

# HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Journal of Applied Hydrography

06/2022

HN 122

*Fokusthema:  
Meerestechnik*



„Untersuchen Sie  
die **Meere, Flüsse**  
und **Seen**  
mit unseren  
**Datenloggern ...**“



### Messgrößen:

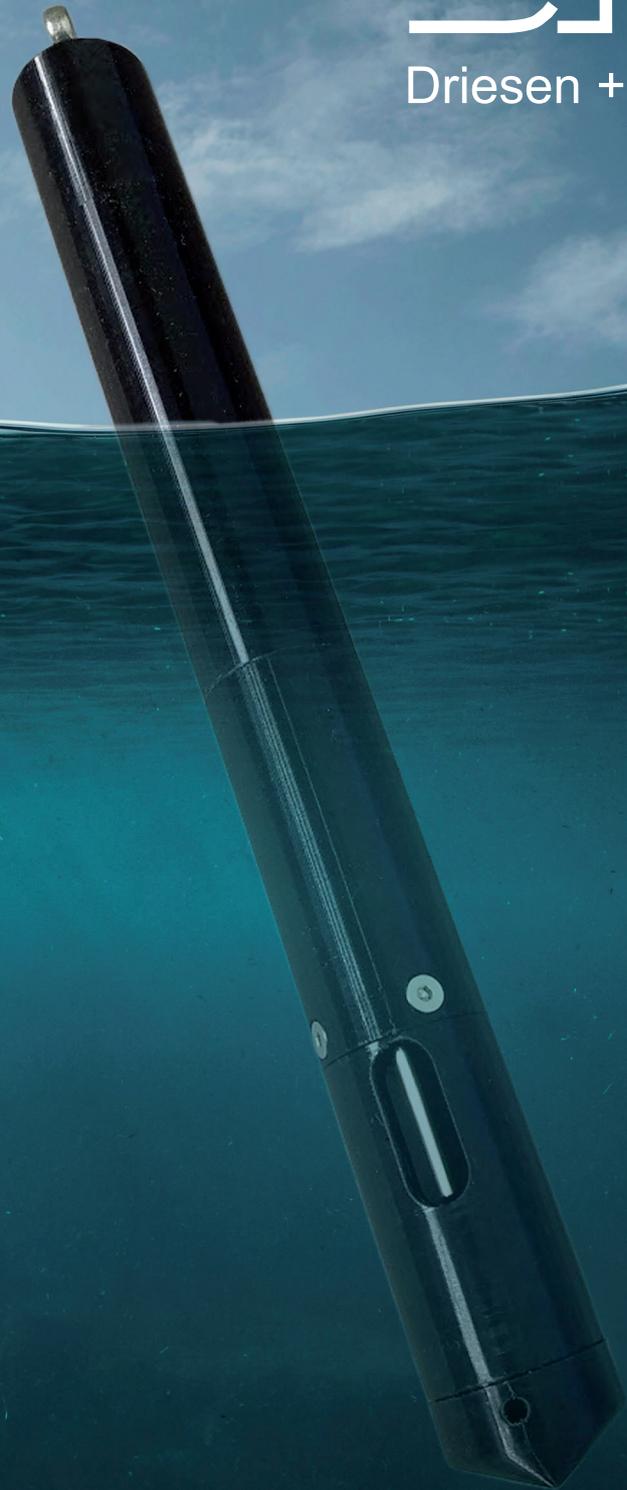
Wasserpegel

Wellenhöhe

Leitfähigkeit

pH-Wert &

Sauerstoff



Seien Sie dabei ...

Hydrographentag, Stand 12

am 14.06. - 16.06.2022 in Bremerhaven

.... und lernen Sie die **Sonden, Transmitter**  
und **Datenlogger** unserer **Wasserlinie** live  
kennen. Wir stellen Ihnen selbstverständlich die  
Geräte vor und beraten Sie sehr gerne.  
[www.dhyg.de](http://www.dhyg.de)



Driesen + Kern GmbH  
Sensoren · Messgeräte · Datenlogger

Am Hasselt 25  
24576 Bad Bramstedt

Tel. +49 4192 81 70 0  
Email [info@driesen-kern.de](mailto:info@driesen-kern.de)

[www.driesen-kern.de](http://www.driesen-kern.de)

# Liebe Leserinnen und Leser,

2019 war es, da fand in Bremen der letzte echte Hydrographentag statt. Ganze drei Jahre später kommen wir nun endlich nur etwa 70 Kilometer die Weser abwärts in Bremerhaven zusammen. Die dreitägige Veranstaltung im Juni wird gemeinschaftlich vom DVW und von der DHyG organisiert.

Manche von Ihnen werden sich insbesondere auf die Fachvorträge freuen, manche noch mehr auf die Ausstellung, bei der Firmen ihre Produkte und Dienstleistungen vorstellen. Einige der Aussteller sind übrigens auch mit einer Anzeige in dieser Ausgabe der *Hydrographischen Nachrichten* vertreten. Ich möchte an dieser Stelle einmal meinen herzlichen Dank all jenen Firmen aussprechen, die teilweise seit Jahren regelmäßig Anzeigen schalten! Nur deshalb ist es möglich, den Druck zu finanzieren und die Zeitschrift nach wie vor auch gedruckt auszuliefern.

Man könnte eine gedruckte Zeitschrift für wenig zeitgemäß halten, doch uns erreichen immer mal wieder Stimmen von Leuten, denen das Blättern etwas bedeutet. Zugleich registrieren wir Monat für Monat beständige Zugriffszahlen auf die *HN*-Ausgaben auf der DHyG-Website, mehr noch auf einzelne Fachbeiträge im Archiv. Vielleicht ist es der richtige Mix, die Zeitschrift sowohl online zu stellen als auch gedruckt an die Mitglieder zu versenden. Zumal die Leseforschung zeigt, dass Texte, die auf gestalteten Seiten auf Papier gelesen werden, sehr viel besser in Erinnerung bleiben als Inhalte, die ohne ansprechendes Layout auf HTML-Seiten präsentiert werden. Dahingegen hat das Online-Angebot den Vorteil, dass wir rasch das Gesuchte finden – und vielleicht erneut lesen.

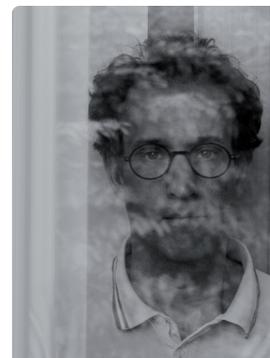
Doch kommen wir zu dieser Ausgabe, in der es überwiegend, aber nicht nur um Meerestechnik geht. Zu diesem Fokusthema gibt es fünf Beiträge im Heft. Zwei davon beschäftigen sich mit den Vorteilen von USVs bei der Vermessung (Seite 24 und 30). Die englische Abkürzung USV steht für unmanned bzw. uncrewed surface vessel; im Deutschen könnten wir von einem unbemannten Überwasserfahrzeug oder, gendergerecht, von einem besatzungslosen Oberflächenfahrzeug reden.

In einem panoramaartigen Beitrag erfahren Sie, warum Meerestechnik eine Schlüsselrolle spielt, wenn es um die Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele geht (Seite 39). In einem weiteren Beitrag erhalten Sie Informationen zum Stand des Ocean Technology Campus in Rostock (Seite 43). Und im Wissenschaftsgespräch erklärt Jann Wendt seine Vision eines digitalen Ökosystems für Ozeane (Seite 34).

Außerdem veröffentlichen wir in dieser Ausgabe die Fachbeiträge der beiden Kandidaten für den DHyG Student Excellence Award (Seite 12 und Seite 18). In diesem Jahr haben die TU Dresden und die CAU zu Kiel je einen Studenten für den Preis, mit dem die DHyG die beste Abschlussarbeit auszeichnet, vorgeschlagen.

Der erste Fachbeitrag in diesem Heft jedoch beschäftigt sich mit der öffentlichkeitswirksamen kartografischen Darstellung des Meeresspiegelanstiegs, der Norddeutschland in den nächsten Jahrzehnten bevorstehen könnte (Seite 6).

Und der letzte Beitrag informiert Sie über HPAS (Seite 46). Hinter diesem Kürzel verbirgt sich das Angebot der IFHS, sich persönlich akkreditieren zu lassen, also bescheinigen zu lassen, wie gut man sich in der Hydrographie auskennt.



Lars Schiller

---

## Hydrographische Nachrichten HN 122 – Juni 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

## YUCO-SCAN Micro-AUV

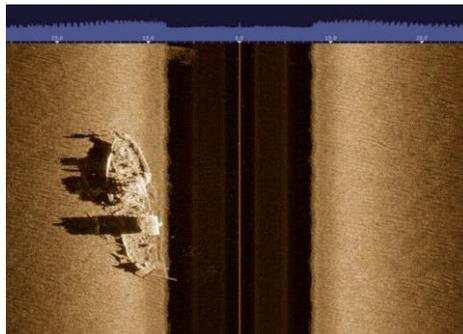
The most cost-effective solution for Side Scan Sonar Survey

- ▶ *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



# Meerestechnik

## Interaktive Webkarte

- 6 **Interaktive Visualisierung des Meeresspiegelanstiegs am Beispiel von Norddeutschland**  
 Ein Beitrag von CAROLINE SCHULDT, GÜREN TAN DINGA und PHILIPP LOOSE

## DHyG Student Excellence Award I

- 12 **Kartierung von Seegras mit dem Fächerecholot in der Ostsee mit Hilfe von maschinellem Lernen**  
 Ein Beitrag von CHRIS STRASSBURGER

## DHyG Student Excellence Award II

- 18 **Satellite-derived bathymetry**  
 Multispektrale Satellitenbilddatenauswertung zur Detektion von Tiefenänderungen flacher Gewässerböden  
 Ein Beitrag von PETER GRABBERT

## USV I

- 24 **Making crewless offshore surveys a reality**  
 An article by MARTIN GALAVAZI

## USV II

- 30 **New autonomous systems needed to meet future demand for marine data**  
 An article by SÖREN THEMANN

## Wissenschaftsgespräch

- 34 **»Wir arbeiten an einem digitalen Ökosystem für die Ozeane«**  
 Ein Wissenschaftsgespräch mit JANN WENDT

## Panorama

- 39 **Schlüsselrolle der Meerestechnik**  
 Ein Beitrag von PETRA MAHNKE

## Testinfrastruktur

- 43 **OTC\_Rostock nimmt Fahrt auf**  
 Ein Beitrag von UDO KRAGL und DAGMAR EHLERT

## HPAS

- 46 **Persönliche Akkreditierung möglich**  
 Ein Beitrag von TANJA DUFEK

---

## Die nächsten Fokusthemen

HN 123 (Oktober 2022)	<b>International Issue</b>
HN 124 (Februar 2023)	<b>Crowdsourcing</b>
HN 125 (Juni 2023)	<b>3D-Positionierung auf See</b>

# Interaktive Visualisierung des Meeresspiegelanstiegs am Beispiel von Norddeutschland

Ein Beitrag von CAROLINE SCHULDt, GÜREN TAN DINGA und PHILIPP LOOSE

Erkenntnisse und Ergebnisse aus Forschungsvorhaben werden in der Regel durch Veröffentlichungen von Artikeln in Fachzeitschriften und Vorträgen auf fachspezifischen Konferenzen transferiert. Um Ergebnisse auch außerhalb der Fachwelt verständlich zu präsentieren, müssen diese für die Öffentlichkeit verständlich aufgearbeitet werden. Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird ein Ansatz gezeigt, welcher Ergebnisse aus dem gesellschaftsrelevanten Bereich des Meeresspiegelanstiegs visuell und interaktiv präsentiert. Basierend auf Berechnungen zum Meeresspiegelanstieg im Jahr 2100 wird eine interaktive Webkarte entwickelt. Die Daten hierfür werden über einen Web Feature Service bereitgestellt. Die Webkarte bildet Überflutungsflächen verschiedener Klimaszenarien des IPCC ab und zeigt die Anzahl an betroffenen Personen in Norddeutschland. Auf diese Weise wird ermöglicht, sich niedrigschwellig einen Überblick über die Risiken und Auswirkungen des klimawandelbedingten Meeresspiegelanstiegs zu machen.

Klimawandel | Meeresspiegelanstieg | Visualisierung | interaktive Karten  
climate change | sea level rise | visualisation | interactive maps

Findings and results from research projects are usually transferred through the publication of articles in scientific journals and presentations at conferences for professionals. In order to present results in a comprehensible way outside of the professional community, they have to be processed and presented in a way that is understandable to the public. This publication proposes an approach that presents results from the society-relevant field of sea level rise in a visual and interactive way. Based on calculations of sea level rise in the year 2100, an interactive web map is developed. The data for the web map are provided by a web feature service. The web map displays flooded areas of different climate scenarios of the IPCC and shows the number of affected people in northern Germany. In this way, it is possible to get a clear overview of the risks and impacts of climate change-induced sea level rise.

## Autoren

Caroline Schuldt und Güren Tan Dinga sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der Hafencity Universität (HCU) in Hamburg.

Philipp Loose ist Software-Entwickler bei der DEMV Systems GmbH in Hamburg und ehemaliger wissenschaftlicher Mitarbeiter der HCU.

[sealevel@hcu-hamburg.de](mailto:sealevel@hcu-hamburg.de)

## 1 Einleitung

Die weltweiten Bedrohungen, die durch den klimawandelbedingten Meeresspiegelanstieg entstehen, sind enorm (Nicholls et al. 2017) und führen zu einer verstärkten Berichterstattung in den Medien. Das Bewusstsein der Öffentlichkeit scheint so groß wie nie zuvor und das Generieren und Verbreiten neuer Erkenntnisse, die die Lücke zwischen Forschung und Öffentlichkeit weiter schließen, umso wichtiger. Die an den Küsten lebende Bevölkerung, Entscheidungsträger:innen in den Bereichen Entwicklungsplanung und Landnutzung sowie Naturschutzagenturen benötigen wissenschaftliche Simulationen, wie sich der Meeresspiegelanstieg auf ihren Lebensraum auswirken wird. Ausgehend von einer solchen Simulation können Gebiete identifiziert werden, die vom ansteigenden Meeresspiegel bedroht sind. So kann ein Eindruck über die Größenord-

nung der möglichen Veränderungen vermittelt werden (Schuldt 2019). Darüber hinaus ist eine Visualisierung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Meeresspiegelanstieg, die die abstrakt wirkenden Folgen und Risiken zugänglich macht, auch für die breite Öffentlichkeit relevant.

Akademische Abschlussarbeiten, welche gesellschaftsrelevante Themen bearbeiten, erreichen zumeist nur einen kleinen Personenkreis und somit auch die daraus hervorgehenden Forschungsergebnisse. Um Wissenslücken zwischen Expert:innen und fachfremden Personen zu schließen und um Erkenntnisse für die Öffentlichkeit darzustellen, wird der simulierte Meeresspiegelanstieg in Norddeutschland für das Jahr 2100 als interaktive Webkarte visualisiert. Durch Visualisierungen und abgeleitete Parameter wie die Höhe der betroffenen Population oder das visuelle Hervorheben überfluteter Flächen

können andernfalls abstrakt wirkende Kennzahlen greifbar gemacht werden.

## 2 Simulation des Meeresspiegelanstiegs

Die entwickelte Webanwendung basiert auf einer Simulation des Meeresspiegelanstiegs für das Jahr 2100. Im Folgenden werden die Faktoren beschrieben, die in die Simulation einfließen und die Datengrundlage darstellen. Im Anschluss wird das methodische Vorgehen der GIS-basierten Simulation erläutert.

### 2.1 Einflussfaktoren

Um das komplexe System eines ansteigenden Meeresspiegels so genau wie möglich zu modellieren, werden verschiedene Faktoren betrachtet. Neben der Genauigkeit spielen vor allem die regionalen Gegebenheiten eine Rolle, die in die Simulation integriert werden. Zur Charakterisierung der Landoberfläche wird ein digitales Höhenmodell (DEM, digital elevation model) genutzt. Das der Arbeit zugrunde liegende DEM besteht aus Daten der TanDEM-X-Mission, die sich durch ihre homogene Qualität und bisher unerreichte Genauigkeit auszeichnen (DLR 2018). Die Höhenwerte repräsentieren die ellipsoidischen Höhen von WGS84. Zusätzlich wird ein zweites DEM erstellt, das von Deichen bereinigt ist. Dafür werden alle Deiche, die im DEM enthalten sind, identifiziert und mittels einer Rasterberechnung in ihrer Höhe reduziert.

Da das DEM nur die Landoberfläche beschreibt, muss zudem die Wasserfläche modelliert werden, um als Grundlage für den ansteigenden Meeresspiegel zu dienen. Die Höhe des Meeresspiegels wird in Meter über Normalhöhennull angegeben und bezieht sich auf das Deutsche Haupthöhennetz DHHN92. Da der Meeresspiegel regional variiert, fließt in die Modellierung der mittlere höchste Wert der Wasserstände in einer Zeitspanne ein. Durch die Nutzung des Mittelwertes ist sichergestellt, dass keine monats-, tages- oder uhrzeitabhängigen Werte den aktuellen Wasserstand und damit die Simulation verfälschen. Für die Nord- und Ostsee liegen Messungen aus 165 Stationen vor (Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung 2019), die mittels Inverser Distanzwichtung (IDW) zu einem flächendeckenden Meeresspiegel interpoliert werden.

Der nächste wesentliche Faktor zur Simulation des Meeresspiegelanstiegs ist die Vorhersage der Höhe der zukünftigen Meeresoberfläche (Church et al. 2013). Basierend auf den Klimaszenarien des Weltklimarats IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), werden regionale Prognosen auf das deutsche Küstengebiet erstellt. Für die vorliegende Arbeit werden die fünf Eiskomponenten (dynamisches Eis und Oberflächenmassenausgleich in Grönland, dynamisches Eis und Oberflächenmassenausgleich in der Antarktis

sowie Gletscher), die drei ozeanbezogenen Komponenten (dynamische Meeresoberflächenhöhe, globale thermosterische Anomalien und inverser Barometereffekt aus der Atmosphäre) sowie Landwasserspeicher zur Ermittlung der Prognosen für Nord- und Ostsee berücksichtigt. Für das gemäßigte Szenario RCP4.5 konnte ein Anstieg der relativen Meeresoberfläche im Jahr 2100 der Nordsee von ca. 0,49 m und der Ostsee von ca. 0,47 m identifiziert werden. Beim Szenario RCP8.5 liegt der Mittelwert der zukünftigen Meeresoberfläche der Nordsee bei 0,72 m und der Ostsee bei 0,73 m (ICDC 2019). Da es seit der Veröffentlichung des IPCC-Berichts 2013 neue Erkenntnisse gibt, die von einem höheren Meeresspiegelanstieg ausgehen (Bamber et al. 2019; Gornitz et al. 2019; Jevrejeva et al. 2016; Sweet et al. 2017; Wright et al. 2019), wird die Simulation auch für einen Anstieg um 1,4 m durchgeführt.

Zur Änderung des relativen Meeresspiegelanstiegs gehören neben der ansteigenden Meeresoberfläche auch Änderungen in der Höhe der Landfläche. Diese vertikale Landbewegung kann auf der einen Seite durch Küstenerhöhungen den klimawandelbedingten Meeresspiegelanstieg abschwächen. Auf der anderen Seite wird durch das Absinken der Landmassen der Meeresspiegelanstieg verstärkt (Hanson et al. 2011). Aus diesem Grund weicht der Meeresspiegelanstieg lokal von den Prognosen ab. Für die vorliegende Arbeit werden Daten der URL6a-GPS-Lösung verwendet, bei der GPS-Daten von 1995 bis 2014 analysiert wurden (Santamaría-Gómez et al. 2017), und mittels IDW interpoliert.

Um die vorgestellten Faktoren in einer Simulation zusammenzuführen, müssen die Faktoren physisch sinnvolle Höhen vorweisen. Besonders für Höhenangaben eignet sich das Geoid, die Äquipotenzialfläche des Erdschwerefelds, die dem mittleren Meeresspiegel im Sinne der kleinsten Quadrate annähernd gleicht. Aus diesem Grund werden die unterschiedlichen Höhensysteme der Einflussfaktoren zu den Geoidhöhen des Modells EGM96 transformiert.

### 2.2 Identifikation von Überflutungsflächen

Auf Basis der vorgestellten Faktoren wird der Meeresspiegel für das Jahr 2100 simuliert. Die Simulation wird im Geoinformationssystem ArcMap und mit Hilfe der Programmiersprache Python durchgeführt. In einer Rasterberechnung werden der aktuelle Meeresspiegel (MS), die Prognose zum Meeresspiegelanstieg (MSA), die vertikale Landbewegung (VLM, vertical land motion) und das DEM kombiniert, um die unter dem zukünftigen Meeresspiegel liegende Fläche zu erhalten. Dies erfolgt nach der Ungleichung:

$$\text{DEM} + \text{VLM} \leq \text{MS} + \text{MSA}.$$

Szenario basierend auf IPCC-Prognosen	Nordsee		Ostsee	
	Fläche (km <sup>2</sup> )	Bevölkerung	Fläche (km <sup>2</sup> )	Bevölkerung
RCP4,5 (mittlerer Anstieg um 1,8 °C) mit Küstenschutz	476	1400	585	4077
RCP8,5 (mittlerer Anstieg um 3,7 °C) mit Küstenschutz	513	1654	644	5982
RCP8,5 (mittlerer Anstieg um 3,7 °C) ohne Küstenschutz	8096	619 317	908	7563

**Tabelle 1:** Landfläche und Bevölkerung, die dem Meeresspiegelanstieg in verschiedenen Szenarien ausgesetzt sind

Nach dem entwickelten Raster werden alle Flächen, die unterhalb des prognostizierten Meeresspiegels liegen, potenziell überflutet. Das führt zu Seen im Landesinneren, die es aufgrund der fehlenden Verbindung zum Meer in der Realität nicht gibt. Aus diesem Grund wird im nächsten Schritt eine iterative Selektion durchgeführt, welche diejenigen Flächen des Datensatzes auswählt, die eine auf Basis des DEM kreierte Küstenlinie berühren.

Aufbauend auf den identifizierten Überflutungsgebieten werden die sozioökonomischen Folgen anhand von Bevölkerungs- und Landnutzungsdaten ermittelt (vgl. Tabelle 1). Bei der Berechnung der Überflutungsflächen zeigen sich gravierende Unterschiede – zum einen zwischen Nord- und Ostseeküste, zum anderen zwischen den verschiedenen Klimaszenarien, besonders aber zwischen der Annahme eines standhaltenden Küstenschutzes und eines Deichbruchs.

### 3 Technische Umsetzung

Die im Kapitel 2 erläuterten Daten müssen zunächst für die interaktive Darstellung in Webbrowsern aufbereitet werden. Insbesondere die zur

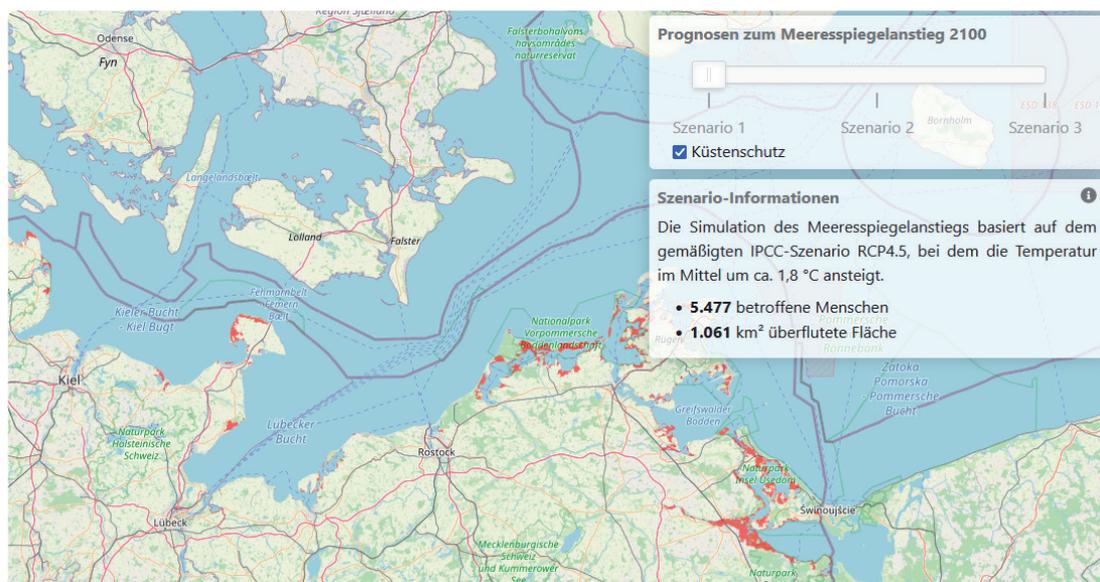
Visualisierung der potenziell gefährdeten Überflutungsflächen benötigten Daten verhindern aufgrund ihres Volumens eine flüssige und dynamische Visualisierung im Webbrowser. Entsprechend wurde der Datenbestand mit Hilfe der frei verfügbaren Mapserver-Software GeoServer (<http://geoserver.org>) in gleichgroße, quadratische Elemente aufgeteilt. Diese Kacheln (tiles) werden bei entsprechender Zoomstufe über den Webbrowser angefragt und durch einen Web Feature Service (WFS) bereitgestellt. Die aus zahlreichen Zoomstufen und dem Ausmaß des Untersuchungsraums resultierenden Kacheln werden vorberechnet und während der Betrachtung gespeichert (tile caching). Dadurch wird Nutzer:innen selbst bei einer Vielzahl einzelner Kacheln eine möglichst performante Visualisierung angeboten. Dies ermöglicht das flüssige Betrachten diverser Zoomstufen und Kartenzustände.

Zur Visualisierung wird die JavaScript-Bibliothek LeafletJS (<https://leafletjs.com>) verwendet. Leaflet bietet keine interne Schnittstelle zum Laden von Shape-Dateien, und den gesamten Untersuchungsraum mit sämtlichen Zoomstufen im GeoJSON-Format zu laden, würde zu viel Zeit in Anspruch nehmen. Dementsprechend wird auf den zuvor mit GeoServer eingerichteten WFS zurückgegriffen, um die Basiskarte in Form von Rasterkacheln darzustellen, deren Ladegeschwindigkeit durch den Cache (also die zwischengespeicherten vorberechneten Kacheln) beschleunigt wird. Zudem werden ressourcenschonend ausschließlich Teile der Karte geladen, die zu dem jeweiligen Zeitpunkt für Nutzer:innen sichtbar sind.

Sowohl die Webseite zur Übersicht als auch die Seite, auf welcher die Karte visualisiert wird, fragen die Bildschirmbreite ab, um die geeigneten



**Abb. 1:** Anpassung der Position der Bedienungs- und Informationselemente im mobilen Webbrowser (links) und im Desktop-Webbrowser (rechts)



**Abb. 2:** Mit Hilfe der Webanwendung können diverse Überflutungsszenarien visualisiert werden. Weitere Szenario-Informationen beinhalten unter anderem die Menge betroffener Menschen und die Summe der überfluteten Fläche

Elemente entsprechend organisieren zu können. So wird eine reibungslose Bedienung auf mobilen Endgeräten mit kleinen Bildschirmgrößen ermöglicht. Dabei erstreckt sich der Slider zur Auswahl der Überflutungsszenarien über den gesamten Bildschirm. Die Szenario-Informationen verschieben sich an den unteren Bildschirmrand, sodass die Karte betrachtet werden kann (vgl. [Abb. 1](#)). Ist ein Szenario geladen, wird dieses im Cache (Zwischenspeicher) abgelegt. So wird bei einem Wechsel zwischen Szenarien keine Abfrage an den Webserver gestellt, und den Nutzer:innen wird ein unmittelbares Durchschalten und Vergleichen zwischen Szenarien ermöglicht, ohne erneut Daten herunterzuladen zu müssen.

#### 4 Ergebnisse

Die Webanwendung (<https://sealevelrise.hcu-hamburg.de>) listet neben allgemeinen Informationen zum Projekt eine Weiterleitung zur interaktiven Karte und Kontaktmöglichkeiten. Auf der interaktiven Karte wird zunächst die Prognose zum Meeresspiegelanstieg für das Jahr 2100 unter Berücksichtigung des Küstenschutzes präsentiert. Weitere Szenario-Informationen geben das entsprechende Klimaszenario preis und schildern kurz, um welches Maß die Temperaturen für das jeweilige Szenario steigen. Ferner werden ungefähre Angaben zur Menge der betroffenen Menschen sowie zur überfluteten Fläche gemacht.

Über einen Informations-Button gelangen Nutzer:innen zu weiterführenden Informationen zum Weltklimarat (IPCC) und den sogenannten Representative Concentration Pathways (RCP). Neben einer kurzen Übersicht zu den Einflussfaktoren für die Simulation, wie dem zugrunde liegenden Höhenmodell oder der vertikalen Landbewegung,

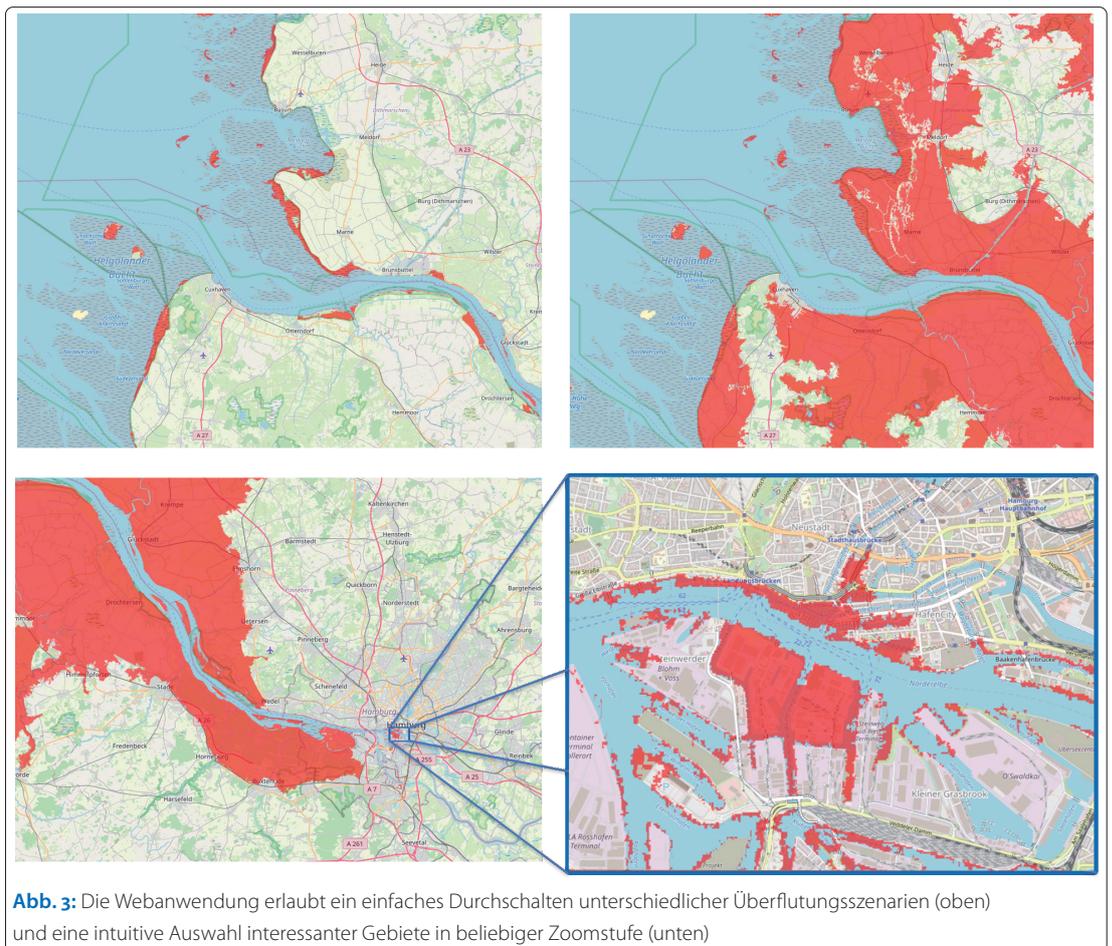
werden Verweise auf wissenschaftliche Publikationen gelistet.

Über einen Schieberegler im rechten oberen Bereich der Karte können Nutzer:innen die Visualisierung der Überflutungsszenarien anpassen (vgl. [Abb. 2](#)). Neben dem Wechsel zwischen den bereits genannten Szenarien (RCP 4.5, RCP 8.5 und Meeresspiegelanstieg um 1,4 m) bietet ein Kontrollkästchen die Möglichkeit einzustellen, ob die Visualisierung der Simulation mit oder ohne Küstenschutz geschehen soll. Die Betätigung des entsprechenden Kästchens führt zu einer Visualisierung der überschwemmten Landfläche für den Fall, dass Deiche brechen und der Küstenschutz versagt. Die Webanwendung ermöglicht somit Vergleiche zwischen drei unterschiedlichen Szenarien, jeweils mit und ohne Küstenschutz.

Während der Fokus der interaktiven Karte zunächst auf einer großflächigen Darstellung der potenziellen Überflutungsgebiete liegt, können Nutzer:innen die Zoomstufe flexibel anpassen. Neben der Anpassung der spezifischen Szenarien wird so ein Mehrwert gegenüber statischen Karten generiert (vgl. [Abb. 3](#)).

#### 5 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, eine Webanwendung auf Basis einer bereits abgeschlossenen wissenschaftlichen Arbeit zu entwickeln. Dabei lag der Fokus vorwiegend auf der Veröffentlichung und dem Zugänglichmachen von Forschungsergebnissen, sodass diese auch ohne Fachwissen interpretiert werden können. Besucher:innen der Website können sich einen Überblick verschaffen, wie der prognostizierte Meeresspiegelanstieg im Jahr 2100 die Küste Norddeutschlands und ihre Bevölkerung betrifft. Zeitgleich wurde auf weiterführenden



**Abb. 3:** Die Webanwendung erlaubt ein einfaches Durchschalten unterschiedlicher Überflutungsszenarien (oben) und eine intuitive Auswahl interessanter Gebiete in beliebiger Zoomstufe (unten)

de Literatur hingewiesen, sodass für interessierte Besucher:innen die Möglichkeit besteht, weitere Informationen zu der Datengrundlage und Vorgehensweise einzusehen.

Die Webanwendung soll zukünftig unter Berücksichtigung von Usability-Tests und User-Feedback weiterentwickelt werden. Dabei steht eine verbesserte Visualisierung mit dem Fokus auf die Lesbarkeit der interaktiven Karte sowie der Hervorhebung von Hotspots im Fokus. Insbesondere das Hervorheben von Hotspots ermöglicht

das Ausarbeiten von Konzepten zu interaktiven Führungen durch die Karte. Dabei können zum Beispiel stark betroffene Regionen durch einen kleineren Maßstab hervorgehoben und im Hinblick auf ihre Statistiken in den unterschiedlichen Szenarien diskutiert werden. Weiterhin ist geplant, Auswertungen unter Berücksichtigung der Landnutzungsklassen in die Webkarte zu integrieren, um zu visualisieren, zu welchen Anteilen Grünflächen und besiedelte, industriell genutzte Flächen betroffen wären. //

### Literatur

Bamber, Jonathan L.; Michael Oppenheimer; Robert E. Kopp et al. (2019): Ice sheet contributions to future sea-level rise from structured expert judgment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, DOI: 10.1073/pnas.1817205116

Church, John A.; Peter U. Clark; Anny Cazenave et al. (2013): Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Inter-governmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, New York, pp. 1139–1216

DLR (2018): TanDEM-X – Die Erde in drei Dimensionen. URL: [www.dlr.de/content/de/missionen/tandem-x.html](http://www.dlr.de/content/de/missionen/tandem-x.html)

Gornitz, Vivien; Michael Oppenheimer; Robert E. Kopp et al. (2019): New York City Panel on Climate Change 2019 Report. *Annals of the New York Academy of Sciences*, DOI: 10.1111/nyas.14008

Hanson, Susan; Robert Nicholls; N. Ranger et al. (2011): A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. *Climatic change*, DOI: 10.1007/s10584-010-9977-4

ICDC (2019): Live Access Server. URL: <http://icdc.cen.uni-hamburg.de/las/getUI.do>

Jevrejeva, Svetlana; Luke P. Jackson; Riccardo E.M. Riva et al. (2016): Coastal sea level rise with warming above 2 °C. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, DOI: 10.1073/pnas.1605312113

Nicholls, Robert J.; Poh Poh Wong; Virginia Burkett et al. (2007): Coastal systems and low-lying areas. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaption and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 315–356

Santamaría-Gómez, Alvaro; Médéric Gravelle; Sönke Dangendorf et al. (2017): Uncertainty of the 20th century sea-level rise due to vertical land motion errors. Earth and Planetary Science Letters, DOI: 10.1016/j.epsl.2017.05.038

Schuldt, Caroline; Jochen Schiewe; Johannes Kröger (2020): Sea-Level Rise in Northern Germany: A GIS-Based

Simulation and Visualization. KN – Journal of Cartography and Geographic Information, DOI: 10.1007/s42489-020-00059-8

Sweet, William; Robert E. Kopp; Christopher P. Weaver et al. (2017): Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States. NOAA Tech Report NOS CO-OPS, DOI: 10.7289/v5/tr-nos-coops-083

Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (2019): Pegelonline. URL: [www.pegelonline.wsv.de/gast/hilfe](http://www.pegelonline.wsv.de/gast/hilfe)

Wright, Lynn Donelson; J. P. M. Syvitski; C. Reid Nichols (2019): Sea level rise: Recent trends and future projections. In: Tomorrow's Coasts: Complex and Impermanent. Springer, Cham, DOI: 10.1007/978-3-319-75453-6\_3

#### Website und Quellcode

Die Webseite ist erreichbar unter: <https://sealevelrise.hcu-hamburg.de>

Der Quellcode ist erreichbar unter: <https://gitlab.com/g2lab/sealevel2100>

# RIEGL VQ-840-G

## TOPO-BATHYMETRISCHER LASERSCANNER



- ideal für die Datenaufnahme von UAVs oder Helikoptern aus
- grüner Laserstrahl mit mehr als 2 Secchi Tiefen Wasserdurchdringung
- Messrate von 50 kHz bis zu 200 kHz
- hochauflösende Digitalkamera und INS/GNSS System vollintegriert

UAV-BASIERTE VERMESSUNG VON  
KÜSTENGEBIETEN UND FLACHWASSERZONEN



QR-Code  
scannen und  
RIEGL VQ-840-G  
Video ansehen!

[www.riegl.com](http://www.riegl.com)

Weitere topo-bathymetrische Laserscanner  
und Systeme finden Sie auf [www.riegl.com](http://www.riegl.com)

[f](#) [t](#) [in](#) [w](#) [y](#) [t](#) [v](#) [e](#) [n](#) [e](#) [n](#) [e](#) [n](#) [s](#) [r](#) [o](#) [o](#) [m](#) [.riegl.international](#)



Besuchen Sie uns

Hydrographentag 2022  
14. bis 16. Juni, 2022  
Bremerhaven, Deutschland  
RIEGL Messestand Nr. 11



**RIEGL**<sup>®</sup>

# Kartierung von Seegras mit dem Fächerecholot in der Ostsee mit Hilfe von maschinellem Lernen

Ein Beitrag von CHRIS STRASSBURGER

Unterwasservegetation in den Küstenzonen führt bei hydrographischen Messungen häufig zu ungewünschten Störungen in Form von Fehlechos. Aus Sicht der Habitatforschung verbergen sich jedoch hinter den vermeintlichen Fehlechos wertvolle Informationen. Die akustische Fernerkundung in der Ostsee in Bezug auf die Habitatkartierung, insbesondere von Seegrasökosystemen, rückt in den letzten Jahren in den Forschungsvordergrund. Zudem gelten Seegrasvorkommen als stark gefährdet und es gibt kaum Basisdaten zur Verbreitung und räumlichen Struktur. Daher ist eine Kartierung der Lebensräume zu ihrem Schutz von großer Bedeutung. Ziel ist es, dem entgegenzuwirken und eine Methodik zu entwickeln, um Steine, Seegraswiesen sowie Sandflächen zu kartieren. Dies geschieht durch die Auswertung von Fächerecholotdaten, gezielte Punktwolkenanalyse, Merkmalsableitung und Klassifizierung durch künstliche Intelligenz.

Habitatkartierung | KI | Seegraswiese | SAV | Random Forest  
habitat mapping | AI | seagrass meadow | SAV | Random Forest

Underwater vegetation in the coastal zones often leads to unwanted disturbances in the form of false echoes during hydrographic surveys. From the point of view of habitat research, however, the supposed false echoes conceal valuable information. Acoustic remote sensing in the Baltic Sea with regard to habitat mapping, especially of seagrass ecosystems, has moved into the research foreground in recent years. In addition, seagrass occurrences are considered highly endangered and there are hardly any baseline data on distribution and spatial structure. Therefore, habitat mapping is of great importance for their protection. The aim is to counteract this and to develop a methodology to map rocks, seagrass meadows as well as sandy areas. This is done by evaluating multibeam echo sounder data, targeted point cloud analysis, feature derivation and classification using artificial intelligence.

## Autor

Chris Straßburger hat seine Bachelorarbeit an der Uni Kiel geschrieben. Inzwischen ist er im Masterstudium.

stu204376@mail.uni-kiel.de

## Einleitung

Seegraswiesen zählen grundlegend zu den wertvollsten und produktivsten Ökosystemen der Erde (Costanza et al. 1997). Die Seegrasökosysteme weisen wesentliche Funktionen auf, welche die physikalische, chemische und biologische Umwelt in Küstengewässern beeinflussen, indem sie organischen Kohlenstoff produzieren sowie exportieren und den Kohlenstoffkreislauf in Küstengewässern regulieren (Lamb et al. 2017). Seegraswiesen binden mehr CO<sub>2</sub> als vergleichbar große Waldflächen, wodurch ihre Rolle als natürlicher Speicher zunehmend wichtiger wird. Gleichzeitig stellen sie Nahrungskreisläufe her, bieten anderen Organismen Schutz und Lebensräume, stabilisieren küstennahe Sedimente, beugen Küstenerosion vor und sind enorm wichtig für ein funktionierendes Ökosystem im Meer. Aktuell ist jedoch das Wissen über die räumliche Verbreitung sowie den gesundheitlichen Zustand der Habitate nicht umfassend erfasst.

Für die Region der westlichen Ostsee stehen kaum Basisdaten von *Zostera marina* (Gewöhnliches Seegras) zur Verfügung. Dies bedeutet, dass es keine Informationen über Prozesse, Auswirkungen von Küstenschutzmaßnahmen und Infrastruktur, Rückgangs- oder Wachstumsraten sowie eine vollständige Kartierung der Ökosysteme gibt. Um Auskunft darüber zu erhalten, wurde eine Forschungsausfahrt mit der Bezeichnung LIT/1907 im Rahmen des Forschungsprojektes »ECOMAP – Baltic Sea environmental assessments by innovative opto-acoustic remote sensing, mapping, and monitoring« vom 11. bis zum 14. Juni 2019 durchgeführt. Dabei wurde die westliche Ostsee mit dem Forschungsschiff *Littorina* von der Geltinger Bucht bis hin zur Kolberger Heide küstenparallel in einer durchschnittlichen Wassertiefe von fünf Metern mit einem modernen Fächerecholotsystem vermessen. Das Forschungsgebiet sowie die Vermessungsspur- und Testgebiete sind in [Abb. 1](#) dargestellt.

Die Grundlage der Arbeit beruht auf den Forschungen von Held und Schneider von Deimling (2019). Dabei wurde eine Methodik entwickelt, die auf den räumlichen Eigenschaften der Nachbarschaften jedes Punktes in der Punktwolke und deren abgeleiteten Merkmalen basiert und durch maschinelles Lernen Seegras und andere Objekte vom Meeresboden trennen kann (Held und Schneider von Deimling 2019).

Dabei gilt es, dieses Verfahren mit den Fächerecholotdaten der Geltinger Bucht zu erweitern und zu erproben, um eine großflächige Kartierung im Gebiet zu ermöglichen.

Ziel ist, mit Hilfe von maschinellem Lernen eine großräumige Klassifizierung zwischen Seegras, Steinen und dem Meeresboden aus rohen Fächerecholotdaten zu erreichen.

## Fächerecholote

Fächerecholote (MBES) wurden in den 1960er-Jahren entwickelt, um genaue und effiziente Tiefensondierungen durchzuführen, welche zur Interpretation des Meeresbodens genutzt werden können (Glenn 1970). Besonders in den letzten zwei Jahrzehnten wurden große Fortschritte in der Signalverarbeitung, der Bodenerkennung sowie bei der Positionierung und Bewegungserfassung erungen, sodass heute hochgenaue und hochauflösende Tiefenmessungen, insbesondere bei geringen Wassertiefen, möglich sind (Hughes Clarke 1996). Moderne Systeme führen durch die Cross-Array-Technologie und verbesserte Nahfeldfokussierung zu engerer Bündelung im Sonarfeld und somit zu einer extrem hohen Punktdichte, welche übergeordnete Informationen in Bezug auf ihre Gitterdaten enthalten, welche zunehmend zur Kartierung genutzt werden (Gumusay 2019). Somit bieten die Fächerecholote eine Fächerabdeckung von bis zu 160 Grad sowie integrierte hochauflösende Bathymetrie und Backscatter.

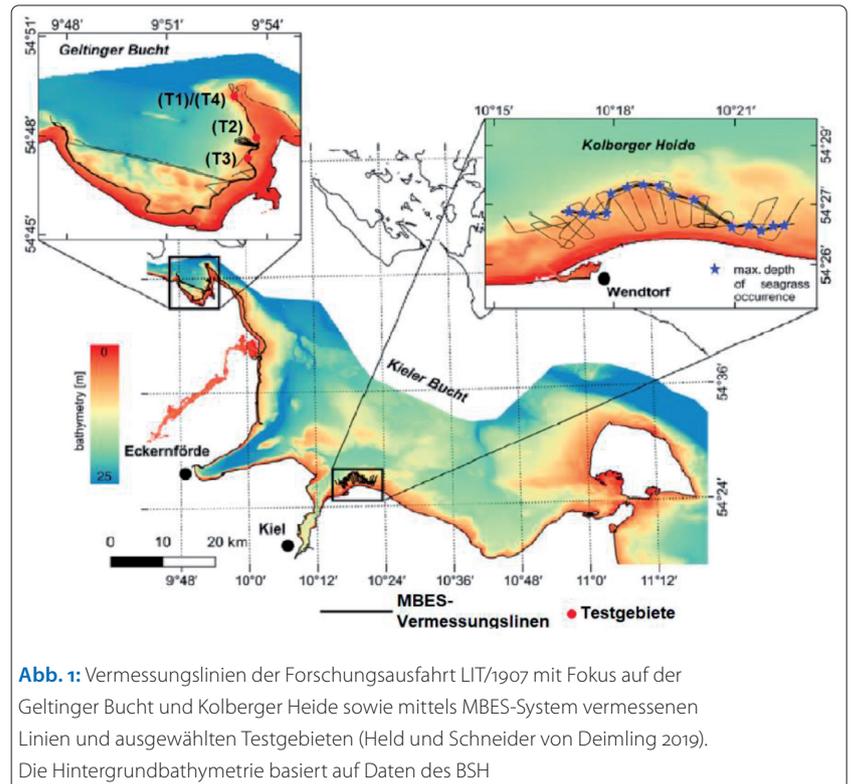
Heute sind MBES-Systeme leistungsstarke Geräte für die Klassifizierung des Meeresbodens und die Kartierung von Lebensräumen. Es besteht kein Zweifel, dass viele Arten von submariner aquatischer Vegetation (SAV) akustisch erfasst werden können.

Bei einer bathymetrischen Messung wird häufig die Krone der Seegraswiesen detektiert. Diese bildet im Vergleich zum Meeresboden deutliche Anomalien in ihrer Form aus, welche genutzt werden können, um Seegras zu kartieren und gleichzeitig Bewuchshöhen zu berechnen (Held und Schneider von Deimling 2019).

## Methodik

### MBES-Vermessung und Videovalidierung

Auf der Forschungsausfahrt LIT/1907 wurde das Fächerecholot Norbit iWBMS STX Multibeam Sys-



**Abb. 1:** Vermessungslinien der Forschungsausfahrt LIT/1907 mit Fokus auf der Geltinger Bucht und Kolberger Heide sowie mittels MBES-System vermessenen Linien und ausgewählten Testgebieten (Held und Schneider von Deimling 2019). Die Hintergrundbathymetrie basiert auf Daten des BSH

tem mit 400 kHz, 150° Öffnungswinkel des Fächers, einer räumlichen Auflösung im Dezimeterbereich und zentimetergenauer Echtzeitkorrektur (Real Time Kinematic, RTK) verwendet (Held und Schneider von Deimling 2019).

Für die Validierung werden ausschließlich Videoaufnahmen genutzt, da optische Fernerkundungen aufgrund einer durchschnittlichen Wassertiefe von ca. 5 m im optisch trüben Wasser der Ostsee an ihre Grenzen stoßen (Schneider von Deimling und Feldens 2021). Das im Fokus stehende Gebiet der Geltinger Bucht wurde im Auftrag des LLUR (Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume) durch Videoaufnahmen untersucht. Das entstandene Material wird zur optisch-akustischen Validierung der Fächerecholotdaten genutzt.

### Datenbearbeitungen und Merkmalsberechnung

Die üblichen MBES-Nachbearbeitungsschritte wie Patch-Test-Kalibrierung, Raytracing, Schallgeschwindigkeitskorrektur, Gezeitenreduktion und die Entfernung von Ausreißern aus den Rohdaten wurden mit dem Programm Qimera der Firma Quality Positioning Services (QPS) durchgeführt. Die bereinigte, nicht gerasterte dreidimensionale (3D) Punktwolke (PCL) wird anschließend als xyz-ASCII in kartesischen Koordinaten (UTM Zone 32N) mit einem Höhenbezug auf das deutsche Höhenhauptnetz (DHHN) exportiert.

Es werden zylindrische Nachbarschaften mit einem Radius von 0,3 m für alle Punkte in den Punktwolken berechnet und zur Merkmalsberechnung

durch ein C++-Programm, welches von Held und Schneider von Deimling (2019) entwickelt wurde, weiterverarbeitet. Somit werden die vertikale Verschiebung, drei lokale Merkmale (Linearität, Planarität, Sphärizität) und andere Maße wie Omnivarianz, Anisotropie, Eigenentropie, Änderung der Krümmung, Distanz sowie Winkel zur Ebene berechnet. Insgesamt werden neun Merkmale generiert, welche als Eingabe für die Klassifizierung durch das maschinelle Lernen auf der Grundlage des Random Forest (RF) fungieren.

### Maschinelles Lernen auf Grundlage des Random Forest

Für die überwachte Klassifizierung wird ein maschinelles Random-Forest-Lernverfahren verwendet, um zwischen Seegras, Steinen und dem Meeresboden zu unterscheiden. Dabei wird mit der Open-Source-Bibliothek mlpack gearbeitet. Der RF fungiert als Ensemble-Klassifizierer, wodurch mehrere Entscheidungsbäume auf Grundlage der Untermengen der Eingabewerte erstellt werden (Breiman 2001). Als Ergebnis wird die Klasse ausgegeben, die durch die meisten Entscheidungsbäume vorhergesagt wird.

Die Berechnungen auf ungerasterte PCLs benötigen einen extrem leistungsstarken Computer, weswegen das gesamte Forschungsgebiet in vier

kleine Teilgebiete mit unterschiedlichen Habitaten unterteilt wurde. Die geografische Lage der Testgebiete (T1 bis T4) ist in [Abb. 1](#) dargestellt. Mittlerweile konnte das Verfahren erfolgreich in der Cloud (1&1 Ubuntu Server) angewendet werden.

Für die Erstellung und Testung eines maschinellen Klassifikationsmodells werden Trainings- sowie Testdatensätze benötigt. Dafür werden die Testgebiete manuell – durch die zugrunde liegende opto-akustische Validierung – im Programm Qimera klassifiziert. Dies wird als fundamental wichtiger Schritt angesehen, denn je exakter die manuelle Klassifizierung ist, umso genauer werden die Trainingsdaten für die künstliche Intelligenz und desto exakter die Ergebnisse. Aus diesem Grund werden Unterscheidungsmerkmale von Seegras- und Steindetektionen durch Videoanalysen untersucht und diese Grundlage sowie weitere Videos zur manuellen Kartierung genutzt. In [Abb. 2](#), werden die Charakteristiken grafisch dargestellt.

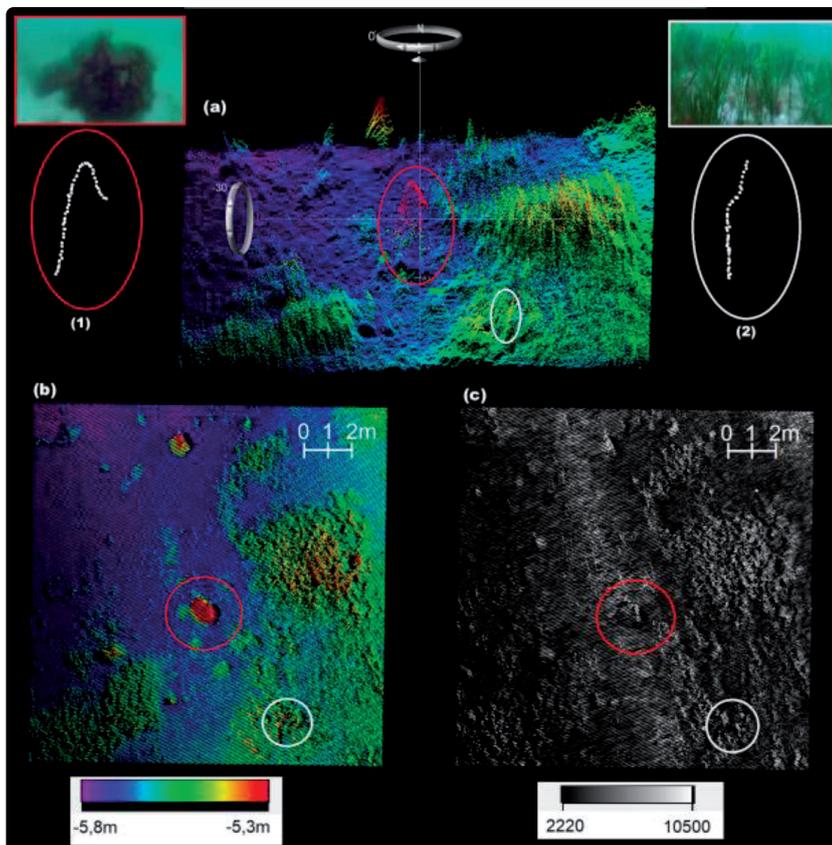
Der fertig klassifizierte Datensatz wird nach dem Zufallsprinzip in jeweils einen Testpunkt- (30 %) und Trainingspunkt datensatz (70 %) gespalten. Der Trainingsdatensatz wird zum Trainieren des RF-Modells genutzt und anschließend durch die Testpunkte überprüft. Das maschinelle Random-Forest-Lernverfahren wird zuerst in einem Mischhabitat (T1) getestet. Im zweiten Testgebiet, einer Seegraswiese, wird der RF mit den Trainingsdaten aus dem ersten Gebiet (T1) verknüpft, und anschließend wird überprüft ob Seegräser als Steine fehlerkartiert werden. Das gewonnene Modell wird mit den Trainingsdaten aus einem Steinfeld (T3) kombiniert und auf Steine untersucht. Im letzten Schritt wird das Modell an einem unbekanntem Mischhabitat (T4) getestet.

### Ergebnisse

#### Berechnete Merkmale der Punktwolken

Alle neun berechneten Merkmale aus dem ersten Testgebiet (T1) zeigen deutliche Reaktionen auf Seegras-, Stein- und Sandflächen. Zur visuellen Veranschaulichung sind in [Abb. 3](#) die drei lokalen Merkmale Linearität (a), Planarität (b), Sphärizität (c) und andere Maße wie Omnivarianz (d), Anisotropie (e) und Änderung der Krümmung (f) dargestellt. Die bathymetrische Karte, Unterwasserfotos und eine manuell klassifizierte Karte sind zum Vergleich in [Abb. 4](#) abgebildet.

Die Linearität ist für die Erkennung von aufgereihten Punkten von Bedeutung und somit ein gutes Merkmal zur Erkennung von Seegras und Steinen. Die flachen sandigen Regionen mit hoher Ebenheit können durch die Planarität erkannt werden. Ebenso werden Punkte in der Punktwolke mit einer hohen Krümmung durch das Merkmal Sphärizität erfasst (Lin et al. 2014). Insgesamt



**Abb. 2:** Darstellung der untersuchten Punktwolke mit einem um  $-30^\circ$  geneigten Blick Richtung Norden (a), einer Draufsicht der Bathymetrie (b) und der Rückstreuintensität (c) sowie ein skizziertes Rückstreuersignal eines Steines (1) und von einem Seegrasblatt (2)

zeigen alle Merkmale deutliche Reaktionen gegenüber den drei Klassen. Dies stellt eine gute Basis dar, um mit der maschinellen Klassifizierung fortzufahren.

### Klassifizierung durch den Random Forest

Das erste Testgebiet (T1) zeigt ein klassisches Mischhabitat mit Seegraswiesen, Steinen und Sandflächen in der Geltinger Bucht auf. Der Random Forest (RF) erzielt eine Klassifizierungsgenauigkeit von 82,1 %. In der Abb. 4 erkennt man eine bathymetrische Karte mit Unterwasserfotos (1) sowie den manuell (2) und den durch den RF klassifizierten Bereich (3) als optischen Vergleich.

Als erstes Ergebnis zeigen die RF-klassifizierten Seegraswiesen eine sehr lückenhafte Bedeckung auf und sehr kleine bis mittelgroße Steine werden als Seegras identifiziert. Dabei wird deutlich, dass Steine, die eine Größe kleiner als 18 cm besitzen, fehldetektiert werden. Durch ein Kronendach-Höhenmodell (CHM) können Bewuchshöhen bis maximal 43 cm festgestellt werden. Im zweiten Testgebiet hingegen bis zu 52 cm. Der RF erreicht im Testgebiet (T2) eine Klassifizierung mit einer Genauigkeit von 89,5 %. Deutlich festzustellen sind klare Abgrenzungen zwischen Seegraswiesen und Sandflächen. Die bewachsenen Abschnitte sind wesentlich dichter klassifiziert. Zudem werden nur sehr wenige Steine fehldetektiert, was als deutlicher Erfolg gilt.

Im dritten Testgebiet (T3) erstreckt sich ein Steinfeld, wobei schätzungsweise 95 % der Steine mit Algenbewuchs durch Videoanalysen erkannt werden. Auf Basis der geringen Datengrundlage wird die Unterscheidung zwischen bewachsenen und unbewachsenen Steinen nicht weiter untersucht, jedoch wird ein Ansatz mit Hilfe von Rückstreuintensitäten gefunden, um auch zwischen diesen Klassen unterscheiden zu können.

Dieses Gebiet wird genutzt, um eine Untersuchung von kleinen sowie mittelgroßen Steinen durchzuführen. Das Modell erzielt eine Genauig-

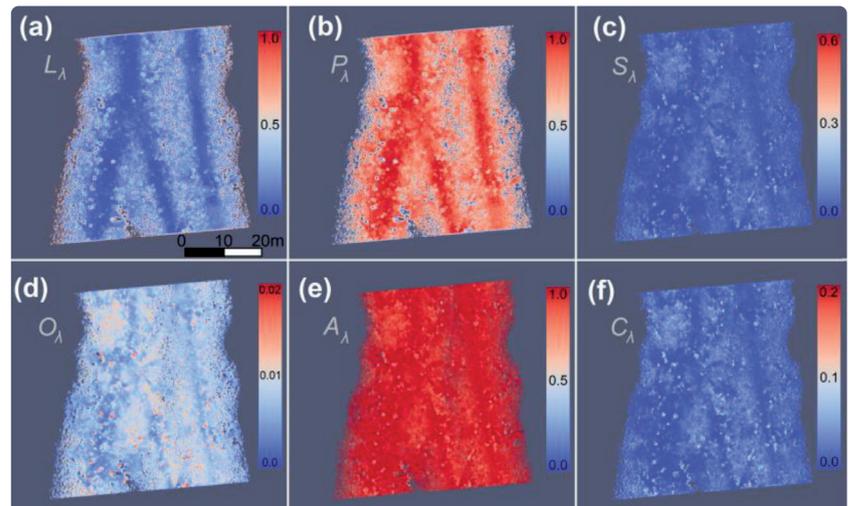


Abb. 3: Grafische Darstellung der berechneten Merkmale der Linearität (a), Planarität (b), Sphärität (c), Omnivarianz (d), Anisotropie (e) und Änderung der Krümmung (f) im ersten Testgebiet (T1), welches durch drei MBES-Spuren vermessen wurde

keit von 65 %, wobei 35 % der Steine als Seegras fehldetektiert sind. Letztendlich bedeutet dies, dass Steine anhand eines punktwolkenbasierten Ansatzes nur klassifiziert werden, wenn sie eine bestimmte Größe und Charakteristik besitzen. Sehr kleine bis mittelgroße Steine mit einem maximalen Durchmesser von 15 cm, werden durch den RF als Seegras klassifiziert.

Im letzten Schritt wird das gewonnene RF-Modell aus den Testgebieten (T1), (T2) und (T3) an einem neuen unbekanntem Mischhabitat (T4) getestet. Im vierten Testgebiet (T4) können Seegraswiesen, welche von flachen sandigen Bereichen eingegrenzt sind, in denen unterschiedlich große Steine vorkommen, erkannt werden. Die Seegrasdächer können mit einer maximalen Bewuchshöhe von 55 cm ermittelt werden. In der Abb. 5 erkennt man eine bathymetrische Karte des Testgebietes (T4) mit Unterwasserfotos (1) sowie den manuell (2) und den durch den RF klassifizierten Bereich (3) als optischen Vergleich.

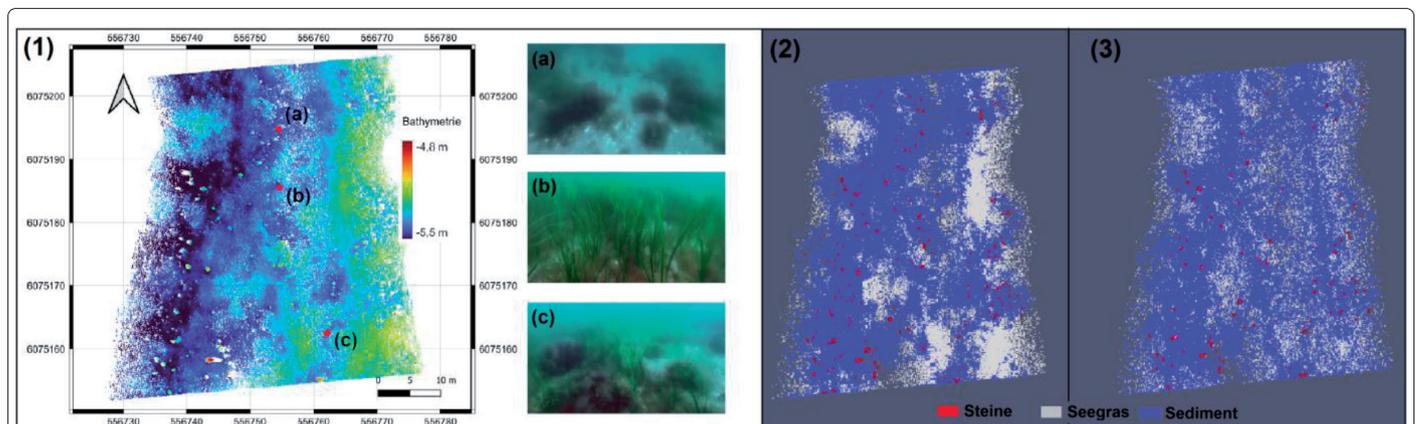
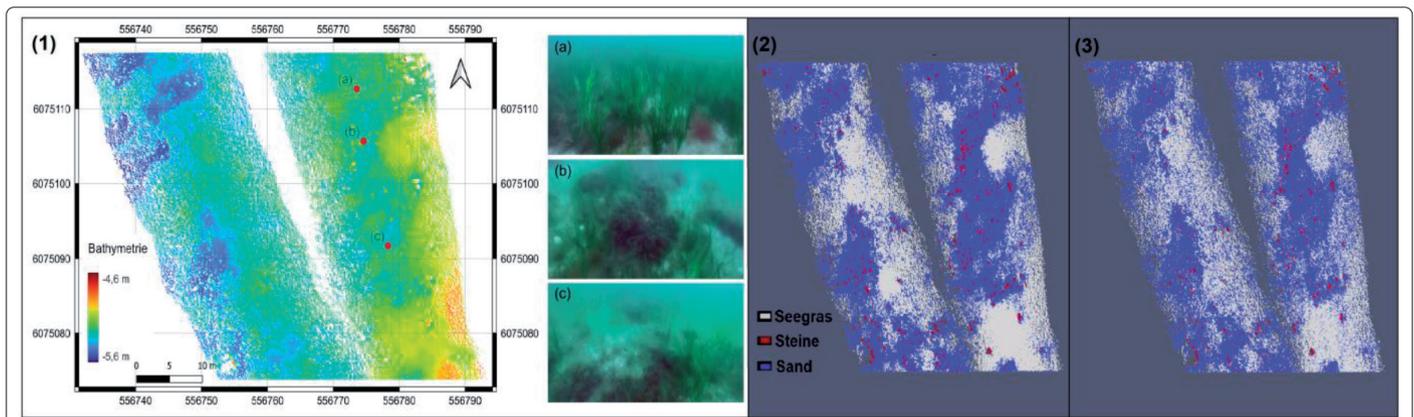


Abb. 4: Bathymetrische Karte des ersten Testgebietes (T1) mit Unterwasserfotos (1) sowie eine manuell erstellte (2) und eine durch den RF klassifizierte Karte (3) als Vergleich



**Abb. 5:** Darstellung einer bathymetrischen Karte (1) des vierten Testgebietes (T4) mit Unterwasserfotos sowie eine manuell erstellte (2) und eine durch das Modell klassifizierte Karte (3) als Vergleich

Die Klassifizierungsgenauigkeit im vierten Testgebiet (T4) beträgt gegenüber der manuellen Karte 90,7 %, was ein sehr gutes Ergebnis ist, um Mischhabitate erfolgreich zu klassifizieren. Zudem werden alle Steine erkannt, welche eine Größe größer als 15 cm aufweisen. Da Steine in der Ostsee als schützenswertes Hartsubstrat gelten, ist eine verlässliche Detektion für Umweltbehörden von großer Bedeutung.

### Ausblick

Zusammenfassend wird gezeigt, dass Punktwolken von Fächerecholoten mit Hilfe von künstlicher Intelligenz klassifiziert werden können. Dabei ist das entstandene Modell in der Lage, eine Kartierung zwischen Seegras, Steinen und dem Meeresboden mit einer Genauigkeit von 90,7 %

durchzuführen. Die entwickelte Methodik kann als ein automatisierter Filter für die Tiefenmessung betrachtet werden, wodurch automatisch die Daten auf Seegras- sowie Steinrückstreuungen gefiltert und somit klassifiziert werden.

Zukünftige Seevermessungen können somit zur großräumigen Kartierung von Seegras beitragen, um eine Datengrundlage zu erschaffen, wodurch ein gegenseitiger Nutzen zwischen Seevermessungs-, Seekartenhersteller-, Meeresboden- und Lebensraumkartierungs-Gemeinschaften entsteht. Hierbei können die MBES-Vermessungen und die entstandene Interaktion mit Seegras in Zukunft besser verstanden werden sowie Fragen über Vorkommen, Gesundheitszustand, Wachstums- und Rückgangsraten künftig beantwortet werden. //

---

### Literatur

- Breiman, Leo (2001): Random Forests. Machine Learning, DOI: 10.1023/A:1010933404324
- Costanza, Robert; Ralph d'Arge; Rudolf de Groot et al. (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, DOI: 10.1038/387253a0
- Glenn, Morris F. (1970): Introducing an operational multi-beam array sonar. International Hydrographic Review, No. 47, S. 35–39
- Gumusay, Mustafa Umit; Tolga Bakirman; Inci Tuney Kizilkaya; Nedim Onur Aykut (2019): A review of seagrass detection, mapping and monitoring applications using acoustic systems. European Journal of Remote Sensing, DOI: 10.1080/22797254.2018.1544838
- Held, Philipp; Jens Schneider von Deimling (2019): New Feature Classes for Acoustic Habitat Mapping – A Multibeam Echosounder Point Cloud Analysis for Mapping Submerged Aquatic Vegetation (SAV). Geosciences, DOI: 10.3390/geosciences9050235
- Hughes Clarke, John E.; Larry A. Mayer; David E. Wells (1996): Shallow-water imaging multibeam sonars: A new tool for investigating seafloor processes in the coastal zone and on the continental shelf. Marine Geophysical Researches, DOI: 10.1007/BF00313877
- Lamb, Joleah B.; Jeroen A.J.M. van De Water; David G. Bourne et al. (2017): Seagrass ecosystems reduce exposure to bacterial pathogens of humans, fishes, and invertebrates. Science, DOI: 10.1126/science.aah1956
- Lurton, Xavier (2002): An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications. Springer, ISBN: 978-3-662-49969-6
- Schneider von Deimling, Jens (2019): Cruise Report RV Littorina LIT/1907: Hydroacoustic assessment of the seagrass *Zostera marina* with modern multibeam echosounding in the Geltinger Bucht and the Kolberger Heide. BONUS ECOMAP, URL: <https://oceanrep.geomar.de/id/eprint/46977>
- Schneider von Deimling, Jens; Peter Feldens (2021): ECOMAP – Habitatkartierung mittels innovativer optischer und akustischer Fernerkundungs- und Auswerteverfahren. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN120-02

**Teledyne Geospatial**  
Imaging Solutions for Land and Water



**OFFER  
ENDS  
June 30  
2022**



## **FOR A LIMITED TIME GET A FREE CARIS COLLECT SAAS LICENSE FOR ONE-YEAR WITH THE PURCHASE OF A NEW TLS-M3**

CARIS Collect offers a streamlined solution for the TLS-M3, including real-time display of georeferenced points and integrated controls for the TLS-M3 settings. The TLS-M3 is built with a weather-proof housing, internal heat system, and a long-range laser scanning capability that can reach up to 2000 metres. CARIS Collect and the TLS-M3 can seamlessly integrate with existing multibeam systems to create a complete survey solution for the marine environment.

**GET IN TOUCH WITH US TODAY AT**  
<https://www.teledynecaris.com/en/contact/contact-sales/>  
**TO SECURE THIS OFFER**



© 2022 Teledyne Optech and Teledyne CARIS, are both Teledyne Technologies companies. All rights reserved. Specifications are subject to change.

# Satellite-derived bathymetry

## Multispektrale Satellitenbilddatenauswertung zur Detektion von Tiefenänderungen flacher Gewässerböden

Ein Beitrag von PETER GRABBERT

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass auf Grundlage der satellitengestützten Bathymetrie (SDB) eine anlassbezogene Seevermessung, bei der Gebiete je nach Dynamik unterschiedlich intensiv vermessen werden, prinzipiell möglich ist. Die Grundlage für die SDB bilden Sentinel-2-Daten und daraus abgeleitete Bandkombinationen. Für die Tiefenschätzung selbst wurden mehrere Verfahren gegenübergestellt, wobei die besten Ergebnisse mit einem Convolutional Neuronal Network (CNN) mit Abweichungen von <26 cm für 95 % der Messungen erzielt werden konnten. Im Anschluss wurde eine Änderungsanalyse auf Grundlage dieser Tiefenschätzungen mit verschiedenen Verfahren durchgeführt, wobei zur Detektion die Hauptkomponentenanalyse (HKA) und für Verschiebungsrichtungen der 2,5D-Least-Square-Tracking-Algorithmus (2,5D-LST) die vielversprechendsten Ergebnisse erzielten.

satellitengestützte Bathymetrie | Änderungsanalyse | CNN | HKA | 2,5D-LST  
satellite-derived bathymetry | change detection | CNN | PCA | 2.5D-LST

This work shows, that satellite-derived bathymetry (SDB) allows in principle the sea survey in a more targeted manner, in which the measurement frequency depends on the dynamics of an area. Sentinel-2 data and band combinations derived from it are the basis of the SDB. For the depth estimation itself, several methods were compared, whereby the best results were achieved with a Convolutional Neuronal Network (CNN) with a deviation of <26 cm for 95 % of the measurements. Subsequently, a change analysis based on these depths was performed using different methods, with the principal component analysis (PCA) for detection and the 2.5D least square tracking (2.5D-LST) algorithm for displacement directions generating the most promising results.

### Autor

Peter Grabbert hat seine Masterarbeit an der TU Dresden geschrieben. Seit April ist er beim BSH in Rostock beschäftigt.

[peter.grabbert@bsh.de](mailto:peter.grabbert@bsh.de)

### Motivation und Zielstellung der Arbeit

Zuverlässige und genaue Informationen über die Tiefe der Meeressgewässer sind für zahlreiche und teilweise sicherheitsrelevante Anwendungen notwendig. Diese bathymetrischen Daten werden unter anderem für die Navigation, für das Flächenmanagement (z. B. die Ausweisung von Schifffahrtswegen, Windkraftanlagen etc.), für die Planung von Ausbaggerungen und für Aufgaben im Umweltmonitoringbereich gebraucht. Auch die Überwachung der Änderung der Gewässertopographie ist extrem bedeutsam und stellt im Bereich der Schifffahrt einen sicherheitskritischen Aspekt dar. Weiterhin gilt es, Erosionsgefahren, die durch den Meeresspiegelanstieg, durch Landhebungen oder -senkungen oder im Zuge von Bauarbeiten entstehen, zu überwachen.

Bisher werden bathymetrische Messungen hauptsächlich per schiffgestützter Echolotmessung durchgeführt. Diese sind zeitaufwendig und teuer. Daher ist die zeitliche Abtastrate nur sehr gering und beträgt für einige Gebiete der Nord- und Ostsee 20 Jahre und seltener. Unterstützen kann

hier die satellitengestützte Bathymetrie (satellite-derived bathymetry, SDB), welche eine Tiefenmessung aus multispektralen Satellitendaten ermöglicht. Dafür werden die reflektierten Lichtanteile im optischen Spektrum und im nahen Infrarotspektrum (NIR) miteinander verglichen. Da Wasser die Lichtanteile in Abhängigkeit der Wellenlänge unterschiedlich stark unterdrückt, kann aus dem Verhältnis dieser Lichtanteile zueinander ein Rückschluss auf die Gewässertiefe gezogen werden. Dafür muss allerdings der Gewässergrund sichtbar sein, sodass SDB nur für flache Gewässerabschnitte (ca. <10 m für die Ostsee) durchgeführt werden kann. Besonders diese flachen Küstenabschnitte unterliegen jedoch großen Veränderungen und sind von großer Relevanz für viele Anwendungen (z. B. Schifffahrt). Die Genauigkeit der SDB-Messungen (rund einige Dezimeter) ist zwar deutlich geringer als die der klassischen Echolotmessungen (rund einige Zentimeter), sie liegen aber in wesentlich höherer zeitlicher und räumlicher Auflösung vor. Ebenso sind die Kosten weitaus geringer und auch entlegene Regionen können ohne Mehrauf-

wand vermessen werden. Weiterhin findet kein direkter Eingriff in das Messgebiet statt, was insbesondere in Naturschutzgebieten von Vorteil ist.

Am BSH wird untersucht, inwiefern die Veränderungen der Meeresbodentopographie in Betrag und Richtung robust, genau und automatisiert mittels SDB erfassbar ist. Das Gesamtziel ist dabei, dass die teuren Echolotmessungen nur noch situationsabhängig in den Gebieten durchgeführt werden müssen, in denen die SDB-Analyse bereits eine Veränderung detektiert hat. Auch ist es möglich, die zeitlich wie räumlich sehr hoch aufgelösten Daten direkt für Anwendungen wie Strömungsanalysen oder im Umweltmonitoring zu nutzen, da diese häufig nicht auf cm-genaue Daten angewiesen sind.

### Hintergrundwissen zur satellitengestützten Bathymetrie

Im Gegensatz zur Atmosphäre unterscheidet sich im Wasser das Durchdringungsvermögen in dem VIS-NIR-Spektralbereich deutlich. Je kurzwelliger und energiereicher die elektromagnetischen Wellen sind, desto tiefer können diese in den Wasserkörper eindringen. Daraus folgt, dass in sehr flachen Wasserschichten die Anteile im VIS-NIR-Spektrum weitgehend gleichverteilt sind, aber in tiefen Wasserschichten der Blau-Anteil des Lichts überproportional vertreten ist (Chiang et al. 2011). Dieser Umstand wird genutzt, um aus dem Verhältnis zwischen dem grünen und dem blauen Anteil die Tiefe abzuleiten. Nach Stumpf et al. (2003) kann so aus dem Verhältnis der natürlichen Logarithmen des blauen und des grünen Farbanteils ein annähernd linearer Zusammenhang zur Gewässertiefe hergestellt werden.

Das Testgebiet für die bathymetrischen Betrachtungen dieser Arbeit befindet sich westlich und südlich von der Insel Fehmarn in der deutschen Ostsee. Das Gebiet ist durch flache Gewässerabschnitte geprägt, die augenscheinlich SDB-geeignet erscheinen. Die Sichttiefe in diesem Teil der Ostsee beträgt außerhalb der brandungsbedingten Trübung ungefähr 10 m (Leimer 2020). Herausfordernd ist hier der unterschiedliche Bewuchs des Seegrundes, da dieser einen enormen Einfluss auf die gemessene Reflektanz hat. Für die dynamische Untersuchung ist insbesondere ein mutmaßliches Abtragungs- und Anlagerungsgebiet von Interesse, was im Rahmen dieser Arbeit näher untersucht werden soll (vgl. Abb. 1). Diese veränderlichen Gebiete bestehen zum Großteil aus hellen Sandflächen, die für SDB sehr vorteilhaft sind. Allerdings sind diese Gebiete häufig von starken Trübungen durch mitgetragene Sedimente betroffen, die mit den Abtragungs- und Anlagerungsprozessen im direkten Zusammenhang stehen.

Als Datengrundlage wurden die Bilder der Sentinel-2-Satelliten genutzt. Diese besitzen jeweils

einen multispektralen Sensor mit insgesamt 13 Farbkanälen, wobei insbesondere die »Farben« Coastal Blue (Band 1), Blau (Band 2), Grün (Band 3), Rot (Band 4) und Nahes Infrarot (Band 5 und 8) genutzt wurden. Weiterhin bietet die Sentinel-2-Mission mit einer Auflösung von bis zu 10 m × 10 m die derzeit hochaufgelöseten kostenfreien multispektralen Satellitendaten, wobei jeder Erdschnitt mindestens alle fünf Tage abgelichtet wird.

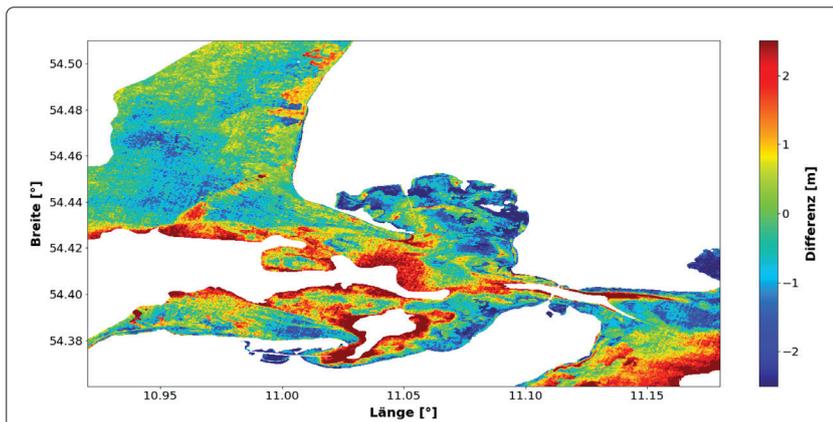
Die Satellitenszenen müssen vorprozessiert werden. Dabei sind zunächst nur Szenen mit einer sehr geringen Wolkendecke auszuwählen, wobei bereits atmosphärisch korrigierte Szenen genutzt wurden. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die anschließenden Prozessierungsschritte automatisiert. Dazu gehören unter anderem der Zuschnitt der Szenen auf das Untersuchungsgebiet, ein Resampling aller Bänder auf ein einheitliches Raster (10 m × 10 m) und die Glättung der Daten mittels Filterung. Weiterhin war es notwendig, einen Datensatz zu den Referenziefen aus den punktuellen Echolotmessungen (Daten vom BSH) zu errechnen. Zur Korrektur wurden zum einen Trübungsparameter mit Hilfe des Prozessors Case-2 Regional CoastColour (C2RCC) berechnet (Kyrlyuk und Kratzer 2019). Zum anderen wurde ein Datensatz von Knauer et al. (2019) zu den Untergrundtypen aufbereitet.

### Ableitung der Gewässertiefe

Das bisher am BSH genutzte Verfahren basiert auf einem linearen Regressionsmodell. Dabei wird versucht, mit einer einzelnen Einflussgröße  $x$  das Verhalten der Zielgröße  $y$  zu beschreiben. Das grundlegende funktionale Modell einer linearen Regression entspricht dabei dem der Geradengleichung. Dieser Ansatz wurde in dieser Arbeit

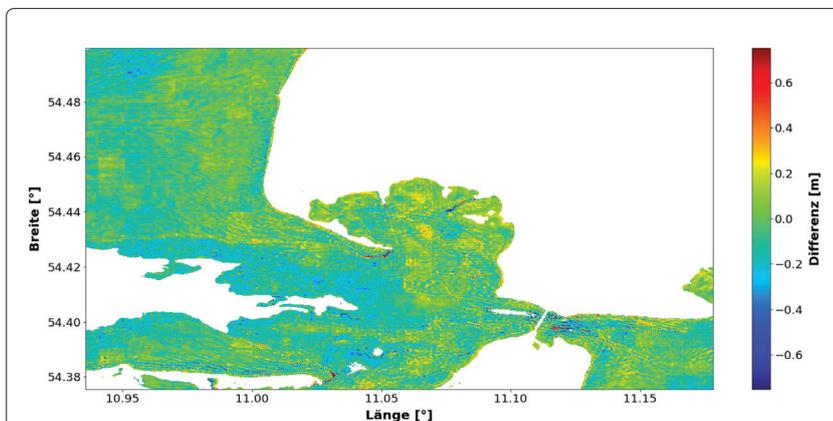


**Abb. 1:** Sentinel-2-Szene des Untersuchungsgebiets bei Fehmarn für die bathymetrischen Betrachtungen. Das violett markierte Gebiet ist verstärkt Anlagerungs- und Abtragungsprozessen unterworfen und wurde daher für die Änderungsanalyse genutzt



**Abb. 2:** Dargestellt ist die Differenz zwischen der Referenztiefe und der geschätzten Tiefe durch die MLR

zur multiplen lineare Regression (MLR) erweitert. Der Unterschied ist nun das Hinzunehmen mehrerer Einflussparameter  $x_i$ , um weiterhin eine Zielgröße  $y$  zu schätzen. Es handelt sich weiter um eine Form der linearen Regression, sofern die zu schätzenden Parameter nur als Linearkombination in das funktionale Modell eingehen (Niemeier 2008, Kap. 11). Im Zuge dieser Arbeit wurden nun insgesamt 24 Bandinformationen (Farbwerte, Farbwertverhältnisse, Trübungsparameter etc.) gleichzeitig betrachtet, wobei allerdings eine Schätzung pro Untergrundtyp durchzuführen ist. Das Ergebnis der Auswertung ist in [Abb. 2](#) dargestellt. Die geschätzten Tiefen vermitteln ein mit sichtbaren Unsicherheiten behaftetes Ergebnis. Die Genauigkeit in den tieferen Wasserflächen ist deutlich geringer als in flacheren Bereichen. Es sind klare Kantenbildungen an den Untergrundklassengrenzen zu erkennen. Die Differenzen zu den Referenztiefen betragen für 95 % der Pixel unter 1,9 m; und für 67 % der Messungen unter 77 cm. Allerdings gibt es deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Untergrundtypen. So werden helle Bodentypen wie Sand (Median: 34 cm) deutlich besser geschätzt als dunkle Ty-



**Abb. 3:** Zu sehen ist die Differenz zwischen der Referenztiefe und der geschätzten Tiefe durch ein CNN, welches auf dem Satellite-UNet basiert

pen wie Seegras (Median: 73 cm) oder Muscheln (Median: 82 cm).

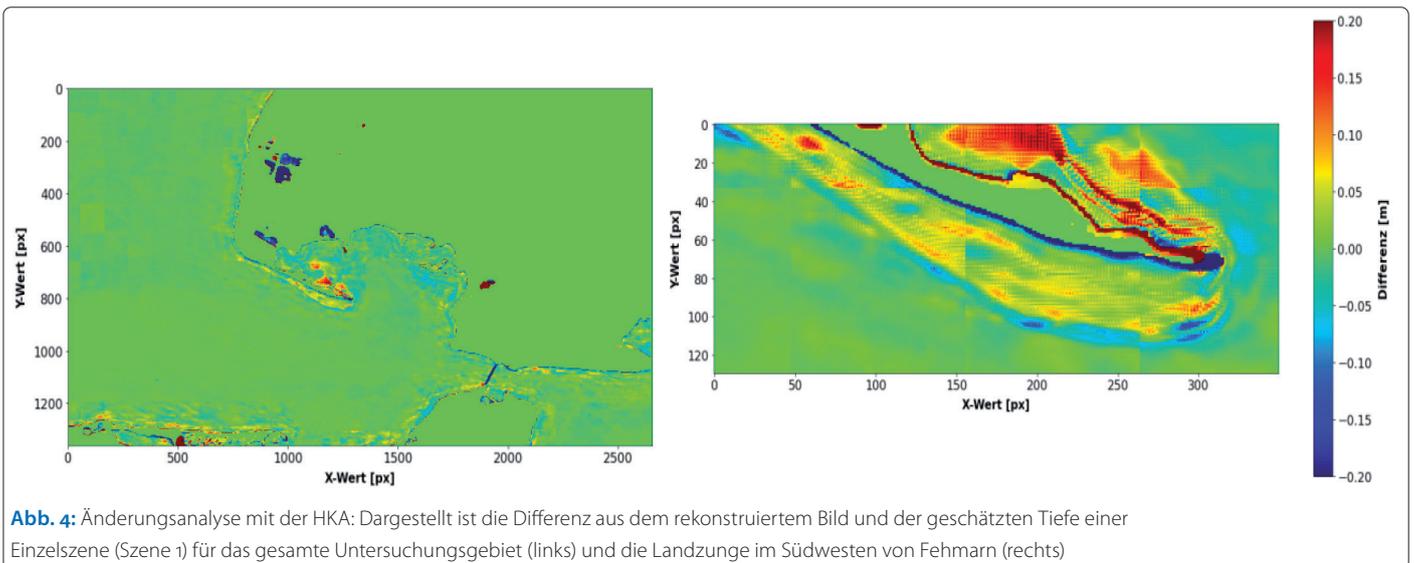
Um die Ergebnisse zu optimieren, wurden andere Regressionsmethoden getestet. Die vielversprechendsten Resultate konnten dabei mit einem Convolutional Neuronal Network (CNN) erreicht werden. Das CNN ermöglicht die Auswertung bildbasierter Daten und stellt Zusammenhänge zwischen mehreren Inputlayern (gleiche Bandinformationen wie bei der MLR) und einem Outputlayer (Gewässertiefe) her (LeCun et al. 1998). Auf der Grundlage des CNNs Satellite-UNet konnten die besten Resultate erzielt werden (vgl. [Abb. 3](#)). Die Tiefenschätzung ist für alle Tiefenbereiche und alle Untergrundklassen der MLR deutlich überlegen. Die Differenz zu den Referenztiefen ist über weite Teile im Bereich weniger Dezimeter. So ist die Differenz für 95 % aller Messwerte geringer als 26 cm, wobei die mittlere Abweichung 10 cm beträgt. Größere Abweichungen treten hauptsächlich in Küstengebieten auf. Darüber hinaus sind Gebiete mit mutmaßlicher Änderung (Landzunge und Schifffahrtsrinne) deutlich im Differenzbild erkennbar. Einige kleinere Abweichungen sind vermutlich auf Untergrundänderungen zurückzuführen.

### Analyse der zeitlichen Veränderung

Grundlage der Änderungsanalyse ist die oben dargestellte Tiefenschätzung mittels CNN für insgesamt 17 Zeitpunkte in den Jahren 2015 bis 2021. Im Folgenden werden Verfahren untersucht, die eine systematische Veränderung über diesen Zeitraum detektieren können.

Die Hauptkomponentenanalyse (HKA) erlaubt die Komprimierung aller 17 Gesamtscenen zu einer »mittleren« Szene mit  $n$  Bändern, die nur einen gewissen Prozentsatz der ursprünglichen Information enthält. Diese  $n$  Informationsbänder, die Hauptkomponenten (HK), der »mittleren« Szene können konstante Bereiche sehr gut und veränderliche Bereiche deutlich schlechter rekonstruieren. Dadurch sind die Differenzen des Rekonstruktionsbildes zu den einzelnen Szenen in den veränderlichen Bereichen besonders groß (Handl 2010, Kap. 5). Als Input wurden sieben Bänder (Geschätzte Tiefe, Farbkanäle, Verhältnisse der Farben zueinander) zu den je 17 Zeitpunkten betrachtet. Die Ergebnisse in [Abb. 4](#) zeigen in den überwiegenden Teilen der Szene keine Veränderung. Jedoch sind in einigen Küstenabschnitten und insbesondere dem Gebiet der erwarteten Änderung deutliche Differenzen erkennbar.

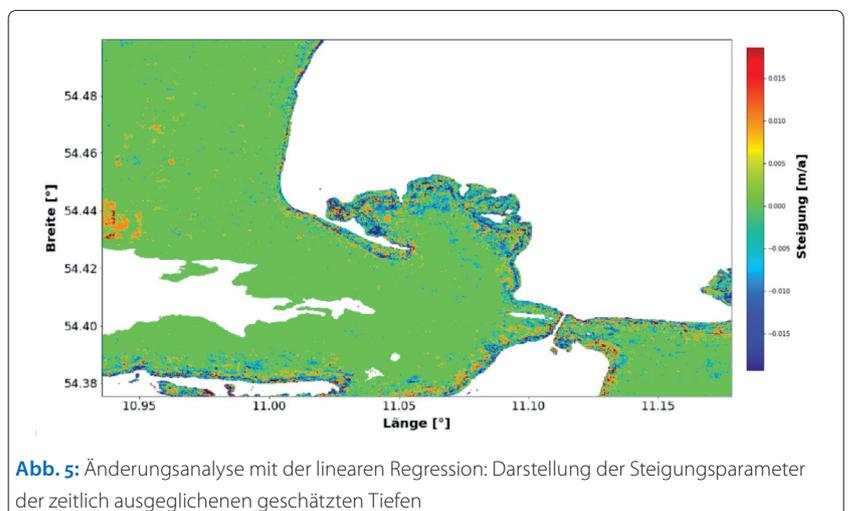
Ein weiterer Ansatz ist, dass mittels einer linearen Regression die geschätzten Tiefen über die Zeitachse linear ausgeglichen werden. Zur Ausreißereliminierung wird der RANSAC-Algorithmus genutzt. Der Steigungsparameter der Geraden gibt nun an, ob eine systematische Änderung vorliegt.

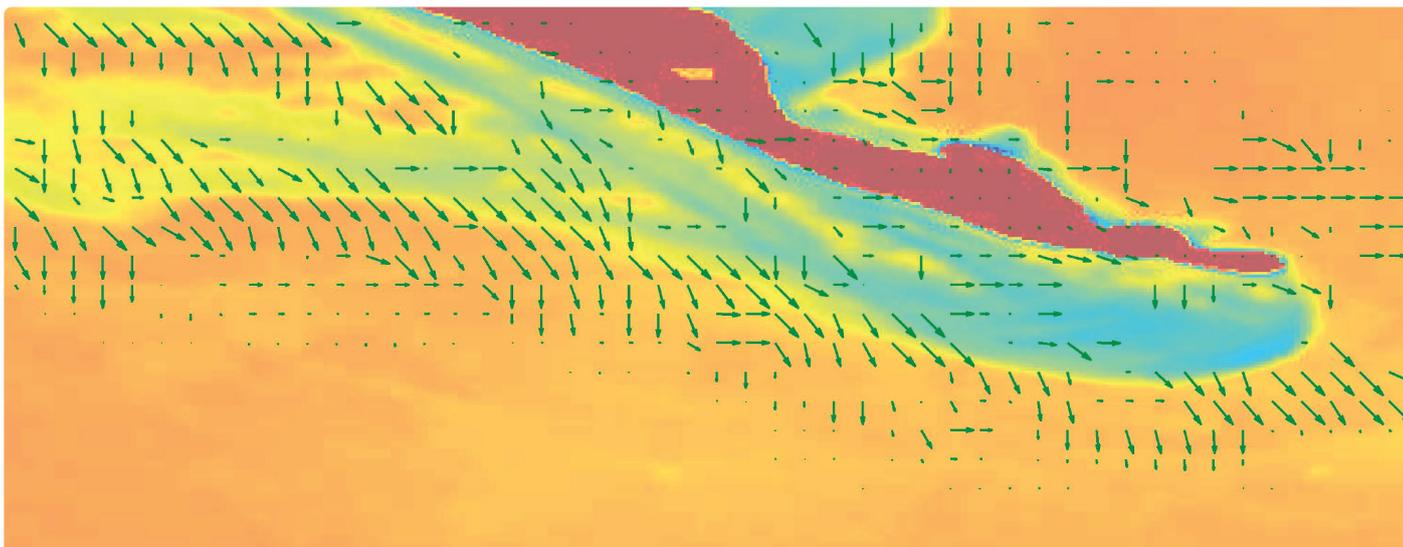


Werte nahe null weisen auf ein konstantes Gebiet und Werte verschieden von null auf ein dynamisches Gebiet hin. Vorteilhaft ist, dass über die Steigung auch direkt eine interpretierbare Einheit (Änderung in Meter pro Jahr) abgegriffen werden kann. Mittels diese Methode werden deutliche Änderungen in der Nähe einiger Küstengebiete insbesondere in dem Gebiet mutmaßlicher Änderungen erkannt (vgl. Abb. 5). Weiterhin wird in weiten Teilen der Szene keine Änderung detektiert, was den Erwartungen entspricht. Das Ergebnis zeigt jedoch kein sehr homogenes Bild. Es liegen Pixel mit großer vermuteter Änderung direkt neben als unbewegt angenommenen Pixeln. Nichtsdestoweniger ist mit einer entsprechenden Glättung ein deutliches Signal zur Änderung ableitbar. Es gibt allerdings auch Bereiche, die wahrscheinlich fälschlich als veränderlich betrachtet werden. Dazu gehören insbesondere Bereiche im nord-westlichen Teil der Szene, wo die Abweichungen höchstwahrscheinlich durch eine Änderung im Untergrund verursacht wurden. Eine weitere unplausible Änderung wird ganz im Westen der Szene detektiert. Diese ist auf das Gebiet einer Subszene (entstanden bei der Tiefenschätzung durch das CNN) begrenzt und könnte mit einer schlechteren Tiefenbestimmung in dieser Subszene im Zusammenhang stehen.

Mit Hilfe des 2,5D-LST-Algorithmus (Westfeld et al. 2013) kann sowohl der Betrag als auch die Richtung der Bewegung ermittelt werden. Dabei wird versucht, ein Pixel und dessen Nachbarschaft (Patch) in einem zweiten Bild wiederzufinden. Dafür wird das Patch mit einer Sechs-Parameter-Affintransformation angepasst, um die Veränderungen der Nachbarschaft berücksichtigen zu können. Die Besonderheit ist, dass neben einem Grauwertband (arithmetisches Mittel aus Blau, Grün und Rot) auch ein Tiefenband in dem Trackingverfahren genutzt wird. Im Ergebnis werden die

Translationsparameter bestimmt, aus welchen die Geschwindigkeit berechnet werden kann. Zusätzlich liegt mit der Standardabweichung auch eine Genauigkeitsinformation vor. Allerdings ist dieser Algorithmus sehr rechen- und damit zeitaufwendig. Um diesen Aufwand zu reduzieren, wurden unter anderem Tests mit reduzierter Bildauflösung, Reduzierung der betrachteten Parameter in der Affintransformation, Reduzierung der Patchgröße und der Berechnung in nur jedem n-ten Pixel durchgeführt. Die Abb. 6 zeigt die geschätzten »Bewegungsrichtungen« und die Geschwindigkeit der Pixel. In Wirklichkeit wird allerdings die Landzunge in dieser Richtung wachsen bzw. abgetragen und sie wird sich eher nicht als Ganzes »bewegen«. Ein Wachstum der Landzunge in südöstlicher Richtung ist, wie erwartet, deutlich zu erkennen. Nichtsdestoweniger ist das Ergebnis stellenweise inhomogen und verrauscht. Auch ist problematisch, dass in den dynamischsten Gebieten (z. B. südlich der Landzungenspitze) die Auswertung scheiterte und keine Bewegung abgeleitet werden konnte. Diese nichtschätzbaren





**Abb. 6:** Änderungsanalyse mit dem 2,5D-LST-Algorithmus für die Landzunge im Südwesten von Fehmarn: Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung mit der zugehörigen Geschwindigkeit (einheitenlos) und im Hintergrund ist die Intensität des Grauwertbandes zur Orientierung abgebildet

Gebiete bleiben in den getesteten 2,5D-LST-Konfigurationen weitgehend bestehen.

### Zusammenfassung und Ausblick

Die Verfügbarkeit von kostenfreien Fernerkundungsdaten beflügelte die Entwicklung von satellitengestützten Monitoringprogrammen enorm. Der Vorteil ist dabei die globale Abdeckung, die hohe Wiederholrate und die kostengünstige Datenbeschaffung und -auswertung. So wird das Potenzial zunehmend auch in der Bathymetrie erkannt und genutzt. Neue Methoden wie CNNs optimieren die erreichbaren Tiefengenauigkeiten, wie in dieser Arbeit gezeigt werden konnte. Der Trend geht weiterhin zu höher aufgelösten Satellitenbildern und zu mehr Rechenkapazität, was die Möglichkeiten der SDB in Zukunft weiter vergrößern wird. In dieser Arbeit konnten 95 % der Tiefen mit einer Abweichung von weniger als 26 cm bestimmt werden. Um diese Ergebnisse weiter zu verbessern, bieten sich folgende Schritte für anschließende Arbeiten an:

- Verbesserung des CNN: Die Auswertung mit dem CNN kann noch deutlich optimiert werden. Insbesondere die Auswertung in größeren Subszenen, mit mehr (und künstlichen) Testbildern lassen eine Genauigkeitssteigerung erwarten.
- Ausschluss veränderlicher Gebiete für das Training: In dieser Arbeit wurden auch die veränderlichen Gebiete in die Trainingsphase mit einbezogen. Dies führt aber dazu, dass in diesem Gebiet fehlerhafte Referenzwerte für das Training genutzt werden, da die Referenziefen aufgrund ihres Alters die tatsächliche Tiefe zum Aufnahmezeitpunkt nicht korrekt wiedergeben. Aufgrund des geringen Anteils der veränderlichen

Gebiete an den gesamten Trainingsdaten (< 5 %) ist dies bisher nicht vordergründig gewesen.

- Beachtung des Untergrunds: Eine effiziente Berücksichtigung des Untergrunds kann über zwei Wege erfolgen. Die aufwendigere, aber mutmaßlich bezüglich der Genauigkeit bessere Lösung wäre eine vorgeschaltete Schätzung der Untergrundtypen. Dem Autor ist kein Datensatz bekannt, der die Anforderungen an die SDB für die gesamte Ostsee erfüllt und es kann somit auf keine bereits existierenden Daten zurückgegriffen werden. Die vorgeschaltete Klassifizierung kann beispielsweise über den in Knauer et al. (2019) beschriebenen Weg erfolgen, welcher auch Sentinel-2-Daten für die Klassifizierung nutzt.
- Berücksichtigung der Trübung: Die Trübungskorrektur wird derzeit mit dem C2RCC-Prozessor durchgeführt. Dieser ist jedoch rechenintensiv und führt zu teils verrauschten Ergebnissen. Es bietet sich daher an, einen alternativen Algorithmus zu suchen bzw. zu entwickeln, um die Trübungsparameter zu bestimmen.
- Weitere Automatisierung: Im Zuge einer Weiterentwicklung wäre eine Automatisierung vorangehender Schritte wie der Download und die Auswahl der Satellitenszenen sinnvoll.

Insbesondere die Änderungsanalyse mit SDB-Daten steht noch am Anfang der Entwicklung. Mit dieser Arbeit konnten vielversprechende Ergebnisse und erste Schritte einer automatischen Änderungsdetektion erreicht werden. Für eine durchgreifende und robuste Auswertung gilt es allerdings noch einige Herausforderungen zu bewältigen, was zukünftigen Arbeiten vorbehalten ist. //

## Literatur

- Chiang, John. Y.; Ying-Ching Chen; Yung-Fu Chen (2011): Underwater image enhancement: using wavelength compensation and image dehazing (WCID). In: Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems, DOI: 10.1007/978-3-642-23687-7\_34
- Handl, Andreas (2010): Hauptkomponentenanalyse. In: Multivariate Analysemethoden. Springer, Berlin, Heidelberg, DOI: 10.1007/978-3-642-14987-0\_5
- Knauer, Kim; Knut Hartmann; Andreas Müller (2019): Bericht zur satellitengestützten Klassifizierung der Sedimente und Besiedlung im Flachwasser der schleswig-holsteinischen Ostsee. Auftragsstudie vom Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, Vergabenummer ZB-Uo-18-0773000-4122.1
- Kyryliuk, Dmytro; Susanne Kratzer (2019): Evaluation of Sentinel-3A OLCI products derived using the Case-2 Regional CoastColour processor over the Baltic Sea. Sensors, DOI: 10.3390/s19163609
- LeCun, Yann; Léon Bottou; Yoshua Bengio; Patrick Haffner (1998): Gradient-based learning applied to document recognition. Proceedings of the IEEE, DOI: 10.1109/5.726791
- Leimer, Volkmar (2020): Satellite-derived Bathymetry – Potential für Anwendungen in der Seevermessung. Machbarkeitsstudie Satellitengestützte Bathymetrie, BSH
- Niemeier, Wolfgang (2008): Ausgleichsrechnung, 2. Auflage. De Gruyter, Berlin, DOI: 10.1515/9783110206784
- Stumpf, Richard P.; Kristine Holderied; Mark Sinclair (2003): Determination of water depth with high-resolution satellite imagery over variable bottom types. Limnology and Oceanography, DOI: 10.4319/lo.2003.48.1\_part\_2.0547
- Westfeld, Patrick; Hans-Gerd Maas; Oliver Bringmann et al. (2013): Automatic techniques for 3D reconstruction of critical workplace body postures from range imaging data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, DOI: 10.1016/j.isprsjprs.2013.08.004



# 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**

# Making crewless offshore surveys a reality

An article by MARTIN GALAVAZI

How about transforming the maritime business from crewed to remote and uncrewed operations? This would result in safer offshore operations by moving all crew to a safer onshore environment. It would also result in an improved work-life balance. It's only a matter of time until these new ways of working unlock their full potential. A project in the Port of Rotterdam has proven that uncrewed surveys and inspections are possible and can effectively reduce the carbon footprint of survey and inspection operations, allow faster decision-making through real-time insights and ensure safer operations.

USV | eROV | geodata management | ROC | USV fleet  
USV | eROV | Geodatenmanagement | ROC | USV-Flotte

Wie wäre es, das maritime Geschäft von bemannten auf ferngesteuerte und unbemannte Operationen umzustellen? Dies würde zu einem sichereren Offshore-Betrieb führen, indem die gesamte Besatzung in eine sicherere Umgebung an Land verlegt wird. Außerdem würde es eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben mit sich bringen. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis diese neuen Arbeitsmethoden ihr volles Potenzial entfalten. Ein Projekt im Hafen von Rotterdam hat gezeigt, dass unbemannte Vermessungen und Inspektionen möglich sind und den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Vermessungs- und Inspektionsarbeiten wirksam verringern, durch Echtzeit-Informationen schnellere Entscheidungen ermöglichen und einen sichereren Betrieb gewährleisten können.

## Author

Martin Galavazi is Director of Digital Geodata (Marine Site Characterisation) at Fugro in Leiden, The Netherlands.

[m.galavazi@fugro.com](mailto:m.galavazi@fugro.com)

## Introduction

Today's businesses are increasingly focused on making a positive impact on society and saving our planet. Leadership teams are tasked to transform their businesses to become more sustainable and socially engaged whilst at the same time leading digital change. In the offshore survey and maritime industry these trends predominantly translate to three goals:

- carbon footprint reduction;
- faster decision-making through real-time insights;
- safer operations.

Technical and digital innovations involving remote operations, autonomy and near real-time geodata acquisition are considered crucial to achieving these ambitions and will play a vital role in supporting this transition. However, digital and technological innovations are just enablers for this transition. For a transition to become a reality these enablers must be operationally leveraged at scale across the industry together with their associated new ways of working. Driving change at the forefront of the maritime industry comes with its specific challenges, mostly related to change management, which can dictate the pace of implementation.

This article shares insights on the key challenges

that were encountered in the build-up to the first European commercial uncrewed surface vessel (USV) combined survey and inspection project with Fugro's *Blue Essence* USV and its in-built electric remotely operated vehicle (eROV) in the Port of Rotterdam during the fourth quarter of 2021 ([Fig. 1](#)).

## Conventional site characterisation surveys and offshore asset inspections

Geophysical and geotechnical site characterisation surveys as well as inspection surveys for offshore assets are a complex undertaking. Rough seas and remote areas require projects to be executed with large vessels and substantial project crews that can stay offshore for a substantial period of time, typically ranging from weeks to months. Limited internet connectivity during the execution of the surveys forces most activities to be physically executed on the vessel. This includes operational activities (such as deployment, recovery and maintenance of subsea robots and sensors, and generic marine operations) as well as data-related activities (data processing, quality control, preliminary field assessments and interpretations). After a prolonged period at sea, the vessel returns to port where the acquired data is offloaded for processing, analysis and final reporting in an office or cloud environment, which can take several weeks to complete.

## Business transformation and technology development approach

### The client as key enabler for business transformation

As with any business transformation, it all starts with a future vision and a strategy. Since footprint reduction, safety and faster decision-making are not just a Fugro concern, the first step was to collaborate with key clients and agree metrics to track progress on our mutual ambitions. In return, Fugro would receive research and development funding or project work to trial new technologies, leading to accelerated and focused developments.

These client conversations led to an agreed vision of transforming the maritime business from crewed to remote and uncrewed operations. This would result in safer offshore operations by moving all crew to a safer onshore environment and as an additional benefit, result in an improved work-life balance.

Due to crewless operations, the vessel size could significantly be reduced, leading to a reduction in carbon emissions. Lastly, uncrewed working would force workflows to be digitised, to allow the crew to execute their tasks from an onshore location. Through these digitised ways of working, clients will benefit from near real-time data delivery, resulting in faster decision-making.

### Uncrewed maritime technology development

The first step was to define and validate a technology roadmap pinpointing the key bottlenecks to allow for uncrewed offshore operations. Connectivity was identified as one of the main challenges, thus discussions were started with satellite communications providers to collaborate on a new ship-to-shore connectivity setup. With client assets sometimes located in the most remote areas on the planet, it was crucial to devise a robust solution.

Another challenge was monitoring and maintenance of the vessel, the eROV and the sensors for data acquisition. Normally, crew are able to recognise vessel or equipment faults, or respond to breakdowns, but with an uncrewed solution the technology needs to be monitored in real-time from a remote operations centre. This resulted in a complete redesign of the vessel system, including an internet of things environment, leading to new systems for troubleshooting, propulsion and launch and recovery solutions. To do this, partnerships were established with technology companies with a known track record in building USV solutions that allowed integration of Fugro's survey and inspection technologies.



Fig. 1: *Blue Essence* sailing out of the Port of Rotterdam for its first commercial project

### Uncrewed geodata technology development

In addition to maritime challenges, obtaining geodata through uncrewed operations has limitations. The geodata that *Blue Essence* acquires comprises of multibeam bathymetry, and with the eROV, burial depth, potential free spans and cathodic protection can be assessed. Preparations are continuing for the uncrewed acquisition of side-scan sonar and sub-bottom profiler data. During acquisition, it is essential that the quality aspects such as data resolution, noise levels, navigation and data coverage are monitored and validated in near real-time to assure they are fit for purpose and meet the contractual specifications and industry standards.

Up to 80 % of the *Blue Essence* bandwidth is dedicated to the remote operation of the vessel and eROV leaving insufficient bandwidth to upload the large volumes of geodata. Automated (pre-)processing steps, data compression, quality control algorithms and remote support services need to be deployed on the vessel to allow remote quality assurance and keep data transfer rates within the given limitations. This can only be done and managed in a compute and storage environment close to the sensor. This environment needs to be robust, remotely serviceable and allow high-performance computing similar to a connected cloud environment, i.e. an »edge computing environment«. In addition to managing and monitoring the edge environment itself, dashboards proved necessary to manage the geodata logistics to and from the vessel.

Geodata management was another technical challenge as there was no longer a single place in which all data is stored but rather a hybrid and highly dynamic system of multiple storage locations spanning edge, on-premises servers and on-line cloud environments. In traditional operations

this data management is performed by people, but for uncrewed operations a fully automated data-lineage solution had to be developed to allow insights to be generated at any time.

The technologies described above, besides supporting remote geodata quality assurance, are also in support of another key industry driver: faster decision-making. Using near-real time data portals, quality assured field data makes it to the client's desktops significantly faster than in traditional survey operations and allows the asset developers and asset integrity managers to make faster decisions.

### Shaping legislative framework

Traditionally, due to legal constraints, maritime authorities do not allow the sailing of a 12 m vessel without a crew and captain being physically present. Most of these authorities have uncrewed and autonomous shipping on their roadmaps and need tangible examples to help make the conversations and regulations around this topic more concrete. Working groups were established to develop training and competency standards to ensure that the regulations keep up with this remotely operated technology.

Facilitating the regulatory response is challenging, but promising achievements have been made like the first Unmanned Marine Systems (UMS) certification from Lloyd's Register for the *Blue Essence* USV. On the competency side more work is needed to develop new standards and a training framework through which employees can be upskilled in the operation of remote and autonomous vessels. This has to be a well thought through process to make sure the regulations we develop are right and ensure the safety of crew and the marine environment.



**Fig. 2:** The eROV which is docked on the USV and controlled through the remote operations centre can be automatically deployed and retrieved from the water

Another example of legislative limitations is the requirement in some areas of the world to physically have multiple marine mammal observers on-board to look out for protected species and halt operations if these species appear close to the vessel. Technology is being developed to perform this work remotely, but the pace at which we're able to change the regulations to allow its use is slower.

### Implementing change

When developing new and innovative ways of working, having a clear vision from the start is vital to receive buy-in from internal staff and client organisations, but difficulties still can arise.

Internally, short-term over long-term thinking may result in a business that requires commitment to deliver on already agreed contracts. Often the largest part of an organisation is set up to deliver on the short-term goals, which makes it hard to free up time and people to contribute to longer term initiatives. To implement a new way of working, time and effort is required from various departments and teams. This is sometimes conflicting with the projects they need to facilitate in the short-term.

In a client organisation it is crucial to have buy-in from across the organisation. All stakeholders will be needed to drive the change in their organisation and can help to guarantee that appropriate resources are available to implement change. For a completely new service offering a client will have to adapt to new work processes during the project, as well as understanding new procedures and accepting new contracts and procurement criteria. In that respect the innovator, or new service provider, will often be asked to take the required technical and operational risks, to guarantee certainty in budget spend.

Another change management challenge is that all stakeholders need to be aware that the transformation will be an iterative process. Many of the technical solution components are interrelated, as are their effects on the operational model. For example, design changes may influence how the operator controls the USV thus impact the operator training programme, or a specific procedure or functional requirement from a client can demand a redesign of certain technical components.

The key to successful internal change is to have the right leadership with clear and open communication between all layers of the (client) organisation.

### Outcome of the journey so far – first commercial project in the North Sea

Having previously introduced a *Blue Essence* USV in Australia, it was known that early client engagement would be key to a successful launch in Europe. Therefore, Fugro chose to collaborate with

a client known for embracing new technologies and stimulating efficient and sustainable ways of working.

After the first introductions it became clear that the client wanted to work closely together with all stakeholders. As an »early adopter« it would give them the opportunity to shape procedures and technology to their preference. Around four months before delivery of the vessel, the relevant permissions were requested from the Dutch port to allow the sailing of an uncrewed ship in its waters.

In November 2021, the *Blue Essence* USV arrived in the Netherlands for its first commercial project. The project itself would demonstrate the full suite of capabilities of the USV and the eROV (Fig. 2), whilst executing the client's required survey and inspections. To guarantee safe operations on one of Europe's busiest shipping routes, just in front of the Port of Rotterdam, the authorities required Fugro to follow the USV with a guard vessel (Fig. 3). Whilst the USV would be controlled from the remote operations centre (ROC), the guard vessel would be able to intervene if necessary.

During the project, the client representative could monitor and check USV operations in a home office environment, which became extremely relevant during the Covid-19 pandemic. Live video feeds and near real-time data were published in a web-portal which facilitated swift decision-making and collaboration with the crew in the control centres. The local crew were positioned in the port location close to Rotterdam, where the USV would arrive for maintenance or when waiting for bad weather to pass. The USV was planned to operate 24 hours a day, meaning that a crew handover took place after a 12-hour shift. For night operations the local team in Rotterdam would establish the handover of the USV and eROV controls to the Aberdeen ROC, go to their hotel to rest and arrive back in port the next morning.

## Lessons learnt

In the development, testing and implementation phases of the USV, many lessons were learnt, three of which are shared below.

The first is organisational; a separate fully dedicated team was put in place to lead and support the new USV and develop the flow of digital geodata. This team was placed outside of the group that develops and executes traditional site investigation and inspection surveys so they could rethink the acquisition and data processing from scratch without bias from the traditional ways of working.

Second was the importance of developing and testing iterations throughout the process. This took the shape of several pilots in test environments and real-life operational settings for digital



**Fig. 3:** Guard vessel accompanies the *Blue Essence* to comply with local regulations in the absence of dedicated legislation for uncrewed vessel operations

and remote components of the new intended USV operations and geodata flows. As much as we would like to claim that we pre-empted everything, the pilots proved essential in highlighting issues with the intended operations before implementing the first commercial project.

Finally, the third lesson was having an »early adopter« client that secured buy-in from their organisation. This resulted in a collaborative mindset from the beginning, and allowed them to shape the solution to suit their needs and helped to test and validate that the technology would solve their project challenges.

## Looking at the future

### Scaling: more transformations are needed to leverage digital and remote technologies

When looking at the future, the implementation and leveraging of remote and digital technologies at scale and throughout the industry still requires significant transformations on three main fronts:

#### 1. Legislation

Legislative limitations for uncrewed survey operations spans marine, customs and labour laws. Examples include

- absence of local and international laws for uncrewed operations;
- customs clearing of a vessel without a physical captain;
- labour laws prohibiting 12-hour workdays for »shore-based offshore staff« which is common to offshore work.

#### 2. Ways of working

Ways of working need to change, both within a survey company itself as well as in the interaction with their clients and stakeholders. How will the client representative or a marine mammal observer monitor the fieldwork? Will they operate from



**Fig. 4:** Operational control of the USV is done from dedicated or mobile remote operations centres as well as quality monitoring of the acquired data

home or be in the remote operations centre running the vessel (Fig. 4)?

Do new work processes need to be implemented as we transition from manual geodata management and automated workflows?

### 3. Skills and competencies

Digital workflows and remote operations draw on an entirely new skill set that is often not sufficiently available in the people involved in the traditional surveys. This applies to personnel executing the survey operations and the support staff, such as IT, edge and cloud services as well as external suppliers. Transforming training, certifications and competence management is required.

### Anticipating future scenarios

With the first USVs operational in the industry, it's interesting to look at what the future might hold. As all stakeholders become increasingly convinced about the benefits these remote and digital solutions bring, it's only a matter of time until these new ways of working unlock their full potential.

To start with, the endurance and operability of USVs to stay out on open waters is less than a conventional crewed vessel. As this impacts the operational range and the ability to meet client demands, it is likely that USVs will increase in size (increasing endurance and operability) and quantity (ability to serve demand). These USVs will be positioned across strategic locations in a region, being able to swiftly respond to survey and inspection demands from a client. To allow for fully remote operations, and limited on-site support crew, there will be a requirement to dock and recharge/refuel USVs autonomously.

First attempts towards autonomous docking have been undertaken, referring to the RoboDock development, funded by Netherlands Enterprise Agency from the Dutch Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (RVO – Rijksdienst voor Ondernemend Nederland).

Since data streams from the USV and eROV are digitised and data delivery to clients can be done via cloud-based portals, the step towards advanced data analytics is relatively small. Algorithms can identify trends through year-on-year comparison allowing for surveys to be proposed on a risk-based methodology. This offers significant efficiency improvements compared to traditional methods where certain areas are surveyed or inspected on a routine basis. As the USV fleet grows (Fig. 5), the



**Fig. 5:** A fleet of USVs in the future will enable new operational and business models to be used to offer on-demand and risk-based surveys

combination of risk-based methodologies and strategic USV locations will potentially move the geodata delivery from a project basis to an on-demand and subscription type service model.

### Conclusion

The successful commercial uncrewed survey project in the Port of Rotterdam has proven that uncrewed surveys and inspections are possible and can effectively:

- reduce the carbon footprint of survey and inspection operations;
- allow faster decision-making through real-time insights;
- ensure safer operations.

Industry-wide scaling of these benefits of digital and remote survey and inspection technologies will require more than just a digital and technological transformation but a broader transformation in areas such as legislation, ways of working, culture and obtaining new skills and competencies. Without these non-digital transformations, the enabling technologies will not deliver the intended benefits.

The remote and digitalisation journey that we

went through for *Blue Essence* identified many lessons learnt, the main ones being:

- dedicate a small but focused team to the development;
- iterate and improve as much as possible;
- focus on and work with an »early adopter« client.

The ability to perform uncrewed remote inspection and provide near-real time survey and inspection results to clients opens the door for many new business and operational models once these technologies can be leveraged at scale.

- Digitised workflows allow advanced analytics to provide clients with deeper insights about their site or asset, allowing them to make decisions based on risk instead of routine, therefore limiting budgets to a minimum.
- Structured and accessible data allows development of machine-learning algorithms across projects, locations and markets and can facilitate proactive advice to clients or could help to derive a deeper understanding of the ocean.
- An autonomous USV fleet may allow us to swiftly respond to risk-based decisions, resulting in on-demand surveys or inspections. //

An alle Podcast-Begeisterten

# MEERESTECHNIK FÜRS OHR

Technik, die hohen Wellen, starker Strömung, extremem Wasserdruck und intensivem Salzgehalt trotzt.

Podcasts kann man überall hören:  
Im Auto, im Garten, beim Sport ...



## KOMM MIT MIR ANS MEER!



Diplom-Journalistin Bärbel Fening arbeitet seit vielen Jahren freiberuflich für das NDR Fernsehen, ist auf maritime Themen spezialisiert und produziert verschiedene maritime Podcasts.

[www.baerbel-fening.de](http://www.baerbel-fening.de)



bei Apple Podcasts



bei Spotify

# New autonomous systems needed to meet future demand for marine data

An article by SÖREN THEMANN

Offshore wind presents an amazing growth opportunity for marine surveying but state-of-the-art, AI-powered uncrewed surface vessels (USV) will be needed to meet demand and help to reduce operational costs and the resulting price per kWh of wind energy.

USV | integrated Hydroacoustic Survey System | mother ship concept | swarm surveying  
USV | IHSS | Mutterschiffkonzept | Schwarmvermessung

Offshore-Windkraftanlagen stellen eine erstaunliche Wachstumschance für die Meeresvermessung dar, aber es werden hochmoderne, KI-gesteuerte unbemannte Überwasserfahrzeuge (USV) benötigt, um die Nachfrage zu befriedigen und die Betriebskosten und den daraus resultierenden Preis pro Kilowattstunde Windenergie zu senken.

## Author

Sören Themann is CEO at Subsea Europe Services GmbH in Halstenbek.

[s.themann@subsea-europe.com](mailto:s.themann@subsea-europe.com)

The use of autonomous vehicles below and on the surface continues to grow as marine surveyors and scientists embrace the efficiency and flexibility that unmanned operations can deliver. Marine robots are nothing new; autonomous underwater vehicles (AUV) have completed millions of survey line miles since the early nineties, helping to map and monitor the oceans all over the world.

Uncrewed surface vessels (USV) have not enjoyed the same levels of adoption by marine data acquisition firms or researchers for various reasons, not least the lack of commercial collision avoidance and navigation technology designed to deal with the more hazardous and unpredictable surface environment.

The situation has changed over the last decade or so as innovators from inside and outside the maritime industry have championed digitalisation for safer and more efficient operations at sea. This in turn unlocked the door for more autonomy on surface ships and boats, which has catalysed the development of a swathe of new USVs.

## New generation USVs

Such a huge influx of investment would not happen if USVs were simply innovations for the sake of innovation. The rationale for removing the human from the survey platform is, however, somewhat multi-layered. Peel away the first layer and we see USVs as a way to reduce the costs of acquiring marine data. But further layers reveal the potential of uncrewed vehicles to transform the entire hydrographic survey workflow.

To get to that point, it's important to define the current approach to USV operations, where the focus is almost solely on taking crew out of the equation. Today's most advanced USVs generally reflect traditional vessel design paradigms in that they are still very much like manned vessels in shape and application potential.

Relatively speaking, many are large, slow moving and not designed for high manoeuvrability. The latter is an important factor because new AI-based data processing solutions will be able to provide a constant real-time stream of accurate data, allowing on-the-fly adjustments to original mission plan.

This leads us to looking elsewhere to find a suitable platform to really unlock the power of autonomous marine survey and the new AI and hydroacoustic technologies that enable it. The initial criteria are quite clear; the platform must be easy to deploy (small), be able to accommodate flexible survey and scientific equipment payloads and be nimble on the water.

To enable new sustainable business models and to introduce a positive transformative aspect to the very foundations of marine survey we have to add speed. When you have speed, you can save time. And when you can save time, you can save money.

And the potential isn't just transit time. When combining the attributes of a next generation USV with the power of promised new multibeam and sensor systems that will allow surveying at speed in the region of 15 to 20 knots, we might just have a game changer in the making.

## The next steps

Which is something that subsea survey technology specialist Subsea Europe Services might just have on its hands. A relatively young company established early in 2020 and based just North of Hamburg, Subsea Europe Services continues to supply its clients with systems and services on a rental and sales basis, while at the same time making steps to develop simpler and more automated survey workflows for its clients.

Step one, the creation of a standardised and flexible integrated Hydroacoustic Survey System (iHSS) including everything needed to acquire data to the S-44 Exclusive Order standards is complete and proving very popular in the market, especially for ad-hoc surveys with short notice and demand for high performance.

The iHSS is a ready to mobilise system including the highest performance multibeam echo sounders, sound velocity instruments, workstations, software and inertial navigation systems. Uniquely, it features an all-in-one mount design with multibeam, inertial motion unit and GNSS antennas in a single reference frame, which simplifies installation and reduces potential errors from inconsistent or wrong offsets, ultimately enabling even better quality raw and post-processing data.

Step two, the application of the iHSS with a commercial grade USV will be completed by the start of the summer. And this is when things get really interesting. The MANTAS T12 USV has been selected as the platform for Subsea Europe Services' turnkey marine survey solution development due to its speed and agility in getting to the survey site and performing the work, as well as its highly flexible payload potential.

## Enter the MANTAS

The MANTAS T12 platform (Fig. 1 and Fig. 2) is manufactured by MARTAC Systems Inc., a Florida, USA-based manufacturer of high-tech unmanned vessels with government and commercial customers globally. While tests of the MANTAS T12 as a marine survey platform have proven successful, Subsea Europe Services' solution will be the first such vehicle available as part of a rental portfolio for use in Europe and further afield if needed.

A relatively small craft at 12 ft long, the T12 is designed to provide high utility with low operational costs. Importantly, considering the somewhat lagging regulatory framework for the operation of unmanned craft offshore, the MANTAS T12 can be operated in fully autonomous, semi-autonomous or remote operator control modes.

A single MANTAS T12 is less costly than a manned vessel collecting the same data, and a multiple USV »swarm« approach to marine survey magnifies the operational advantages and the cost savings.

To overcome the current uncertainties with regards to operating an unmanned vehicle close to offshore assets, Subsea Europe Services will deploy the first USVs in conjunction with a manned »mother ship«, overseeing the autonomous operations of the USVs, while conducting survey tasks at the same time. The so-called »mother ship concept« for marine survey is expected to ultimately operate as a completely autonomous and unmanned service.

MARTAC has already successfully demonstrated hydrographic USV »swarms« in multiple exercises, showing a future where synchronised unmanned platforms can survey an area of the seafloor many times faster than a single manned platform. And



Fig. 1: The MANTAS T12 platform

Photo: Sven Bachmann, Subsea Europe Services GmbH

in the context of renewable energy, smaller USVs can operate in an offshore wind farm much faster and without the associated safety risks of normal survey vessels.

A swarm of high-speed USVs can be dispatched from shore to perform a survey job quickly – even as wind farms move further from shore – and deliver data within hours rather than days. Multipurpose USVs could also present the very attractive prospect of wind farms having a permanently resident swarm ready to go into action wherever needed – for marine surveying and other engineering, monitoring, or security applications. The advantage here is the ability to significantly reduce the cost of hiring survey vessels and vessels of opportunity to do the survey or act as a mother ship.

### Autonomy meets demand

But with much of the on-water action to be carried out by autonomous solutions, where does this leave marine surveyors? Will we still have jobs when the MANTAS and other platforms like it become commonplace? The simple answer is yes, the industry still needs your expertise and always will. USVs are just another tool for the job, albeit one that may potentially lead to a change in the marine surveyor's job description.

If we take swarm surveying as an example, multiple USVs operating on a single survey mission will still need to be overseen. Expert eyes will still need to review the data stream as it is transferred

back to the mother ship or as mentioned earlier, an operations room ashore. The point is that a single marine surveyor will be able to produce so much more clean data in a single day than it was possible if simply sitting on the survey boat with just one multibeam pinging away.

It could be perceived that this will ultimately mean fewer marine surveyors are required by a company as a single professional can deliver more, but this is a highly pessimistic view simply for the fact that the objective of any company is growth. Rather than cutting staff, this should mean that marine survey firms can instead increase capacity, service more customers and always focus on expanding.

The customers will certainly be there. Just looking at offshore wind, there is a huge number of new installations coming in the North and Baltic Seas alone. Each and every one will need marine data acquisition services from the initial check out survey right through to decommissioning. That's 30 years of work per wind farm.

The question isn't, »will we lose our jobs?«, but »how can we leverage new technologies like the new MANTAS T12 solution to meet higher demand in the market?«. Getting this right will likely mean that the industry needs more experts than ever. While more of them might be working on land, one thing that improving efficiency through autonomy will ensure is a healthy outlook for the marine survey industry for decades to come. //

Photo: Sven Bachmann, Subsea Europe Services GmbH



**Fig. 2:** The MANTAS T12 platform

# Ocean Engineering



OceanPack™  
Underway



RACE



pCO<sub>2</sub> optical Analyzer

## pCO<sub>2</sub> Underway

Modular, easy to use and reliable monitoring systems

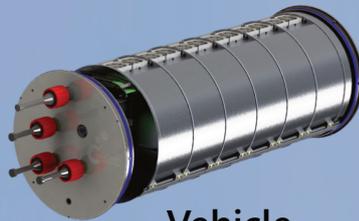


## Li-Ion Batteries

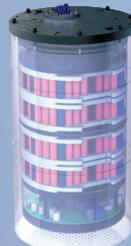
Highly reliable, efficient and safe underwater power solutions



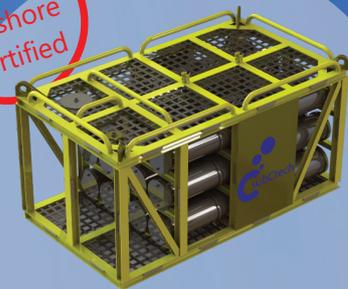
Standard



Vehicle



Subsea



Energy Storage System



# »Wir arbeiten an einem digitalen Ökosystem für die Ozeane«

Ein Wissenschaftsgespräch mit JANN WENDT

Mit vier Gaia-X-Use-Cases erkundet Marispace-X den unzugänglichsten aller Datenräume: unsere Ozeane. Im Interview schildert Jann Wendt, der Unternehmer und Initiator von Marispace-X, warum das Meer Daten nur unter hohen Kosten preisgibt und warum es sich trotzdem lohnt, sie zu heben, und vor allem: sie miteinander zu teilen.

Marispace-X | Gaia-X | Big-Data-Hub | Cloud-Ökosystem | Internet-of-Underwater-Things | Altmunition  
Marispace-X | Gaia-X | Big Data hub | cloud ecosystem | Internet of Underwater Things | waste ammunition

With four Gaia-X use cases, Marispace-X explores the most inaccessible of all data spaces: our oceans. In this interview, Jann Wendt, the entrepreneur and initiator of Marispace-X, describes why the ocean only reveals data at great cost and why it is nevertheless worthwhile to lift it, and above all: to share it with each other.

## Interviewer

Das Interview mit Jann Wendt führten Andreas Weiss und Thomas Sprenger für GXFS.EU sowie Lars Schiller für die HN.

## Warum muss die Digitalisierung der Meere vorangetrieben werden?

In der maritimen Domäne steckt ein enormes Potenzial: für datenbasierte Geschäftsmodelle, neue Sensortechnologien für die Meeresforschung, effizientere Energiegewinnung auf hoher See oder Ansätze, um die Ozeane als CO<sub>2</sub>-Speicher zu nutzen. Für solche Vorhaben spielen Daten eine Schlüsselrolle. Und der Druck aufseiten der Daten nimmt zu: autonome Messsysteme, eine Vielzahl an maritimen Infrastrukturprojekten und neuerdings auch kostengünstigere Satellitenverbindungen führen zu zahlreichen datengetriebenen Herausforderungen. Hinzu kommt, dass in der maritimen Domäne Cloud-Technologien und Big-Data-Ansätze bisher eher eine Randerscheinung sind. Aktuell ist es dadurch noch recht komplex und aufwendig, aus den großen Mengen an maritimen Daten zielgerichtet und schnellstmöglich Informationen zu gewinnen, diese effizient zu managen und zu teilen.

## Was macht den Umgang mit maritimen Daten so kompliziert?

Aufgrund der rauen Umweltbedingungen auf See und unter Wasser sind die technischen Abläufe sehr komplex. Das macht die Datengewinnung auf See kostspielig und aufwendig. Viele Akteure horten darum ihre Datenbestände in abgeschirmten Silos. Fachübergreifender Austausch ist die Ausnahme. Für Anwender aus diesem Umfeld entwickelt unsere Firma north.io gemeinsam mit der TrueOcean GmbH webbasierte und skalierbare Cloud-Anwendungen für Big-Data-Analysen. Aber die maritime Domäne braucht noch mehr als kollaborative Plattformen und IT-Lösungen: Auf See sind viele verschiedene Akteure aktiv und viele An-

rainer betroffen. Was fehlt, ist ein digitales Ökosystem, das den souveränen und sicheren Umgang mit Daten regelt.

## Was ist Ihr Ziel?

Unser Ziel ist ein industriegetriebener intelligenter Big-Data-Hub für die Meere und ihre Anrainer. Wir wollen maritime Daten für Dritte nutzbar machen, sie schon vor Ort, also unter Wasser und auf See an der sogenannten Edge, analysieren und sicher mit Daten aus anderen Quellen verknüpfen. Dazu erarbeiten und definieren wir die besonderen digitalen Anforderungen der maritimen Domäne und bringen sie in die Ausgestaltung eines europäischen Cloud-Ökosystems ein. Auf dieser Basis implementieren wir dann die Federation Services von Gaia-X für einen sicheren, transparenten und souveränen Datenaustausch.

## Mit welchen Themen befassen sich Ihre Projekte bei Marispace-X?

Es gibt vier Pilotprojekte, die unsere Partner vorantreiben und bei denen sie ihre jeweiligen Stärken einbringen. Wir befassen uns mit dem Datenaustausch in Infrastrukturprojekten wie Offshore-Windparks, der datenbasierten und KI-gestützten Suche nach Altmunition in Nord- und Ostsee, dem optimierten Anbau von Seegraswiesen als natürlichem CO<sub>2</sub>-Speicher bis hin zum Internet-of-Underwater-Things (IoUT).

## Wer steht hinter dem Marispace-X-Konsortium?

Zu Marispace-X gehören aktuell neun Konsortialpartner aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung: der Cloud-Provider Ionos SE, die beiden Universitäten Kiel und Rostock, das Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD, das Geomar Helmholtz Zentrum für Ozeanforschung in Kiel, der Open-Source-Distributor Stackable,

das Kieler Beratungsbüro für Meeres- und Unterwassertechnik MacArtney Germany sowie die von mir gegründeten Unternehmen north.io und True-Ocean. Dazu kommen noch zahlreiche Partner aus Industrie und Wissenschaft wie zum Beispiel Ørsted, Siemens Gamesa, thyssenkrupp und die Hamburg Port Authority. Geleitet wird das Projekt von Ionos und koordiniert von north.io. Und unser Projekt ist weiterhin offen für alle Teilnehmer, die einen Beitrag zu Marispace-X leisten möchten.

#### Wie wurden Sie Teil von Gaia-X?

Der Hinweis kam von unserem Provider: Datenintensive Applikationen wie unsere Big-Data-Lösungen brauchen eine leistungsfähige Cloud-Infrastruktur, die wir bei Ionos gefunden haben. Bei Überlegungen, wie wir die digitale Kooperation zwischen maritimen Anrainern verbessern können, machte uns Ionos auf Gaia-X aufmerksam und auf die laufenden Förderaufrufe. Da sahen wir die Chance, und dann kam eines zum anderen.

#### Wie ging es dann weiter?

Erstmal mussten wir leider feststellen, dass Ozeane gar nicht im Fokus von Gaia-X stehen. Mangels Alternativen sortierten wir uns dann in der Schnittstelle Geoinformation ein. Ich habe dann mein Netzwerk aktiviert, Partner angesprochen und ein Konsortium geschmiedet. Die Arbeit hat sich gelohnt: Zum Jahreswechsel konnten wir das Gaia-X-Projekt Marispace-X an den Start bringen. Das Bundeswirtschaftsministerium fördert unsere Arbeit mit 9,7 Millionen Euro für eine Laufzeit von drei Jahren.

#### Sie sprachen vom Internet für Unterwasserobjekte. Welches Projekt treiben Sie hierzu voran?

Es geht um Sensoren im Meer. Daran forscht das Fraunhofer IGD als Teil des Ocean Technology Campus in Rostock, den das Bundesforschungsministerium mit 60 Millionen Euro fördert. Das Fraunhofer IGD baut dazu gerade ein eigenes Unterwasser-Testzentrum in der Ostsee auf. Dort erproben sie neue Methoden zur Datenübertragung unter Wasser. Digitale Kommunikation ist unter Wasser extrem eingeschränkt und technisch anspruchsvoll, weil sich unter diesen Bedingungen nur wenige Zeichen pro Sekunde übertragen lassen.

#### Wie lässt sich denn überhaupt mit großen maritimen Daten umgehen?

Ein Ansatz ist Dateneffizienz: Auf See ist es sinnvoller, Rohdaten aus Sensoren via Edge Computing gleich an Ort und Stelle zu verarbeiten. Übertragen und ausgetauscht werden später nur noch zusammengefasste Ergebnisse.

#### Welche Fragen löst Gaia-X bei solchen Anwendungen?

Für maritime Szenarien fehlen Standards, mit denen sich Daten sicher, transparent und souverän verarbeiten und mit Partnern austauschen lassen. Genau diese technisch-organisatorischen Rahmen schafft Gaia-X. Ebenso suchen wir Lösungen, um

Jann Wendt, 35



digitale Identitäten vertrauensvoll zu managen. Das ist besonders schwierig, wenn Sensoren unter dem Meeresspiegel keinen oder nur sporadischen Netzzugang haben: Hier müssen die Betreiber sicher sein, dass nur Befugte Zugriff erhalten.

[Warum kann das nur Gaia-X im Internet-of-Underwater-Things lösen?](#)

Weil sich die maritime Domäne bislang noch nicht intensiv mit Fragen von Datensouveränität, Vertrauen und Identitäten oder etwa durchgängiger Nachverfolgbarkeit von Datenströmen beschäftigt hat. Die Lösung bisher war, alles in Silos zu packen

und mit proprietären Systemen zu verarbeiten. Mit Gaia-X wollen wir solche Dateninseln auflösen und die kooperative Nutzung von Daten insbesondere im maritimen Raum erleichtern. [Auf Big Data setzen Sie auch beim Thema Dekarbonisierung.](#)

Bei diesem Projekt nutzen wir digitale Daten für die

Erforschung von Seegrasswiesen. Diese Unterwasserpflanze ist ein idealer CO<sub>2</sub>-Speicher. Dort, wo Seegras wächst, verändern sich Lichtreflexion und Ausbreitung des Schalls unter Wasser. Diese Effekte lassen sich mittels Satelliten und hydroakustischen Sensoren messen und somit kann man das Seegras effizient flächenhaft kartieren. Über solche Messdaten ermitteln wir die Speicherkapazitäten von Kohlendioxid durch Seegras in einer Region. Außerdem suchen unsere Partner nach Möglichkeiten, um Seegras gezielt zu kultivieren. Am Ende schafft das auch wirtschaftliche Anreize für die Vermarktung von Klimazertifikaten.

[Welche anderen Pilotprojekte verfolgt Marispace-X?](#)

Im Themenbereich Offshore-Wind ist die Datensouveränität, der effiziente Austausch und damit die kollaborative Arbeit an Daten eine Achillesferse. Die Investitionen in Infrastruktur liegen im Milliardenbereich und trotzdem werden teilweise noch sehr manuelle Prozesse beim Datenaustausch eingesetzt. Außerdem herrscht ein stark ausgeprägtes Silo-Denken in Bezug auf die Daten. Das kostet vor allem Zeit bei der Bewertung der Daten durch die verschiedenen Projektpartner.

Das liegt nicht nur an fehlenden Netzen, sondern auch an den Kosten. Solche Daten einzusammeln, ist wahnsinnig teuer. Ein Spezialschiff, das die Daten auf See aufnimmt, kann Kosten von mehreren hunderttausend Euro pro Tag erzeugen. Hinzu kommen die Herausforderungen einer rauen Umgebung, in der Schlechtwetter erhebliche Verzögerungen auslösen kann. Das macht diese Daten besonders wertvoll. Und weil sie so kostspielig sind, legen ihre Besitzer sie gern gut verschlossen im Datentresor ab.

»Es ist sinnvoller, Rohdaten aus Sensoren direkt auf See zu verarbeiten. Übertragen werden später nur noch zusammengefasste Ergebnisse«

Jann Wendt

[Wie kommen Gaia-X und die Federation Services ins Spiel?](#)

Für den Austausch solcher Daten braucht es nicht nur digitale Plattformen in der Cloud. Ebenso wichtig ist das Vertrauen zwischen den Akteuren. Die derzeit in der Entwicklung befindlichen Federation Services für Gaia-X liefern uns die Technologie, um Daten in der maritimen Domäne souverän und sicher auszutauschen. Mit den Daten ihrer Zulieferer erschaffen etwa Windradbetreiber einen digitalen Zwilling ihrer Anlagen, die draußen auf See stehen. Am Modell können sie ihre Windräder ganzheitlich und in Echtzeit überwachen. Aber das ist nur der Anfang. Der Datenaustausch über Gaia-X bietet in Zukunft noch ganz neue Möglichkeiten.

[Welche neuen Geschäftsmodelle entstehen durch die Verknüpfung von Daten im maritimen Raum?](#)

Offshore-Windparks sind ein interessantes Beispiel, weil dort Daten über und unter der Wasseroberfläche gesammelt werden. Neben Bauteildaten sind das vor allem Umweltdaten aus dem Meer und der Atmosphäre. Bei Windparks lassen sich meteorologische und maritime Daten miteinander verbinden, indem man Temperaturen, Strömungen, Windstärken und -richtungen aufeinander bezieht. Mittlerweile erkennen die Betreiber, dass ihre Daten auch für Dritte einen Wert darstellen und dass es einen Markt dafür gibt. Ein anderes Beispiel sind Reedereien: Sie erweitern die Palette ihrer Sensoren und sammeln mehr Daten, als Kunden aktuell nachfragen. Das ermöglicht Analysen aus neuen Blickwinkeln und eröffnet zusätzliche Absatzchancen jenseits des Kerngeschäfts.

[Wie findet sich ein Preis für solche Daten?](#)

Das ist ein spannendes Thema. Ob Grundlagenforschung oder Geschäftsmodell – letztlich bestimmen Angebot und Nachfrage den Preis, das gilt auch für Daten. Klar ist, Meeresdaten sind per se teurer als andere, da es aufwendig ist, an sie heranzukommen. Aber durch Kombination unterschiedlicher Datenquellen und durch den Einsatz von Technologien wie künstlicher Intelligenz können wir heute Probleme lösen, die früher schlicht jenseits unserer Fähigkeiten lagen. Das zeigt auch unser Use Case eines maritimen Katasters für Altmunition.

[Sie meinen Ihr Projekt AmuCad.org, das Sie mit north.io vorantreiben, oder?](#)

Ja, genau. Unsere Weltmeere sind leider auch Endlager für Munition, vor allem aus den beiden Weltkriegen. Allein in der deutschen Nord- und Ostsee verrotten 1,6 Millionen Tonnen Bomben, Granaten und Patronen, sogar Giftgasmunition. Das entspricht einem voll beladenen Güterzug mit einer Länge von 2500 Kilometern. Nach Jahrzehnten im Meer rosten die Hüllen durch, vergiften das Meer und machen eine Bergung immer riskanter. Aber niemand weiß heute ganz genau, wo diese Altlasten liegen. Darum arbeiten wir bei north.io an einem Kataster, das Altmunition im Meer weltweit dokumentiert.

### Mit welchen Daten arbeiten Sie da?

Das ist ganz unterschiedlich. Hinweise finden sich zum Beispiel in historischen Dokumenten wie Tabellen oder handschriftlichen Notizbüchern. Allein im Freiburger Militärarchiv lagern fünfzig Regalkilometer an Akten. Das kann niemand alles lesen. Stattdessen haben wir KI-Software programmiert, die die Daten digitalisiert und auswertet. Diese Informationen verschneiden wir mit Messdaten von chemischen Wasserproben, zu Fischbeständen, zur Beschaffenheit des Meeresbodens und über lokale Meeresströmungen. Auf dieser Basis errechnen dann beispielsweise unsere Analyseprogramme Risiken für verschiedene Stakeholder. Das liefert die nötigen Anhaltspunkte und Informationen, um die Kampfmittel zu bergen.

### Wie zugänglich sind die Daten bei AmuCad.org?

Sie müssen wissen: Es geht nicht nur um Altlasten, sondern um waffenfähige Stoffe, also hochgradig sicherheitsrelevante Informationen. Neben der Recherche in Militärarchiven beziehen wir Daten von Streitkräften der Anrainerstaaten, öffentlichen Verwaltungen, NGOs, Forschungseinrichtungen und Unternehmen, die Kampfmittel professionell bergen und entsorgen, mit ein. Solche Daten dürfen nicht in falsche Hände gelangen oder einfach an den Meistbietenden verkauft werden. Alle Partei-

en legen extremen Wert auf Datensicherheit und Geheimnisschutz. Mit Gaia-X behalten sie die volle Kontrolle, von wem und wie ihre Daten verwendet werden. Das schafft das nötige Vertrauen zur Kooperation und die Voraussetzung, um gesetzliche Vorgaben und interne Sicherheitsvorschriften beteiligter Organisationen zu erfüllen.

### Wie übertragbar ist das auf andere Länder?

Maximal übertragbar: Allein vor Großbritanniens Küsten liegen zwei Millionen Tonnen Altmunition. Egal, ob Norwegen, Dänemark, Japan oder Australien – Probleme wie diese haben alle Küstenländer. So haben sich bereits viele internationale Player mit dem Konsortium von Marispace-X assoziiert.

### Was würden Sie gerne besser können?

Ich bin studierter Geograf und habe bisher immer nur an der Oberfläche der Hydrographie kratzen können. Ein wirklich tiefgehendes Wissen in der Domäne wäre schon sehr erstrebenswert. Ansonsten möchte ich natürlich möglichst die Industrieperspektive in die maritime Digitalisierung tragen.

### Was wissen Sie, ohne es beweisen zu können?

Dass unsere Meere und deren Digitalisierung einen ganz erheblichen Beitrag im Klima- und Umweltschutz leisten werden. Es geht darum, jetzt dafür das Fundament zu legen und neben den ökologischen auch die ökonomischen Chancen zu verstehen. //

# GMT

Gesellschaft für Maritime Technik e.V.

**Gebündelte Kompetenz für die Erforschung, den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Meere**

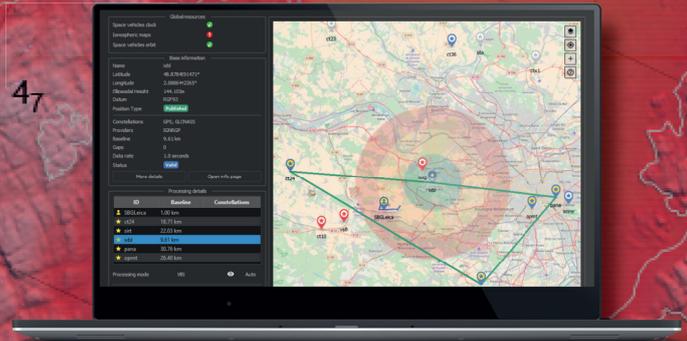
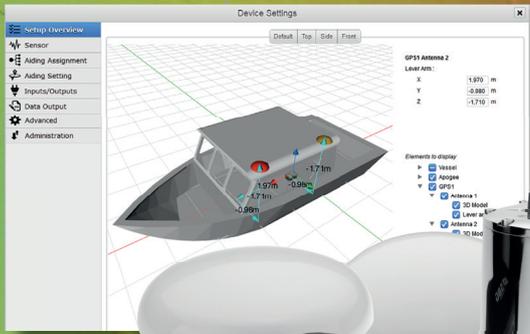
**Profitieren Sie von diesem Netzwerk!**

Gesellschaft für Maritime Technik e.V.  
Bramfelder Str. 164 · 22305 Hamburg · Telefon: 040-23 93 57 69  
E-Mail: [gmt@maritime-technik.de](mailto:gmt@maritime-technik.de) · [www.maritime-technik.de](http://www.maritime-technik.de)



# 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](mailto:hydro@macartney.com)  
Web: [www.macartney.de](http://www.macartney.de)



# Schlüsselrolle der Meerestechnik

Ein Beitrag von PETRA MAHNKE

**Ohne Meerestechnik mit ihren vielfältigen Anwendungsfeldern gäbe es keinen Schutz der Meere und keine nachhaltige Nutzung. Und ihre Bedeutung steigt noch angesichts der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (UN).**

Meerestechnik | UN-Nachhaltigkeitsziele | blaue Energie | Versorgungssicherheit  
marine technology | UN Sustainable Development Goals (SDGs) | Blue Energy | supply security

Without marine technology with its diverse fields of application, there would be no protection of the oceans and no sustainable use. And the importance of marine technology is growing even more in view of the United Nations (UN) Sustainable Development Goals (SDGs).

*»Um eine Balance zwischen Nutzung und Schutz der Meere zu erreichen, müssen Technologien entwickelt werden, die die Auswirkungen auf die marine Umwelt auf ein Minimum reduzieren.«*

Die Meerestechnik entwickelt, produziert und verwendet Technologien für die Erforschung, den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Meere (Abb. 1). Als Querschnittsbranche ist die Meerestechnik für die gesamte maritime Wirtschaft essenziell und damit von entsprechend großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Sie bietet in Deutschland Beschäftigung für über 180 000 Menschen und erwirtschaftet einen Jahresumsatz von fast 35 Mrd. Euro (Quelle: »Maritime Wirtschaft und Beschäftigung in Deutschland«, Studie im Auftrag des BMWi 2021). Die Anwendungsfelder der Meerestechnik sind vielfältig (Abb. 2). Hydrographische Verfahren, die maritime Mess- und Umwelttechnik, die Verkehrsleit- und Sicherheitstechnik, die Eis- und Polartechnik sowie vielfältige Über- und Unterwassersysteme sind weltweit im Einsatz. Mittels der effizienten und umweltschonenden Erschließung und Gewinnung der Meeresressourcen leistet sie essenzielle Beiträge zur Versorgungssicherheit mit Nahrung, Energie und Rohstoffen, gerade auch in Anbetracht der aktuellen weltpolitische Lage.

Insbesondere im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen gewinnt die Meerestechnik zunehmend an Bedeutung. Im letzten Jahr startete die UN-Dekade der Ozeanforschung für die nachhaltige Entwicklung, um neue Lösungen zum Schutz der Ozeane und für eine verantwortungsvolle Nutzung zu entwickeln. Wissenschaft und Forschung finden sich mit politischen Entscheidungsträgern, der Wirtschaft und der Zivilgesellschaft zusammen, um wissenschaftsbasierte, innovative Lösungen für einen umweltverträglichen Umgang mit den Ozeanen zu entwickeln.

Um diese Fragestellungen beantworten zu können, müssen die Erkenntnisse über die Meere verbessert werden, denn auch wenn meereskundliche Expeditionen eine lange Tradition haben, sind die Weltmeere kaum erforscht. Um diese Wissenslücken zu schließen, wird weltweit Meerestechnik eingesetzt. Die wissenschaftlichen Daten, die auch mittels hydrographischer Verfahren gewonnen werden, sind essenziell, um zu analysieren, in welchem Zustand die Ozeane sind, wie sich das Klima entwickelt und wie sich die Klimaänderungen letztendlich auswirken.

Zu diesem Themenkomplex leisten auch prominente Segler ihren Beitrag, die sich für einen respektvollen Umgang mit den Meeren einsetzen und auf die globalen Klimaveränderungen aufmerksam machen. So konnte Boris Herrmann im Rahmen der Vendée Globe auf der *Seaexplorer* mit installierter deutscher Meerestechnik unter extremen Bedingungen zuverlässig wissenschaftliche Daten erheben. Auch die *Dagmar Aaen* des Expeditionsleiters Arved Fuchs setzt im Rahmen der Expedition OCEAN CHANGE meerestechnische Messgeräte ein. Da diese Schiffe oft in Gebieten unterwegs sind, wo wenig oder gar keine Daten vorhanden sind, tragen sie als »Ships of Opportunity« dazu bei, die Datenbasis über die Meere zu verbessern. Aus der Zusammenarbeit mit der GMT – auch mit Unterstützung ihrer Mitglieder – können sich perspektivisch neue Einsatzkonzepte für meerestechnische Geräte entwickeln.

Wie sich gerade in diesen Wochen zeigt, wird die Offshore-Förderung von Öl und Gas auch in den kommenden Jahren – trotz vielfältiger Maßnahmen, die Verwendung fossiler Brennstoffe und damit den Ausstoß von CO<sub>2</sub> zu reduzieren – weiterhin zur Versorgungssicherheit benötigt. Sichere und umweltverträgliche »minimalinvasive« Fördertechnologien sind unabdingbar. Zugleich muss schnellstmöglich die Umstellung auf erneuerbare Energien realisiert werden. Das geht

## Autorin

Petra Mahnke ist Diplom-Ozeanographin und stellvertretende Vorsitzende und Geschäftsführerin der Gesellschaft für Maritime Technik e.V. (GMT) in Hamburg.

[gmt@maritime-technik.de](mailto:gmt@maritime-technik.de)

nicht ohne eine noch viel intensivere Nutzung der »blauen« Energie.

Der im Koalitionsvertrag vereinbarte Ausbau der Offshore-Windenergie und die Priorität der Offshore-Anlagen gegenüber anderen Nutzungsformen sind wichtige Schritte, um die deutschen Klimaziele zu erreichen. Beim Ausbau der Offshore-Windenergie wird die herausragende Bedeutung meeres technischer Produkte und Dienstleistungen bei Standort- und Bauvorerkundung, Installation, Service, Überwachung und Wartung sowie auch beim Rückbau von Anlagen sichtbar. In Zukunft wird es aber nicht nur um die Nutzung der Energie auf dem Meer, sondern auch um die Energie aus dem Meer gehen. Das Meer ist ein gewaltiger Energiespeicher. Gezeiten, Wellen, Strömungen und Meereswärme können Energie liefern, wenn es gelingt, die erforderlichen Technologien marktreif zu entwickeln. Dazu gehören auch neue Speichermöglichkeiten und die Nutzung der Meeresenergie für die Gewinnung von Wasserstoff.

Die möglichst schnelle Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes allein reicht nicht. Da die Erderwärmung Realität ist, muss alles getan werden, um schon jetzt erkennbare Auswirkungen – Anstieg des Meeresspiegels, Zunahme von Extremwetterlagen und damit von Sturmflutereignissen – abzumildern. Hier muss die Meerestechnik Lösungen für notwendige Schutzmaßnahmen entwickeln. Das reicht von Vorhersagesystemen bis hin zu konkreten Küstenschutzprojekten.

Mit dem Anstieg der Weltbevölkerung wächst der Bedarf an proteinhaltiger Nahrung und an Rohstoffen. Nicht nur angesichts der bedrohlichen Überfischung der Meere wird die Aqua- und Marikultur – schon heute der am schnellsten wachsende Sektor der Nahrungsmittelindustrie – weiter expandieren. Die Marikultur, aber auch die marine Biotechnologie werden weiter an Bedeutung gewinnen und erfordern umweltverträgliche meeres technische Lösungen.

In zunehmendem Maße werden zukünftig für den Ausbau der erneuerbaren Energien oder der E-Mobilität mineralische Rohstoffe benötigt. Auf längere Sicht wird bei der Rohstoffversorgung der Tiefseebergbau verstärkt in den Fokus rücken. Hier gilt es, umweltschonende maritime Technologien für die Exploration, den Abbau und den Transport von marinen mineralischen Rohstoffen zu entwickeln. Das erfordert die Durchsetzung von internationalen, effizienten Umweltstandards sowie ein gründliches, auf Dauer angelegtes Umweltmonitoring.

Das Ziel, die Belastung der Meere, hervorgerufen unter anderem durch Plastikmüll, Lärm und Munitionsaltlasten, zu reduzieren, wird sich nicht ohne meeres technische Innovationen erreichen lassen. Allerdings muss sich bei der Vermüllung das Augenmerk vor allem auf Müllvermeidung und Kreislaufwirtschaft richten, da die Müllbeseitigung auf See in größerem Umfang kaum machbar sein dürfte. Die Bergung von Munitionsaltlasten,

Quelle: GWT



Abb. 1: Meerestechnik im Einsatz



Quelle: Baltic Taucher- und Bergungsbetrieb Rostock GmbH

Abb. 2: UXO-Räumung durch Baltic Taucher am Offshore-Windpark (OWP) Hohe See

die ein Generationenprojekt darstellt, erfordert in Zukunft eine solide Finanzierung.

Auch steigende Ansprüche an Umweltverträglichkeit, Leistung, Zuverlässigkeit und Sicherheit technischer Anlagen, zunehmende Gefährdungslagen sowie verschärfte Vorschriften führen zu einer wachsenden Nachfrage nach innovativen maritimen Sicherheitstechnologien, die beispielsweise für den Schutz kritischer Infrastrukturen und Häfen sowie für die Überwachung und Sicherung des Seeverkehrs zum Einsatz kommen. Ein großes Einsatzspektrum eröffnet sich hier für die meeres-technische Branche.

Für viele meeres-technische Anwendungsfelder werden zunehmend ferngesteuerte oder weitestgehend autonom agierende Unterwassersysteme mit komplexer Sensorik benötigt, um im Küstenbereich, in großen Meerestiefen oder in extremen Umgebungen wie eisbedeckten Gebieten, Meeresforschung zu ermöglichen sowie Anlagen und Systeme montieren, inspizieren, überwachen, warten und demontieren zu können. Mit Hilfe dieser innovativen Unterwassergeräte wurde im März dieses Jahres die *Endurance* des Polarforschers Ernest Shackleton in 3008 Metern Wassertiefe gefunden. Das Schiff war vor über 100 Jahren im antarktischen Weddellmeer gesunken. Die faszinierenden Unterwasseraufnahmen gingen um die Welt.

Auch aus der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung von Systemen im Rahmen von Industrie 4.0 werden sich durch die Verfügbarkeit von großen Datenmengen (unter anderem von Satelliten, Schiffen, Offshore-Strukturen und Monitoringsystemen der Meere) neue Einsatzfelder und

Geschäftsmodelle für meeres-technische Unternehmen ergeben.

Als exportorientierte maritime Branche gehören Innovationen und Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit zu den täglichen Herausforderungen. Der Informationsaustausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sowie die Vernetzung der Kompetenzen der maritimen Unternehmen und Institutionen spielen eine entscheidende Rolle. Hier setzt die Arbeit der GMT wichtige Akzente. Ihre themenspezifischen Arbeitsgruppen und Fachveranstaltungen bieten den Mitgliedern eine exzellente Plattform, um notwendige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte anzuschließen und Innovations- und Kooperationspotenziale zu identifizieren.

An der Schnittstelle zwischen meeres-technischer Wirtschaft und Wissenschaft trägt sie auch im Dialog mit der Politik dazu bei, die facettenreichen Wachstumsmärkte der Meerestechnik prominent in Koalitionsverträgen, politischen Strategiepapieren und Forschungsprogrammen zu platzieren.

Ein Ziel der GMT ist die kontinuierliche Erhöhung der Sichtbarkeit der Meerestechnik in Politik und Gesellschaft. Dazu trägt seit diesem Jahr auch der Podcast »Technik und Meer – Faszination Meerestechnik« der Journalistin Bärbel Fening in Kooperation mit der GMT bei, denn er vermittelt spannende Einblicke in diese hochinnovative maritime Branche und stellt Anwendungsfelder, Initiativen, Projekte sowie Unternehmen und wissenschaftliche Institutionen vor. Alle zwei Wochen erscheint eine neue Folge der »Meerestechnik im Ohr«, in Deutsch und in Englisch. //

# Clean data Delivered fast

Precise hydrographic surveying for diverse applications



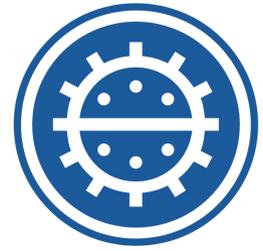
**Cable route &  
Depth**



**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](http://www.nicola-offshore.com) | [info@nicola-offshore.com](mailto:info@nicola-offshore.com)

# OTC\_Rostock nimmt Fahrt auf

Ein Beitrag von UDO KRAGL und DAGMAR EHLERT

Mit dem Ocean Technology Campus entwickelt sich in der Hanse- und Universitätsstadt Rostock ein regionales Innovationsnetzwerk für Meerestechnik und Unterwassertechnologien mit internationaler Ausstrahlung. Die wachsende Wirtschafts-, Forschungs-, Erprobungs- und Ausbildungsinfrastruktur soll Unternehmen, Wissenschaftler und junge Talente anlocken und gezielt unterstützen. Nur gemeinsam lassen sich langfristige Aufgaben lösen, wie beispielsweise die nachhaltige Nutzung der Ozeane im Einklang von Ökologie und Ökonomie und der Meeresschutz.

OTC | Unterwassertechnologien | Testinfrastruktur | OTC-DaTA | OTC-BASE  
OTC | underwater technologies | test infrastructure | OTC-DaTA | OTC-BASE

With the Ocean Technology Campus, a regional innovation network for marine and underwater technologies with international appeal is developing in the Hanseatic and University City of Rostock. The growing business, research, testing and training infrastructure is intended to attract and support companies, scientists and young talent. Only together can long-term tasks be solved, such as the sustainable use of the oceans in harmony with ecology and economy and marine protection.

Bereits in der ersten Runde des bundesweiten Wettbewerbs »Clusters4Future« des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wurde das vorgelegte Konzept für die erste Umsetzungsphase des OTC\_Rostock ausgezeichnet. Ziel der Zukunftscluster ist es, Ergebnisse der Spitzenforschung und technologische sowie soziale Innovationen schneller im Alltag der Menschen ankommen zu lassen. Dabei stehen diese regionalen Netzwerke für eine vertrauensbasierte Zusammenarbeit aller relevanten Akteure entlang einer gemeinsamen Strategie. Im Herbst 2021 startete der Zukunftscluster OTC\_Rostock in die geförderte Umsetzungsphase. Mit jährlich bis zu 5 Mio. Euro fördert das BMBF die Projekte für vorerst drei Jahre.

Der Zukunftscluster OTC\_Rostock versteht sich als Innovationsökosystem insbesondere für die Themen Meerestechnik und Unterwassertechnologie und wird derzeit von 18 Projekten getragen. In diesen arbeiten wiederum jeweils mehrere Kooperationspartner zusammen. Unter Federführung der Universität Rostock haben alle aktuell 25 OTC-Partner (z. B. Unternehmen, Forschungsinstitute, wissenschaftliche Einrichtungen, Start-ups, Vereine, siehe Abb. 1) eine übergreifende Zusammenarbeit im Cluster vereinbart.

Ein Ziel dieses Zukunftsclusters ist, die deutsche Meerestechnik durch die Erschließung wichtiger Märkte und das Setzen von Impulsen für eine weltweite wissenschaftlich nachhaltige Nutzung der Ozeane zu stärken – und zwar an einem der traditionsreichsten maritimen Standorte Deutschlands, in Rostock mit seiner außergewöhnlich hohen Dichte von maritimer und mariner Forschung. Der

ressourcenschonende Umgang mit den Meeren und Ozeanen ist von größter Bedeutung, um das fragile Gleichgewicht mariner Ökosysteme nicht weiter zu gefährden.

Der Zukunftscluster OTC\_Rostock schafft einen einzigartigen Verbund für Forschung, Wirtschaft und Ausbildung auf dem Gebiet der Meerestechnik, insbesondere hinsichtlich der Unterwassertechnologien. Der Cluster bündelt kreative Potenziale in seinen fünf Innovationsfeldern »Subsea Mobility & Autonomy«, »Digital Mission«, »Ocean Lense«, »Sustainable Ocean Use« und »Ocean Open Innovation«. Gleichzeitig schafft er innovationsfördernde Strukturen, damit aus den besten

## Autoren

Prof. Udo Kragl ist Sprecher des Zukunftsclusters OTC\_Rostock und Prorektor an der Uni Rostock. Dagmar Ehlert arbeitet beim Subsea Monitoring Network e.V. (SMN) in Rostock.

[otc@uni-rostock.de](mailto:otc@uni-rostock.de)



Abb. 1: Partner im Zukunftscluster OTC\_Rostock

Quelle: D. Ehler, SMN e.V.



**Abb. 2:** Mitarbeitende des Projektes OTC-DaTA testen ein ROV am Steg im OTC-Basecamp in Rostock

Ideen schneller neue Produkte, Prozesse oder Dienstleistungen werden.

Die Themen reichen von der Einrichtung eines »Ocean Open Lab« für die interessierte Öffentlichkeit, geleitet vom Forschungsverbund MV, über die Entwicklung smarter Aquakulturanlagen sowie Machbarkeitsstudien zu Brennstoffzellen für den UW-Einsatz oder ein kleines bemanntes U-Boot bis hin zu Projekten, die sich speziell mit der Vermessung des Meeresbodens beschäftigen. So ist es das Ziel von »OTC-STONE«, die Kartierung von Steinen am Meeresboden effektiv und objektiv zu gestalten, um eine zuverlässige und reproduzierbare Datengrundlage für diverse ökonomische und ökologische Fragestellungen zu erhalten.

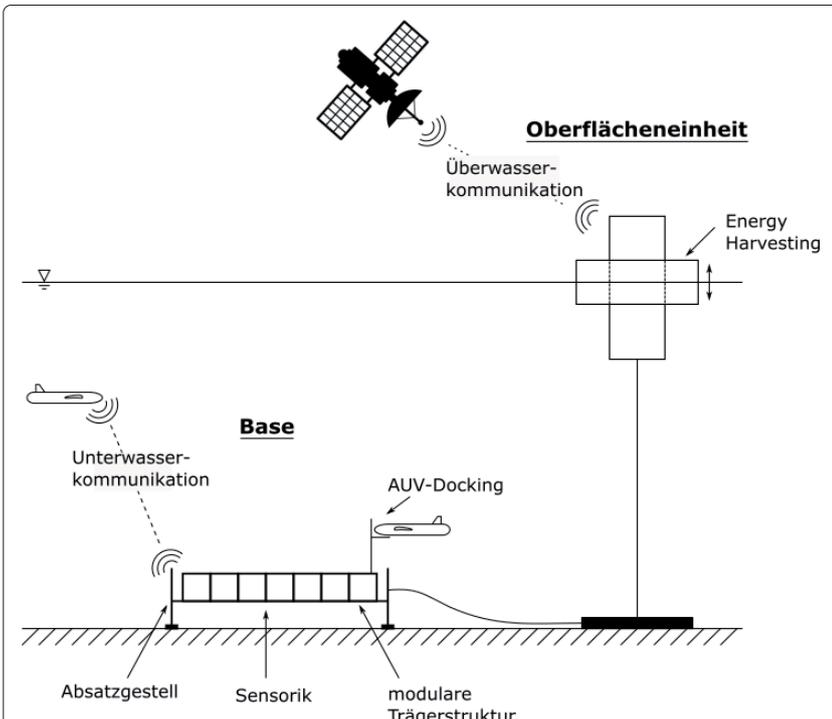
»OTC-STONE« entwickelt eine operationell einsetzbare Software zur automatischen Lokalisierung und Vermessung von Steinen in akustischen Datensätzen durch die integrierte Verarbeitung von bathymetrischen Daten und akustischen Rückstreuintensitäten basierend auf neuronalen Netzwerken. Projektleiterin ist Dr. Svenja Papenmeier vom Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde (IOW). Weitere Partner in diesem Projekt sind das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie und die Subsea Europe Services GmbH.

Im Projekt »OTC-Flying ARGO« wird unter Leitung von Prof. Dr.-Ing. Sascha Kosleck, Inhaber des Lehrstuhls für Meerestechnik an der Universität Rostock, ein neuartiger autonomer Open-Source-Unterwassergleiter entwickelt. Das System soll zur Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Auflösung bei der Beobachtung ozeanischer Prozesse beitragen und Lücken in bestehenden globalen Monitoringnetzwerken zur Ozeanüberwachung schließen. Neben einem neuartigen »Passive-flapping-foil«-Gleitkonzept werden ein intelligentes Navigations- und Regelungssystem sowie ein modularer Systemaufbau implementiert.

Da die Sammlung digitaler Daten ein wesentlicher Bestandteil aller Unterwassermissionen ist, beschäftigt sich »OTC-DaTA« mit ihrer Auswertung (Abb. 2). Geleitet wird das Projekt von Dr.-Ing. Kristine Bauer vom Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung (IGD). Neben der expliziten Datenerhebung als Zweck der Mission, beispielsweise bei der Inspektion von Unterwasserstrukturen oder der digitalen Erfassung des Seebodens, werden auch bei der Missionssteuerung – gerade bei autonomen Fahrzeugen – sehr umfangreiche Datenmengen erzeugt. Diese heterogenen, verteilten und großvolumigen Daten müssen leicht kombiniert und im Kontext bestehender Daten interpretiert werden können. Ein wesentlicher Aspekt ist die effiziente Anwendung von Verfahren des Machine Learnings auf diese Daten, gerade auch auf komplexe Datentypen wie 3D-Punktwolken oder Stereo-Videos. Dabei zielt »OTC-DaTA« darauf ab, die bisher meist getrennt erfassten Nutz- und Steuerungsdaten ganzheitlich zu betrachten und sie in einer einheitlichen System- und Softwarearchitektur auszuwerten.

Mit »OTC-BASE« wird, projektübergreifend im Zukunftscluster OTC\_Rostock, die technologische Basis für neu entwickelte Unterwassertechnologien bereitgestellt (Abb. 3). Die Projektakteure – darunter der Lehrstuhl für Meerestechnik der Universität Rostock, die Fraunhofer-Forschungsgruppe SOT (Smart Ocean Technologies) sowie die Unternehmen Kraken Power, Evologics und Framework Robotics – schaffen gemeinsam eine reale Infrastruktur, die es ermöglicht, innovative Ideen und Entwicklungen im Unterwasserbereich schnell und unkompliziert zu testen und in beste-

Quelle: L. Raumann, Universität Rostock, Lehrstuhl für Meerestechnik



**Abb. 3:** Skizze zum Projekt OTC-BASE – die reale Testinfrastruktur soll in der Ostsee am Digital Ocean Lab entstehen

hende Systeme zu integrieren. Dafür sollen neue Standards gesetzt werden, die in der Lage sind, eine Vielzahl an meeres-technischen Systemen miteinander zu verbinden und gleichzeitig genug Raum für innovative Ansätze bieten.

Alle 18 Projekte des Zukunftsclusters OTC\_Rostock sind zwischen dem 1. Oktober 2021 und dem 1. Januar 2022 für die Dauer von vorerst jeweils drei Jahren gestartet – eine Verlängerung um jeweils zwei weitere Förderphasen ist möglich. Nach der Kick-off-Veranstaltung im Oktober 2021 findet am 21. und 22. Juni 2022 das nächste OTC\_Rostock-Zukunftsclustertreffen auf dem Campus Südstadt der Universität Rostock statt, um erste Zwischenergebnisse unter den Projektpartnern auszutauschen, die weitere Vernetzung voranzutreiben und – nicht zuletzt – analoge Arbeitskontakte zu knüpfen. Alle OTC-Projektakteure sind eingeladen, sich zu informieren und das regionale Netzwerk für Meerestechnik und Unterwassertechnologien weiter zu knüpfen.

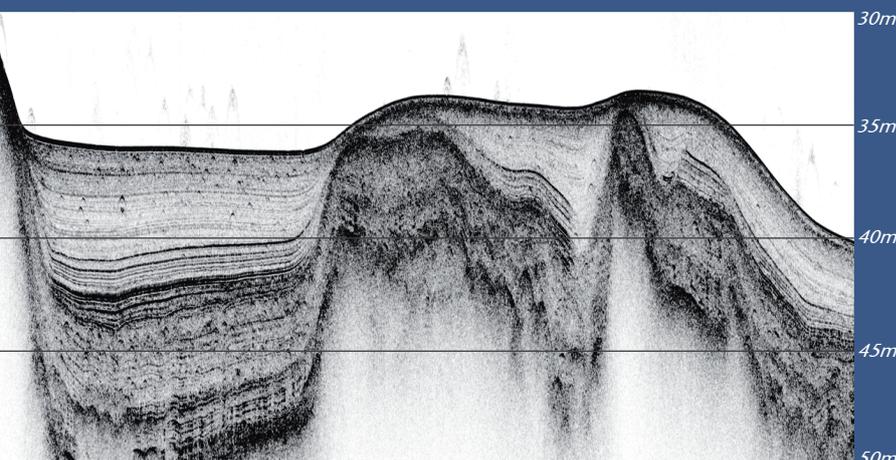
Im Rahmen des OTC wird in der Ostsee nahe Warnemünde gleichzeitig auch das Digital Ocean Lab (DOL) als Testinfrastruktur für Unterwassertechnologien entwickelt. Hierzu werden aktuelle hochauflösende Messsysteme eingesetzt. In Kooperation mit MacArtney Germany wurde bereits



ein Multibeam-Sonar (Teledyne Reson SeaBat T51) beschafft und durch einen eigenen stationären RTK-Korrekturdatensender im Seegebiet ergänzt. Weitere Systeme wie z. B. Side-Scan-Sonar, Sub-Bottom-Profiler, Magnetometer und elektromagnetische Messsysteme werden den Gerätepark ergänzen, um künftig auch neue Methoden der Sensor- und Datenfusion zu entwickeln.

Langfristige Aufgaben – wie Energieversorgung, Ernährung der Weltbevölkerung und Meeresschutz – lassen sich nur gemeinsam lösen. Der Austausch von Wissen, das heißt Wissens- und Technologietransfer zwischen Spitzenforschung, Unternehmen und Gesellschaft, ist dabei unverzichtbar. Zum Thema Meerestechnik, insbesondere Unterwassertechnologien, hat der Zukunftscluster OTC\_Rostock Fahrt aufgenommen – als internationales Innovationsökosystem, in dem Ideen bis zur Praxisreife wachsen können. Kurs: »offene See« mit dem Ziel der nachhaltigen Nutzung der Ozeane. //

[www.innomar.com](http://www.innomar.com)



Data Example from a Norwegian Fjord (Innomar "standard" SBP, 10kHz)

## Innomar Parametric Sub-Bottom Profilers

- ▶ Discover sub-seafloor structures and buried objects
- ▶ Acquire unmatched hi-res sub-seabed data with excellent penetration
- ▶ Cover all depth ranges from less than one meter to full ocean depth
- ▶ Highly portable equipment for fast and easy mobilisation
- ▶ User-friendly data acquisition and post-processing software
- ▶ Used worldwide for various applications by industry, authorities, science

### ▶ Shallow-Water Solutions



### ▶ High-Power Solutions



### ▶ Remotely Operated Solutions



**Innomar**



# Persönliche Akkreditierung möglich

Ein Beitrag von TANJA DUFEK

Das von der International Federation of Hydrographic Societies im vergangenen Jahr auf den Weg gebrachte »Hydrographic Professional Accreditation Scheme« (HPAS) wurde vom International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) anerkannt. Dadurch erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich die persönliche Akkreditierung im Berufsfeld Hydrographie noch stärker etabliert.

HPAS | IFHS | FIG/IHO/ICA IBSC | persönliche Akkreditierung | Berufsstandard  
HPAS | IFHS | FIG/IHO/ICA IBSC | personal accreditation | professional standard

The Hydrographic Professional Accreditation Scheme (HPAS) launched by the International Federation of Hydrographic Societies last year has been recognised by the International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC). This increases the likelihood that personal accreditation will become even more established in the professional field of hydrography.

## Autorin

Tanja Dufek ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der HafenCity Universität (HCU) in Hamburg und Mitglied im HPAS-Panel.

[tanja.dufek@hcu-hamburg.de](mailto:tanja.dufek@hcu-hamburg.de)

Das IBSC vergibt die sich als Qualifizierungsstandard bewährte Cat-A- bzw. Cat-B-Zertifizierung an Ausbildungs- und Studienprogramme im Bereich Hydrographie. Die für die Ausbildung geforderten Inhalte, die von den Studienprogrammen umgesetzt werden müssen, sind in den IHO-Standards S-5A und S-5B festgehalten. Neben Ausbildungsprogrammen erkennt das IBSC inzwischen auch Akkreditierungsprogramme für Einzelpersonen an, bisher ein australisches (AHSCP) und ein kanadisches Angebot. Und nun auch das HPAS der IFHS – das erste multinationale Programm.

Beim HPAS können sich Einzelpersonen akkreditieren lassen, basierend auf unter anderem ihrer Ausbildung, Berufserfahrung und CPD (Continuous Professional Development). Dabei wird zwischen drei Leveln, abhängig von der Berufsqualifikation und -erfahrung, unterschieden:

- Level 2 (AH-L2): Dieses Level richtet sich vor allem an praktisch arbeitende Hydrographinnen und Hydrographen, die verschiedenste Vermessungsaufgaben entsprechend vorgegebener Anforderungen ausführen können.
- Level 1 (AH-L1): Dieses Level richtet sich an Personen mit viel Berufserfahrung, die bereits eher auf einer leitenden bzw. übergeordneten Ebene tätig sind. Sie planen und leiten komplexe multidisziplinäre Projekte.
- Level 0 (AH-L0): Das höchste Level richtet sich an Expertinnen und Experten, die sich kontinuierlich im technischen Bereich fortgebildet und auch Management- und Führungsqualifikationen aufgebaut haben. Sie haben zudem einen gewissen Einfluss und Reputation in der Fachwelt.

Zusätzlich gibt es noch die HPAS-Stufe des/der »Affiliate« für Hydrographinnen und Hydrographen, die noch in Ausbildung sind.

Die für die Bewerbung einzureichenden Unterlagen variieren für die unterschiedlichen Level. Als Nachweis der praktischen Erfahrung werden z. B. Logbücher, Lebensläufe oder Projektberichte (inklusive einer »Critique«, bei der es sich um eine Einordnung und Bewertung der eigenen Arbeit im Rahmen der Projekte handelt) herangezogen. Die nachzuweisende Berufserfahrung ist abhängig vom angestrebten Level und vom Studienabschluss. Allerdings ist nicht ausschließlich die Dauer der beruflichen Tätigkeit entscheidend, sondern auch die Vielseitigkeit der durchgeführten Aufgaben.

Grundsätzlich kann jedes HPAS-Level auch ohne Cat-A- oder Cat-B-Abschluss erreicht werden. Bewerber:innen ohne Cat-A- oder Cat-B-Abschluss müssen allerdings die erforderlichen Kompetenzen anderweitig nachweisen, z. B. durch später belegte Kurse oder Fortbildungen.

Die Bewerbungen werden durch das international besetzte HPAS-Panel, das aus mindestens acht Personen besteht, gesichtet. Bei eventuellen Unklarheiten können auch Interviews mit den Bewerber:innen durchgeführt werden.

Das HPAS ist nicht nur für Hydrographinnen und Hydrographen interessant, die keinen Cat-A- oder Cat-B-Abschluss haben und eine internationale Berufsqualifizierung anstreben, sondern auch für alle, die ihr in der Praxis erworbenes Fachwissen anerkennen lassen möchten. Mit der HPAS-Zertifizierung werden somit weitere Berufsstandards gesetzt, die bei der Suche nach Fachkräften im Bereich Hydrographie vor allem auch international hilfreich sein können.

Die Einreichung der Bewerbungsunterlagen ist mehrmals im Jahr möglich. Mitglieder der DHyG erhalten eine Ermäßigung von 50% auf die Gebühren für Anmeldung und Verlängerung. //

## Weitere Informationen

<https://hydrography.earth/hpas>



# ACCELERATED AUTONOMY

Transforming marine survey and subsea monitoring workflows with new uncrewed solutions

## MANTAS T12

The world's fastest and most agile Uncrewed Surface Vessel (USV) solution for commercial marine data acquisition



## A.IKANBILIS

State-of-the-art Hovering Autonomous Underwater Vehicle (HAUV) for diverse subsea inspection applications



**READY TO BOOK NOW**

[www.subsea-europe.com](http://www.subsea-europe.com)  
[surveyready@subsea-europe.com](mailto:surveyready@subsea-europe.com)  
+49 40 307 007 84



Consulting



# Ocean engineering from space into depth

Realise your projects in cooperation with our hydrographic services

**CTDs & SVPs**



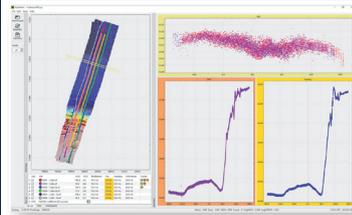
Our hydrography engineers are happy to develop systems tailored exactly to your needs and to provide professional advice and support for setting up your systems and training your staff.

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**

