoren des Gesamtsystems kalibriert, sie liefern bis zu einen Tag lang präzise Messergebnisse. Sollte die Mission es erfordern, kann eine erneute Kalibrierung schnell erfolgen. Mit einer Auflösung von 1 cm ist die Messgenauigkeit hervorragend dafür geeignet, auch kleine Strukturen aufzulösen. Zur Relevanz hochauflöster 3D-Daten in der Bauwerksgeometrie siehe auch Hesse et al. (2019).

Gesetzliche Vorgaben

Je nach Einsatzort und -zweck des Mess-AUVs, müssen Genehmigungen der Hafenbehörden

eingeholt werden. Auch strom- und schiffahrtspolizeiliche Genehmigungen können erforderlich sein. Durch die enge Zusammenarbeit aller am sicheren Hafenbetrieb beteiligten Institutionen werden diese Genehmigungen üblicherweise innerhalb weniger Tage erteilt.

Schnell einsatzbereit

Der bei Vermessungsaufgaben übliche Vorlauf reicht aus, um ein AUV an innereuropäische Einsatzorte zu bringen. Ebenso können Einsätze außerhalb europäischer Gewässer schnell in die Wege geleitet werden: Ein Transport des AUV per Luftfracht ist durch eine Zertifizierung des Lithium-Ionen-Akkus für den Lufttransport gegeben. Je nach Umgebungsbedingungen, kann das AUV unkompliziert von Bord eines kleinen Bootes zu Wasser gelassen oder auch komfortabel von der Wasserkante aus eingesetzt werden.

Bildgebende Sensorik: Standardanwendung oder individuell angepasst

Für Bathymetrie- und Side-Scan-Sonar-Anwendungen stehen ein MBES mit 260 kHz, ein Side-Scan-Sonar mit 1,1 MHz sowie ein MBES mit 2,25 MHz als separate Payload mit vollem Funktionsumfang zur Verfügung. In Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen kann das AUV mit weiteren Technologien bestückt werden – beispielsweise können Kameras oder Laser zum Einsatz kommen.

Prozessierungsalgorithmus liefert Datenformat

Je nach Anforderung, können die ermittelten Daten als Punktwolke in xyz sowie über gängige Verarbeitungsprogramme aufbereitet und übergeben werden. Hierfür durchlaufen die Daten nach Abschluss der Mission einen eigens entwickelten Prozessierungsalgorithmus, in dem die Fächerdaten mit den Navigationsdaten korreliert und damit georeferenziert werden. Mit einer Dichte von 10 000 Messpunkten je m² (oder 1 Messpunkt je cm²) liefert die subdrone-Technologie eine hohe Auflösung, die aktuell um den Faktor 100 höher ist, als die des 2016 an Bord des Vermessungsschiffs *Seeadler* installierten MBES mit einer maximalen Punktdichte von 100 bis 120 Messpunkten je m² an der Containerkaje im unteren Bereich vor fünf Jahren (Döscher 2019). Mit der jetzt erreichbaren Auflösung können auch kleine Verformungen erkannt werden. Sobald das AUV seine Mission beendet hat und die Prozessierung abgeschlossen wurde, erhalten die Auftraggeber die Daten im gewünschten Format.

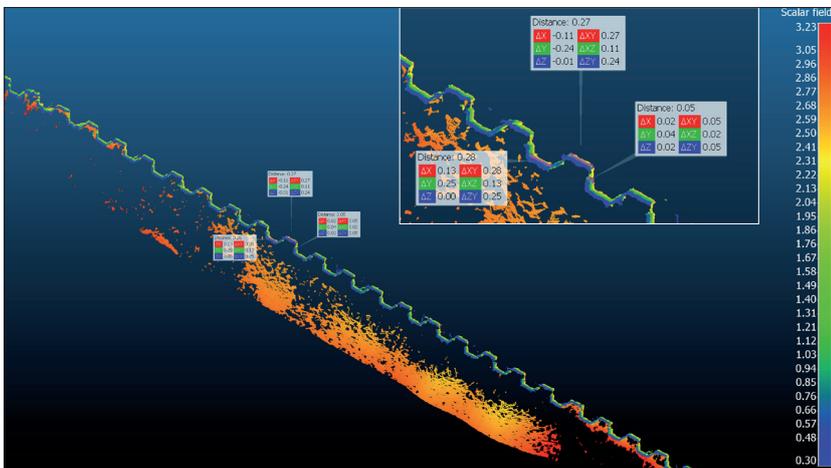


Abb. 3: Ansicht von oben zur Darstellung der Regelmäßigkeit der Spundwand im Hafen Stuttgart. Der vergrößerte Bildausschnitt zeigt die Vermessung der hinteren Wannenbreite (28 cm), der vorderen Wannenbreite (27 cm) und der Schlossbreite (5 cm)

3D-Spundwandvermessung mit 10 000 Messpunkten pro Quadratmeter

Am Beispiel einer Spundwandvermessung über einen Längenabschnitt von 30 m und einer Tiefe von 3 m in Stuttgart zeigen die Abb. 2 und Abb. 3

die Detailtiefe einer Vermessung an Bauwerksabschnitten. Für die Aufnahmen wurde das Messsystem p.dron eingesetzt. Das AUV wird via subdrons proprietärer Relativer Objekt-Navigation gesteuert und dient als Trägerfahrzeug für die Navigation und das MBES mit 2,25 MHz. Die Messergebnisse vom 16. September 2021 zeigen eine hochaufgelöste 3D-Punktwolke mit ca. 10 000 Messpunkten pro m², sie weisen keine Unregelmäßigkeiten auf. Das System wurde durch die Bestimmung der Auflösung der Aufnahmen eines intakten Bauwerksabschnitts sowie der Schlösser verifiziert.

Nicht abgebildet werden die rechtwinkligen Flanken und der hintere Böschungsbereich. Die vollflächige Abtastung einer Spundwand mit geneigten Flanken zeigt [Abb. 4](#).

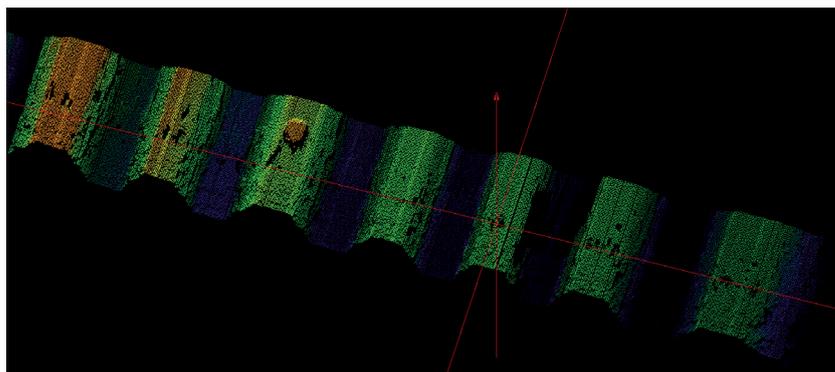
Nachweis eines Fremdobjekts bei einer Schiffsrumpfspektion

Dass die hochauflösende Bildgebung eines von subdron entwickelten Systems auch für das Scannen von Schiffsrümpfen geeignet ist, wurde im Hamburger Hafen unter Beweis gestellt. Im sedimentbeladenen Wasser des Hamburger Hafens mit einer Sichtweite von 30 bis 50 cm wurde ein Fremdobjekt mit den Maßen 55 × 35 × 15 cm aufgespürt, das am Rumpf eines Zollschiffes von 20 m Länge befestigt worden war. Im Ausschnitt der Punktwolke ist die 3D-Rekonstruktion des Fremdkörpers am Schiffsrumpf klar durch orange eingefärbte Punkte zu erkennen ([Abb. 5](#)). Unter Außerachtlassung des Mission-Set-ups betrug die Aufnahmedauer für diesen Scan vom Fieren bis zum Bergen des AUVs etwa eine halbe Stunde.

Dieser Test unter dem Zollschiiff lieferte wertvolle Erkenntnisse für die weitere Entwicklung der stabilen Navigation unter großen Handelsschiffen. Diese sollen bei IWS-Inspektionen (IWS: in-water survey) zum Tragen kommen. Ebenso werden sie eine wertvolle Unterstützung beim Erstellen von außertourlichen Schadensgutachten (damage inspections) nach einer Grundberührung oder bei Beschädigungen durch Anlegemanöver sein.

Zusammenfassung und Ausblick

Bei Hafeneinsätzen hat sich das Servicepaket der subdron GmbH als sinnvolle Unterstützung für



© Alle Abbildungen: subdron GmbH

Abb. 4: Vollflächiger Scan einer Spundwand. Im linken Abschnitt ist ein Betonstein als Testobjekt zu sehen. Maße des Betonsteins: 20 × 20 cm

schnell zu realisierende Vermessungsaufgaben bereits bewährt. Auch wenn subdron die Entwicklung von IWS-Einsätzen forciert, ist das p.dron-Messsystem in den aktuellen Anwendungen komplementär zu oberflächen- oder schiffsgelunden autonomen Messsystemen zu sehen.

Durch die generisch einsetzbare und adaptierbare Systemsteuerung via RON entsteht darüber hinaus eine Vielzahl weiterer Anwendungsfelder. Beispiele für zukünftige Robotics-as-a-Service-Einsätze sind die Infrastrukturüberwachung in Häfen und auf Wasserstraßen, der Bereich der Port Security, Talsperreninspektionen sowie das Erfassen von Near- oder Offshore-Strukturen. //

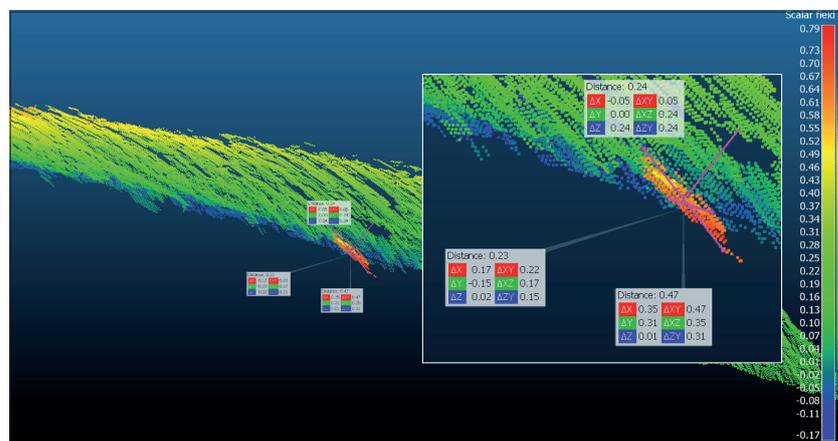


Abb. 5: Abbildungsmöglichkeit des aufgespürten Fremdobjekts am Schiffsrumpf. Der vergrößerte Bildausschnitt zeigt die Ergebnisse der Schiffsrumpfmessung in Metern

Literatur

- Carreras, Marc; Carles Candela et al. (2015): Testing SPARUS II AUV, an open platform for industrial, scientific and academic applications. Sixth International Workshop on Marine Technology, Martech 2015, arXiv:1811.03494
- Hesse, Christian; Karsten Holste et al. (2019): 3D HydroMapper – Automatisierte 3D-Bauwerksaufnahme und Schadenserkennung unter Wasser für die Bauwerksinspektion und das Building Information Modelling. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN113-03

- Thorsten Döscher (2019): Multibeam-Vermessung von Spundwänden – Möglichkeiten und Grenzen anhand von Untersuchungen in Bremerhaven. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN113-04
- Forschungsprojekt TUHH (2010-2012): Entwicklung von effizienten Dimensionierungsgrundlagen für die Tragbohlen kombinierter Stahlspundwände. Projektlaufzeit: 2010-2012, Stand: 14.07.2020 (hst), Sachbearbeiter: Christoph Schallück

RoboVaaS

Praxisorientierte Entwicklung von robotischen Systemen mit As-a-Service-Ansatz für den Hafen der Zukunft

Ein Beitrag von VINCENT SCHNEIDER, NICO ZANTOPP und JOHANNES OEFFNER

Digitalisierung und Vernetzung von Hafeninfrastruktur ist ein voranschreitender Trend, der eng verzahnt ist mit dem Einsatz von Autonomous Surface Vehicles (ASV). Zur Betrachtung des As-a-Service-Konzeptes unter Anwendung von maritimen Robotern im Hafenumfeld wurden im Rahmen des RoboVaaS-Projektes fünf Services entwickelt, implementiert, getestet und demonstriert. Die Services sind: Echtzeit-Strandungsvermeidungsdienst, Schiffsrumpfinspektion, Kaimauerinspektion, Hydrographische Tiefenmessungen, Data Muling – eine asynchrone akustische Mittelstrecken-Kommunikationstechnologie. Um die gesamte Servicearchitektur abzubilden, wurde eine Software-Infrastruktur geschaffen, die die gesamte Service-Pipeline von der Erstellung eines Auftrages über die Durchführung bis hin zum Sichten der Ergebnisse abbildet. Im Mittelpunkt der Hardware-Entwicklungen stehen ASV und Remotely Operated Vehicles (ROV), mit denen die Services hardwareseitig implementiert und demonstriert wurden. Das Projekt wurde live auf dem ITS World Congress in Hamburg 2021 vorgestellt. Folgeprojekte nutzen die Entwicklungsarbeiten und bauen auf der Servicearchitektur der Software und dem ASV SeaML:SeaLion auf und binden zusätzlich Flugdrohnen ein, um automatisierte Müllbeseitigung aus dem Meer und Inspektion von Hafeninfrastruktur zu entwickeln.

ASV | ROV | WebUI | Schiffsrumpfinspektion | Kaimauerinspektion | Tiefenvermessung | RoboVaaS
ASV | ROV | WebUI | hull inspection | quay wall inspection | depth sounding | RoboVaaS

Digitalisation and networking of port infrastructure is an advancing trend that is closely intertwined with the use of autonomous surface vehicles (ASV). To examine the as-a-service concept using maritime robots in the port environment, five services were developed, implemented, tested and demonstrated as part of the RoboVaaS project. The services are: real-time beaching avoidance service, hull inspection, quay wall inspection, hydrographic depth survey, data muling – an asynchronous acoustic medium range communication technology. In order to map the entire service architecture, a software infrastructure was created that maps the entire service pipeline from the creation of an order to its execution and the viewing of the results. The hardware developments focus on ASVs and remotely operated vehicles (ROV), which were used to implement and demonstrate the services on the hardware side. The project was presented live at the ITS World Congress in Hamburg 2021. Follow-up projects will use the development work and build on the service architecture of the software and the ASV SeaML:SeaLion and additionally integrate aerial drones to develop automated waste removal from the sea and inspection of port infrastructure.

Autoren

Vincent Schneider, Nico Zantopp und Johannes Oeffner sind wissenschaftliche Mitarbeiter beim Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML in Hamburg.

vincent.schneider@cml.fraunhofer.de

Einleitung

Die Digitalisierung, Vernetzung und Miniaturisierung von kleinen unbenannten Wasserfahrzeugen ist ein aktuell voranschreitender Trend (Burmeister et al. 2021). Autonome Schiffe werden entweder als Autonomous Surface Vehicles (ASV) oder Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) bezeichnet. Diese sind dabei sehr vielfältig in ihrer Erscheinungsform sowie Anwendungsbereichen (Tanakitkorn 2018). Mit ihren sich immer weiterentwickelnden technischen Fähigkeiten kombiniert mit entsprechenden neuen Rechtsvorschriften sowie Fortschritten in der Drohnentechnologie im nicht-maritimen Bereich werden die Möglich-

keiten auf ein neues Niveau gehoben. Hier setzte das Projekt RoboVaaS (Robotic Vessels as a Service) an, welches fünf Services mit dem Fokus der Erforschung von anwendungsnahen Servicekonzepten für den Hafen der Zukunft entwickelt und implementiert hat. Einer der Services beleuchtet hydrographische Tiefenvermessungen mittels ASV – ein fest etabliertes Aufgabengebiet dieser Fahrzeugklasse. Dies wird deutlich an den Aktivitäten des Projektpartners und potenziellen Interessenvertreters für automatisierte Hafenservices HPA (Hamburg Port Authority). Die Hydrographie-Abteilung der HPA wird seit einiger Zeit von der ECHO.1 – einem 1,6 m langem ASV mit Jetantrieb

(Typ SL40 von Oceanalpha) – bei der regelmäßigen Vermessung des Hamburger Hafens unterstützt (hamburg.de 2020).

Ein direkter Vergleich mit den konventionellen Peilschiffen der HPA zeigt die Stärken von ASV für solche und weitere Anwendungen. Die Peilschiffe der HPA sind die *Deepenschriever I bis IV*, welche mit modernen Fächerecholoten (MBES) und mit GNSS sowie Trägheitssystemen zur Navigation ausgestattet sind (Köster und Thies 2015). Sie variieren in der Länge zwischen 12 m und 29 m und in der Breite zwischen 4 m und 9 m. Im Vergleich ist die ECHO.1 ebenfalls mit einem MBES und mit GNSS zur Positionsbestimmung ausgestattet, sie weist aber nur eine Länge von 1,6 m auf bei einem Tiefgang von 0,15 m. Weitere Vorteile des kleineren Systems sind z. B. die Reduzierung des notwendigen Personals, geringere Betriebskosten sowie Flexibilität. Besonders in einem Hafen mit Tideeffekten wie Hamburg können kleine Fahrzeuge mit geringem Tiefgang länger zur Vermessung eingesetzt werden und Bereiche bei Niedrigwasser erreichen, die für klassische Schiffe nicht zugänglich sind.

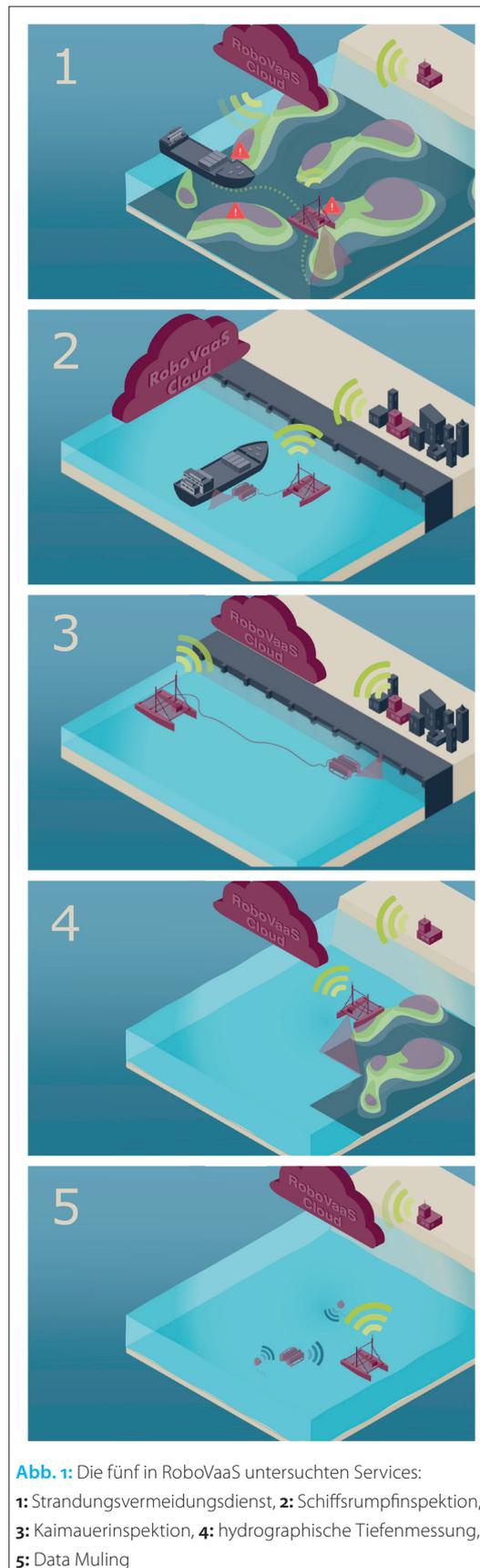
Im Projekt RoboVaaS wurde die Notwendigkeit einer breiten Vernetzung maritimer Robotikkonzepte zu ganzheitlichen Services thematisiert. Hierbei standen fünf im Projekt erarbeitete Servicekonzepte im Mittelpunkt, um eine Kombination geeigneter Softwarearchitektur und Hardware-Infrastruktur zu schaffen. Das Ziel war neben der Erforschung und Entwicklung der technischen Einzellösungen das Erschaffen eines flexiblen Dienstleistungssystems, was einer Vielzahl von Akteuren im Hafen der Zukunft zur Verfügung gestellt werden kann. Dieser holistische Ansatz robotischer Fahrzeuge integriert in eine Servicearchitektur und nicht als Insellösungen bietet das Potenzial, dass Roboterschiffe ein wertvolles Mittel werden können, um eine durchdringende Digitalisierung der Häfen der Zukunft zu erreichen.

Das RoboVaaS-Konzept

Um das ganzheitliche Konzept der Häfen der Zukunft greifbar zu machen und in einem Projekt zu bearbeiten, wurden mittels enger Zusammenarbeit von möglichen Interessenvertretern wie der Hamburg Port Authority (HPA) sowie Industrie- und Wissenschaftspartnern innerhalb des Konsortiums fünf Dienstleistungen definiert, entwickelt, getestet und einem Fachpublikum vorgestellt und demonstriert (Schneider et al. 2020a). Diese fünf RoboVaaS-Services sind (Abb. 1):

- Echtzeit-Strandungsvermeidungsdienst,
- Schiffsrumpfinspektion mittels ROV und ASV,
- Kaimauerinspektion mittels ROV und ASV,
- hydrographische Tiefenmessungen,
- Data Muling – eine akustische Mittelstrecken-Kommunikationstechnologie die unter Wasser zum Einsatz kommt.

Der Echtzeit-Strandungsvermeidungsdienst thematisiert eines der größten Risiken für die Sicherheit im Seeverkehr – Grundberührungen von Schiffen. 20 % der Gesamtverluste von Schiffen in den letzten zehn Jahren sind auf Grundberührungen



gen zurückzuführen (AGCS 2019). Hafengebiete und Hafenzufahrten sind Gebiete mit besonders hohem Risiko für Grundberührungen, da die Wassertiefe limitiert ist und es wenig Raum für Korrekturmanöver gibt. In Hafengebieten mit großem Tidenhub sind Sedimentablagerungen zu berücksichtigen, die regelmäßige und ressourcenintensive Tiefenvermessungen notwendig machen.

In vielbefahrenen Gewässern von Industrienationen ist die regelmäßige Kartierung gewährleistet, in Gebieten mit veralteten Seekarten jedoch entstehen in Verbindung mit Navigationsfehlern und Fehlern durch Lotsen Grundberührungen. Der RoboVaaS-Service wird hier in Form von Echtzeit-Tiefenmessungen in Flachwasser bereitgestellt, welche durch ein vorausfahrendes ASV mit einem zeitlichen Versatz von ca. 20 Minuten durchgeführt werden (Schneider et al. 2020b). Die Tiefendaten werden über die RoboVaaS-Cloud direkt an das Schiff gesendet und dort dem ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) überlagert und stellen so zusätzliche Informationen in einer bekannten Mensch-Maschine-Schnittstelle dar. Diese erhöht die potenzielle Akzeptanz so eines Services und wurde in der Praxis mit Nautikern getestet (Schneider et al. 2020b).

Schiffsrumpfspektionen bilden einen großen Dienstleistungssektor im Hafen- und Küstenumfeld. Hierbei reicht das Spektrum von Reinigungsarbeiten von Biofouling an der gesamten Hülle oder Einzelkomponenten wie Schiffsschraube oder Seekästen hin zu Inspektionen auf mögliche Schäden, wie durch eine mögliche Grundberührung. Diese Arbeiten werden in der Regel von Tauchern durchgeführt und sind oft durch schlechte Sichtverhältnisse in Hafengewässern geprägt. Eine exakte Ermittlung von Schäden, wie Größe und Tiefe einer Eindellung, sind nicht quantitativ zu ermitteln. Hier setzt der entwickelte Service mittels eines speziell entwickelten RGB-Lasersystems an. Dieses vom Projektpartner, der Kraken Robotik GmbH, entwickelte System SeaVision kann mit Sub-Zentimeter-Auflösung die Rumpfgeometrie vermessen und die Daten mittels Odometrie exakt am Rumpf referenzieren (Niemeyer et al. 2019). Der Service besteht dabei aus einem ASV, das als Trägerplattform fungiert, und einem ROV – ausgestattet mit besagtem Lasersystem. Am Schiff angekommen, wird das ROV mit einem LARS (Launch and Recovery System) zu Wasser gelassen und kann die Inspektion durchführen. Die Daten werden mittels Glasfaserleitung zum ASV weitergeleitet, dort vorverarbeitet und dann über das Kommunikationsnetz an die Landstation übertragen. Auf diese Weise werden die Vorteile der exakten Laservermessung, des ROV als unter Wasser agierendes Fahrzeug und des ASV zur Überwindung größerer Strecken im Hafenumfeld in einem Service kombiniert.

Als Schwesterservice der Schiffsrumpfspektion

schließt sich die Kaimauerinspektion an, welche die gleiche Hardware verwendet, sich jedoch in der Zielgruppe der Anwender unterscheidet. Hierbei wurde ein Service entwickelt, der besonders für Hafenbetreiber von Interesse ist, die oft dutzende Kilometer von Kaimauern verwalten und instandhalten müssen. Die Sensoreinheiten können hierbei variieren – von oben beschriebenen Lasersystemen über optische Kameras bis hin zu bildgebenden Sonaren, welche bei sehr geringen Sichtverhältnissen zum Einsatz kommen können. Soll eine Kaimauer inspiziert werden, kann das ASV diese zeiteffizient erreichen und mittels LARS das ROV zu Wasser lassen. In einem Rasterverfahren wird die Kaimauer im Anschluss abgefahren, wobei ASV und ROV zusammenspielen und sich das ASV mit dem ROV mitbewegen kann, um ein effizientes Kabelmanagement zu gewährleisten. Die Daten werden ebenfalls an Bord vorverarbeitet, um die Datenrate möglichst gering zu halten, und dann an die Landstation geschickt.

Ein schon gut etablierter, aber nicht zu vernachlässigender Service sind autonome hydrographische Tiefenmessungen, die besonders relevant in Häfen mit starkem Tideeinfluss sind. Diese kommen mit einem vereinfachten Setup aus, wobei das ROV und LARS nicht integriert sind. Stattdessen ist ein Sonar, idealerweise ein Fächer-sonar, integriert, welches zur Rasterabtastung des Hafengebietes genutzt werden kann. Der Vorteil des ASV ist hier der geringere Mindestabstand zu Kaimauern und das Vermessen von Gebieten mit sehr geringem Tiefgang. Die bauformbedingte geringere Maximalgeschwindigkeit des kleinen ASV im Vergleich zu größeren Peilschiffen ist hier nicht von Bedeutung, da die Scangeschwindigkeit des verwendeten Fächer-sonars ausschlaggebend ist und diese typischerweise unter der der maximalen Geschwindigkeit des verwendeten ASV liegt (Ernstsen 2006).

Der innovativste Service innerhalb von RoboVaaS ist das Data Muling. Dieser wurde entwickelt, um die Grundlage dafür zu schaffen, das RoboVaaS-Netzwerk in Zukunft mit Autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUVs) zu erweitern. Im Speziellen wurde ein Konzept für akustische Unterwasserkommunikation entwickelt, welche es überhaupt ermöglicht, unter Wasser Informationen über mittlere Distanzen – z.B. vom AUV ans ASV – zu übertragen. Das Konzept des Data Muling ist dabei bedingt durch die im Hafenumfeld begrenzte Reichweite. Anstatt die Informationen von einem Unterwassersensor bis zur Landstation zu senden, werden die Daten lokal gespeichert und der Kommunikationsknoten wartet darauf, dass sich ein mobiler Knoten in Reichweite begibt. Dieser mobile Knoten kann als passive Payload am ASV angebracht werden – so z.B. in Kombination mit den hydrographischen Tiefenmessungen. Nähert sich das ASV einem Unterwasserknoten, beginnt

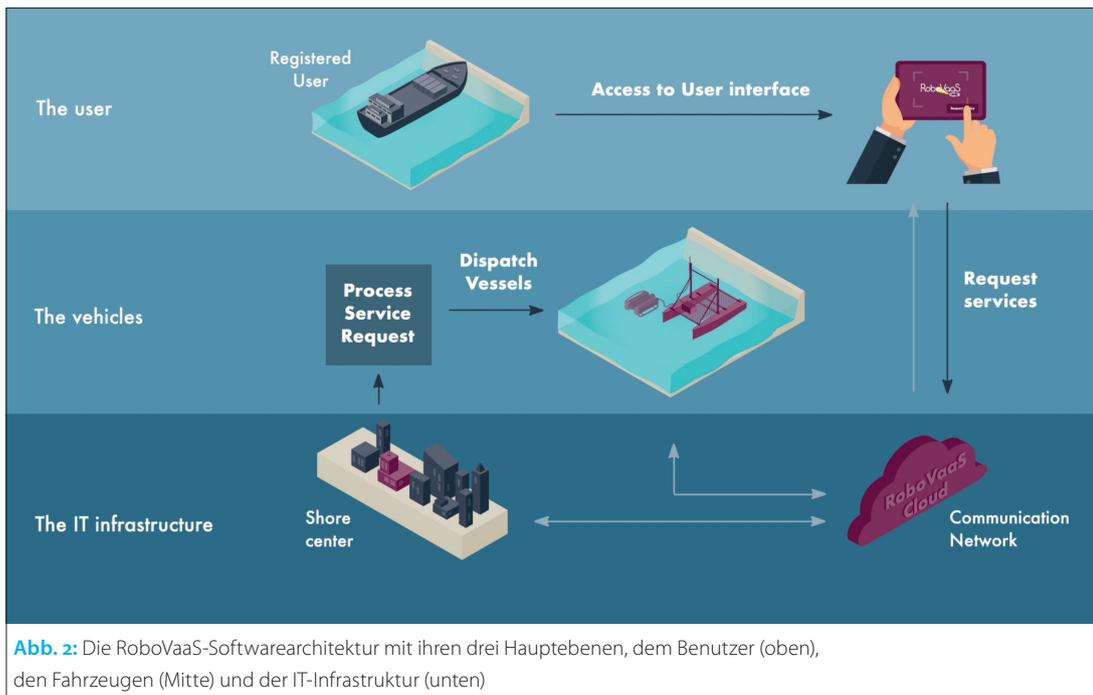


Abb. 2: Die RoboVaaS-Softwarearchitektur mit ihren drei Hauptebenen, dem Benutzer (oben), den Fahrzeugen (Mitte) und der IT-Infrastruktur (unten)

der Informationsaustausch von Knoten zu ASV. Das ASV funktioniert dabei als »mule« (Esel), das die Informationen weitertragen kann. Dabei können die Informationen entweder zu einem weiter entfernten Unterwasserknoten transportiert werden, oder direkt über das Überwasserkommunikationsnetzwerk zur Landstation gesendet werden. Diese multidirektionale Kommunikation mit einem asynchronen Transportmedium (dem Data mule) sowie die akustische Datenübertragung im flachen Hafengewässer (störende Geräusche sowie Reflexionen an Boden und Wasseroberfläche) birgt viele zu lösende Herausforderungen, die innerhalb des Projektes bearbeitet wurden (Signori et al. 2019).

Die Softwarearchitektur

Um die fünf Services nicht nur nebeneinander zu entwickeln, sondern sie auch in ein kohärentes Kontroll- und Benutzernetzwerk zu integrieren, wurde eine komplexe Softwarearchitektur entwickelt. Diese ermöglicht sowohl den Betreibern als auch den Nutzern (Kunden) des Systems einen einfachen und übersichtlichen Zugang und gewährleistet gleichzeitig den sicheren Informationsfluss zwischen allen integrierten Roboterfahrzeugen. Die Softwarearchitektur besteht aus einem Frontend (Mensch-Maschine-Schnittstelle zur Eingabe und Auswertung von Ergebnissen), einem Backend (Umwandlung und Zuweisung des Nutzerinputs in Aufträge für robotischen Systeme sowie Überwachung und Steuerung der Kommunikation aller Komponenten) und einer Datenbank (Speicherung der Informationen zu registrierten Nutzern, allen Jobs sowie den Ergebnissen der Untersuchungen). Der detaillierte Aufbau der Softwarearchitektur ist im Detail in Delea et al. (2020) erläutert.

Die Softwarearchitektur kann vereinfacht wie in [Abb. 2](#) dargestellt werden mit den drei funktionalen Ebenen der »User« (Benutzer), der »Vehicles« (Fahrzeuge) und der »IT infrastructure« (IT-Infrastruktur). Will ein Nutzer einen Service buchen, muss dieser registriert sein und bekommt so Zugang zum RoboVaaS interface, WebUI genannt. Hier kann der gewünschte Service angelegt und ausgelöst werden, so kann z. B. für eine Tiefenvermessung das Gebiet auf einer Karte per gesetzten Eckpunkten des Untersuchungsgebietes definiert werden. Zufrieden mit der Auswahl des zu untersuchenden Gebietes, schickt der Nutzer den Auftrag ab, und dieser geht über die RoboVaaS-Cloud an die Landstation. Hier sitzt der RoboVaaS-Server, der den Auftrag registriert und einen Operator informiert. Dieser fungiert als Sicherheitsebene zwischen den Fahrzeugen und den Nutzern und teilt den Auftrag einem Fahrzeug zu. So kann der Nutzer nicht durch Unwissen einen fehlerhaften Befehl senden. Ist der Auftrag durch den Operator freigegeben, führt ein ASV mit der korrekten Konfiguration den Auftrag autonom aus und liefert die Ergebnisse in Echtzeit an das WebUI, wo der Auftraggeber den Status und die Ergebnisse einsehen kann.

Die ASV SeaML und SeaLion

Neben der RoboVaaS-Softwarearchitektur ist ein wiederkehrendes Element aller Services ein ASV in verschiedenen Konfigurationen. Um innerhalb des Projektes der konzeptionellen Ebene die praktische Demonstration gegenüberzustellen, wurde ein ASV entsprechend umgerüstet, sodass alle Funktionalitäten, notwendig zur Ausführung der Services, im Kern dargestellt und demonstriert werden können. Das entsprechende Fahrzeug ist

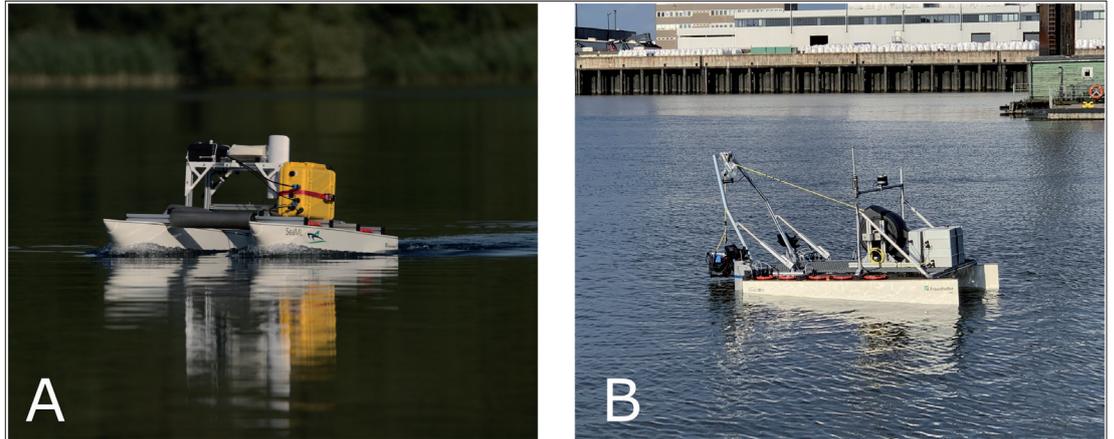


Abb. 3: Die vom CML entwickelten ASV, welche im Projekt RoboVaaS zum Einsatz kamen. **A:** *SeaML* mit seinem starren LARS zum Einholen des ROV. Gut zu erkennen das auf Deck montierte gelbe Kontroll-Kompartiment. **B:** *SeaLion* mit LARS bestehend aus Winde und ausschwenkbarem A-Frame. Alle Hauptbestandteile sind in den Rümpfen in Kompartments verbaut (schwarze Deckel mit rotem Rand). Auf Deck ist nur das Navigations-Kompartiment und die Windensteuerung verbaut

ein Katamaran namens *SeaML* (Schneider und Oeffner 2020). Im Laufe des Projektes wurde deutlich, dass die Qualität der RoboVaaS-Softwarearchitektur und deren TRL sich schneller entwickeln als das innerhalb des Projektes modernisierte ASV *SeaML*. Im Rahmen des CML-internen Förderprogramms SmartOcean konnten Forschungsmittel zur Entwicklung eines neuen, größeren und versatileren ASV namens *SeaML:SeaLion* (kurz *SeaLion*) akquiriert werden. Dies ermöglichte es in einer sehr kurzen Zeit von nur zehn Monaten, ein ASV mit Kapazitäten zu entwickeln, die den Anforderungen der RoboVaaS-Services gerecht wurden. [Abb. 3](#) und [Tabelle 1](#) zeigen einen Vergleich der beiden Fahrzeuge sowie die Verbesserung wesentlicher Komponenten und Fahrzeugeigenschaften.

Aufgrund der zeitweisen parallelen Entwicklung der beiden ASV *SeaML* und *SeaLion* wurden mit beiden Fahrzeugen wesentliche Meilensteine im Projekt RoboVaaS abgeschlossen. Als wichtigster Meilenstein, der mit *SeaML* erreicht wurde,

sei hier das Testen der gesamten RoboVaaS-Software-Pipeline in einer zweiwöchigen Testkampagne erwähnt. Die wichtigste Testkampagne mit *SeaLion* war die Woche vor und während des ITS World Congress, währenddessen auch die finale Demonstration des RoboVaaS-Projektes stattfand. Das Gesamtsystem wurde in einer einstündigen Liveübertragung der Öffentlichkeit präsentiert (Schneider et al. 2021).

Die zwei Testgebiete ([Abb. 4](#)) sind von sehr unterschiedlicher Natur, in denen verschiedene Fragestellungen bearbeitet und Systeme validiert wurden. In Hemmoor konnte aufgrund der offenen Wasserfläche und fehlender uferseitiger Bebauung ohne Störeinflüsse die maximale Reichweite und Datenübertragungsrate getestet werden. Ebenfalls konnte durch die hervorragende Sicht in dem See (bis zu 25 m) die Unterwasserinspektion per Video validiert werden. In dieser Testumgebung wurden die Services Schiff- und Kaimauerinspektion, hydrographische Tiefenmessung und Data Muling getestet. Hierbei wurde der

Name	<i>SeaML 1.0</i>	<i>SeaML:SeaLion</i>
Bootstyp	ASV (1210 mm × 1500 mm) (Katamaran)	ASV (2200 mm × 1500 mm) (Katamaran)
Payload	50 kg	120 kg
Akkulaufzeit	maximal 6 h	maximal 24 h
Höchstgeschwindigkeit	3 Knoten	8 Knoten
Anzahl der Motoren	4 Motoren für Voraussfahrt	2 Motoren für Voraussfahrt
Motortyp	Elektromotoren	Elektromotoren
Leistung der Motoren	4 × 350 W	2 × 1 kW
Material des Bootes	GFK	GFK
Fahrtgebiet	Binnengewässer	Binnengewässer und Küstengebiete
Sensoren für die Umgebungswahrnehmung	Kamera	LiDAR, Stereokamera, Radar, AIS
Hersteller	Fraunhofer CML – Eigenbau	Fraunhofer CML – Eigenbau

Tabelle 1: Eigenschaften der ASV *SeaML* und *SeaLion*, vom CML entwickelt und in RoboVaaS eingesetzt



Abb. 4: Testgebiete für Systemtests. **Links:** Hemmoor mit natürlich bewachsenen Ufern und ohne metallische Strukturen. Zu sehen sind die Basisstation (Zelt oben rechts) und Anleger und *SeaML* (unten links). **Rechts:** HomePORT-Gelände der HPA mit Anleger. Beiboot für Tests (unten links) und Kaimauer sowie Hafeninfrastruktur sind zu erkennen. Vielzahl von metallischen Strukturen in direkter Wassernähe

Schwerpunkt auf die vollständige Integration der Service-Pipeline gelegt. Vor Ort wurde ein mobiler RoboVaaS-Server mit Datenbank sowie Front- und Backend eingerichtet. Für jedes Experiment wurde mit einem fiktiven Kunden ein Job für den jeweiligen Service angelegt und die Daten anschließend in der RoboVaaS-Datenbank gespeichert. Insgesamt wurden 27 erfolgreiche Testläufe durchgeführt mit den folgenden Ergebnissen:

- drei Kaimauerinspektionen mit 50 Minuten Videomaterial,
- acht hydrographische Tiefenmessungen mit 17 000 validen Datenpunkten,
- 16 Data-Muling-Durchläufe mit erfolgreichen Datenübertragungen.

Die Validierung der RoboVaaS-Softwarearchitektur und Service-Pipeline wurde damit erfolgreich abgeschlossen.

Die Testumgebung am HomePORT-Testgelände der HPA sowie die Art der Tests unterscheiden sich deutlich zu den Versuchen in Hemmoor. Mit der finalen Demonstration als Ziel dieser Tests und der validierten Servicearchitektur lag das Hauptaugenmerk auf der Validierung des ASV *SeaLion* und seinen Fähigkeiten. In einer zweiwöchigen Test- und Demonstrationsphase wurden die Systeme Navigation, Autopilot, LARS und ROV-Kommunikation final getestet und erprobt. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Ergebnisse ist [Tabelle 2](#) zu entnehmen.

Zusammenfassung und Ausblick

Innerhalb des RoboVaaS-Projektes wurde eine Serviceinfrastruktur für fünf hafennahe Services konzipiert, entwickelt und validiert. Hierbei lag der Fokus auf dem As-a-Service-Konzept unter Einbindung von robotischen Fahrzeugen auf und unter der Wasseroberfläche, um für Häfen Servicekonzepte zu beleuchten, die in Zukunft von zunehmender Bedeutung sein werden.

Die entwickelte Serviceinfrastruktur umfasst eine Software-Pipeline, mit der alle Funktionalitäten

vom Erstellen eines Auftrags, über die Durchführung durch robotische Fahrzeuge bis hin zur Auswertung und Präsentation der Ergebnisse für eine Vielzahl von Akteuren abgebildet werden können. Hierbei sind die Akteure Nutzer, Operator und Administrator vorgesehen, welchen – mit unterschiedlichen Rechten ausgestattet – unterschiedliche Rollen zugewiesen werden können. Alle Dienste sind über eine webbasierte Oberfläche zu erreichen und erlauben zusätzlich die Erstellung der Serviceaufträge sowie das Abrufen der Ergebnisse in Echtzeit. Durch eine Aufteilung der Logik in Frontend, Backend und WebUI ist das System skalierbar konzipiert, sodass weitere Services für die Häfen der Zukunft angelegt werden können und die Anzahl der Benutzer beliebig skaliert werden kann. So ist das System denkbar für den Einsatz im Hafenumfeld, in dem Hafenbetreiber und Schiffs-eigner als Nutzer Services buchen können.

Untermuert wird die entwickelte Softwarelösung durch eine modulare Hardware-Testplattform namens *SeaLion*, mit der vier der fünf Services demonstriert werden konnten. In zwei umfassenden Testkampagnen wurde die Serviceinfra-

Nr. Ergebnis

- | | |
|---|---|
| 1 | Untersuchung der Übertragungsqualität in einem Radius von 2 km des entwickelten 5-GHz-Kommunikationsnetzes für die Kommunikation zwischen der Landstation und dem ASV im Bereich HomePORT (Elbe Hamburg) |
| 2 | Evaluierung der Leistungsfähigkeit des Autopiloten unter dem Einfluss des Gezeitenstroms und Optimierung der Regelungsparameter zur Minimierung des Kursversatzes auf eine maximale Abweichung von 1 m |
| 3 | Optimierung der Leistung des Positionshaltmodus unter dem Einfluss von Störungen, wie z. B. Seegang durch andere Schiffe und Wind auf eine erlaubte Abweichung von 5 m |
| 4 | Erhöhung der Zuverlässigkeit des LARS (Launch and Recovery System) zum Absenken des ROV durch Anpassung der Software-Logik und Optimierung der Hardware |
| 5 | Nach Abschluss der Einzeltests und Optimierung der Performance des ASV wurde die gesamte entwickelte RoboVaaS-Pipeline (Bestellung eines Services und anschließende Durchführung eines Service) anhand der Spundwandinspektion im Bereich HomePORT (Elbe Hamburg) mit dem <i>SeaLion</i> als ausführendes ASV validiert |

Tabelle 2: Hauptergebnisse der zweiwöchigen Testkampagne in Hamburg

struktur zunächst validiert und anschließend auf dem ITS World Congress demonstriert. Die finale Demonstration auf der ITS konnte einem breiten Publikum von Messebesuchern vor Ort gezeigt werden und wurde zeitgleich auf die Messe und ins Internet übertragen (Schneider et al. 2021).

Die Projektziele der Implementierung einer skalierbaren Softwarearchitektur und einer modularen Hardware-Testplattform war eines der Hauptziele von RoboVaaS.

Diese Modularität von Soft- und Hardware führt zu Synergien und neuen Möglichkeiten, der fortlaufenden Verwertung. So können zum Beispiel zwei weitere Forschungsprojekte des CML mit ähnlichen Anforderungen auf die entwickelten Systeme aufbauen. So greifen die Horizon2020-Projekte SeaClear (Search, identification and collection of marine litter with autonomous robots) und RAPID (Risk-aware Autonomous Port Inspection Drones) die Entwicklungen auf und treiben wichtige Zukunftsthemen wie automatisierte Müllbeseitigung im Hafenumfeld (SeaClear 2022)

und Inspektion von kritischer Infrastruktur wie z. B. Brücken im Hafenkontext (RAPID 2017) voran. In beiden Projekten wurde das Roboternetzwerk zusätzlich mit Flugdrohnen erweitert. Das starke Medieninteresse, die zahlreichen Bewilligungen von nationalen und internationalen Fördergeldern für Kooperationsprojekte mit industrieller Beteiligung (z. B. Hafenbetreiber) aus dem Bereich der maritimen Assistenzrobotik zeigt die wirtschaftliche Relevanz von RoboVaaS und von ähnlichen Services zum Absolvieren spezifischer Aufgaben der Häfen der Zukunft. //

Funding

This project is funded by German Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi), Italian Ministry of Education, Universities and Research (MIUR) and Irish Marine Institute (MI) and co-funded by European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the framework of ERA-NET Cofund MarTERA (Maritime and Marine Technologies for a new Era).

Literatur

- AGCS (2019): Safety and Shipping Review 2019. Allianz Global Corporate & Specialty SE, www.agcs.allianz.com/content/dam/onemarketing/agcs/agcs/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2019.pdf
- Burmeister, Hans-Christoph; Vincent Schneider et al. (2021): RoboVaaS – Future port service by scalable robotic vessels. 27th ITS World Congress, Hamburg, 11-15 October 2021, <https://itsworldcongress.com/the-book-of-abstracts-download>
- Delea, Cosmin; Emanuele Coccolo et al. (2020): Communication Infrastructure and Cloud Computing in Robotic Vessel as-a-Service Application. Global Oceans 2020: Singapore – U.S. Gulf Coast, IEEE 2020, DOI: 10.1109/IEEECONF38699.2020.9389285
- Ernstsen, Verner B.; Riko Noormets et al. (2006): Quantification of dune dynamics during a tidal cycle in an inlet channel of the Danish Wadden Sea Geo-Marine Letters 2006, DOI: 10.1007/s00367-006-0026-2
- hamburg.de (2020): echo.1: HPA tauft Drohne zur Gewässervermessung. www.hamburg.de/bvm/weltkongress-2021/13725514/wasserdrohne
- Köster, Frank; Thomas Thies (2015): The evolution of the Port of Hamburg from a hydrographic perspective. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN100_11
- Niemeyer, Frank; Tim Dolereit et al. (2019): Untersuchungen von optischen Scansystemen zur geometrischen Erfassung von Unterwasserstrukturen. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN113-02
- RAPID (2017): Risk-aware Autonomous Port Inspection Drones. <https://rapid2020.eu>
- Schneider, Vincent; Cosmin Delea et al. (2020a): Robotic service concepts for the port of tomorrow: Developed via a small-scale demonstration. 2020 European Navigation Conference (ENC), DOI: 10.23919/ENC48637.2020.9317486
- Schneider, Vincent; Manfred Constapel et al. (2020b): Towards an investigation of a MASS-assisted anti-grounding service through simulated nautical scenarios in a ship handling simulator. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 929
- Schneider, Vincent; Johannes Oeffner (2020): Hardware for the port of the future. Hansa International Maritime Journal 2020, <https://hansa-online.de/2020/09/schiffstechnik/159739>
- Schneider, Vincent; Cosmin Delea et al. (2021): Final RoboVaaS Demonstration live at ITS World Congress: Recording of live demonstration. www.youtube.com/watch?v=HbJJCo_-dJQ
- SeaClear (2022): SEACLEAR – We are building the first robots to clean the litter from the ocean floor. <https://seaclear-project.eu>
- Signori, Alberto; Filippo Campagnaro et al. (2019): Data gathering from a multimodal dense underwater acoustic sensor network deployed in shallow fresh water scenarios. Journal of Sensor and Actuator Networks, DOI: 10.15480/882.2537
- Tanakitkorn, Kantapon (2018): A review of unmanned surface vehicle development. Maritime Technology and Research, DOI: 10.33175/mtr.2019.140730

Clean data Delivered fast

Precise hydrographic surveying for diverse applications



Cable route &
Depth



Dredging
reports



Object
search



Unexploded
ordnance

**Reduce costs and downtime with
on demand surveys for offshore energy clients**

- High speed fleet for short transit times -
- Flexible hydroacoustic payloads -
- Expert marine surveyors and data specialists -

NICOLA
OFFSHORE

www.nicola-offshore.com | info@nicola-offshore.com

StayAway areas

An article by FRIEDHELM MOGGERT-KÄGELER and IDRIS SALAUDEEN

Various grounding incidents have been reported in different parts of the world's oceans within the last decade, and it is totally agreeable that some waters are more prone to grounding incidents than others. Although there may be different factors responsible for the vulnerability of specific areas to groundings, it is nonetheless evident from several investigation reports that depth anomalies and uncharted obstructions are core issues surrounding a lot of recorded grounding incidents – especially in areas where chart information is poor. This article reveals how ChartWorld uses satellite technology to detect shoals underwater towards supplementing chart information and potentially reducing the events of grounding incidents.

satellite observations | grounding incidents | underwater shoals | chart inaccuracies | depth anomalies | SDB
Satellitenbeobachtungen | Grundberührungen | Untiefen | Kartenungenauigkeiten | Tiefenanomalien | SDB

In den letzten zehn Jahren wurden zahlreiche Grundberührungen in verschiedenen Teilen der Weltmeere gemeldet, und es ist unbestritten, dass einige Gewässer für Grundberührungen anfälliger sind als andere. Obwohl es verschiedene Faktoren geben mag, die für die Anfälligkeit bestimmter Gebiete für Grundberührungen verantwortlich sind, geht aus mehreren Untersuchungsberichten hervor, dass Tiefenanomalien und nicht kartierte Hindernisse die Hauptursachen für viele der gemeldeten Grundberührungen sind – vor allem in Gebieten mit unzureichenden Karteninformationen. Dieser Artikel zeigt, wie ChartWorld die Satellitentechnologie zur Erkennung von Untiefen unter Wasser einsetzt, um die Karteninformationen zu ergänzen und die Zahl der Grundberührungen zu verringern.

Authors

Friedhelm Moggert-Kägeler
is Solutions Director Maritime
Spatial Data at 7Cs GmbH in
Hamburg.
Idris Salaudeen studies
Hydrography at the HCU in
Hamburg.

mo@sevencs.com

1 Background

The StayAway areas project by ChartWorld was first initiated when some members of the ChartWorld group encountered a marine investigation report disclosing how poor position accuracy of charted obstructions had played a certain role in grounding incidents of some vessels.

Ship grounding incidents (foundered/sunk/submerged ships) were reported to be the main cause of total losses in 2020. As high as 2,703 shipping incidents were reported in 2020, among which 49 of them led to total losses within the same period (AGCS 2021; Lloyd's Intelligence 2021).

The South-east Asian region, especially South China, Indochina, Indonesia and the Philippines were reported to be the main hotspots for incidents resulting in total losses globally (Fig. 1). This

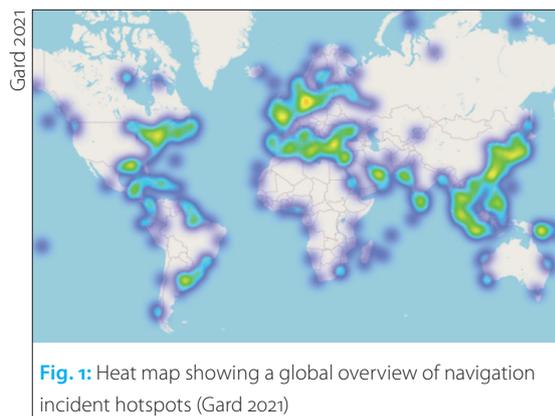
region accounted for one-third of all the total losses reported in 2020 (16), with incidents up slightly (from 14) in 2019 (AGCS 2021; Lloyd's Intelligence 2021).

While there could be several other factors responsible for grounding incidents, chart inaccuracies stand out as one of the most prominent factor. This prompted the group's efforts towards developing a solution that resolves the problem.

Our team was curious to discover how satellite-derived bathymetry (SDB) technology, could be instrumental in reducing the risks of the event of grounding incidents in the future, while improving navigation safety for mariners. So, the team decided to investigate the details of two grounding incidents – the container ship *Kea Trader* (2017) and the motor tanker *Pazifik* (2018).

The grounding location of the *Kea Trader* vessel was visualised and reviewed compared to available chart information in ECDIS, and it was stunning to see the extent of the reef that the ship had hit. The reef was nicely depicted (Fig. 2), and it was discovered that the provided data could even be used to chart the surrounding areas of the vessel's grounding location.

Since the investigation delivered great results and gained a lot of traction within the company, it was decided that the team execute a Pilot Project covering a larger area to clear any doubts and solidify possible suppositions.



2 The pilot project

For the pilot project, the team mainly considered the Java Sea area of South-east Asia region – which covers several grounding incidents that have happened in recent times. The team requested a strategic partner, EOMAP, to retrieve and process the relevant satellite data for the considered region, and that the data be further enhanced to reveal all the underwater shoals that were detected from the processed satellite images of the area.

The finished data was then converted into an ECDIS suitable format and attributed accordingly. This allowed the team to load the data in ECDIS for further comparative analysis with official ENCs covering the pilot project area. The finished processed data from initial satellite observations is what is henceforth referred to as the »StayAway area« data.

Basically, the pilot project investigations were tailored towards identifying the following objectives for StayAway data set:

- If the shoals and underwater features detected in the final StayAway data set have an equivalent depiction in the official ENCs, and vice versa.
- If underwater features that have not been charted accurately or not even charted at all can be detected in the StayAway data set.

The findings from the pilot project investigations were summarised into categories and they are outlined in Fig. 3.

The final StayAway data set processed from the satellite data detected a total of 4,724 shoals or shallow areas. Most of the shallow areas were close to the shoreline and were not relevant to navigation. In the ENCs covering the pilot project area 381 shoals were charted. However, only 92 of the ENC charted shoals could be matched to a great extent. The remaining 289 shoals are either slightly misplaced or potentially at another location. These locations are where the uncertainty and risks are to be expected and mariners must be aware that shoals may not have been charted at all.

A projection of the test area results from the pilot project upon global coverage simply implies that there are several thousand detectable shoals out there underwater, that are potentially misplaced or even uncharted in official ENCs available today.

3 The StayAway areas concept: bird's eye analogy

The bird's eye view analogy can be used to simplify the concept of the StayAway areas. The analogy describes a hypothetical situation where the mariner is equipped with an aerial view of the chart domain. This is as though the mariner was looking from above and has bird's eye view of the area to be navigated. This way, the mariner now has a better perception of the location and extent of under-

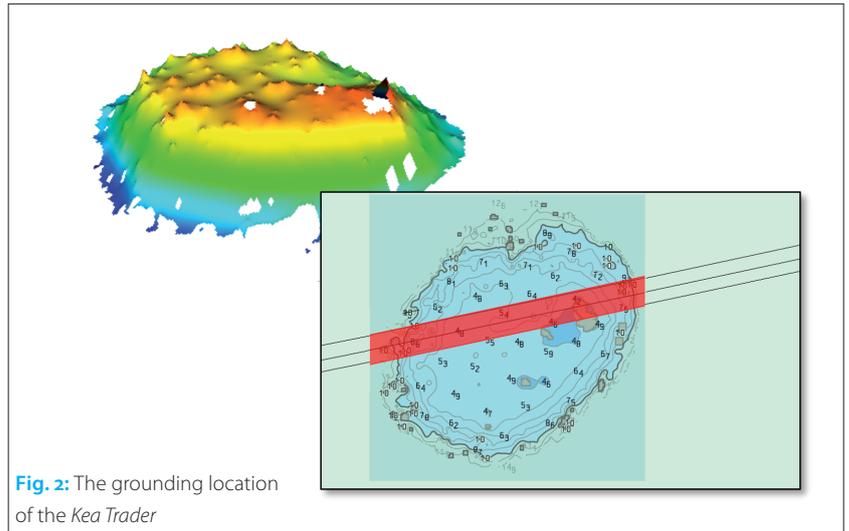


Fig. 2: The grounding location of the Kea Trader

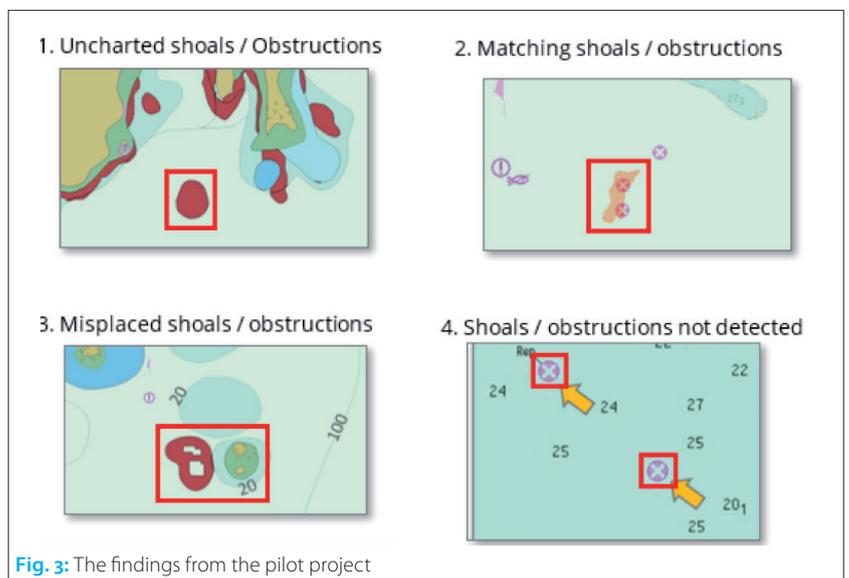


Fig. 3: The findings from the pilot project

water shoals that could obstruct navigation and can easily make informed decisions to avoid these shoals during route planning or in transit during the voyage (Fig. 4).



Fig. 4: Bird's eye view analogy

An on-voyage simulation of StayAway data overlaid on ENC in ECDIS is depicted in Fig. 5. The illustration shows the »vessel in motion« while highlighting the vessel's »original heading« as well as its »adjusted heading«. The reddish-coloured features in the illustration represents uncharted shoals that have been detected in StayAway data but are missing or inadequately represented in the ENCs.

As seen in the illustration, the vessel is bound to cross existing shoals (not visible in the ENCs) following the original heading, causing a high risk of grounding. However, StayAway data makes the existing shoals visible in the vessels line of transit, and the mariner becomes aware of the potential dangers (uncharted shoals) existing in the planned route of the vessel and adjusts the vessel route to ensure safe passage.

The StayAway concept is therefore greatly appealing because underwater shoals could be detected from optical satellites in space and could be processed into S-57 compatible user charts. The StayAway user charts can then be overlaid in ECDIS as supplementary information to ENCs, so that mariners have a better sense of the location and extent of underwater shoals that may be missing or inadequately depicted in the ordinary regular charts and can avoid (or »StayAway« from) these potential dangers during route planning or while in transit.

4 Case study reviews

A few selected incidents that occurred prior to the development of the StayAway service were

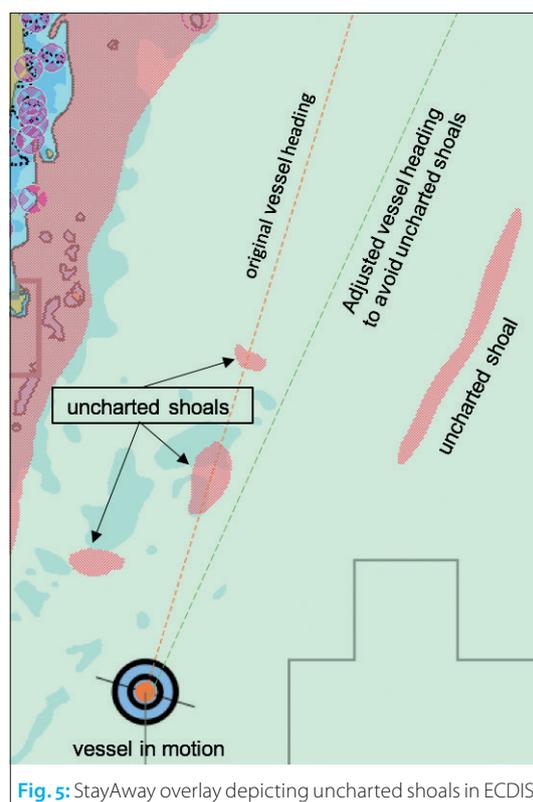


Fig. 5: StayAway overlay depicting uncharted shoals in ECDIS

reviewed. These case studies were further evaluated against data sets from the newly developed StayAway service to derive a broader perspective on the reliability of the StayAway data set with respect to previous real-life cases of grounding incidents (<https://cio-plus.chartworld.com>).

The results of the case study reviews revealed that the underwater hazards and/or shoals that caused the prior incidents were either uncharted or misplaced in the ENCs, although depicted adequately in the StayAway data set. The underwater hazards that had caused the grounding incidents became visible in their full extents once the StayAway data was loaded into ECDIS and overlaid on the ENCs. In fact, the positions (lat/lon) given in the investigation reports for all the reviewed case study incidents fall within the extents of the shoals detected in the StayAway data set.

Hence, the team came to the conclusions that it is possible to

- locate shoals and underwater rocks based on satellite imagery,
- show the real extent of features rather than showing them as points,
- determine positions of features that are in poor CATZOC areas more precisely,
- make hidden uncharted shoals visible in ECDIS.

While StayAway data set may appear to be a good tool for post incident investigations and analysis, discussions on the possibility of StayAway data being helpful to prevent such incidents from happening in the first place, or even if StayAway data could be used for route planning and ECDIS-alert functions, were questions we aimed to answer reviewing these case studies.

5 Accuracy of SDB

First encounters with SDB data revealed that the degree of vertical and horizontal accuracy differs a lot. Under ideal conditions the accuracy of depth information derived from optical satellite images follows the formula $0.5 \text{ m} + 0.1 \times \text{depth}$ (approximately 2.5 m accuracy at 20 m depth). The horizontal accuracy however is close to image resolution, e.g., 2 m, 5 m, 10 m. Usually in ENCs that use SDB data as source respective areas are encoded with CATZOC C (which is the equivalent of $\pm 500 \text{ m}$ position accuracy and $\pm 3 \text{ m}$ depth accuracy).

Apparently, the horizontal accuracy of the SDB source data is better than what is usually expected from CATZOC C bathymetry in ENCs. This realisation presented a fantastic opportunity on another unique use case of satellite data. The opportunity that (despite the limited vertical accuracy of SDB data) the data could be developed into an excellent tool for precise localisation of underwater hazards in waters with sufficient clarity.

More interestingly, a full SDB process would not be required for this project, since the goal is to

simply detect the location of underwater shoals and portray the extent of these shoals more adequately as compared to how they may appear on an ENC. For this reason, free satellite data is sufficient for use to achieve the project goal without having to run a full blown SDB process. Which in turn, saves costs and efforts, yet produces brilliant results.

The mere knowledge of the existence, location and extent of underwater obstructions – shoals, reefs, rocks (without knowing the exact depth of the obstruction) – is sufficient and valuable information for mariners, to make informed decisions to avoid or »stay away« from the path of the obstruction during transit. This is the unique value that the CIO+ StayAway service offers (CIO: chart information overlay).

6 Setting up the StayAway area service

It is one thing to process optical satellite images and try to detect underwater hazards at known positions (i.e., where vessels grounded) in hindsight. However, it is a completely different thing to set up an earth observation based service that provides information about uncharted underwater hazards and advises mariners to »stay away« from them. For such service to be accepted by mariners for route planning and route monitoring tasks, certain aspects need to be considered.

The pilot project was successful and the project results satisfied intended objectives to detect shoals and underwater obstructions using earth observation methods. A multi-criteria suitability analysis was then developed to determine suitable regions for which StayAway data could be obtained.

Although, the goal is to eventually offer a global service which has a larger coverage beyond the pilot project and provides added value for decision makers within the maritime navigation sector, while also facilitating improved safety of navigation.

However, the choice of current suitable regions for the StayAway areas service was ultimately determined by the following three criteria:

Technical feasibility

These are the several technical factors that affect the end result of satellite-derived bathymetry. Some of these factors concurrently determine the feasibility of the StayAway areas project. The major technical factor considered for this project is water visibility in areas of interest. This is a physical property of water known as turbidity. Turbidity plays an integral role in the detection of underwater features (reefs, shoals, rocks, etc.) using optical satellites.

Areas of good water visibility are more suited for obtaining StayAway data compared to areas of bad water visibility. Simply put – the clearer the

water, the better the chances of detecting underwater obstructions for StayAway areas data. Therefore, the solution only works best in regions where the waters are less turbid and clear enough for optical satellites to capture shoals and underwater obstructions.

CATZOC – Category Zone of Confidence

The IHO CATZOC scheme is a guide to mariners on the degree of confidence they should have in the adequacy and accuracy of charted depths and their positions in an Electronic Navigational Chart (IHO 2020). Therefore, the Zone of Confidence (ZOC) assigned for a chart area is a general description of the quality of data for that area, i.e., ZOC areas of any ENC indicates the level of accuracy of the charted depth information in that ENC.

ENC data quality have been classified into zones (ZOCs) by the IHO based on a combination of these factors – Depth accuracy, Position accuracy and Seafloor coverage. The resulting ZOC classes are:

- high accuracy depth information (ZOC A1 and A2),
- medium accuracy depth information (ZOC B),
- poor accuracy depth information (ZOC C, D and U).

In order to achieve conciseness of results, eliminate redundancy and avoid repetition of already detected underwater features for this project, it only made sense that to leave out areas of high accuracy depth information (ZOC A1 and A2), and rather focus on areas of medium accuracy depth information (ZOC B) and poor accuracy depth information (ZOC C, D and U). Hence, the CATZOC criteria considered for the StayAway areas project was restricted to ZOC B, C, D and U.

Traffic density

The last criteria considered was the amount of marine traffic in the regions of interest. Since the maritime transport sector is of great commercial inclination, and vessels are mainly prone to transit areas of commercial relevance, it is only logical that any service developed for the maritime sector is tailored towards areas of high traffic density. Hence, more focus was placed on regions of significant vessel activities as this is key to the viability of the StayAway areas service. To achieve this, vessel traffic data was used to highlight and determine suitable regions for the StayAway service, giving priority to regions of significant vessel traffic activities.

Based on the considered criteria, the most suitable regions for the StayAway service were determined. However, the team decided to launch with two main regions for a start, after which more regions will be included. The two regions currently consid-

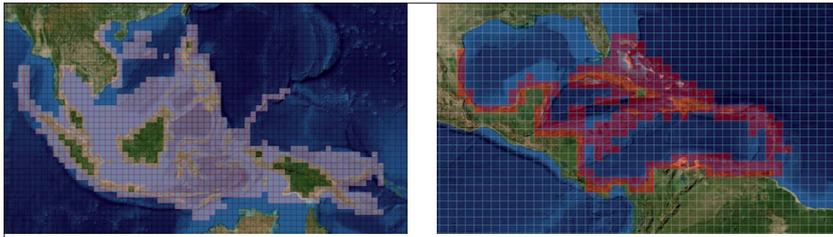


Fig. 6: Southeast Asia (left) and The Caribbean (right)

ered for the StayAway service are: Southeast Asia and The Caribbean (Fig. 6).

7 How does it work?

Vessels have to be registered for the CIO+ service from ChartWorld to receive StayAway overlay information. Registered vessels can send the route of their next voyage to ChartWorld by means of the on-board chart ordering tool or via the voyage planning software ChartWorld provides. Then StayAway area features in the vicinity of the planned route are automatically retrieved from the StayAway area database (Fig. 7) and compiled into an overlay chart. This overlay chart can be made available in various ECDIS user chart formats. Next, the overlay charts are sent back to the vessel and installed on the on-board ECDIS system. Then the tailored StayAway data can be visualised as overlay together with the electronic charts (Fig. 8). In some ECDIS brands even alert and route check functions will respond to StayAway area features.

Conclusion

Satellite imagery is useful to locate shoals and underwater hazards that pose dangers to maritime navigation. The technology is the core driver of the StayAway areas concept. Based on this technology,

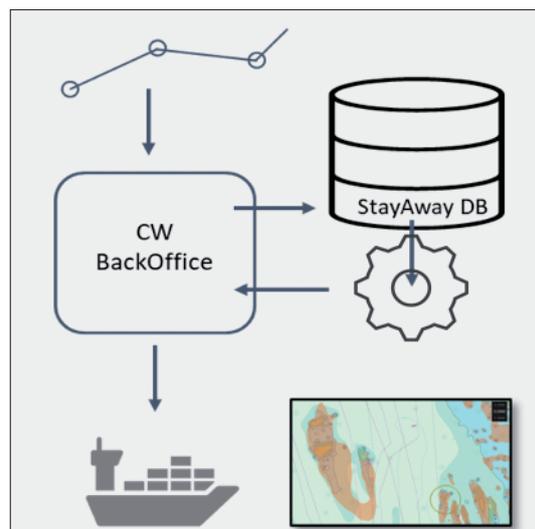


Fig. 7: Process of the StayAway service

uncharted shoals can be made visible on ENC's of poor accuracy and inadequate chart information, using StayAway data. In fact, StayAway data does not only make uncharted shoals visible on ECDIS, but it also depicts the real extent and location of underwater features more precisely as compared to how these features may be displayed on ENC's (mostly depicted as point features).

The approach to generating StayAway data is even more convenient and cost effective since it utilises freely available satellite data and does not require running a full SDB process to detect potentially uncharted shoals that may pose dangers to navigation. Hence, StayAway areas is a unique innovative concept that offers added value to mariners to help locate the positions of underwater features more precisely in areas of poor CATZOC ranking on ENC's. This in turn supplements official chart information, improves navigational safety and possibly reduce the occurrence of grounding incidents in the future. //

References

AGCS (2021): Safety and Shipping Review. Allianz Global Corporate & Specialty, www.agcs.allianz.com/news-and-insights/reports/shipping-safety.html

GARD (2021): Incident hot spots – a global overview of navigation incidents. GARD, www.gard.no/web/updates/content/32293819/incident-hot-spots-a-global-overview-of-navigation-incidents-

IHO (2020): Mariners Guide to Accuracy of Depth Information in Electronic Navigational Charts (ENC), S-67. IHO, Monaco

Lloyd's Intelligence (2021): Casualty Statistics – Total losses over the last decade. Lloyd's List, <https://lloydslist.maritimeintelligence.informa.com/sectors/casualty>

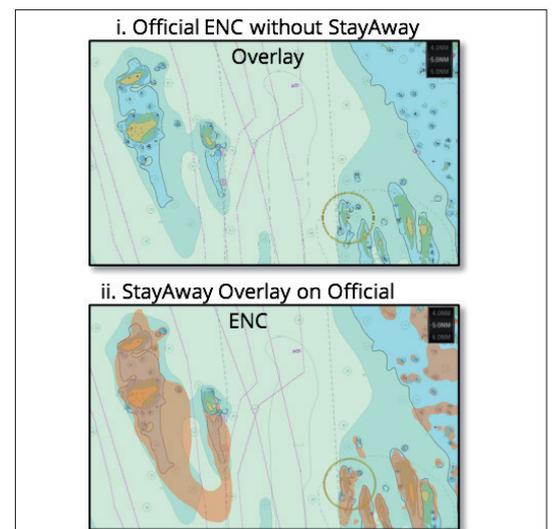
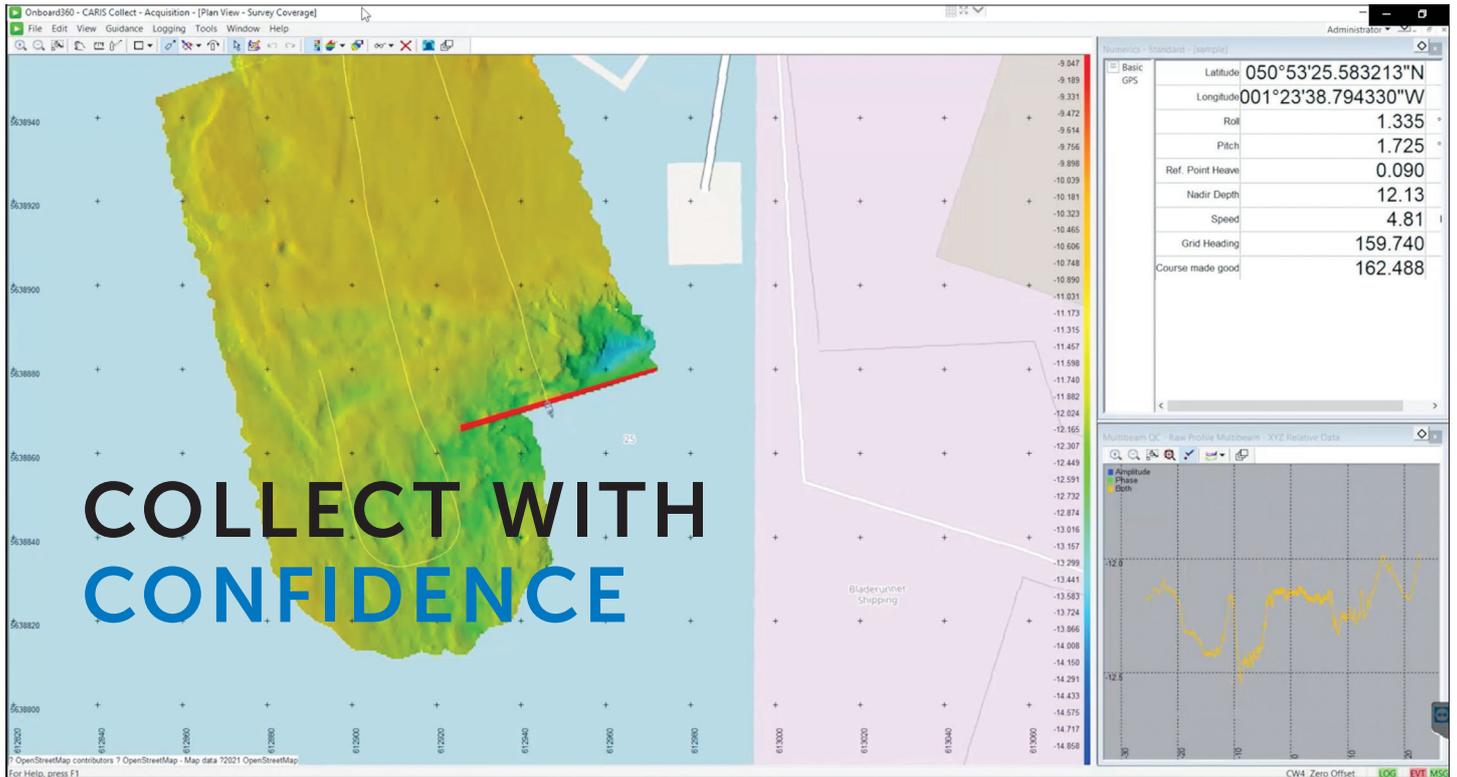


Fig. 8: StayAway data visualised as overlay (bottom)



THE EVOLUTION OF
CARIS ONBOARD HAS ARRIVED

CARISCOLLECT

FEATURING

- CARIS Collect module for sonar and lidar acquisition
- Seamless integration into survey operations
- Complete Ping-to-Chart workflow solution

Available as a perpetual or SaaS annual license

CARIS Collect brings the most cost-effective acquisition software package to market.

FOR MORE INFORMATION:

www.teledynegeospatial.com/cariscollect



»Die Hydrographie hat deutliche Fortschritte gemacht«

Ein Wissenschaftsgespräch mit MICHAEL STRÖH

Michael Ströh ist Geschäftsführer der Hafentechnischen Gesellschaft e. V. (HTG). Als Organisation von Experten aus Hafenverwaltungen, Hafen- und Logistikbetrieben, Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung, Bauwirtschaft, Consulting, Forschung, Wissenschaft und Zulieferindustrie bündelt die HTG seit über hundert Jahren die technisch-wissenschaftliche Expertise im Hafenbau, im Verkehrswasserbau und im Küsteningenieurwesen. Im Interview äußert sich Michael Ströh über die Folgen des Klimawandels für die Häfen, über die Grenzen des Wachstums großer Containerschiffe und über sein Verständnis von Nachhaltigkeit. Während momentan alle über 2G und 3G reden, denkt Michael Ströh über 5G nach.

Hafeninfrastruktur | Klimawandel | Digitalisierung | 5G-Mobilfunkstandard | KI | BIM
port infrastructure | climate change | digitalisation | 5G mobile radio standard | AI | BIM

Michael Ströh is Managing Director of the Hafentechnische Gesellschaft e. V. (HTG). As an organisation of experts from port administrations, port and logistics operations, waterways and shipping administration, the construction industry, consulting, research, science and the supply industry, HTG has been pooling technical and scientific expertise in port construction, transport hydraulic engineering and coastal engineering for over a hundred years. In this interview, Michael Ströh talks about the consequences of climate change for ports, the limits to the growth of large container ships and his understanding of sustainability. While everyone is currently talking about 2G and 3G, Michael Ströh is thinking about 5G.

Interviewer

Das Interview mit Michael Ströh fand im Februar per E-Mail statt. Die Fragen stellten Lars Schiller und Holger Klindt.

Textbearbeitung: Lars Schiller

Wir bringen ein Heft zum Thema »Häfen und Verkehre der Zukunft« heraus. Sie sind Geschäftsführer der Hafentechnischen Gesellschaft. Da liegt es nahe, Sie zu fragen: Wie stellen Sie sich die Häfen in Deutschland im Jahr 2040 vor? Wo erwarten Sie die größten Veränderungen gegenüber heute?

Die Antwort dürfte Sie kaum verwundern: Die Zukunft und gleichzeitig die größten Veränderungen werden in der Digitalisierung und den Anpassungserfordernissen des Klimawandels liegen.

Die Digitalisierung und die damit einhergehende Automatisierung wird nicht nur die Schifffahrt, sondern auch die Infra- und Suprastruktur nachhaltig verändern. Diese Entwicklung ist zum Beispiel schon heute bei der fortschreitenden Automatisierung der Arbeitsabläufe auf Containerterminals sichtbar. Aber auch beim Monitoring kritischer Infrastrukturen sind Entwicklungen in Richtung des Einsatzes von zum Beispiel Virtual Reality und künstlicher Intelligenz erkennbar.

Und natürlich der Klimawandel. Alle Häfen, sowohl Binnen- als auch Seehäfen, müssen sich mit der Frage auseinandersetzen, inwieweit sie von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein werden und welche Maßnahmen sie ergreifen müssen. Die HTG unterstützt mit einem aktuellen Projekt sowohl Binnen- als auch Seehäfen bei der Beantwortung dieser Frage.

Darüber hinaus ist es erforderlich, die Entwick-

lung des Welthandels ständig im Auge zu behalten. Auch wenn die Corona-Pandemie das Wachstum gestört hat, sollten wir mittel- und langfristig von weiter steigenden Volumina ausgehen.

In den letzten Jahrzehnten wurden die Frachtschiffe immer größer, die Elbe musste immer tiefer ausgebaggert werden, damit die dicken Pötte den Hamburger Hafen anlaufen konnten. In den Fahrrinnen geht es richtig eng zu. Wird die Entwicklung so weitergehen?

Diese Entwicklung stellt eine unglaubliche Herausforderung an die Infra- und Suprastruktur in Häfen und an Wasserstraßen dar – und das weltweit. Nur um ein Beispiel unter mehreren zu nennen: Allein die Erweiterung von 24 auf 26 Containerlagen auf Schiffen würde in den Seehäfen weltweit Investitionen in Millionenhöhe auslösen. Das muss auch den Reedereien bewusst sein, die ja auf eine funktionierende Infrastruktur angewiesen sind. Ich denke, es bedarf hier einer auf die Belange aller Beteiligten abgestimmten Strategie.

Aber auch Ereignisse wie die Havarie der *Ever Given* im Sueskanal, wo ein einziger »dicker Pott« den Welthandel nachhaltig gestört hat und noch immer stört, sollten uns zum Nachdenken bewegen. Ich denke, dass wir dauerhaft mit Schiffsgrößen bis 24.000 TEU rechnen müssen. Die Entwicklung noch größerer Einheiten sollte jedoch hinterfragt werden.

Welcher Stellenwert kommt künftig den Binnenwasserstraßen und Binnenhäfen zu?

Seit Dezember 2021 ist in Deutschland eine neue Regierung im Amt. Ein Blick in den Koalitionsvertrag zeigt, dass das Transportsystem Wasserstraße und die Häfen gestärkt werden sollen.

Das ist zu begrüßen, bedeutet aber auch gleichzeitig, die Anstrengungen im Ausbau und Erhalt der Infrastruktur unverändert aufrechtzuerhalten bzw. auszuweiten. Die Politik muss im Auge behalten, dass die Infrastruktur mit den verkehrspolitischen Zielen mithalten kann.

Können Sie uns einen Überblick geben, welches Volumen hierbei die Aufwendungen für Vermessung, Infrastrukturerhaltung und Ausbau einnehmen?

2021 ist das Investitionsvolumen des Bundes für die Wasserstraßen auf insgesamt rund 1,4 Milliarden Euro jährlich gestiegen. Ein Blick in den Haushalt zeigt, dass davon rund 700 Millionen Euro für Ersatz-, Aus- und Neubaumaßnahmen und rund 250 Millionen Euro in den Erhalt der verkehrlichen Infrastruktur der Wasserstraßen vorgesehen waren.

Darüber hinaus ist regelmäßig eine nicht unerhebliche Summe für Vermessung im Haushalt enthalten, der aber von Jahr zu Jahr Schwankungen ausgesetzt ist. Die Leistungen bestehen im Wesentlichen aus den laufenden Messungen zur Verkehrssicherung, aus der Bereitstellung aktueller See- und Bundeswasserstraßenkarten und aus bau- bzw. projektbezogenen Messungen im Rahmen der Projektplanung, Umsetzung und Abrechnung. Gerade bei Projekten kommt es aber stark auf die jeweilige Maßnahme an. Ein Beispiel: Bei Fahrrinnenanpassungen ist der Anteil hydrographischer Leistungen im Vergleich zu anderen Projekten, wie zum Beispiel dem Schleusenbau, sehr hoch.

Zusätzlich werden hydrographische Leistungen selbstverständlich auch von den Häfen angefragt, die für ihren Verantwortungsbereich eigene Budgets verwalten.

Die maritime Branche tut sich immer wieder schwer, gut ausgebildete Fachkräfte zu gewinnen. Im Wettbewerb mit anderen Märkten muss die maritime Branche immer wieder gegen das Image einer wenig innovationsfreudigen Sparte ankämpfen. Welche Anstrengungen unternimmt die HTG, das Image der Branche zu verbessern und sich attraktiv zu machen für die Arbeitskräfte von morgen? Welche Rolle spielen hierbei innerhalb der HTG die Nachwuchskräfte?

Nachwuchsgewinnung ist für uns eine unserer Kernaufgaben. Die HTG konzentriert sich dabei vor allem auf den ingenieurtechnischen Nachwuchs. Dabei erhalten wir großartige Unterstützung von der Jungen HTG – einem Gremium junger Ingenieurinnen und Ingenieure innerhalb unserer Gesellschaft, das sich neben anderen



Michael Ströh

Aufgaben auch der Nachwuchsgewinnung verschrieben hat.

So organisiert die Junge HTG zum Beispiel im Herbst einen ganztägigen Workshop, der ausschließlich dem akademischen Nachwuchs gewidmet ist. Über hundert Studentinnen und Studenten informieren sich hier über den Berufseinstieg und suchen den Kontakt zu vor Ort anwesenden, im Wasserbau tätigen Unternehmen. Darüber hinaus veranstaltet die Junge HTG in diesem Jahr erstmals gemeinsam mit der Jungen DGGT eine Online-Firmenkontaktmesse.

»Im Haushalt ist eine nicht unerhebliche Summe für Vermessung enthalten. Da geht es um laufende Messungen zur Verkehrssicherung, um die Bereitstellung aktueller See- und Bundeswasserstraßenkarten und um bau- bzw. projektbezogene Messungen im Rahmen der Projektplanung, Umsetzung und Abrechnung.«

Michael Ströh

Die DGGT ist ...

... die Deutsche Gesellschaft für Geotechnik.

Außerdem organisieren wir jährlich über 20 Fachveranstaltungen, in denen wir die Herausforderungen und Leistungen unserer Branche präsentieren. Vor allem möchte ich hier den alle zwei Jahre stattfindenden HTG-Kongress nennen, der mit rund 500 Teilnehmern und um die 50 Fachvorträgen ein umfassendes Bild unserer Arbeit zeichnet. Studentinnen und Studenten haben vor allem bei dieser Veranstaltung einen stark vergünstigten Zutritt.

Darüber hinaus wollen wir in Zukunft noch stärker als Ansprechpartner für junge Absolventinnen und Absolventen zur Verfügung zu stehen, indem wir weiter konsequent unsere Kontakte zu den Hochschulen ausbauen.

Sie wollen mit der HTG das Wirken der Ingenieure sichtbarer machen. Wie wollen Sie das erreichen?

Wir Ingenieure stehen nicht zu Unrecht in dem Ruf, zu wenig Marketing in eigener Sache zu machen. Dies wollen wir ändern. Ein erklärtes Ziel der HTG ist es, die Leistungen von Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie Unternehmen im Wasserbau einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Gleichzeitig wollen wir als Experten bei der Planung, Errichtung und Unterhaltung kritischer Infrastrukturen noch stärker in Erscheinung treten. Erreichen wollen wir das mit einer noch stärkeren Präsenz in nichtfachlichen Publikationsmedien und mit einem neu gestalteten Social-Media-Auftritt. Damit soll das Wirken der HTG nicht nur einer verhältnismäßig kleinen Gruppe von Fachleuten, sondern allen zugänglich sein.

Die HTG ist eine technisch-wissenschaftliche Fachgesellschaft. Wie entsteht die Verbindung zwischen Praxis und Wissenschaft?

Wir haben – und damit besitzen wir schon beinahe ein Alleinstellungsmerkmal unter den Fachverbänden – das große Glück, dass wir unter un-

serem Dach vier Kreise vereinen. Hierzu gehören die Verkehrsinfrastrukturbetreiber, die Consultingbranche, die Bauindustrie und die Wissenschaft. Im Rahmen regelmäßiger Gremiensitzungen sind diese Kreise in einem ständigen Gedanken- und Informationsaustausch. Hieraus ergeben sich beinahe automatisch Verbindungen, Synergieeffekte und gemeinsame Projektideen. Ein großes Plus unserer Gesellschaft.

Mit welchen Fragestellungen beschäftigt sich der HTG-Ausschuss für Messtechnik an der Küste?

Der Ausschuss erarbeitet Empfehlungen für die Planung und Durchführung von Naturmessprogrammen im Küsteningenieurwesen als Grundlage für Küstenbaumaßnahmen und Beweissicherungen. Schwerpunkte sind die Definition aufgabenspezifischer Messprogramme, die Definition des jeweils erforderlichen Messumfangs und Angaben zu dessen räumlicher und zeitlicher Optimierung.

Um die Vergleichbarkeit verschiedener Messprogramme und die Anwendung von Rechenmodellen zu erleichtern, werden Vorschläge zur Normierung der Datensätze gemacht. Zudem wird eine Liste gängiger Messgeräte erarbeitet, die neben den wichtigsten technischen Daten auch Hinweise auf die spezifischen Einsatzmöglichkeiten enthält. Die Empfehlungen richten sich an die ausführenden Ingenieure und an Entscheidungsträger.

Der Meeresspiegel steigt. Wie stellen sich Häfen auf die Veränderungen ein, die der Klimawandel mit sich bringt? Wie müssen Wasserstraßen angepasst werden?

Wie schon ausgeführt, stellt der Klimawandel eine der größten – wenn nicht sogar die größte – Herausforderung für Häfen dar. Das gilt sowohl für See- als auch Binnenhäfen.

Die deutschen Seehäfen mit ihrer Lage an der Schnittstelle von Meer und Land werden in besonderer Weise von den Auswirkungen des erwarteten Klimawandels betroffen sein. Hierzu zählen neben dem Meeresspiegelanstieg und dessen Auswirkung auf Tide- und Seegangsdynamik die Zunahme von extremen Temperatur- und Niederschlagsereignissen sowie mögliche Änderungen der Sturmintensität bzw. -aktivität und der Wasserchemie.

Bei aller berechtigten Konzentration auf den Meeresspiegelanstieg sollten wir aber nicht vergessen, dass auch die Binnenhäfen mit ihrer Lage an großen europäischen Flüssen zunehmend stärker vom Klimawandel betroffen sein werden. Hierzu zählen die Zunahme von Extremwetterlagen und -perioden, ein verändertes Wasserdargebot, veränderte Bedingungen an den Ein- und Ausfahrten sowie veränderte Abladeverhältnisse.

Den Fragen, wie speziell in deutschen Häfen diesen Herausforderungen begegnet werden kann, widmet sich derzeit eine Arbeitsgruppe der HTG. Die folgenden Themen sollen dabei in den

nächsten zwei bis drei Jahren im Detail behandelt werden:

- Analyse und Darstellung der für die Hafengewirtschaft zu erwartenden relevanten klimatischen Änderungen – auf der Basis aktueller Klimaszenarien.
- Analyse und Darstellung der aus den zu erwartenden klimatischen Änderungen resultierenden Folgen für Planung, Bau und Betrieb von See- und Binnenhäfen; hierbei auch die Beschreibung von bereits zu beobachtenden Schäden bzw. Betriebsausfällen aufgrund von Extremwetterereignissen.
- Erarbeitung von Empfehlungen zur Anpassung von Planung und Betrieb von See- und Binnenhäfen an veränderte klimatische Bedingungen.
- Berücksichtigung von Fallstudien zur Klimawandelanpassung von See- und Binnenhäfen.

Zur Adressierung der unterschiedlichen zu behandelnden Aspekte wurde eine Interdisziplinäre Arbeitsgruppe, bestehend aus Fachleuten aus den Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften zusammengestellt.

In einem gewissen Sinne kann man sagen, die Häfen werden digital ein zweites Mal erschaffen, es entstehen digitale Zwillinge. Was bedeutet diese Entwicklung für Anbieter maritimer Informationen?

Die Erschaffung digitaler Zwillinge oder »digital twins« bietet ganz neue Möglichkeiten der Simulation sowohl bei der Errichtung als auch dem Erhalt von Bauwerken. Die den Zwillingen zugrunde liegenden Modelle können mit Daten aus verschiedenen Fachdisziplinen gefüttert werden, um so das Verhalten zu simulieren. Diese Integration unterschiedlicher Daten in einem Modell machen das große Potenzial deutlich.

Anbieter maritimer Informationen, wie zum Beispiel die Hydrographie, müssen sich darauf einstellen, dass Modellberechnungen und -analysen neben bzw. zusätzlich zu Feldmessungen weiter an Bedeutung gewinnen werden.

Bedeutet das, Hydrographen haben demnächst weniger zu tun?

So ein Urteil steht mir gar nicht zu. Ich wollte darauf hinaus, dass sich möglicherweise das Arbeitsumfeld und die Aufgaben erweitern. Das heißt in meinen Augen nicht weniger, sondern eher mehr und durchaus interessante Arbeit.

Ein Mehr an Information bedeutet in aller Regel auch ein Mehr an Kommunikation. Welche Rolle wird der flächendeckende Ausbau mit dem 5G-Mobilfunkstandard bei der Kommunikation mit den Schiffen spielen? Erfährt der 5G-Ausbau in den Häfen und an der Küste bereits die notwendige Aufmerksamkeit?

Die vermehrte Erhebung, Auswertung und Verfügbarmachung von Daten oder die vermehrte Nutzung zum Beispiel autonom agierender stationärer oder mobiler Messsysteme werden den

Bedarf an höheren Bandbreiten permanent wachsen lassen. Der 5G-Mobilfunkstandard stellt hierfür eine wesentliche Grundlage dar.

Insbesondere an Binnen- und Seewasserstraßen stellt die Zurverfügungstellung von ausreichend Bandbreite noch ein Problem dar. Aber es sind Entwicklungen erkennbar, die auf eine Verbesserung der Situation hoffen lassen. So hat zum Beispiel der Bund eine Mobilfunkinfrastrukturgesellschaft ins Leben gerufen, die auch dem Mobilfunkausbau an den Bundeswasserstraßen zugutekommen wird.

Forschung und Wissenschaft halten die Entwicklung autonomer Schiffe für eine der größten Innovationen im Bereich von Schiffbau und Schifffahrt. Reedereien sind bezüglich der Einführung solcher Fahrzeuge im Regelbetrieb eher noch zurückhaltend. Wie schätzen Sie die Chancen und Risiken dieser neuen Technologie ein?

Bereits 2018 beantwortete die Bundesregierung eine Kleine Anfrage zum Stand der Automatisierung von Schiffen sinngemäß wie folgt: »Automatisierte, ferngesteuerte oder voll autonom fahrende Schiffe und Systeme sollen schrittweise den Weg in die Anwendung finden.« Diese Aussage wird durch aktuelle Forschungs- und Entwicklungsprojekte der letzten drei Jahre vollumfänglich gestützt. International fahren die ersten Prototypen autonomer Schiffe. Zum Beispiel das von Massterly betriebene Containerschiff *Yara Birkeland* auf dem Trondheimsfjord und das von IBM betriebene Forschungsschiff *MAS400* in Großbritannien.

Nahezu allen aktuellen Projekten ist gemein, dass Automatisierung und der unbemannte Betrieb eines Schiffes mit wartungsarmen oder wartungsfreien Antrieben einhergehen. In dieser Kombination sind zusätzlich Chancen für einen sichereren, effizienteren und eventuell sogar klimaneutralen Schiffsbetrieb zu erkennen. Risiken liegen derzeit verständlicherweise noch im ökonomischen Bereich, da Investitionskosten derzeit noch in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu den Effekten durch Personaleinsparungen und Effizienzsteigerung stehen.

Innerhalb der HTG beschäftigen wir uns mit dem Thema unter anderem durch eine enge Kooperation mit dem Deutschen Maritimen Zentrum, wo Dr. Frederik Treuel die strategische Bedeutung autonomer Maritimer Systeme für die deutsche maritime Branche bewertet.

Wie soll, wie kann künstliche Intelligenz helfen, zum Beispiel beim Monitoring von Spundwänden oder beim besseren Überwachen der Hafenverkehrs?

»Die Hauptaufgabe der Hydrographie besteht darin, mit dazu beizutragen, die Befahrbarkeit der Wasserwege und die hohe Verfügbarkeit der Infrastruktur sicherzustellen«

Michael Ströh

Bisher erschienen:

Horst Hecht (HN 82),
Holger Klindt (HN 83),
Joachim Behrens (HN 84),
Bernd Jeuken (HN 85),
Hans Werner Schenke (HN 86),
Wilhelm Weinrebe (HN 87),
William Heaps (HN 88),
Christian Maushake (HN 89),
Monika Breuch-Moritz (HN 90),
Dietmar Grünreich (HN 91),
Peter Gimpel (HN 92),
Jörg Schimmler (HN 93),
Delf Egge (HN 94),
Gunther Braun (HN 95),
Siegfried Fahrentholz (HN 96),
G. Braun, D. Egge, I. Harre,
H. Hecht, W. Kirchner und
H.-F. Neumann (HN 97),
W. und A. Nicola (HN 98),
Sören Themann (HN 99),
Peter Ehlers (HN 100),
Rob van Ree (HN 101),
DHYG-Beirat (HN 102),
Walter Offenborn (HN 103),
J. Schneider v. Deimling (HN 104),
Mathias Jonas (HN 105),
Jürgen Peregovits (HN 106),
Thomas Dehling (HN 107),
Egbert Schwarz (HN 108),
Ingo Hennings (HN 109),
Harald Sternberg (HN 110),
Uwe Jenisch (HN 111),
Petra Mahnke (HN 112),
Holger Rahlf (HN 113),
Boris Schulze (HN 114),
Jacobus Hofstede (HN 115),
Gottfried Mandlbürger (HN 116),
Gerhard Bohrmann (HN 117),
Günther Lang (HN 118),
Alexander Reiterer (HN 119),
Svenja Papenmeier (HN 120)

Künstliche Intelligenz steckt mit Blick auf das Monitoring von Infrastrukturen oder der Verkehrsüberwachung noch in den Kinderschuhen, aber das Potenzial ist gewaltig.

Machen wir einmal ein Gedankenexperiment: Stellen Sie sich vor, Sie würden eine Kaimauer an bestimmten Stellen untersuchen und auf Basis der gewonnenen Daten hilft Ihnen eine künstliche Intelligenz dabei, noch zuverlässiger auf den Zustand weiterer Teile der Konstruktion zu schließen. Eine faszinierende Vorstellung. Die zuständigen Instandhaltungsabteilungen wären in der Lage, Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen noch präziser zu planen, und zwar kurz-, mittel- und langfristig. Ein großes Potenzial – auch unter finanziellen Gesichtspunkten.

Derzeit befinden wir uns mit weiteren Partnern in der Beantragungsphase für ein Forschungsprojekt, in dem wir innerhalb eines interdisziplinären Forscherteams aus dem Bauingenieurwesen/Wasserbau und der Informatik/KI-Softwareentwicklung eine Applikation zur automatisierten Messaufnahme bei Spundwanddickenmessungen an Ufereinfassungen (Kaianlagen) in deutschen Seehäfen erstellen wollen. Mit dieser Applikation sollen Messaufnahme und Datenbestand digitalisiert werden, sodass der Einsatz von KI-basierten Methoden in der Datenanalyse und bei der Instandhaltung von Wasserbauwerken innerhalb des Projekts untersucht werden kann.

Mit Blick auf die Hafenverkehre fehlt der HTG die nötige Fachexpertise, aber ich bin davon überzeugt, dass der Einsatz von künstlicher Intelligenz in der Überwachung von Schiffsbewegungen ein erhebliches Optimierungspotenzial birgt.

Wo sehen Sie weitere Anwendungsfelder für den Einsatz von KI in den Häfen und in der Schifffahrt?

Ein wesentliches weiteres Einsatzfeld für künstliche Intelligenz sehe ich in noch präziseren Wettervorhersagen. Extremwetterereignisse werden zunehmen und damit auch zunehmend ein Problem der Häfen und Wasserstraßen darstellen.

Künstliche Intelligenz hat aus meiner Sicht das Potenzial, Wettervorhersagen sowohl inhaltlich, örtlich als auch zeitlich deutlich präziser zu machen. Durch die Einleitung rechtzeitiger Gegenmaßnahmen kann künstliche Intelligenz also dazu beitragen, Schaden abzuwenden. Gegenmaßnahmen können zum Beispiel die rechtzeitige Einstellung des Hafen- oder Schiffsbetriebs oder die Sicherung von Großgeräten sein. Voraussetzung hierfür sind entsprechende Notfallpläne.

Alle reden von Nachhaltigkeit. In der HTG gibt es neuerdings eine Arbeitsgruppe für das Thema. Was verbinden Sie mit dem Schlagwort Nachhaltigkeit?

Mit Nachhaltigkeit verbinden wir in erster Linie die Aufgabe, Bewusstsein für nachhaltiges Handeln in allen Aufgabenfeldern der HTG zu schaffen. Unter diesem Leitgedanken hat sich in der HTG

eine Arbeitsgruppe konstituiert, die sich das Thema Bewusstseins-schaffung und den Aufbau eines Nachhaltigkeitsnetzwerks innerhalb der HTG zur Aufgabe gemacht hat.

Aber bei der Bewusstseins-schaffung darf nicht Schluss sein. In einem nächsten Schritt muss es darum gehen, nachhaltiges Handeln noch stärker in Planungs-, Bau-, Betriebs- und Instandhaltungsabläufe zu integrieren.

Nachhaltigkeit wird zukünftig eines der Leitthemen der HTG sein. Hier wollen wir einen deutlichen Beitrag leisten.

In der Geoinformationsbranche ist BIM seit einigen Jahren das top Thema. Auch die Hydrographie sieht sich immer wieder mit Building Information Modelling konfrontiert, weiß aber nicht so recht etwas damit anzufangen. Welche Vorstellungen und Ideen hat die HTG, BIM zukünftig stärker auch im Wasserbau einzubinden?

Building Information Modelling ist im Moment allgegenwärtig. Auch der HTG-Fachausschuss Consulting setzt sich intensiv mit dem Thema BIM auseinander und veranstaltet regelmäßig Workshops zu diesem Thema. Auch auf unserem Kongress im Juni wird dem Thema BIM eine eigene Fachsession gewidmet.

Planung, Bau und Betrieb wird mit BIM transparenter und kostensicherer. Das gilt auch für Projekte im Wasserbau. Allerdings sind BIM-Anwendungen bei großen internationalen Projekten und auch in anderen Fachdisziplinen, wie zum Beispiel Hochbau, Straßen- und Brückenbau, deutlich fortgeschrittener. Insgesamt kann aber festgestellt werden, dass BIM auch im Wasserbau angekommen ist.

Unter Führung der Wasserstraßen und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und nach einigen erfolgreichen Pilotprojekten ist derzeit die flächendeckende Implementierung von BIM in der Umsetzung. Zu Beginn des Jahres haben das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) und die Generaldirektion Wasserstraßen und Schifffahrt (GDWS) einen entsprechenden Projekt-auftrag unterzeichnet.

Eine große Herausforderung wird dabei sein, die unterschiedlichen bereits existierenden Ansätze der Stakeholder – auch die der Hydrographie – zusammenzuführen und idealerweise zu standardisieren. In diesem Prozess Unterstützung zu leisten, verstehen wir als Aufgabe der HTG.

Wo sehen Sie die Rolle der Hydrographie, wenn es darum geht, die Häfen zukunfts-fähig zu entwickeln? Welche zusätzlichen Angebote wünschen Sie sich zukünftig von der Hydrographie?

Mit Blick auf die Häfen sehe ich die Hauptaufgaben der Hydrographie darin, mit dazu beizutragen, die Befahrbarkeit der Wasserwege und die hohe Verfügbarkeit der Infrastruktur sicherzustellen. Die Hydrographie hat dabei in den letzten Jahren deutliche Fortschritte gemacht. Die Entwicklung integrierter Systeme, die zunehmende Digitalisierung sowie die

Nutzung höherer Verarbeitungsgeschwindigkeiten zum Beispiel durch die Nutzung des 5G-Mobilfunkstandards – idealerweise in Echtzeit – haben bzw. werden zu dieser Entwicklung beitragen.

Daten sind damit nicht nur schneller, sondern auch in höherer Präzision verfügbar. Kombiniert man diese Vorteile noch mit KI, dann legt das den Grundstein für »intelligente« Systeme, die gegebenenfalls auch autonom arbeiten können. Neben dem Minimieren menschlicher Fehler wird der Einsatz autonomer Systeme in der Hydrographie zu einer Vergrößerung des Anwendungsspektrums, zum Beispiel in sicherheitsgefährdeten Bereichen, sowie zu einer Erhöhung der Effizienz im Hafenbetrieb führen. Auch Kostenreduzierungen, insbesondere bei zeitintensiven Messvorgängen wären vorstellbar. Vor allem der letzte Punkt dürfte in Häfen Wettbewerbsvorteile eröffnen.

Mit Blick auf zusätzliche Angebote der Hydrografie wäre eine generelle bzw. noch schnellere Verfügbarkeit bzw. Verfügbarmachung der Daten für die verschiedenen Anwender in Häfen wünschenswert.

Was möchten Sie gerne besser können?

Apfelkuchen backen ... Aber im Ernst: Ich würde gerne noch mehr Menschen für die Arbeit der HTG begeistern. Ich glaube hier habe ich mein volles Potenzial noch nicht ausgeschöpft. Aber ich arbeite täglich daran.

Was wissen Sie, ohne es beweisen zu können?

Dass Socken für immer in der Waschmaschine verschwinden! Aber auch hier noch eine ernsthafte Antwort: Ich weiß, dass die Menschheit tief in ihrem Inneren kein Interesse an der zunehmenden Belastung bzw. Zerstörung unserer Umwelt hat. Daher bin ich davon überzeugt, dass uns gemeinsam die Einführung weltweiter allgemeingültiger Umweltstandards und deren Überwachung und Einhaltung gelingen wird. Allein wann, ist die große Frage. Zu viel Zeit sollten bzw. können wir uns dafür nicht mehr nehmen. //

»Sie untersuchen eine Kaimauer und auf Basis der gewonnenen Daten hilft eine künstliche Intelligenz, noch zuverlässiger auf den Zustand weiterer Teile der Konstruktion zu schließen«

Michael Ströh



OBTAIN COMPREHENSIVE HYDROGRAPHIC DATA IN DEEP WATER AND COASTAL REGIONS

We draw on our vast experience and extensive resources, including a fleet of dedicated survey vessels and airborne systems, to deliver a high-quality service that meets your data objectives.

To find out more visit
[fugro.com](https://www.fugro.com)

Herausforderungen bei der Integration von Systemen mit künstlicher Intelligenz an Bord von Schiffen

Ein Beitrag von PAUL KOCH

Der maritime Sektor ist in den letzten Jahren durch die Digitalisierung verschiedener Teilprozesse und Gesamtsysteme geprägt. Entwicklungen auf dem Gebiet der maritimen Autonomie, insbesondere der Situationsbewertung und Kollisionsverhütung nehmen zu. Auf der Suche nach neuen und innovativen Wegen stellt sich die Frage, wie die Akzeptanz für autonome Systeme mit Marktreife gesteigert werden kann. Dabei ist nicht nur das System Schiff zu betrachten, sondern auch die landseitige Infrastruktur und die mit der technischen Verknüpfung dieser Systeme verbundenen und vielfältigen Herausforderungen. Eine dieser Herausforderungen im Zusammenhang mit autonomen Systemen ergibt sich aus der noch nicht vollzogenen Standardisierung von maritimem Brückensystem und Sensorik.

autonome Systeme | autonome Schiffe | künstliche Intelligenz | Retrofit
autonomous systems | autonomous ships | artificial intelligence | retrofit

In recent years, the maritime sector has been characterised by the digitalisation of various sub-processes and overall systems. Developments in the field of maritime autonomy, especially situation assessment and collision prevention, are increasing. In the search for new and innovative ways, the question arises as to how the acceptance of autonomous systems with market maturity can be increased. In this context, not only the ship as a system must be considered, but also the shore-based infrastructure and the manifold challenges associated with the technical linking of these systems. One of these challenges in connection with autonomous systems arises from the still incomplete standardisation of maritime bridge systems and sensor technology.

Autor

Paul Koch arbeitet beim Fraunhofer-Center für Maritime Logistik und Dienstleistungen CML in Hamburg.

paul.koch@cml.fraunhofer.de

Sensor gut, alles gut?

Autonome Systeme sind auf verlässliche und kontinuierlich einfließende Informationen angewiesen, die aus den Daten der Sensoren gewonnen werden. Die Erstellung eines Lagebilds erfolgt mit Methoden der Sensorfusion, auch die Schiffserkennung und die Kollisionsvermeidung sind daten- und rechenintensive Aufgaben und lassen sich nur durch umfassende und heterogene Sensorik an Bord umsetzen, um ein umfassendes Verständnis der das Schiff umgebenden Objekte zu erhalten. Die Entwicklung autonomer Systeme hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen. Mit dem Projekt MUNIN (CML 2016) hat das Fraunhofer CML die grundlegende Machbarkeit für die Implementierung autonomer Systeme auf Handelsschiffen gezeigt (Abb. 1). Derzeit entwickelt es im B ZERO-Projekt (CML 2019) Systeme, welche einen wachfreien Brückenbetrieb über mindestens acht Stunden ermöglichen sollen.

Maschinelles Lernen als Hilfsmittel

Die aktuelle Entwicklung hat gezeigt, dass die für die herkömmliche Navigation ausreichende Sen-

sorik unter Zuhilfenahme von Software-Lösungen aufbereitet werden muss.

Für die Umsetzung dieser Herausforderung haben sich Techniken des maschinellen Lernens als hilfreich erwiesen: Datenprodukte mit hohem Rauschanteil können durch ein tiefes Verständnis von Fehlern und Rauschverhalten in eine für autonome Systeme nutzbare Qualität überführt werden.

Der für autonome Systeme benötigte Informationsbedarf ist unmittelbar vom Grad der Automatisierung abhängig (Tabelle 1). Die Automatisierungsgrade definieren sich hierbei über den Anteil der Aufgaben, die ausschließlich durch ein autonomes System wahrgenommen werden. Dargestellte Automatisierungsgrade helfen bei der Definition von Iterationsschritten hin zur vollständigen Autonomie (AL 5 bis AL 6), bei welcher der gesamte Prozess – von der Auswertung des maritimen Lagebildes bis zur Festlegung der Ruderlage und des Maschinentelegrafens – durch ein autonomes System getätigt wird.

Die Einführung autonomer Systeme ist in den letzten Jahren zunehmend ins Stocken geraten,

die Gründe dafür sind vielfältig. Insbesondere fehlen die Standardisierung der vorgeschriebenen sensorischen Systeme an Bord sowie flexible Kommunikationsprotokolle für Schiff-zu-Schiff- und Schiff-zu-Land-Kommunikation.

Ungeklärter Informationsbedarf

Diese Defizite in der Standardisierung sind auch auf den noch ungeklärten Informationsbedarf, welchen autonome Schiffe mit sich bringen, zurückzuführen. Durch die bereits vorgebrachten Methoden, Sensordaten aufzuwerten, und die erwähnten Forschungsprojekte stellt sich die Frage, ob die vorhandene Sensorik ausreichend ist. Helfen mehr Sensoren, dem Betreiber das Gefühl von Kontrolle zu vermitteln? Bei der Entwicklung der Systeme zeigt sich, dass ein lineares Verhältnis zwischen Informationsbedarf und Sensoranzahl vorhanden zu sein scheint, in der Praxis ist dieses Verhältnis jedoch deutlich komplexer als anfangs vermutet. Warum können Menschen Schiffe seit Jahrhunderten sicher navigieren, zu Anfangszeiten ohne GPS, Radar und AIS? Diese Frage wirft die Problemstellung in den Raum, dass nicht nur der Informationsbedarf wachsen muss, um autonome Schiffe Realität werden zu lassen, sondern auch die Verknüpfung der erhaltenen Sensordaten und die Auswertung ihrer Verknüpfungen und Abhängigkeiten untereinander.

Nutzung neuer Sensoren für die Umsetzung vollautonomer Systeme

Schon jetzt zeigt sich in anderen Bereichen der Autonomie, wie beispielsweise der Automobilindustrie, dass eine Kamera deutlich mehr Informationen liefern kann als eine Vielzahl an Sensoren. Insbesondere die Flexibilität im Umfang extrahierbarer Informationen übersteigt in der Regel den Umfang, welcher selbst durch eine hohe Anzahl dedizierter Sensoren erreicht werden kann.

Eine Umsetzung der autonomen Entscheidungsprozesse über die direkte Verarbeitung visueller Informationen würde eine deutliche Annäherung an die Funktionsweise menschlicher Entscheidungsprozesse darstellen. Erfolgreiche Implementierung eines solchen Ansatzes und robuste Demonstration der Zuverlässigkeit kann das Vertrauen in autonome Systeme deutlich stärken. Dies würde einen Shift weg von immer mehr Sensoren hin zu einer cleveren Kombination visueller Information mit punktuell notwendigen Sensoren wie AIS, Radar oder GNSS darstellen.

Alles eine Frage der Kontrolle

In enger Verbindung mit dem Betrieb autonomer Systeme steht die Überwachung (Monitoring) teil- und vollautonomer Systeme. Monitoring bezieht sich in diesem Kontext auf die landseitige Überwachung eines Systems durch Methoden der Anomalie-Detektion und auf die Übernahme der

Bezeichnung	Definition
AL 0	Keine autonomen Funktionen
AL 1	An Bord befindliche Unterstützungssysteme
AL 2	An Bord oder an Land befindliche Unterstützungssysteme
AL 3	Aktionen werden durch Menschen bestätigt
AL 4	Autonome Entscheidung und Überwachung durch Menschen
AL 5	Volle Autonomie mit einzelner menschlicher Überwachung
AL 6	Volle Autonomie ohne Überwachung

Tabelle 1: Stufen der Autonomie (nach: Lloyd's Register 2017)

Steuerung bei Ausfall des autonomen Systems. Während die Systeme an sich mit Blick auf Ausfallsicherheit und Redundanz in der Regel ausreichend sicher ausgelegt sind, ist vor allem in den küstennahen Bereichen ein dauerhaftes Monitoring dieser Systeme auf absehbare Zeit unverzichtbar. Das Monitoring dieser Systeme bringt dabei zwei grundlegende Herausforderungen hervor. Zum einem die Frage nach ausreichend robusten Kommunikationskanälen in Landnähe als auch bei einer Ozeanüberquerung. Zum anderen die Frage nach der erforderlichen Reaktion, sollte ein Eingreifen von Landseite erforderlich sein.

Kommunikationskanäle in der maritimen Welt gibt es viele. Mit Blick auf hohen Datendurchsatz und Ausfallsicherheit wird das Feld jedoch recht schnell dünn. Aufgaben wie Sprechfunk und AIS können über UKW geleistet werden. Die Schiff-zu-Land-Kommunikation hingegen ist wegen fehlender UMTS-/LTE-Verbindung auf dem offenen Meer nur über die Nutzung teurer und im Datenverbrauch begrenzter Satellitensysteme nutzbar. Hier wird es notwendig sein, internetfähige Satellitenkonstellationen zu nutzen oder spezielle Technologien zu etablieren. Von Ersterem wird bereits im Projekt B ZERO Gebrauch gemacht, um bei Ozeanüberquerungen Daten von installierten Sensoren zu sammeln und Wartungen vorzunehmen. Die begrenzte Verfügbarkeit, hohe Kosten und das



Abb. 1: Projekt MUNIN: Implementierung autonomer Systeme auf Handelsschiffen

frühe Stadium erwähnter Satellitenkonstellationen machen die Nutzung derzeit schwierig – der Nutzen für die Überwachung autonomer Systeme wird sich somit erst in den kommenden Jahren zeigen können.

Der Weg zur Zulassung

Die Herausforderungen im Monitoring haben neben technischen Nachteilen weitere ungewollte Nebeneffekte. Während autonome Fahrzeuge an Land bei der Markteinführung kontinuierlich überwacht werden können und eine schrittweise Inbetriebnahme durchgeführt werden kann, sind autonome Schiffe bereits bei den ersten Fahrten auf ein hohes Maß an Vertrauen vonseiten der Betreiber und des Gesetzgebers angewiesen. Durch nur lückenhaftes Monitoring ist es somit schwierig, die korrekte Arbeitsweise der Systeme im Feld zu beweisen. Zudem benötigen Testkampagnen hohen Personal- und Zeitaufwand.

Die Problematik der fehlenden Möglichkeiten des Monitorings zeigt sich auch bei den zu übermittelnden Informationen. Während in vielen Bereichen ein Monitoring eine rein unidirektionale Kommunikation zwischen System und Überwachungsdiensten darstellt, ist vor allem in der küstennahen autonomen Navigation der starke Wunsch nach einer möglichen Übernahme des Schiffes im Krisenfall vorhanden. Die Idee ist hierbei, dass der Mensch nach wie vor eine übergeordnete Rolle für die Ausführung komplexer Navigationsprozesse spielen soll. Navigation in Kanälen, Schleusen sowie das An- und Ablegen sollen weiterhin durch trainiertes Personal durchgeführt werden. Dies gilt auch für einen möglichen Systemausfall an Bord, um das Schiff in einen sicheren Zustand überführen zu können.

Die Bandbreite an geforderten Aufgaben erschwert eine Abschätzung des Informationsbedarfes. Neuartige Kommunikationskanäle müssen mit Blick auf die Fernsteuerung sowie die benötigte Integrität, Sicherheit und Robustheit dieser zu übertragenden Informationsmenge angepasst und entwickelt werden. Die Unsicherheiten über die mögliche Umsetzung dieser Herausforderungen lässt Entwicklungen auf dem Gebiet nur langsam voranschreiten, da insbesondere bidirektionale Kommunikationen neben hohem Datendurchsatz auf genannte Punkte grundlegend angewiesen sind.

Die technischen Hürden

Die technische Betrachtung der Herausforderungen in der Entwicklung und Einführung autonomer maritimer Systeme spiegeln jedoch nur einen Teil wider. Während die aufgeführten Herausforderungen im Bereich der Sensorik und des Monitorings den Fokus hauptsächlich auf den Betrieb autonomer Systeme legen, ist mit Blick in die Zukunft auch die Schnittstellenkompatibilität und

daraus notwendige Interoperabilität aller Systeme (land- und schiffsseitig) absolut kritisch.

Dargestellte Entwicklungen auf dem Gebiet der maritimen Autonomie haben gezeigt, dass Potenziale zum derzeitigen Zeitpunkt nur sehr punktuell ausgeschöpft werden und eine ganzheitliche Betrachtung der Autonomie noch ausstehend ist. In die Zukunft blickend, ist die Gesamtheit aller Systeme mit Fokus auf den Informationsfluss untereinander als eine der wichtigsten Herausforderungen anzusehen. Somit ist bei Entwicklungen die gesamte Logistikkette mit Blick auf die Interaktionen von Schiffssystemen untereinander als auch die Kommunikation mit externen Systemen, wie mit Monitoringsystemen, Hafenanlagen oder Schleppern, zu berücksichtigen. Die erfolgreiche Einführung von autonomen Systemen mit Blick auf die Marktreife erfordert von allen Stakeholdern eine Teilnahme am Dialog und den Fokus auf das genannte Zusammenspiel. Gesetzgeber müssen zielgerichtet darauf hinarbeiten, zukünftige und existierende nationale und internationale Vorgaben auf einen hybriden und vollautonomen Betrieb abzustimmen. Es ist von äußerster Wichtigkeit, dass Prozesse und Gesetzgebungen nicht mehr ausschließlich mit der Betrachtung menschlicher Teilnahme formuliert werden. Mensch-Maschine- und Maschine-Maschine-Interaktionen spielen eine immer größer werdende Rolle im Betriebsablauf und müssen entsprechend berücksichtigt werden. Resultierende Zulassungs- und Prüfprozesse müssen von einer bestehenden Soll-Ist-Analyse an neue und zukunftsweisende Systeme angepasst werden, um neuartige Datenprodukte in den Prozessen abbilden zu können. Herausforderungen im Bereich der Zulassung visueller Systeme, die mit Techniken des Deep Learning Ergebnisse auf dem Bereich der Extraktion von Informationen aus Videos und Bildern ziehen, zeigen schon jetzt die Grenzen des Zulassungswesens und stellen Gesetzgeber und Prüfinstitutionen vor große Herausforderungen.

Der Weg in die Zukunft

Weiterführend sind sowohl Reeder als auch Hafenbetreiber oder Lotsen angehalten, die Prozesstransformation von der klassischen Navigation hin zur teil- und vollautonomen Navigation aktiv mitzugestalten. Neubauten von Häfen sollten mit Blick auf diese Systeme Kapazitäten für einen autonomen Ablauf vom Einlaufen bis zum Festmachen und Entladen des Schiffes bieten. Die Kommunikationsinfrastruktur sollte für den hohen Durchsatz von Daten zwischen Schiff und Hafen vorhanden sein, um den wachsenden Bedarf eines kompletten Transfers von Informationen über den Schiffszustand an Land erfüllen zu können und um reagieren zu können. Testfelder müssen etabliert werden, um in Echtumgebungen Abläufe zu entwickeln und um die technische Umsetzung mit

Digitale Küste 2030

Roadmap und Handlungsempfehlungen zu Innovationen für den maritimen Standort Deutschland

Ein Beitrag von MATTHIAS STEIDEL, AXEL HAHN und SUSANNE BERNER

Die Digitalisierung wird die maritime Branche grundlegend verändern. Um allerdings das volle Potenzial der Digitalisierung nutzen zu können, braucht es einen Handlungsrahmen. Zu diesem Zweck wurde die Studie »Digitale Küste 2030« erstellt. Auf Grundlage dreier Szenarien zur Digitalisierung der maritimen Industrie wurde eine Leitvision entwickelt. Diese Leitvision beschreibt den Zustand, in dem sich die maritime Wirtschaft im Jahr 2030 befinden soll, und sie berücksichtigt unter anderem eine verbesserte Emissionsbilanz und eine optimierte Verkehrs- und Logistiksteuerung.

Schifffahrt 4.0 | Seeraumüberwachung | Echtzeitinformationen | Cybersicherheit
shipping 4.0 | maritime surveillance | real-time information | cyber security

Digitalisation will fundamentally change the maritime industry. However, in order to be able to use the full potential of digitalisation, a framework for action is needed. To this end, the study »Digitale Küste 2030« was prepared. A guiding vision was developed based on three scenarios for the digitalisation of the maritime industry. This guiding vision describes the state in which the maritime industry should be in 2030 and takes into account, among other things, an improved emissions balance and optimised traffic and logistics management.

Autoren

Die Autoren arbeiten am neuen Oldenburger DLR-Institut »Systems Engineering für zukünftige Mobilität«. Matthias Steidel ist dort Wissenschaftlicher Mitarbeiter. Prof. Dr.-Ing. Axel Hahn ist Institutsleiter und Professor an der Universität Oldenburg. Susanne Berner ist Forschungsreferentin.

matthias.steidel@dlr.de

Das Wanken der globalen Lieferketten (UNCTAD 2021), die Emissionsbilanz der Schifffahrt (UNCTAD 2020; VSM 2021), Auftragsflauten und Insolvenzen deutscher Werften (BMW 2021) und die Infragestellung gewachsener geopolitischer Strukturen (Stevenson 2020): All das sind Herausforderungen der heutigen Zeit, die die maritime Wirtschaft noch mindestens die kommenden zehn Jahre begleiten werden. Die Digitalisierung der gesamten Branche bahnt sich langsam, aber sicher den Weg und wird den Markt, so wie wir ihn heute kennen, disruptiv verändern. Dadurch ist die Digitalisierung aber auch eine Chance, welche die Branche nutzen kann, um die großen Veränderungen und Herausforderungen der heutigen Zeit zu bewältigen. Um das volle Potenzial der Digitalisierung nutzen zu können, muss allen Beteiligten ein grundsätzlicher Handlungsrahmen aufgezeigt werden, an dem sie sich orientieren können.

Die Studie »Digitale Küste 2030« bietet der Wirtschaft, Politik und Forschung einen solchen Handlungsrahmen, der auf drei Szenarien für mögliche Zukunftsentwicklungen und einer visionären Betrachtung der maritimen Industrie basiert. Ausgehend vom heutigen technologischen, wirtschaftlichen und (global-)politischen Zustand der maritimen Wirtschaft, werden mittels der Szenariotechnik (Gausemeier und Plass 2014) drei Zukunftsszenarien entwickelt. Diese dienen als Grundlage für die Entwicklung der Leitvision »Sichere Digitale Küste 2030«. Die empirische Basis der Leitvision

bilden Interviews, Fragebögen und Workshops, an denen Stakeholder und Expert:innen aus Wirtschaft, Politik und Forschung teilnahmen. 21 Institutionen wurden in einem Interview direkt zu den Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung befragt, weitere 14 große Unternehmen, Verbände und Forschungseinrichtungen wirkten in Form eines Onlinefragebogens an der Visionsgenerierung mit. In einem Workshop erarbeiteten 40 Teilnehmende aus Politik, Wirtschaft und Forschung weitere Digitalisierungsbedarfe der Branche, welche direkt in der Leitvision berücksichtigt werden. Eine abschließende gemeinsame Betrachtung der drei Zukunftsszenarien und der Leitvision lassen konkrete Handlungsempfehlungen zur proaktiven und erfolgreichen Gestaltung der Digitalisierung und Weiterentwicklung Deutschlands maritimer Wirtschaft ableiten.

Im Folgenden werden zunächst die drei identifizierten Szenarien zur Digitalisierung der maritimen Industrie beschrieben, gefolgt von einer Darstellung der Leitvision »Sichere Digitale Küste 2030«. Dieser Beitrag schließt mit einer Übersicht der abgeleiteten Handlungsempfehlungen.

Szenario 1: Wachstum durch ganzheitliche Digitalisierung

Das Szenario legt zugrunde, dass die wirtschaftlichen Folgen der Corona-Pandemie ausbleiben und dadurch Investitionen in digitale Technolo-

gien begünstigen. Die Digitalisierung bewirkt ein merkliches Wirtschaftswachstum in der Branche (Abb. 1). Prozessumgestaltungen und innovative Technologien sorgen nicht nur für mehr Effizienz, sondern leisten auch einen essenziellen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz sowie zur maritimen Sicherheit. Als Basis hierfür dienen technologische Innovationen aus den Bereichen der echtzeitfähigen Kommunikationstechnologien, der Sensorik, des Green Shippings und der Plattformökonomien.

Ein wesentliches Element für diese positive Entwicklung ist die Berücksichtigung von Cybersicherheit. Digitale Innovationen sind sicher, weil ihre Entwicklung auf dem Grundsatz »Security by Design« beruht. Bei diesem Konzept werden im Rahmen der Entwicklung unterschiedliche Sicherheitsstrategien und -technologien berücksichtigt. Das für den Anwendungsfall beste Sicherheitskonzept wird ausgewählt und in die Architektur integriert (Santos et al. 2017). Sobald sich die digitalen Innovationen im Einsatz befinden, decken regelmäßige Sicherheitsaudits potenzielle Schwachstellen und Sicherheitslücken auf, die so geschlossen werden können. Das unumgängliche Bewusstsein für Cybersicherheit ist auf allen Ebenen in der maritimen Branche verankert und bildet die Grundvoraussetzung für entsprechende Anstrengungen.

Verlässliche politische Rahmenbedingungen ermöglichen eine erfolgreiche Digitalisierung. Die legislativen Gremien auf EU-, Bundes- und Landesebene stellen klare und einheitliche Regulierungen sicher. Des Weiteren schafft die Politik ein Ambiente, das die Digitalisierung und ihre Umsetzung im maritimen Umfeld positiv flankiert. Dies schließt entsprechende Forschungs- und Förderprogramme ein.

Szenario 2: Digitale Inseln in einer analogen Welt

Konträr zum ersten Szenario zeigt das zweite Szenario eine sich entwickelnde weltwirtschaftliche Rezession, die vergleichbar mit der Finanzkrise 2008 ist und durch die Corona-Pandemie verursacht wird. Notwendige Investitionen in Technologien und Innovationen, auch im Bereich der Schifffahrt, werden nur unzureichend realisiert. Aufgrund fehlender Standards und Interoperabilität dominieren digitale Insellösungen die Systemlandschaft der maritimen Wirtschaft, was eine vollständige Digitalisierung der analogen Prozesse unmöglich macht (Abb. 2). Der Mangel an technologischen und digitalen Innovationen hat indes nicht nur diese eine negative Auswirkung auf die Wirtschaftlichkeit der maritimen Branche, denn parallel wird das Potenzial zur Reduktion von Emissionen durch Prozessrestrukturierung und -optimierung basierend auf Digitalisierung verschenkt.

Der Investitionsstau in moderne Technologien geht mit einer systematischen Vernachlässigung

Szenario 1: Wachstum durch ganzheitliche Digitalisierung



Abb. 1: Szenario 1 – Wachstum durch ganzheitliche Digitalisierung

der Cybersicherheit einher: Die Unternehmen sind sich zwar der wachsenden Gefahr, Zielscheibe von Cyberkriminalität zu werden, bewusst, jedoch wird diese Gefahr aus Kostengründen wissentlich bagatellisiert.

Die Politik verabschiedet finanzielle Hilfen und Konjunkturpakete, für die Geld aus den Innovations- und Förderprogrammen genommen wird. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in den großen Unternehmen werden eingeschränkt, was eine Innovationsflaute in Deutschland zur Folge hat. EU-weit existiert keine maritime Gesamtstrategie zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und zur Innovationsförderung. Die EU konzentriert sich hauptsächlich auf die Bewältigung der wirtschaftlichen Krise und fördert lediglich verschiedene Einzelprojekte, die als Leuchtturmprojekte ausgewiesen werden. Gewünschte Effekte durch die Förderung einzelner größerer Forschungsvorhaben bleiben wegen einer nicht vorhandenen maritimen europäischen Gesamtstrategie aus.

Szenario 3: Digitale Ambivalenz und (geo-)politischer Stillstand

Seit 2008 ist Europa krisengeschüttelt: Finanz- und Wirtschaftskrise, Eurokrise, Flucht- und Migrationskrise, Brexit und bis heute die Pandemie – die EU geht aus der Perspektive der Bevölkerung jeweils geschwächt aus diesen Krisen heraus. Infolgedessen setzen sich in den meisten Staaten der EU nationale Kräfte mit dem Vorhaben, die eigene Wirtschaft zu stärken, verstärkt durch, während sie

Szenario 2: Digitale Inseln in einer analogen Welt



Abb. 2: Szenario 2 – Digitale Inseln in einer analogen Welt



gleichzeitig nicht mehr an europäischer oder globaler Kooperation interessiert sind. Auf globaler Ebene bildet sich eine multipolare Ordnung heraus, in der starke Staaten wie die USA, China oder Russland ihre Interessen verfolgen und dabei nur noch selten die Idee global verbindlicher Normen und Regulierungen und Kooperation verfolgen.

Als Konsequenz dieser Veränderung werden Digitalisierung und Wirtschaft zwar in nationalen Leuchtturmprojekten unterstützt und gefördert, aber die fehlende internationale Einbettung führt zur Schwächung vieler exportorientierter Branchen. Obwohl die Digitalisierung in Insellösungen vorangetrieben wird, treten durch einen ungleichen Ausbau und weiterführend fehlende Regulierung neben wachstumsfördernden Effekten auch negative Folgen der Digitalisierung auf. Dies betrifft zum einen die Bereiche des Datenschutzes und der staatlichen Überwachung, und zum anderen ökonomische, ökologische und soziale Negativeffekte von Digitalisierung. Insgesamt wird Digitalisierung also verstärkt ausgebaut, führt aber zu gemischten, teilweise stark dysfunktionalen Effekten, die sowohl gesamtgesellschaftlich als auch wirtschaftlich auftreten (Abb. 3).

Die ungleiche Digitalisierung ist von ausbleibender Vernetzung und Standardisierung gekennzeichnet und resultiert in einer Sicherheitslandschaft, die auf lokale Expertise, Ressourcen und Motivation angewiesen ist. Volkswirtschaftlich werden in dieser Situation bestimmte Kostenreduktionseffekte nicht erzielt, so dass ein Sicherheitsausbau insgesamt kostspieliger wird als in einer kooperativen Umgebung. Folglich entsteht eine sehr ungleiche Sicherheitslandschaft: Zentren hoher Sicherheit sind umgeben von wenig resilienten Peripherien.

Vision: Sichere Digitale Küste 2030

Grundsätzlich beschreibt die Leitvision einen realistisch anzustrebenden und gleichzeitig idealisierten Zustand der maritimen Wirtschaft im Jahr 2030. In ihrer Gesamtheit gibt die Vision die Stoßrichtungen für die Digitalisierung für die Wirtschaft, Politik und Forschung vor. Insbesondere Technologien, durch die Prozesse umstrukturiert und optimiert werden, haben unmittelbar nach ei-

ner Markteinführung einen positiven Effekt auf die Emissionsbilanz. Die Einführung von standardisierten, echtzeitfähigen und interoperabilitätsfähigen Plattformökonomien erlaubt die Transformation einer emissionsbezogenen Optimierung der gesamten maritimen Verkehrs- und Logistiksteuerung an Land und auf See. Durch intelligente und kooperative Verkehrsleitsysteme können Schiffsankunftszeiten präzise und treibstoffoptimiert geplant werden. Echtzeitfähige Plattforttechnologien etablieren sich darüber hinaus auch als wirkungsvolles Werkzeug für den Meeresschutz, während intelligente, auf künstlicher Intelligenz basierende Algorithmen illegales Fischen und illegale Müllentsorgung auf See zuverlässig erkennen. Der küstennahe Verkehr in Deutschland wird nach erfolgreicher Erprobungsphase mit modernen Schiffen emissionsfrei und hochautomatisiert abgewickelt, was das Ergebnis der Förderung von Innovationen im Bereich alternativer Antriebe ist. Diese hochtechnisierten Schiffe werden von deutschen Werften gebaut, die durch Förderprogramme des BMWi in den Bereichen Schiffbau und Meerestechnik unterstützt werden.

Schifffahrt 4.0 zeichnet sich durch volldigitalisierte Schiffe und Schifffahrtswege aus. Der »Full Digital Twin« ermöglicht eine Echtzeit-Betriebsüberwachung an Bord und Land. Die Daten, die während der Fahrt durch echtzeitfähige Sensoren auf den Schiffen gesammelt werden, sind hochdimensional, kostbar und werden gewinnbringend durch die Nutzung von Big-Data-Technologien eingesetzt. Anwendungsfelder sind: Predictive Maintenance, Fleet Monitoring, Fleet Management und Seeraumüberwachung in Echtzeit. Hierfür notwendige landseitige Voraussetzungen sind die Digitalisierung des Seeraumes und echtzeitfähige Management-, Leit- und Sicherheitstechnologien. Digitalisierte Schifffahrt der Zukunft bedeutet analog zu anderen Verkehrsbereichen eine enge Vernetzung der Fahrzeuge mit der Infrastruktur, aus der komplexe Produkte entstehen, die hohes Systemverständnis voraussetzen und erhebliches wirtschaftliches Potenzial bieten. Schifffahrt 4.0 beinhaltet eine innovative Seeraumüberwachung in Echtzeit, unabdingbar für Sicherheit und Effizienz in der deutschen Nord- und Ostsee. Intelligente Algorithmen erkennen automatisch gefährliche Schiffsbegegnungssituationen auf See und unterstützen kooperativ bei der Auflösung dieser Situationen. Möglich gemacht wird diese Art der Seeraumüberwachung durch echtzeitfähige Kommunikationstechnologien und moderne Verkehrsüberwachungszentren. Die Entwicklung und der Betrieb hochautomatisierter Schiffe in der deutschen Nord- und Ostsee ist ein wesentliches Erzeugnis aus industrienaher Forschung und Entwicklung, ermöglicht durch die Förderprogramme des BMWi und anderer Ressorts. Durch Innovationen in Forschung und Entwicklung machen deut-

sche Unternehmen und Forschungseinrichtungen hochautomatisierte Schiffe autark. Die Förderprogramme sorgen für eine technologisch hochspezialisierte Verantwortung deutscher Werften und Zulieferfirmen und einen Hightech-Schiffbau »made in Germany«.

Moderne und sichere Plattformtechnologien gewähren den sicheren Austausch von Informationen zur effizienten Prozessgestaltung durch Netzwerkeffekte. Plattformen sammeln Echtzeitinformationen über die Schiffe (beispielsweise Ankunftszeiten und Ladungsdetails) und stellen sie allen Beteiligten zur Verfügung. Die Möglichkeiten der Seeraumüberwachung sowie innovativer maritimer Verkehrsleitsysteme potenzieren sich durch die Nutzung solcher Plattformtechnologien um ein Vielfaches. Es entsteht ein kooperativ agierendes System für die deutsche Nord- und Ostsee, das den Verkehr in Abhängigkeit der Verkehrslage sicher und effizient leitet. Potenzielle Gefahrenlagen auf See können nahezu in Echtzeit identifiziert werden und gewähren das schnellstmögliche Einleiten entsprechender Maßnahmen. Die in der maritimen Wirtschaft entstandene Plattformökonomie funktioniert nur, weil technologische Standards Interoperabilität zwischen den Systemen erlauben. In dieser Plattformökonomie entstehen Daten, die gewinnbringend zur Prozessoptimierung eingesetzt werden. Als Grundlage hierfür existiert ein ausbalanciertes Verhältnis zwischen Datenschutz, -sicherheit und -nutzung, welches entsprechend staatlich reguliert ist.

Big Data gestattet den Ausbau von Echtzeittechnologien und die Vernetzung von Prozessen und Verfahren für Effizienzsteigerungen, wobei insbesondere der Zielkonflikt zwischen Datenschutz und -nutzung aufgelöst wird, um Blockaden zu überwinden. Das Bedürfnis nach Schutz individueller Daten, dessen Erfüllung gerade in Deutschland eine Bedingung gesellschaftlicher Akzeptanz ist, wird auf die Weise bedient, dass parallel die industrielle Nutzung der Daten möglich bleibt. Dies wird durch Maßnahmen zur Steigerung der Datensicherheit und klare Regulierungen zum Dateneigentum ermöglicht.

Erfolgreiche Digitalisierung setzt ebenso erfolgreiche Cybersicherheit voraus. Cybersicherheit ist in Deutschland ein integrierter Prozessschritt auf dem Weg zur Digitalisierung. Kritische Systeme und Infrastrukturen an Bord, im Hafen und in den Kommunikationsnetzen sind gegen existenzbedrohende Risiken geschützt. Regelmäßige systematische Bedrohungsanalysen, die Schwachstellen offengelegen, sind hier fundamental. Es werden Mechanismen installiert (»Intrusion Detection Systems«), die eine rasche Entdeckung der Angriffe sicherstellen und so deren Auswirkungen minimalisieren. Bei allen Akteuren der Branche dominiert ein starkes Bewusstsein für die Notwendigkeiten der Cybersicherheit. Infolgedessen

ist die Triade der Cybersicherheit – bestehend aus Prävention, Detektion und Reaktion – in alle relevanten Fertigungsschritte implementiert. Elementare Prinzipien der Cybersicherheit wie »Security by Design«, »Security by Default« und »Defense in Depth« sind als fester Bestandteil in Entwicklungsprozesse integriert.

Die Forschung und Entwicklung von technologischen Innovationen zur Digitalisierung werden in Deutschland gezielt durch die Politik gefördert, wobei sich insbesondere die Förderung von risikoreichen Vorhaben als Innovationsinkubator erweist. Vor allem rentiert sich für risikoreiche Forschungs- und Entwicklungsvorhaben die Einrichtung eines Venture Capital Fonds. Staatliche Vertretung in Standardisierungsgremien und Schifffahrtsorganisationen plädieren für entstandene Innovationen zur Einbindung in Standards und Regelungen. Ziel politischer Förderung ist dabei in der Gesamtschau, alle drei Bereiche des »Nachhaltigkeitsdreiecks« gleichermaßen zu fördern: Ökologisch, ökonomisch und sozial. In der politischen Förderung geht es darum, Zielkonflikte zwischen diesen drei Bereichen zu minimieren.

Handlungsempfehlung für die Erschaffung einer sicheren Digitalen Küste

Mit der Vision »Sichere Digitale Küste 2030« existieren Leitlinien, die die Stoßrichtung der maritimen Wirtschaft im Rahmen der Digitalisierung vorgeben. Die drei Szenarien beschreiben im Gegensatz dazu mögliche Zukunftsentwicklungen der maritimen Wirtschaft. Für die Politik und Wirtschaft besteht eine doppelte Herausforderung: Zum einen stellt sich die Frage, wie der idealisierte Zustand aus der Leitvision erreicht werden kann. Auf der anderen Seite müssen bei diesen Bestrebungen die negativen Entwicklungsmöglichkeiten der maritimen Wirtschaft proaktiv vermieden werden bei gleichzeitiger Umsetzung der positiven Aspekte, die sich jeweils aus den drei Szenarien ergeben.

Die im Folgenden formulierten Handlungsempfehlungen adressieren diese Herausforderung und sollen der Wirtschaft, Politik und Forschung als Orientierungshilfe für zukünftige Aktivitäten dienen. Es werden dabei die Felder Politik, Wirtschaft, Technologie und Sicherheit adressiert. In den Feldern der Wirtschaft, Technologie und Sicherheit können darüber hinaus Leuchtturmprojekte identifiziert werden, die wegweisende Vorhaben sind und konkrete Umsetzungsmöglichkeiten der Handlungsempfehlungen darstellen.

Empfehlungen für die Politik:

- Verstärkung der Forschungs- und Entwicklungsförderprogramme für digitale Innovationen;
- ressortübergreifendes Handeln;
- Koordination der internationalen Normierungen, Standardisierungen und Regulierungen;

- Herstellung einer ausgewogenen Balance zwischen Datenschutz, Datennutzung, Datensicherheit und Dateneigentum.

Empfehlungen für die Wirtschaft:

- Der Schiffbau muss die Technologieführerschaft für smarte, digitale und grüne Hightech-Schiffe beanspruchen.
Leitvorhaben Green Shipping:
Energieeinheit/Modularer Umrüstsatz für neue Energieträger.
- Deutschland wird Vorreiter in einer smarten, digitalen, grünen und hochautomatisierten küstennahen Schifffahrt.
Leitvorhaben Schifffahrt der nächsten Generation:
Ausschreibung von geplanten öffentlich finanzierten Fahrzeugen als autonome Einheit.

Empfehlungen zur Technologieentwicklung:

- Flächendeckender Ausbau von modernen Breitbandkommunikationstechnologien für die gesamten deutschen Gewässer, Schifffahrtsstraßen, Häfen und Hinterlandanbindung.
Leitvorhaben Breitband-Internet für die gesamten deutschen Gewässer.
- Entwicklung, Einführung, Verbreitung und Nutzung von sicheren, digitalen und echtzeitfähigen Plattformen in der Maritimen Wirtschaft.
Leitvorhaben Gaia X for the Seas:
Schiffs- und landseitige Umsetzung eines zuverlässigen Cloud Stacks.

Empfehlungen hinsichtlich Sicherheit:

- »Sicherheit Made in Germany« als Qualitätssiegel entwickeln.
Leitvorhaben Digitaler Zwilling Deutsche Küste.

- Stärkung der Forschung zur Cybersicherheit.

Leitvorhaben Sicheres Flottenmanagement:
Überwachung der Cybersicherheit der Schiffe einer Flotte und Darstellung des Lagebilds der Flotte für nautisches Personal und Flottenmanagement.

- Cybersicherheit fördern und implementieren.
Leitvorhaben Cybersicherheits-Standards und Training für maritime Systeme.

Digitalisierung muss als Chance gesehen werden, einen wettbewerbsfähigen maritimen Transport an deutschen Verkehrswegen zu sichern. Die Handlungsempfehlungen haben das Potenzial, die Wirtschaftsleistung zu verbessern, neue Produkte und Dienstleistungen zu generieren und dazu beizutragen, unsere Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.

Das Oldenburger DLR-Institut Systems Engineering für zukünftige Mobilität, die Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und das Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE entwickelten die Ergebnisse im vom BMWi finanzierten Vorhaben »Sichere Digitale Küste« im Programm »Echtzeitdienste und Maritime Sicherheit«. Die vollständigen Projektergebnisse sind in der »Roadmap Sichere Digitale Küste 2030 – Eine Zukunftsvision für die maritime Wirtschaft« zu finden. Dort sind ausführliche Beschreibungen der Szenarien, der Vision und der Handlungsempfehlungen samt der dazugehörigen Leuchtturmprojekte zu finden. Die Roadmap kann unter www.emaritime.de heruntergeladen werden. //

Literatur

BMW (2021): Siebter Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung und Zukunftsperspektiven der maritimen Wirtschaft in Deutschland. Berlin

Gausemeier, Jürgen; Christoph Plass (2014): Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung: Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen, 2. Auflage. Hanser, München

Santos, Joanna C. S.; Katy Tarrit; Mehdi Mirakhorli (2017): A Catalog of Security Architecture Weaknesses. 2017 IEEE International Conference on Software Architecture Workshops (ICSAW), Gothenburg, Sweden, S. 220–223, DOI: 10.1109/ICSAW.2017.25

Stevenson, Tom (2020): Raue See: Die Geopolitik des maritimen Welthandels. Le Monde diplomatique, 13.08. 2020

UNCTAD (2020): Review of Maritime Transport 2022. United Nations Conference On Trade and Development, New York

UNCTAD (2021): Container Shipping in Times of COVID-19: Why Freight Rates Have Surged, and Implications For Policymakers. United Conference On Trade and Development, April 2021

VSM (2021): Jahresbericht 2020-2021. Verband für Schiffbau und Meerestechnik e.V., Hamburg

Autonome Vermessungen.

Die unbemannte Überwasserdrohne DriX (U manned Surface Vehicle) bietet auch bei schwierigen Wetterverhältnissen alle Möglichkeiten der Vermessung. DriX kann ferngesteuert, als auch automatisiert die verschiedensten Aufgaben im Bereich Vermessung übernehmen. DriX ist ein vielseitiges und effizientes USV, das eine breite Palette von Sensoren einsetzen kann und optimale Bedingungen für eine qualitativ hochwertige Datenerfassung sowohl in flachen als auch in tiefen Gewässern bietet.



Unbemannte Oberflächenfahrzeuge als Kraftverstärker in der hydrographischen Vermessung

Ein Beitrag von GUILLAUME EUDELINÉ

Mit mehr als 15 000 Betriebsstunden auf der ganzen Welt seit seiner Markteinführung im Jahr 2017 hat sich DriX als wichtiges Asset und echter Game Changer auf dem Energiemarkt und in der geowissenschaftlichen Branche erwiesen. Sein hervorragendes Seeverhalten und Geschwindigkeitspotenzial machen DriX zur perfekten unbemannten Plattform für eine effiziente und hochwertige Datenerfassung. Mit seinem praktischen Aussetz- und Bergesystem hat DriX als erstes vom Bureau Veritas zertifiziertes unbemanntes Oberflächenfahrzeug nun das Interesse vieler Hydrographischer Institute auf der ganzen Welt geweckt und gewinnt rasch Anerkennung als Kraftverstärker bei hydrographischen Vermessungen.

DriX | unbemanntes Oberflächenfahrzeug | Aussetz- und Bergesystem | autonome Vermessung
DriX | uncrewed surface vessel | launch and recovery system | autonomous survey

With over 15,000 hours in operation around the world since its launch back in 2017, DriX has proven to be an invaluable asset and a real game changer on the Energies and Geosciences markets. Offering outstanding seakeeping and speed capabilities, DriX is indeed the perfect uncrewed platform for efficient and high-quality data acquisition. Along with its practical launch and recovery system, DriX – that has received Bureau Veritas very first certification of an unscrewed surface vessel – has now gathered the interest of many hydrographic institutes around the world and is quickly becoming a reference as a hydrographic survey force-multiplier.

Autor

Guillaume Eudeline ist Business Development Manager für den Bereich USVs und Boote bei iXblue in Saint-Germain en Laye, Frankreich.

guillaume.eudeline@ixblue.com

Hydrographische Institute haben USVs als Spitzentechnologie für die Vermessung erkannt, da sie die Datenerfassung vervielfachen und zur Optimierung der Produktivität, Effizienz und Sicherheit der Vermessung beitragen. Aus diesem Grund entwickeln Hydrographische Institute wie die NOAA, der Shom, die British Antarctic Survey oder die polnische Marine derzeit aktiv Strategien, um USVs verstärkt bei der Meereskartierung einzusetzen. USVs sind überaus flexible Plattformen, die auch unter schwierigen Wetterbedingungen sehr gut funktionieren. Dadurch werden die Ausfallzeiten im Vergleich zu herkömmlichen Vermessungsschiffen auf ein Minimum reduziert.

Wird zum Beispiel das USV von iXblue, genannt DriX (Abb. 1), einen Tag lang eingesetzt, kann es erstens in einem 24-Stunden-Fenster betrieben werden, einem Zeitrahmen, der viel größer ist als bei herkömmlichen Vermessungsbarkassen. Zweitens kann DriX qualitativ hochwertige Vermessungen mit viel höherer Geschwindigkeit als herkömmliche Schiffe durchführen und so größere Gebiete in kürzerer Zeit abdecken, ohne dass die Datenqualität darunter leidet. Das bedeutet, dass sechs Barkassen erforderlich wären, um den Meeresboden ebenso rasch zu kartieren, wie das mit

DriX gelingt. Man kann also leicht verstehen, wie USVs die Kartierung des Meeresbodens erheblich beschleunigen und gleichzeitig die Betriebskosten senken können.

Mit USVs werden die Gesamtschiffszeit, die Arbeitsstunden und somit auch die Zeit, in der Menschen einem Risiko ausgesetzt sind, drastisch reduziert. Dies führt zu einer Effizienzsteigerung und mindert mögliche negative Auswirkungen der Vermessungsarbeiten auf Gesundheit und Sicherheit. Hinzu kommt noch eine Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen. Es ist also klar, warum Hydrographische Institute rund um die Welt an einem möglichen Nutzungskonzept für solche unbemannten Plattformen arbeiten.

NOAA: Steigerung der Reichweite und Effizienz der Meeresforschung

Vor diesem Hintergrund hat das Ocean Exploration Cooperative Institute (OECI), das vom Office of Ocean Exploration and Research (OER) der Wetter- und Ozeanographiebehörde der Vereinigten Staaten (NOAA) finanziert wird, einen Kaufvertrag zum Erwerb eines DriX USV samt dem neuartigen und speziell entwickelten universellen Aussetz-

und Bergesystem UDS (Universal Deployment System) unterzeichnet. Das von der Werftabteilung entwickelte UDS ist in der Lage, DriX und andere AUVs auszusetzen und wiedereinzuholen. Dem im Sommer unterzeichneten Vertrag ging eine Reihe von Seeversuchen voraus, die 2019 mit dem Vermessungsschiff *Thomas Jefferson* der NOAA durchgeführt wurden, und bei denen die Rolle von DriX als Kraftverstärker bei der hydrographischen Vermessung in Offshore-Gewässern erfolgreich unter Beweis gestellt wurde (Abb. 2).

»Die Möglichkeit, unbemannte Oberflächenfahrzeuge und andere autonome Systeme wie AUVs von ein und demselben Aussetz- und Bergesystem aus zu starten und zu bergen, gestattet es uns, von einem einzigen Forschungsschiff aus eine Reihe kooperativer Meeresforschungsoperationen zu unterstützen«, so Larry Mayer, Direktor des Center of Coastal and Ocean Mapping und Co-Investigator im Ocean Exploration Cooperative Institute der University of New Hampshire. »Wir hoffen, anhand dieser kooperativen Unternehmungen mit mehreren Fahrzeugen die Reichweite und Effizienz der Ozeanforschung erheblich steigern zu können.«

Die Wahl des OEI fiel nicht nur aufgrund des innovativen UDS auf DriX, sondern auch aufgrund seiner Missionsausdauer, seiner hohen Betriebsgeschwindigkeit und seines ausgezeichneten Verhaltens auf hoher See.

Shom: Entwicklung eines möglichen Nutzungskonzepts für USVs

Der Hydrographische und Ozeanographische Dienst der französischen Marine, Shom, führte im Oktober 2020 an Bord des hydro-ozeanographischen Schiffs (BHO) *Beautemps Beupré* eine Testkampagne an DriX und an seinem Aussetz- und Bergesystem durch.

Das von der Werftabteilung entwickelte USV wurde im Rahmen des Programms »Künftige hydrographische und ozeanographische Kapazitäten« (CHOF) getestet, das von der französischen Generaldirektion für Rüstung (DGA) mit Unterstützung von Shom durchgeführt wird. Das Ziel der Tests an DriX war, den Mehrwert und die hydrographischen Leistungen der unbemannten Oberflächenplattformen im Vergleich zu den Barkassen und Schiffen, die derzeit in Betrieb sind, zu bewerten und sich ein besseres Bild der möglichen Verwendungszwecke solcher Drohnen zu machen.

Die Tests, die im Rahmen eines Vertrags zwischen der französischen DGA und iXblue durchgeführt wurden, bestanden aus bathymetrischen Vermessungen bis in verschiedene Tiefen (bis zu 200 m) mit dem Ziel, ein umfassendes Leistungsprofil für DriX zu erstellen. So wurden mehrere Shom-Referenzgebiete vermessen, was die Qua-



Abb. 1: DriX bei der Vermessung eines Windparks

lität der bathymetrischen Daten auch bei hohen Geschwindigkeiten (bis zu 14 Knoten) und rauer See bestätigte. Insgesamt konnten dank der Autonomie von DriX (bis zu zehn Tage) bei diesen Versuchen über 2000 km Vermessungslinien erstellt werden.

Auch die Vervielfachung der hydrographischen Kapazitäten des Shom, insbesondere durch den gleichzeitigen Einsatz mehrerer USVs, wurde zum ersten Mal erfolgreich getestet. So wurden von



Abb. 2: DriX wird von der *Thomas Jefferson* aus ausgesetzt und wiedereingeholt

den iXblue-Vermessungsteams zwei DriX gleichzeitig in küstennahen Vermessungsgebieten eingesetzt, die sowohl unabhängig als auch in Zusammenarbeit mit dem BHO *Beautemps-Beaupré* arbeiteten.

Auch die Eigenschaften von DriX selbst, wie seine Positionierungs- und Navigationsfähigkeiten, wurden geprüft (Kollisionsschutz, Stabilität, Ausführungsgeschwindigkeit, Ausdauer, Fähigkeit zur Navigation und zum Einsatz bei hohem Seegang usw.).

Weiterentwicklung der hydrographischen Operationen der polnischen Marine

Und noch eine weitere große Institution hat sich für DriX entschieden, um ihre hydrographischen Fähigkeiten zu verbessern: das Hydrographische Amt der polnischen Marine.

Das Hydrographische Amt der polnischen Marine ist Vorreiter bei der Einführung autonomer Lösungen in der polnischen Marine. Es hat sich entschieden, seine bathymetrischen Vermessungen künftig mit DriX als zuverlässige und bewährte autonome Plattform durchzuführen.

»Da DriX sowohl die Qualität der gesammelten Daten als auch die Vermessungsreichweite deutlich verbessert, wird dieses neue unbemannte Oberflächenfahrzeug dem polnischen Hydrographischen Amt neue Möglichkeiten eröffnen«, meint Cezary Majchrowicz, Technischer Direktor bei Thesta, dem lokalen Partner von iXblue.

DriX ist ein echter Kraftverstärker und wird der

polnischen Marine helfen, qualitativ hochwertige Daten zu sammeln und gleichzeitig die Produktivität, Effizienz, Sicherheit und Umweltverträglichkeit ihrer Vermessungen zu optimieren.

British Antarctic Survey: Unterstützung bei der Datenerfassung in den extremen Polargebieten

Die British Antarctic Survey (BAS), eine weltweit führende Organisation für Polarforschung und Polareinsätze, hat sich vor Kurzem ebenfalls für das unbemannte Oberflächenfahrzeug DriX entschieden, um ihre fortschrittlichen robotergestützten Vermessungsmittel zu ergänzen. Das DriX USV wird von Polarforschungsstationen und vom britischen Polarforschungsschiff RRS *Sir David Attenborough* aus eingesetzt und hilft der BAS bei der Durchführung multidisziplinärer Forschungsarbeiten wie der Untersuchung der Auswirkungen von Meeresströmungen auf das schmelzende Eis oder der Kartierung des Meeresbodens in den Polarregionen.

Das DriX USV ist eine vielseitige Plattform, die mit CDT-, ACDP-, MBES- und MetOcean-Sensoren ausgestattet ist und der BAS dabei helfen wird, Daten aus den extremen Polargebieten zu erfassen.

Pierre Dutrieux, Wissenschaftler für Ozean- und Eisforschung bei der BAS, erklärt: »DriX bietet eine Mischung aus exzellenter Seetüchtigkeit und Missionsausdauer, um gefährliche gletscher-nahe Ozean- und Meeresbodenprozesse wiederholt mit hoher Datengenauigkeit zu beobachten, was neue Perspektiven für polare Entdeckungen eröffnet.« //

Hydrographische Nachrichten HN 121 – Februar 2022

Journal of Applied Hydrography

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen Gesellschaft – DHyG

Herausgeber:

Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.
c/o Innomar Technologie GmbH
Schutower Ringstraße 4
18069 Rostock

ISSN: 1866-9204

© 2022

Chefredakteur:

Lars Schiller,
E-Mail: lars.schiller@dhyg.de

Redaktion:

Peter Dugge, Dipl.-Ing.
Horst Hecht, Dipl.-Met.
Holger Klindt, Dipl.-Phys.
Friederike Köpke, M.Sc.
Dr. Jens Schneider von Deimling
Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.
Ellen Werner, B.Sc.
Dr. Patrick Westfeld

Hinweise für Autoren und Inserenten:

www.dhyg.de > Hydrographische Nachrichten >
Mediadaten und Hinweise

DHyG Student Excellence Award

Mit dem DHyG Student Excellence Award zeichnet die Deutsche Hydrographische Gesellschaft (DHyG) Studierende aus, die sich in einer herausragenden Studienarbeit mit einem beliebigen Thema der Hydrographie auseinandergesetzt haben.

Der DHyG Student Excellence Award ist mit 500 Euro dotiert. Außerdem erhält die Preisträgerin oder der Preisträger freien Eintritt zum Hydrographentag, um dort die Arbeit einem Fachpublikum vorzustellen.

Wer den DHyG Student Excellence Award erhält, wird von der DHyG ins Rennen um den IFHS Student Award geschickt, der auf der Hydro-Konferenz im Herbst verliehen wird und der mit £ 1500 dotiert ist.

Mögliche Preisträgerinnen und Preisträger können jedes Jahr bis zum 30. März von den Hochschulen vorgeschlagen werden.

Weitere Informationen unter: dhyg.de



Der World ECDIS Day 2021

The New Normal in eNavigation

Ein Veranstaltungsbericht von INGO PAUL

Bereits zum vierten Mal konnte der World ECDIS Day am 6. Oktober 2021 in Hamburg Maßstäbe setzen. ECDIS – Electronic Chart Display and Information System – ist das elektronische Navigationssystem, das in der Schifffahrt erheblich zur Sicherheit, Reduzierung der Umweltbelastung und zur effizienten Routenplanung beiträgt. Und vor allem ist ECDIS eine Hamburger Erfindung, die 1999 erstmals vom BSH zugelassen wurde und die Seeschifffahrt revolutionierte.

ECDIS | S-101 | ENC | Routenoptimierung
ECDIS | S-101 | ENC | route optimisation

For the fourth time, the World ECDIS Day was able to set standards in Hamburg on 6 October 2021. ECDIS – Electronic Chart Display and Information System – is the electronic navigation system that contributes significantly to safety, reduction of environmental pollution and efficient route planning in shipping. And above all, ECDIS is a Hamburg invention that was first approved by the BSH in 1999 and revolutionised maritime shipping.

Autor

Ingo Paul ist Chief Marketing Officer bei der ChartWorld GmbH in Hamburg.

ingo.paul@chartworld.com

Der World ECDIS Day 2021 präsentierte vormittags in drei parallelen Workshops und in einer Panel-Diskussion am Nachmittag innovative Digitalisierungsstrategien, die die neue Normalität der Kommunikation zwischen Schiff und Land darstellen. Für all diejenigen, die nicht nach Hamburg reisen konnten, wurden neben der Präsenzveranstaltung alle Veranstaltungen auch als Online-Live-Streams angeboten. (Die Aufzeichnungen der Vorträge und weitere Informationen können inzwischen unter world-ecdis-day.com abgerufen werden.) Auch der NDR zeigte großes Interesse und begleitete die Veranstaltung tagsüber. Die Berichterstattung erfolgte dann am Abend im »Hamburg Journal« in einem dreiminütigen Beitrag.

Mit knapp 600 Online-Teilnehmern und etwa 5500 Seitenabrufen der Online-Streams konnte ein so großes Interesse wie nie zuvor registriert werden. Die Teilnahme vor Ort musste coronabedingt auf 100 Teilnehmer begrenzt werden.

Im ersten Workshop mit dem Titel »Dynamic Data Distribution« stellten Tom Mellor (UKHO) und Konstantin Ivanov (ChartWorld) die Chancen und den Prozess einer ereignisgesteuerten Aktualisierung und Auslieferung von ENC's vor. Künftig lassen sich so wöchentliche Updates deutlich verkürzen und zusätzliche Informationen und Services integrieren (HDENCs). Wie dieser Prozess auch für eine aktuelle (Routen-)Planung aussehen kann, stellte Konstantin Ivanov in einem praktischen Beispiel anhand des digitalen Routing-Services MyRA und ChartWorlds ECDIS eGlobe vor.

»On-board Action« konnten die Besucher in einem zweiten Workshop an Bord einer Barkasse im

Hamburger Hafen erleben. Zunächst präsentierten Ralf Lehnert und Tanita Schneider ChartWorlds digitales »NavCloud«-Konzept zu »Dynamic Voyage Optimization« und »Collaborative Voyage Planning«. Dieses System gewährleistet eine ganzheitliche Lösung von Pre-Planning, Voyage Planning, Voyage Execution, Shore-Side Vessel Monitoring und Post-Voyage Analytics entsprechend der gültigen Compliance-, Effizienz- und Sicherheitsanforderungen.

Patrick Müller (Siemens Energy Marine) präsentierte anschließend einen Weg, digitale Navigationslösungen mit maschinenseitigen Schiffsdaten zur Verbesserung von Effizienz und Umweltbelastung zu kombinieren. Dabei werden unter anderem sämtliche verfügbaren Schiffs- und Motordaten in einem »Onboard IoT System« erhoben und in (dritten) Cloud-Systemen zur weiteren Nutzung zur Verfügung gestellt. Neben Tools in der Pre-Planning- und Voyage-Planning-Phase stehen in der umfassenden EcoMAIN Suite Applikationen wie ein Emission Tracker und ein elektronisches Log Book zur Verfügung.

Besondere Beachtung fand die Präsentation eines Praxisbeispiels mit der Microsoft HoloLens 2. Mit dieser Remote-Assistance-Lösung können nicht nur Servicetechniker, sondern auch die Crew an Bord durch Mitarbeiter an Land bei Problembearbeitungen unterstützt werden.

Der dritte Workshop »Maritime Data Centers/ Fleet Monitoring« diente als korrespondierende Veranstaltung zum Workshop Nr. 2 auf der Barkasse. Frank Brugger und Florian Friessecke präsentierten die umfangreichen Fleet-Monitoring-Möglich-



The New Normal in eNavigation

keiten von ChartWorlds »MyFleet«-Applikation als Bestandteil des NavCloud-Konzeptes. MyFleet ist ein gutes Beispiel für die Möglichkeiten des »Shore-based Monitoring« und ein wesentlicher Schritt in Richtung des »Autonomous Shipping«. Gemeinsam mit Siemens Energy Maritime erfolgte dann eine Liveschaltung zur Barkasse zur Demonstration der HoloLens 2 als Remote-Assistance-Lösung. Abschließend präsentierte Volker Wenzel die Lösung von Raytheon Anschütz für das digitale Logbuch »eLog«.

Nach der Mittagspause, bei der es die Möglichkeit zum Informations- und Erfahrungsaustausch sowie zum Ausprobieren vor Ort ausgestellter Produkte und Lösungen gab, eröffnete Florian Visser (HANSA Magazin) als Moderator die Paneldiskussion. Diese begann mit kurzen Einzelpräsentationen, bevor die offene Diskussion startete. Auch in diesem Jahr konnten wieder hochkarätige Vertreter verschiedener Interessengruppen für die Veranstaltung gewonnen werden (Abb. 1): Volker Wenzel (Raytheon Anschütz), Thomas Dehling (BSH), Patrick Müller (Siemens Energy) sowie Steven van de Schootbrugge (ChartWorld).

Zur Eröffnung stellte Volker Wenzel das »eLog« vor. Sein Einsatz soll vor allem die Besatzungen entlasten und die Eingabe lesbarer und vollständiger Daten gewährleisten.

Thomas Dehling skizzierte dann in seinem Vortrag »Dynamic Hydrographic Information Provided by HOs« den Status und die Fortschritte auf dem Weg zur Bereitstellung von »Dynamical Nautical Charts«, die die Erweiterung von ENCs um »hochdynamische hydrographische Informationen« gewährleisten sollen. Einen Schwerpunkt seiner Präsentation bildete die Einführung des S-100-Datenmodells: vom Prozess der Übergangphase von S-57 zu S-101 hin zu den daten-, software- und hardwareseitigen Herausforderungen der Implementierung. Abschließend erfolgte noch eine Kurzdarstellung aktueller BSH-Projekte wie z. B. ImoNAV (Integration of high-resolution marine geodata in electronic navigation systems) mit den Partnern smile consult und SevenCs.

Ergänzend zu seinem Workshop am Morgen stellte Patrick Müller Collaborative Voyage Planning, das heißt Engine/Performance in Kombination mit sicherer Navigation vor. Dieser Ansatz fokussiert sich auf die »effizienteste und sicherste Route durch Kombination von Routenoptimierung, Maschinenoptimierung und vorausschauender Wartung«. Dabei bilden vor dem Hintergrund eines ganzheitlichen digitalen Ansatzes »Transparency, Compliance & Autonomy« elementare Basispfeiler.

Gewohnt visionär präsentierte ChartWorlds CEO Steven van de Schootbrugge in seinem Vortrag »Digital Data Beyond ENCs« Fortschritte durch die Digitalisierung für digitale Navigationslösungen. Neben dem exponentiellen Anstieg verbundener Systeme (IoT) sorgt die extrem zunehmende An-



Abb. 1: Podium mit Volker Wenzel, Thomas Dehling, Patrick Müller, Steven van de Schootbrugge

zahl an Satelliten für eine gänzlich neue Qualität in der Kommunikation, was zu einer verbesserten Qualität verfügbarer Daten führt. So lassen sich beispielsweise viel genauere hydrographische Konturlinien und Untiefen erkennen und in ECDIS-Systemen verwenden, um die Routenplanung effizienter und vor allem sicherer zu machen. Schootbrugge verdeutlichte das an ChartWorlds neuem CIO+ StayAway Layer, der hochpräzise Satellitenbilder mit Informationen von unterhalb der Wasseroberfläche auf ECDIS-Systemen überlagert. Anhand mehrerer Beispiele skizzierte Schootbrugge, wie Unfälle hätten vermieden werden können, die sich unter Verwendung herkömmlichen Kartenmaterials durch unkartierte, fehlerhaft kartierte oder nicht entdeckte Untiefen ereigneten.

Im Anschluss an diese einführenden Präsentationen fand eine sehr rege Diskussion mit den Podiumsteilnehmern statt, in der viele offene Fragen des Publikums beantwortet werden konnten. Aber auch weiterführende Fragen an die Referenten konnten gemeinsam vertieft werden und wurden kontrovers diskutiert. Die Podiumsdiskussion war auch in diesem Jahr wieder ein zentraler und sehr geschätzter Tagespunkt der Veranstaltung, der schließlich durch den Moderator Florian Visser abgebrochen werden musste, da die Diskussion sonst wohl noch Stunden fortgeführt worden wäre.

Einen weiteren Höhepunkt und auch den Abschluss des Events bildete dann die »World ECDIS Day 2021 Preisverleihung« in drei Kategorien mit anschließendem Get-together. Nach der Vorstellung von EyeSea, einer gemeinnützigen Organisation, die es sich zur Aufgabe gemacht hat, die globale Umweltverschmutzung und maritime Gefahren zu kartieren, wurde in diesem Jahr die Mediterranean Shipping Company in der Kategorie »Digital Implementation Award« ausgezeichnet, SEAFAR erhielt den »Digital Innovation Award«, und der »Digital Lifetime Award« ging an Hans E. Rasmussen. //

GMT, HTG und DHyG laden ein:



Häfen und Verkehre der Zukunft

Potenziale für Hydrographie, Meerestechnik und Hafenbetrieb

21. April 2022, 13:30 Uhr bis 16:30 Uhr

Häfen und Schifffahrt stehen vor einem tiefgreifenden Wandel. Weltweite Veränderungen in unseren wirtschafts- und handelspolitischen Beziehungen, umweltpolitische Maßnahmen zur Eindämmung der Folgen des globalen Klimawandels, aber auch neue technologische Impulse zur Digitalisierung und Autonomisierung maritimer Verkehre fordern die maritime Wirtschaft zu steter Anpassung und ständigem Wandel.

Veränderungen sind bereits heute allenthalben sichtbar. Sei es beim Ausbau der Hafenansteuerungen und Schifffahrtsstraßen oder der Kaianlagen, Terminals und Hinterlandanbindungen. Zugleich drängen innovative Schiffbauentwicklungen bis hin zu autonomen Schiffen in die Märkte. Damit einhergehend schreitet die Digitalisierung an Bord und in den Landbetrieben mit Macht voran. Dank intensiver Vernetzung und digitaler Kommunikation konnten die Effizienz, Zuverlässigkeit und zugleich auch die Sicherheit vieler maritimer Geschäftsprozesse um ein Vielfaches erhöht werden.

Die zeitnahe Bereitstellung relevanter Gewässerinformationen wie Wassertiefe, Strom und Gezeiten, Wellenhöhen und Wasserqualität sind hierbei für die gesamte Hafenbranche von besonderer Bedeutung. Hydrographie und Meerestechnik sind daher heute von zentraler Bedeutung für jeden modernen See- oder Binnenhafen.

Ziel dieser Veranstaltungsreihe ist es, die wirtschaftlichen Potenziale der Synergien der Branchen darzustellen und die Vernetzung der zahlreichen Akteure weiterzuentwickeln. Zugleich soll aber auch angeregt werden, die Auswirkungen der strategischen Weiterentwicklung von Häfen und maritimen Infrastrukturen auf die zukünftigen Dienste und Leistungen von Hydrographie und Meerestechnik herauszuarbeiten. Sie soll zu einem kontinuierlichen Austausch der Branchen beitragen und in den nächsten Präsenzveranstaltungen auch einen Beitrag dazu leisten, die bestehenden Kontakte zu intensivieren und neue zu knüpfen.

Registrieren Sie sich unter:

https://www.htg-online.de/veranstaltungen/?tx_ttnews%5Btt_news%5D=168&cHash=8d2e4b02811f800b0726f236a3b32b4e



Bild: © BSH



204. DVW-Seminar und 35. Hydrographentag Hydrographie – Messen mit allen Sinnen

14. bis 16. Juni 2022 | Bremerhaven

- Grundlagen und Anwendungen
- Neu- und Weiterentwicklungen
- Zukunftstrends

Hydrographie ist eine angewandte Wissenschaft. Sie befasst sich mit der Vermessung und Beschreibung der physikalischen Merkmale von Ozeanen, Randmeeren, Küstenzonen, Seen und Flüssen. Sie befasst sich auch mit der zeitlichen Variation dieser Merkmale. Das Ziel der Hydrographie ist es, das Wissen über unsere Gewässer zu erweitern, um sie verantwortungsvoll und sicher nutzen zu können und als Lebensraum zu schützen.

Dabei geht das in ingenieurpraktische und geowissenschaftliche Arbeiten unterteilte Tätigkeitsfeld der Hydrographie bereits seit Jahren weit über die klassische Gewässervermessung mit Echoloten hinaus. Zum Einsatz kommen bspw. zur Hydroakustik komplementäre Verfahren wie Airborne-Laserscanning-Bathymetrie und multispektrale Satellitenbilddatenauswertung. Auch findet Gewässervermessung nicht (mehr) ausschließlich schiffsgestützt statt: Neben Flugzeugen und Satelliten haben unbemannt fliegende, schwimmende und tauchende Drohnen längst Einzug als Sensorträger gehalten.

»Messen mit allen Sinnen« – das von DVW und DHyG gemeinsam veranstaltete Seminar zeigt die vielfältigen Facetten der Hydrographie auf und belegt den gelebten Schulterschluss zwischen der Geodäsie und Hydrographie. Von der Datenerfassung und deren qualitätsgesicherten Weiterverarbeitung über innovative Neu- und Weiterentwicklungen bis hin zu spannenden Zukunftstrends präsentieren wir Ihnen ein interessantes Vortragsprogramm.

Eine begleitende Fachausstellung bereichert das Seminar zusätzlich.

ZIELGRUPPE

Das Seminar richtet sich an alle Kolleginnen und Kollegen aus den Fachbereichen Geodäsie und Hydrographie, die in Industrie, Behörden, Forschungseinrichtungen und Hochschulen tätig sind. Herzlich eingeladen sind auch interessierte Personen aus benachbarten Disziplinen, um während des abwechslungsreichen Vortragsprogramms und im direkten Austausch mit weiteren Teilnehmenden vertiefende Einblicke in die Vielfältigkeit der Hydrographie zu erlangen.

14. bis 16. Juni 2022
Präsenzveranstaltung
Bremerhaven

LEITUNG

Dr.-Ing. Patrick Westfeld,
Bundesamt für Seeschifffahrt und
Hydrographie (BSH)

VERANSTALTER

DVW AK 3 »Messmethoden und Systeme«
Deutsche Hydrographische Gesellschaft (DHYG)

PREIS

Mitglied DVW, DHyG, VDV, BDVI	180 €
Studierende, Auszubildende	90 €
Nichtmitglied	230 €
Abendveranstaltung	55 €

LEISTUNGEN

Teilnahme am Seminar inkl. gedrucktem
Tagungsband (Extended Abstracts)
Zugang zur Fachausstellung
Pausengetränke und Snacks
Teilnahme am Icebreaker-Abend (14.6.2022)

ANMELDESCHLUSS

31. Mai 2022

KONTAKT & INFO

Dr.-Ing. Patrick Westfeld
Tel.: 0381 4563 602
patrick.westfeld@bsh.de
www.dvw.de und www.dhyg.de

ANMELDUNG/BUCHUNG

<https://dhyg.de/index.php/hydrographentag/>
registrierung

Bei Fragen zur Seminaranmeldung oder
Buchung von Ausstellungsflächen wenden
Sie sich bitte an:

DHyG-Geschäftsstelle, Sabine Müller
Tel.: 0381 44079 200, dhyg@innomar.com

Das Seminar wird unter den im Juni 2022
geltenden Bundes- und Landesrichtlinien
zum Coronavirus stattfinden.



Tagung des IHO-Councils

Ein Beitrag von HORST HECHT

Vom 19. bis zum 21. Oktober 2021 traf sich das Council der IHO zu seiner fünften Jahressitzung, der coronabedingt einige Teilnehmer nur per Video zugeschaltet waren. Das Council ist ein mit der Reform des IHO-Übereinkommens neu geschaffenes Organ, mit dem die drei Jahre zwischen den Generalversammlungen (Assembly) der IHO überbrückt werden sollen und die Arbeit der IHO mit ihren untergeordneten Gremien koordiniert und organisiert werden soll. Damit ist das Council das zweithöchste Organ der IHO, dem das Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC) als Fachausschuss und das Inter-Regional Coordination Committee (IRCC) untergeordnet sind. Im Folgenden soll über die aus hydrographisch-fachlicher Sicht bedeutendsten Beschlüsse der fünften Council-Tagung berichtet werden.

IHO | Council | HSSC | S-57 | S-101 | IRCC | IHO-Sgp Lab
IHO | Council | HSSC | S-57 | S-101 | IRCC | IHO-Sgp Lab

From 19 to 21 October 2021, the IHO Council met for its fifth annual session, which some participants could only attend via video due to Corona restrictions. The Council is a new body created with the reform of the IHO Convention to bridge the three years between the General Assemblies of the IHO and to coordinate and organise the work of the IHO with its subordinate bodies. Thus, the Council is the second highest organ of the IHO, to which the Hydrographic Services and Standards Committee (HSSC) as a technical committee and the Inter-Regional Coordination Committee (IRCC) are subordinate. The following is a report on the most important decisions of the fifth Council meeting from a hydrographic point of view.

Autor

Horst Hecht war bis 2008 Vizepräsident des BSH und Leiter der Abteilung »Nautische Hydrographie« in Hamburg. Er ist Ehrenmitglied der DHyG.

horst.hecht@t-online.de

1 Übergang von S-57 zu S-101

Die Datenstandards S-57 und S-100 werden im Wesentlichen durch das HSSC verwaltet. Während S-57 der derzeit gültige Standard für ECDIS-Daten ist, steht mit S-100 ein Set moderner, mit den ISO-Standards für geographische Daten ISO 191xx kompatibler Standards zur Verfügung, von denen speziell der Standard S-101 für ECDIS als Nachfolger designed ist.

Breiten Raum nahm die Einführung von S-101 in die Produktion von ENC's ein. Bereits früher war erkannt worden, dass es unmöglich sein würde, S-100 ohne eine Übergangszeit einzuführen. Daher muss es zwangsläufig eine Phase geben, in der der Markt sowohl mit S-57- als auch S-101-Daten versorgt werden muss. Da S-101-Daten anfangs in der Übergangsphase noch nicht flächendeckend verfügbar sein werden, wird ECDIS für eine gewisse Zeit beide Standards unterstützen müssen (»dual fuel«).

Für die Datenproduktion in der Übergangszeit, in der S-57 und S-101 koexistieren, ergeben sich folgende Optionen:

1. HOs (Hydrographische Dienste) produzieren sowohl S-57- als auch S-101-ENC's von einer S-101-Produktionsdatenbank, von der vollautomatisiert S-57-Daten erzeugt werden können; das Umgekehrte ist leider nicht möglich.
2. Wie 1., aber HOs delegieren die S-57-Produktion auf ein RENC (Regional ENC Centre), das für sie die Herstellung der S-57-Daten übernimmt.

3. HOs produzieren weiterhin S-57-Daten und übertragen die Herstellung von S-101-Daten auf ein RENC.

Welche Option am Ende die vorherrschende werden wird, lässt sich heute noch nicht sagen.

Um Kompatibilitätsprobleme in der Dual-Fuel-Produktion zu vermeiden, wurde das Konzept entwickelt, Spezifikationen für Interoperabilität zu erarbeiten, die in einem eigenen Standard S-98 veröffentlicht werden sollen. Die angestrebte Lösung soll mehrere Zwecke erfüllen: Sie soll die Konvertierung von S-57 in S-101 möglichst einfach gestalten und damit den Aufwand für die Dual-Fuel-Episode so klein wie möglich halten, sowie die Probleme bei der Spezifikation weiterer nautischer Datenebenen (siehe S-12x und S-131) vermeiden. Vermutlich aufgrund der pandemiebedingten Kommunikationsprobleme sind hier Verzögerungen eingetreten, denn HSSC hat jetzt beschlossen, erst einmal die für Route Monitoring erforderlichen Funktionen im Interoperabilitätskonzept von S-98 zu erfassen (Abb. 1).

Auch der Zeitplan wurde angepasst (Abb. 2). Demnach wird die Einführung von S-101 ENC's nach Fertigstellung und Zulassung der Interoperabilitätsspezifikationen S-98 erst ab 2024 zu erwarten sein.

Die IMO hat in Zusammenarbeit von IHO (HSSC), CIRM, IEC und Intertanko die Arbeit an einer Revision der ECDIS Guidance for Good Practice (letzte Ausgabe von 2017) sowie der ECDIS Performance

Standards (letzte Version aus 2006) aufgenommen. Erste Entwürfe sollen der IMO im Juni 2022 vorgelegt werden.

Quasi am Rande hat HSSC die Zukunft der Papierseekarte behandelt: Sie soll weitestgehend automatisiert aus einer ENC-Datenbank erzeugt werden, wobei von einer Basis-Symbologie ausgegangen wird.

Das HSSC war von der 2. IHO-Generalversammlung mit der Einrichtung eines Projektes zur Festlegung der Grenzen von Seegebieten durch Polygonzüge beauftragt worden (siehe hierzu den Bericht über die Generalversammlung in HN 118). Inzwischen ist ein Projektteam gebildet worden, das unter der Bezeichnung »Polygonal Demarcations of Global Sea Areas« in einem neuen Standard S-130 die entsprechende Produktspezifikation ausarbeiten soll.

Das Council nahm den Report des HSSC zur Kenntnis und bestätigte dessen Empfehlungen und die »Roadmap« einschließlich der zeitlichen Planungen.

2 Das Inter-Regional Coordination Committee IRCC

Neben den Regelungen für den weltweiten Vertrieb von ECDIS-Daten »Worldwide Electronic Chart Database« (WEND) und den Capacity Building-Aktivitäten koordiniert das IRCC auch eine Reihe von Zusammenarbeitsprojekten mit anderen Organisationen.

Unter dem Titel »WEND-Principles« hat die IHO allgemeine Richtlinien für die Herausgabe und den Vertrieb von ECDIS-Daten, die den Anforderungen der IMO und des SOLAS-Übereinkom-



Abb. 1: Interoperabilitätskonzept von S-98

mens entsprechen, erarbeitet. Als Vorbereitung für die Einführung von S-101 hat eine IRCC-Arbeitsgruppe einen Entwurf vorgelegt, der die mit dem neuen ENC-Standard S-101 einhergehenden Änderungen berücksichtigt. Wegen der Übergangsweise notwendigen Dual-Fuel-Phase, in der S-57 und S-101 koexistieren sollen, können hier noch nicht alle mit S-101 möglichen Optionen für flexiblere ENC-Schemata ausgenutzt werden, sodass die mit S-57 verbundenen Probleme der überlappenden Kartenschemata verschiedener HOs damit noch ungelöst bleiben. Mit der Einbeziehung weiterer nautischer Standards der S-100-Familie bereiten die neuen Principles schon die maritimen Dienste des E-Navigation-Projektes der IMO vor. Die neuen WEND100-Principles wurden per IHO-Resolution angenommen



Abb. 2: Zeitplan für die Einführung von S-100

und in das IHO-Kompodium der Resolutionen übernommen.

In der Zusammenarbeit innerhalb der insgesamt zwölf Hydrographischen Regionalkommissionen ist es aufgrund der Pandemie und technischer Probleme bei Videokonferenzen zu Verzögerungen in der Umsetzung des IHO-Arbeitsprogramms gekommen.

Die IHO beteiligt sich mit Arbeitsgruppen und Datenbeiträgen an mehreren internationalen kooperativen Datenprojekten wie folgt:

- Das historisch älteste, schon von Prinz Albert I von Monaco begründete Projekt »Generalized Bathymetric Chart of the Oceans« (GEBCO), das inzwischen digital aufbereitet ist und fortlaufend mit neuen Daten ergänzt wird.
- Das Gemeinschaftsprojekt der japanischen Nippon Foundation und GEBCO, mit dem weltweite Bathymetrie-Datensätze auf Gitternetze umgerechnet werden sollen.
- Das IHO Centre for Digital Bathymetry (DCDB), ein Repository für bathymetrische Forschungsdaten weltweit.
- Aufbau nationaler mariner Geodaten-Infrastruktur-Netzwerke (Marine Spatial Data Infrastructure, MSDI) zur Nutzung z. B. für Projekte der marinen Raumplanung. Für den Erfahrungsaustausch untereinander ist die MSDI-Arbeitsgruppe unter dem IRCC eingerichtet. Sie arbeitet auch eng mit dem United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management (UN-GGIM) und dem Open GIS Consortium (OGC) zusammen.
- Die IHO beteiligt sich mit bathymetrischen Gitternetzdaten am Aufbau des European Marine Observation and Data Network (EMODnet).

Das Council nahm den Bericht des IRCC mit Zustimmung zur Kenntnis.

3 Joint IHO-Singapore Innovation and Technology Laboratory (IHO-Sgp Lab)

Auf Vorschlag der USA und Singapurs hat die 2. IHO-Generalversammlung 2020 beschlossen, ein gemeinsames F&E-Labor einzurichten. Sein Auftrag ist:

- die Durchführung von Innovations- und Forschungsprojekten auf Vorschlag von IHO-Mit-

gliedern, IHO-Organen und anderen Interessenten,

- Plattform für Wissensvermittlung und Zusammenarbeit bei der Auswertung von Spezifikationen globaler Standardisierung im Rahmen der IHO-Standardisierungsaktivitäten im Auftrag von Mitgliedsstaaten,
- Schaffung einer Plattform für multidisziplinäre Zusammenarbeit von Forschern, Technikern, Ingenieuren, Wissenschaftlern und Benutzergruppen zur Förderung neuer Lösungen und Technologien, einschließlich der Zusammenarbeit mit anderen internationalen Organisationen und F&E-Einrichtungen im maritimen Umfeld, unter der Führung eines Leitungsgremiums.

Das IHO-Singapur Lab (Website: <https://iho.int/en/iho-singapore-lab>) wurde formell am 26. Oktober 2021 gegründet; es wird von Singapur finanziert. Das Leitungsgremium setzt sich zusammen aus einem Repräsentanten des IHO-Sekretariats, den Vorsitzenden des HSSC und des IRCC, sowie aus bis zu drei Repräsentanten Singapurs. Die Geschäftsführung obliegt einem Manager aus Singapur (Dr. Parry Oei, ehemaliger Chef des HO Singapur). Das IHO-Sgp Lab berichtet an das IHO Council.

Erste Projekte:

- Schaffung einer Hafeninfrastrukturdatenbank im Rahmen des S-100-Projekts S-131 in Zusammenarbeit mit der IHO-Arbeitsgruppe Nautical Information Provision WG (NIPWG). Ziel ist die Sammlung von Hafeninfrastrukturdaten. Interesse an einer solchen Datenbank ist inzwischen von einem norwegischen Hafen angemeldet worden.
- Für die Konvertierung von S-57-Daten in S-101-Daten sind Konvertierungswerkzeuge entwickelt worden. Da die Konvertierung nicht vollautomatisiert werden kann, hat die ENCWG ein Conversion Guidance Document entwickelt, das im IHO-Sgp Lab getestet werden soll.

Das Council nahm den Bericht des IHO-Sgp Lab zur Kenntnis und bestätigte die bisherigen Projektanträge. Es empfahl, dass Projektanträge von HSSC-Arbeitsgruppen über das Lab gemanagt werden sollen. //

THE POWER OF THREE

Integrating sensors, service and solutions to simplify and optimise marine data acquisition



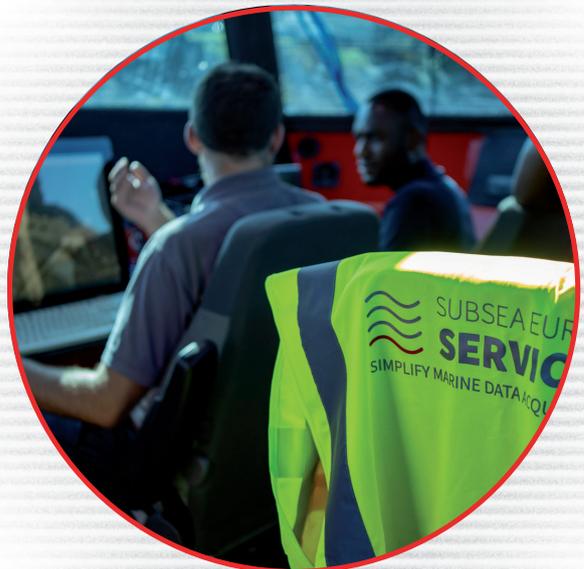
Rent or buy - from multibeam, GNSS & essential equipment, to pre-configured survey ready systems



Experts ready to augment your team and optimise everything from line planning to data processing



Powerful AUV & USV survey platforms with integrated payloads and hands on field support



LEARN HOW TO OPTIMISE YOUR INVESTMENT AND APPLICATION OF TECHNOLOGY FOR THE HIGHEST QUALITY DATA AND SURVEY EFFICIENCY...



WWW.SUBSEA-EUROPE.COM



Consulting



Ocean engineering from space into depth

Realise your projects in cooperation with our hydrographic services

CTDs & SVPs



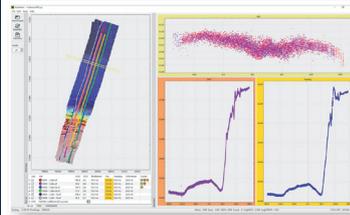
Our hydrography engineers are happy to develop systems tailored exactly to your needs and to provide professional advice and support for setting up your systems and training your staff.

MacArtney Germany benefits from being part of the MacArtney Group and enjoys unlimited access to cutting-edge engineering competences and advanced facilities.

Acoustic sensors



Software



Position and motion sensors



Integration

