

# HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

11/2015

HN 102



*Einsatz von AUVs als  
anwendungsorientierte  
Sensorplattformen*

*OpenROV – A low  
cost ROV (not only) for  
hydrography students*

*Ist die Zukunft  
ferngesteuert  
oder autonom?*



# Ocean Engineering



## Li-Ion Batteries

- Highest capacity, reliability, safety
- Easy smart charging
- Your subsea power source
- From 10Wh to 100kWh

## pCO<sub>2</sub> Analyzer

- Li-COR® integrated
- Automatic calibration
- Long time monitoring
- FerryBox, Buoy, Subsea

## Monitoring

- ROV Sensor-packs
  - Condition monitoring
  - Offshore Oil+Gas
- ✓ ISO-13628-6 approved  
✓ IPC class 3 production



SubCtech GmbH

[info@subctech.com](mailto:info@subctech.com)

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

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



pCO<sub>2</sub> Analyzer



OceanPack™ FerryBox



ROV Sensors



AUV Batteries



Battery Systems



# Liebe Leserinnen und Leser,

die Zukunft findet noch nicht statt. Eigentlich sollten Sie in dieser Schwerpunktausgabe fünf Beiträge zur autonomen Gewässervermessung zu lesen bekommen. Doch zwei Artikel, die schon lange zugesagt waren, wurden nicht fertig. Nicht etwa, weil die Autoren keine Zeit hatten, sondern weil die Technik nicht wollte. Die autonomen Systeme, über die berichtet werden sollte, funktionieren nicht wie gewünscht.

Ist das jetzt eine gute oder eine schlechte Nachricht? Auf jeden Fall zeigt sie, dass auf die Technik noch kein Verlass ist. Und das führt mich zu der Frage, ob wir denn wirklich alles brauchen, was wir ersinnen können. Benötigen wir selbstfahrende Autos, müssen unsere Häuser automatisiert sein? Brauchen wir Roboter als Spielzeuge oder Altenpfleger? Und wir Hydrographen, brauchen wir autonome Unterwasserfahrzeuge zur Gewässervermessung?

Die einen sagen ja, die anderen nein. Die einen setzen auf die baldige Verfügbarkeit der Technik, die anderen bleiben skeptisch. Mit welcher Fraktion man auch sympathisiert, wir alle sollten uns Gedanken darüber machen, wie uns die Technik beeinflusst und wie sie unser Arbeitsleben verändert.

Denn eines sollte klar sein: Wir Menschen sollten das letzte Wort haben. Wir sollten alle Aktionen und Entscheidungen der Technik nachvollziehen können und jederzeit eingreifen können. Das ist nicht selbstverständlich, im Gegenteil, beinahe täglich können wir beobachten, dass wir Maschinen eher vertrauen als unserem eigenen Urteilsvermögen oder unseren Mitmenschen. Denken Sie an Ihr Textverarbeitungsprogramm, das Ihnen das richtig geschriebene Wort rot unterkringelt, woraufhin Sie das Wort getrennt schreiben. Jetzt steht das Wort falsch da, aber die Maschine hält es für richtig. Oder stellen Sie sich Ihr selbstfahrendes Auto in zehn Jahren vor, das in einer Gefahrensituation entscheiden muss, ob es lieber frontal mit einem anderen Auto zusammenprallt oder ob es besser ausweicht, dabei aber ein paar Fußgänger am Straßenrand umfährt.

Was wäre, wenn die Maschine künftig selbst entscheidet, wie sie schreiben will und wohin sie fährt? Was wäre, wenn Algorithmen die Entscheidungen treffen? Dann wäre Technik nicht mehr neutral.

Deshalb müssen wir die Technik kontrollieren. Fehler im Quellcode haben möglicherweise fatale Folgen, weswegen wir die Systeme erst einsetzen dürfen, wenn wir sicher sind, dass sie in unserem Sinn agieren, uns weder schaden noch wegrationalisieren. Und erst wenn wir es geschafft haben, den Systemen beizubringen, uns über ihre eigenen Grenzen zu informieren, und zwar objektiv und transparent. Diese Freiheit, Kontrolle über die Technik auszuüben, müssen wir uns nehmen.

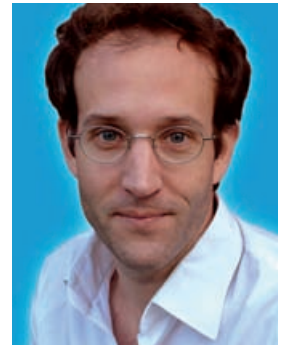
In den beiden Fachbeiträgen und im Wissenschaftsgespräch mit dem Beirat kommen Sie der Zukunft etwas näher.

Leider Vergangenheit ist das Leben von Prof. Delf Egge. Der ehemalige Schriftleiter der *Hydrographischen Nachrichten*, der bis zur letzten Ausgabe noch immer regelmäßig an den Redaktionstreffen teilgenommen hat, ist im Alter von nur 67 Jahren gestorben. Drei Nachrufe würdigen seine Leistungen für die Hydrographie in Forschung und Lehre.

Im Wissenschaftsgespräch vor zweieinhalb Jahren (*HN 94*) sprach ich mit ihm über Dinge, an die er glaubt, aber nicht beweisen kann. Er nannte »das Phänomen der Wiedergeburt«. Daran wolle er gerne glauben, sagte er. Ich kann ihm nur wünschen, dass da etwas Wahres dran ist.

Ihr

Lars Schiller



Lars Schiller

# S-57 Composer

## Software for Charting the Waterways

### Simple and reliable production tools for navigational charts in accordance with the S-57 standard.

CARIS™ S-57 Composer™ v3.0 brings support for the latest version of Electronic Navigational Chart (ENC) standards including International Hydrographic Organization ENC, Inland ENC, Additional Military Layers (AML), Port ENC, Pilot ENC and Marine Information Overlays (MIO).

**Meeting current needs and preparing for the next generation requirements.** CARIS S-57 Composer v3.0 introduces support for the new S-100 standard, allowing users to prepare for a move to S-100 products. Experience the encoding of new S-100 data types or convert existing S-57 data.

- Simple product creation from scratch or from existing products
- Advanced import and conversion from most GIS formats
- Built-in geometry and ENC validation checks
- Tools for automated compilation

Join the worldwide community using CARIS S-57 Composer as part of their Ping-to-Chart™ solution for processing, analysis, production and distribution of hydrographic data and products.



## HN 102

## Autonome Gewässervermessung

**Autonome Gewässervermessung**

- 6 **Einsatz von AUVs als anwendungsorientierte Sensorplattformen**  
 Ein Beitrag von ALEXANDER STAVENHAGEN

**Autonome Gewässervermessung**

- 10 **OpenROV**  
 A low cost ROV (not only) for hydrography students  
 An article by SIMON DREUTTER and TINA KUNDE

**Wissenschaftsgespräch**

- 14 **Ist die Zukunft ferngesteuert oder autonom?**  
 Ein Wissenschaftsgespräch mit dem DHyG-BEIRAT

**13 Jahre IC-ENC**

- 25 **Global denken, regional handeln**  
 Von England in die Welt  
 Ein Beitrag von MATHIAS JONAS

**Trauer um Delf Egge**

- 28 **Hydrographieprofessor aus Berufung**  
 Ein Nachruf von HANS WERNER SCHENKE

- 30 **Ein ganz besonderer Mensch**  
 Ein Nachruf von HARALD STERNBERG und LARS SCHILLER

- 31 **Vale, Delf Egge**  
 An obituary by NICOLAS SEUBE

**Literatur**

- 33 **Weltvermessung mit dem Sextanten**  
 Eine Rezension von LARS SCHILLER

Die nächste Ausgabe der *Hydrographischen Nachrichten* wird im Februar/März 2016 erscheinen.  
 Redaktionsschluss: 15. Januar 2016  
 Anzeigenschluss: 15. Januar 2016

# Call for Papers

## 30. Hydrographentag in Oldenburg

Die »Jadehochschule Wilhelmshaven Oldenburg Elsfleth« wird im Juni 2016 Gastgeber des 30. Hydrographentages sein. Die Fachwelt gibt sich ein Stelldichein, um aktuelle Entwicklungen und Anwendungen aus der Hydrographie zu präsentieren und zu diskutieren.

Wer Interesse hat, einen Vortrag zu halten, kann sich bereits jetzt unter der E-Mail-Adresse [vortrag.ht@dhyg.de](mailto:vortrag.ht@dhyg.de) melden.

Der Hydrographentag ist eine Veranstaltung mit Workshop-Charakter. Eine weitergehende Publikation der Vorträge in einem Tagungsband ist nicht vorgesehen. Allen Vortragenden wird aber angeboten, ihr Thema in den *Hydrographischen Nachrichten* zu veröffentlichen.

Eine Webseite mit Detailinformationen zum 30. Hydrographentag wird ab Februar 2016 unter [www.dhyg.de](http://www.dhyg.de) abrufbar sein.

Im Anschluss an den Hydrographentag findet die Mitgliederversammlung der DHyG statt, auf der auch die Neuwahl des Vorstandes auf der Tagesordnung steht.

**Bitte notieren Sie sich:**

30. Hydrographentag der DHyG  
 1. Juni 2016 (ab Mittag) und  
 2. Juni 2016 (bis Mittag)

Jadehochschule Oldenburg  
 Ofener Straße 16, 26121 Oldenburg



# Einsatz von AUVs als anwendungsorientierte Sensorplattformen

Ein Beitrag von ALEXANDER STAVENHAGEN

Die professionelle Verwendung von autonomen Unterwasserfahrzeugen (AUVs) rückt immer mehr in den Blickwinkel der Anwender. Die fortschreitende Nutzung der Meere, aber auch das wachsende Problembewusstsein kreieren immer neue Anwendungsfelder. Die Entwicklung von forschungsorientierten Experimentalsystemen hin zu nutzerfreundlichen Systemen, die sich in die Arbeitsprozesse und die bestehende Infrastruktur der Nutzer problemlos einbeziehen lassen, hat inzwischen einen beachtlichen Status erreicht.

## Autor

Dr. Alexander Stavenhagen arbeitet als Projektleiter für Entwicklungsprojekte bei der Atlas Elektronik GmbH in Bremen

alexander.stavenhagen@atlas-elektronik.com

**Abb. 1:** Multisensor-Vermessung eines Hafenbeckens: Die Daten wurden simultan von allen im AUV integrierten Sensoren registriert und erleichtern im Vergleich die Interpretation der gefundenen Untergrundstrukturen oder Objekte

AUV | fusionierte Information | Pipelinetracking | Kabeltracking | In-situ-Analyse

## Sensorsysteme auf autonomen Unterwasserfahrzeugen

### Datenakquisition mit schiffsgebundenen oder autonomen Unterwasserfahrzeugen

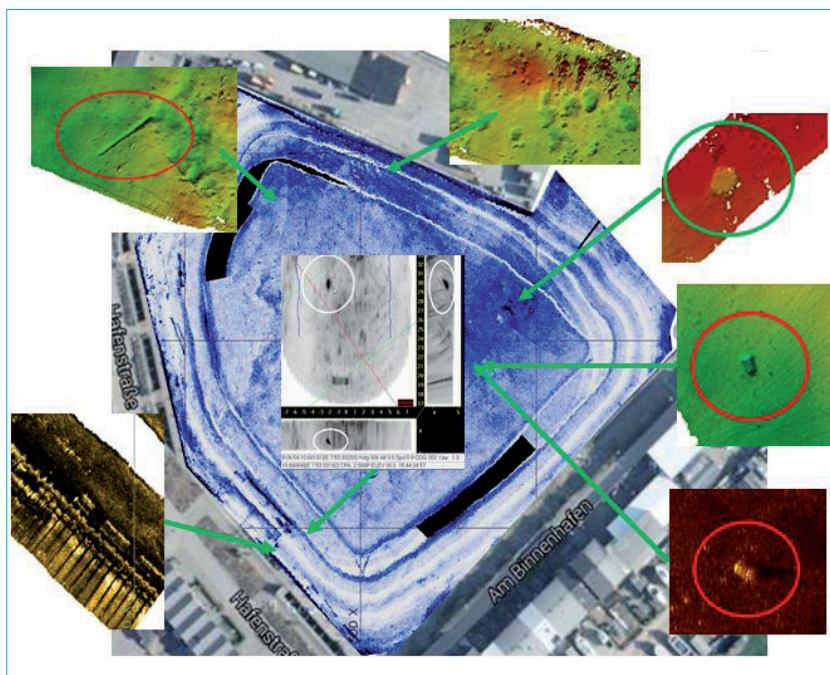
Die sehr verbreiteten geschleppten Sensorsysteme liefern, in ihrer hauptsächlichen Einsatzdomäne, der Flächensuche, Daten von hervorragender Qualität. Ihre Möglichkeiten decken viele Verwendungszwecke sehr gut ab. Erforderlich ist eine gewisse Infrastruktur auf den Vermessungsschiffen, seegangskompensierte Winchen, lange Schleppkabel und ein Messgebiet, in dem den besonderen Manövriereigenschaften Rechnung getragen werden kann. Die Kontrolle der Navigation erfolgt über Relativmessungen mittels USBL zum DGPS des Vermessungsschiffs, was für mittlere Wassertiefen und lange Vermessungstrassen gut funktioniert. Neuere Schleppsysteme besitzen zur Kontrolle der eigenen Position Trägheitsnavigation und zur präziseren Tiefenhaltung Ruderanlagen. Dennoch kommt es aufgrund von Navigationsungenauigkeiten des Zugverbandes immer wieder zu Datenlücken, die, falls eine flächendeckende Kartierung oder eine genaue Trassenführung notwendig ist,

zeitintensive Nachvermessungen erforderlich machen. Für flache oder sehr große Wassertiefen ist eine Vermessung mit einem Schleppsystem noch anspruchsvoller, da USBL-Systeme an langen Auslagen im Flachwasser nicht durchgehend zuverlässige Signale liefern und die Schleppsysteme einer minimalen Zuggeschwindigkeit bedürfen, um ihre Tiefe zu halten; diese liegt bisweilen über der für die Sensorsysteme optimalen Geschwindigkeit.

Für flache, große und auch variierende Wassertiefen bieten sich autonome Unterwasserfahrzeuge an, vor allem für sensoroptimale Fahrtgeschwindigkeiten und wenn hohe Positionierungsgenauigkeiten der akquirierten Sensordaten für eine fehlerfreie Georeferenzierung gefordert sind. Mit DGPS-synchronisierter Trägheitsnavigation und Doppler-Log-Unterstützung bringen sie die Sensorik in die optimale Tiefe über Grund. Die erforderliche Infrastruktur auf einem kleineren Vermessungsschiff kann sich auf einen Bordkran mit entsprechender Lastkapazität beschränken oder sie kann durch ein halbautomatisches Ein- und Ausbringsystem abgebildet werden. Durch den Einsatz eines oder zweier AUVs lassen sich sowohl die Verwendungsmöglichkeiten als auch die Flächensuchleistung des Schiffs beträchtlich erweitern. Einsatz Tiefen bis zu 4000 m und Navigationsgenauigkeiten bis zu 0,1 % der zurückgelegten Strecke (CEP50), bei einer Reichweite bis zu 200 km (je nach Sensorausstattung) und Turn-around-Zeiten von nur zwei Stunden, erlauben Kampagnen größeren Maßstabs in akzeptabler Zeit.

### Vielseitige Sensorik und hohe Autonomie

Aus dem Ansatz heraus, komplementäre Fähigkeiten für Arbeiten auf See zu entwickeln oder zeit- und ressourcensparende, effiziente Beobachtungssysteme in schwierigen oder gefährlichen Situationen und Umgebungen einzusetzen, werden zunehmend neue Aufgabengebiete für autonome Systeme konzeptioniert. Die dafür notwendigen Problemlösungen beinhalten zumeist eine Reihe von Sensoranwendungen, die in starker Abhängigkeit von hochpräziser Navigation und Positionierung stehen und damit vom situativ angepassten Verhalten der Trägerplattform.



Quelle: Atlas Elektronik GmbH, Bremen

Wurde in der Vergangenheit das Augenmerk auf einzelne Vergleichswerte des Trägersystems AUV, wie z. B. Geschwindigkeit, maximale Tauchtiefe, Reichweite oder Missionsdauer, gelegt, finden wir heute eine ausreichende Auswahl von autonomen Unterwasserfahrzeugen für vielfältige Aufgabenbereiche:

Von AUVs für große Reichweiten, hochpräzise und maximale Flächensuchleistungen mit sicherheitsbetonten, redundanten Navigationslösungen, Energiespeichern und Antriebssektionen, die in umfassende Küstenschutz- und Überwachungsinfrastrukturen eingebunden werden können, über universell einsetzbare Fahrzeuge, die noch an Bord mit unterschiedlichen Sensorköpfen für variierende Aufgaben bestückt werden und somit verschiedene Aufgaben mit einem Sensorträger erfüllen können, bis hin zu den größeren, tieftauchenden, autonomen Systemen, die mit umfangreichen Sensorsuiten ausgerüstet sind.

Neben diesen AUV-Systemen existieren noch eine Reihe von sehr eingeschränkt nutz- und auswertbaren »man-portable« Fahrzeugen mit preisgünstigen Sensoriken.

Eine gänzlich eigene Klasse von autonomen Messsystemen sind die sogenannten Glider, die im wissenschaftlichen Auftrag in den Weltmeeren sehr große Flächen vermessen und ozeanographische Daten sammeln.

Der Blickwinkel der Anwender hat sich inzwischen geändert, sodass heute vermehrt komplexe Systeme mit linear unabhängigen Sensorsystemen oder mit In-situ-Analysefähigkeiten benötigt werden, deren Messwerte problemabhängig reduziert und fusioniert werden, um noch an Bord für die jeweils betrachtete Fragestellung aussagefähige Antworten geben zu können.

Diese fusionierten Messergebnisse werden in aktuell erprobten Systemen mit höherem Autonomiegrad für eine selbstständige Missionsänderung benötigt, d. h. für das Erkennen und Verfolgen einer bestimmten Struktur oder physikalischen Charakteristik, für eine autonom eingeleitete zielgerichtete weitere Untersuchung oder Beprobung.

Aktuelle Erprobungen autonomer Systeme für das Kabel- oder Pipelinetracking, die Sensorinformationen von Multibeam-Sonar, Side-Scan-Sonar, Sub-Bottom-Profiler, Magnetometern und Kameras zu einem Lagebild der untersuchten Pipeline fusionieren, eröffnen vielfältige Untersuchungsgebiete (Abb. 1).

Jedes dieser Sensorsysteme für sich besitzt eigene Charakteristiken; Linien- oder Flächenabtastung, zwei- oder dreidimensionale Messdaten, basierend auf akustischen oder optischen Verfahren oder auf Potenzialverfahren. Anhand dieser fusionierten Informationen findet und identifiziert das AUV die Pipeline – oder das gesuchte Kabel –, schwenkt auf deren Lage ein und verfolgt ihren Verlauf bis zum Rand der vorgegebenen Autonomiezone.

Währenddessen vermisst das System laufend



Quelle: Atlas Elektronik GmbH, Bremen

die Lage und den Zustand der Pipeline, sodass nach der Mission alle Informationen im Offline-Processing verarbeitet und interpretiert werden können. Diese gewonnenen multidimensionalen Datensätze beinhalten alle Informationen, wie hochauflösende Bathymetrie aus Multibeam-Sonar und Side-Scan-Sonar, dreidimensionale, akustische Volumenaufnahmen mit mehreren Metern Eindringtiefe und die magnetische Signatur der verfolgten Pipeline oder anderer Anomalien im direkten Umfeld. Damit ist eine Interpretation des Zustandes der Rohrtrasse aus nur einem Überlauf möglich.

In neueren Entwicklungen wurden die auf AUVs angewendeten Messverfahren erfolgreich auch auf chemische In-situ-Analysen und auf gezielte Beprobungen erweitert. Damit ist es möglich, das Meerwasser oder das Sediment (Abb. 2) auf chemische Bestandteile von Schadstoffen zu untersuchen und so einen Nachweis von möglichen Kontaminationen zu führen. Im Zusammenhang mit der inzwischen hochentwickelten Navigation der autonomen Systeme, lassen sich die Quellen einer solchen Kontamination zurückverfolgen, markieren und zu einem späteren Zeitpunkt wieder auffinden und beprobieren.

Präzise Navigation in größeren Wassertiefen ist ein aktuell intensiv bearbeitetes Thema, denn alle Messungen und gewonnenen Informationen müssen auf einer reproduzierbaren Georeferenz basieren. Bisher werden bei einigen AUV-Systemen akustische SBL- oder USBL-Navigationsverfahren vom operierenden Schiff aus zur Steigerung der Navigationspräzision der AUV-eigenen Trägheitsnavigation verwendet. Diese Verfahren stoßen bei großen Tiefen und bestehenden Dichteschichtungen an Grenzen. Die Wiedererkennung von geologischen oder anderen signifikanten raumfesten Markern und die Verwendung dieser als Navigationsknotenpunkte sind Forschungsthemen, deren Umsetzung die Entwicklungsabteilungen auch in der nächsten Zeit noch beschäftigen wird.

Die hier beschriebenen Möglichkeiten gelten aber nicht ausschließlich für einzelne operierende Systeme. Aktuelle Versuche zur Schwarmin-telligenz und zur gegenseitigen Steuerung von

**Abb. 2:** ATLAS SeaCat mit Raman-Spektroskop. Der Sensorkopf hängt am unteren Ende des Kabels und kann, in der oberen Sedimentschicht geschleppt, die Messung durchführen



mehreren AUVs, auch in komplexeren Situationen, eine arbeitsteilige Aufgabe zu erfüllen, zeigen vielversprechende Ergebnisse. Damit wurde erstmals der Weg eingeschlagen, vielseitige Aufgaben in einem Kontrollgebiet zu verteilen und kollektiv abzarbeiten.

### Anwendungen

Der Vielzahl von denkbaren Anwendungen für autonome Unterwasserfahrzeuge steht eine breite Angebotspalette von AUV-Fahrzeugen und -Systemen gegenüber, die für diese Aufgaben ausgerüstet werden können. Dabei kann festgestellt werden, dass es das universelle »Ein-Sensor-System« nicht gibt, sondern die Stärken von Systemlösungen je nach Problem an die anwenderseitig bestehenden personellen Gegebenheiten, an die Datenverarbeitungssituation und an die marine Infrastruktur angepasst werden müssen.

Im Folgenden werden vier Hauptanwendungsgebiete näher beleuchtet.

### Offshore-Infrastrukturen und -Bauwerke

Die in der vergangenen Dekade entstandenen sowie die noch in Planung befindlichen Offshore-Windfarmen in Nord- und Ostsee decken inzwischen viele hundert Quadratkilometer in einem Umfeld mit schwierigsten Umweltbedingungen ab. Neben den vorbereitenden großflächigen Baugrundvorerkundungen müssen die Fundamentierungen, die Lage und der Zustand der Kabelnetze fortlaufend beobachtet werden. Auch wenn bis heute noch keine ausreichenden Erfahrungen und geschlossenen Strategien für das Monitoring dieser Bauwerke und Felder existieren, steht zu erwarten, dass sich ein weites Betätigungsfeld für autonome Überwachungsaufgaben erschließt (Abb. 3).

Wurden bisher viele der Untersuchungen durch die Berufstaucherei ausgeführt, werden kurzfristig die zu überprüfenden Flächen die Tauchkapazitäten bei Weitem übersteigen. Damit wird eine komplementäre Erweiterung der Fähigkeiten durch

technische Überwachungssysteme, ferngesteuert oder autonom, stark nachgefragt sein.

### Kabel und Pipelines

Tiefseekabel gewährleisten heute 99 % der interkontinentalen Kommunikation, sowohl für die zivile und wirtschaftliche Nutzung als auch bei der militärischen Nachrichtenübermittlung. Die Kosten für Verlegung und Reparatur belaufen sich auf mehr als 100 000 US\$ pro Tag. Die Beschädigung eines solchen Kabels kann weite Teile eines Landes von der Stromversorgung oder Kommunikation abtrennen. In kleinerem Maßstab benötigen auch Windparks eine Kabelinfrastruktur, um die gewonnene Energie an Land zu transportieren.

Bereits vor der Verlegung ist es erforderlich, die Kabeltrasse auf ihre Untergrundbeschaffenheit hin zu untersuchen. Die Frage ist, ob auf dem anstehenden Untergrund ein Kabel problemlos verlegt oder eingegraben werden kann und ob die Trasse frei von Hindernissen oder Altmunition ist.

Ähnliches gilt für Pipelines, durch die Öl oder Gas über Tausende von Kilometern transportiert wird. Als Beispiel mag die North-Stream-Pipeline gelten, die russisches Gas über 1200 km nach Europa führt. Eine Überwachung der Leitungen in Bezug auf ihre Lage, auf Verkolkung oder Unterspülung kann unter Umständen die Energieversorgung eines Landes sicherstellen oder auch drastischen Umweltschäden vorbeugen.

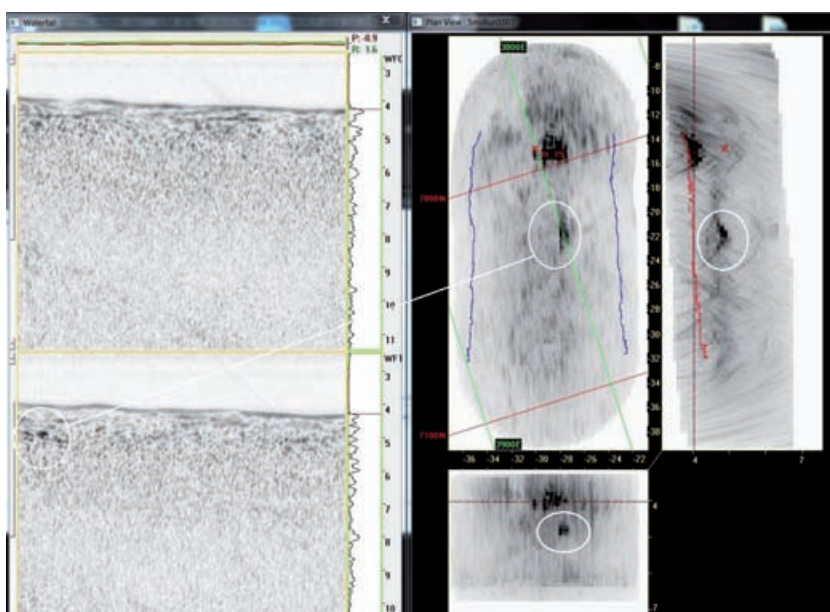
Da Kabel und Pipelines nicht nur den harschen Umwelteinflüssen des Meeres unterliegen, sondern manchmal auch der Schleppfischerei oder einfach den Ankern von Schiffen ausgeliefert sind, sind sie teilweise unter der oberen Sedimentschicht vergraben. Eine Kontrolle der Lage und des Zustandes erfordert komplexe Sensorik, die nicht nur die Bathymetrie hochauflösend darstellen kann, sondern die Kabel und Leitungen und mögliche Kreuzungen auch unter der Sedimentschicht abbilden und verfolgen kann.

### Altlastenerkundung

Etwa zwei Millionen Tonnen Altmunition oder Sprengstoffe lagern in deutschen und benachbarten Gewässern der Nord- und Ostsee (Abb. 4). Zum Teil sind die Gewässer vor den Küsten flächendeckend vermint. Bei Kriegsende haben sowohl die eigenen Streitkräfte als auch die alliierten Marinen die nicht mehr benötigte Munition einfach ins Meer geschmissen – und so scheinbar problemlos entsorgt. Ungenaue Bombardements der alliierten Luftwaffen trugen zu einem weiteren Teil der Munitionsaltlasten zumindest im Umfeld der damaligen strategischen Standorte bei.

Munitionsfunde hat es an den besagten Küsten seit jeher gegeben. Seit etwa zehn Jahren rückt das Problem jedoch immer häufiger in das Bewusstsein der Öffentlichkeit, aufgrund einer stärkeren Sensibilisierung für Umweltbelange und auch durch eine entsprechende Medienberichterstattung.

**Abb. 3:** Sub-Bottom-Profiler-Daten aus Hafenvermessungen. Detektion eines in ca. 1 m Tiefe unter dem Sediment verborgenen Objekts



Quelle: Atlas Elektronik GmbH, Bremen



Speziell im Zuge der Erschließung von Offshore-Windparks und deren Infrastruktur oder bei der Trassenplanung für Kabel oder Pipelines ist eine Baugrundvorerkundung im Hinblick auf gefährliche Objekte gefordert. Ein praktisches Problem hierbei stellt die Differenzierung zwischen Munition und Unrat dar, die nicht nur den Einsatz verschiedener Sensorprinzipien, sondern auch eine profunde Erfahrung in der Interpretation der Messergebnisse erfordert.

### Rohstofferkundung

Während in anderen Teilen der Erde bereits autonome Systeme bei der Erkundung und Beobachtung von Rohstofflagerstätten professionelle Verwendung finden, sind diese Anwendungen in deutschen Gewässern zumeist eher experimentell als Bestandsaufnahmen der Verkehrswege in Häfen, Flussmündungen oder Kanälen zu finden.

Werfen wir einen Blick in die arktischen Schelfmeere, wo über eine mögliche Verwertung von Rohstoffen, aber auch über eine nachhaltige und ökologisch verträgliche Nutzung diskutiert wird. Große Wassertiefen und extreme Umweltbedingungen erschweren eine Beurteilung mit den von einem Forschungsschiff aus zu bedienenden Sensoren und Geräten; die Datenqualität und damit auch die Möglichkeit einer sicheren Interpretation lässt sich signifikant erhöhen, wenn die Sensorik in eine optimale Tiefe zum Meeresboden gebracht werden kann.

### Adaption an das Anwender- und Problemumfeld

Um durch den Einsatz von AUVs eine effektive komplementäre Erweiterung der Anwendungen hydrographischer Messmethoden zu erhalten, ist es erforderlich, sich sowohl der zu lösenden Problemstellung zu widmen, indem die autonomen Systeme mit angepasster Sensorik ausgerüstet werden, als auch sich der Infrastruktur und der Arbeitsweisen der Anwender anzupassen. Dies betrifft die Anteile der Arbeitsprozesse, in denen AUVs eine andere Akquisitionstechnik ablösen oder ergänzen können.

Eine maßgebliche Frage stellt sich natürlich bei der schiffseitig notwendigen Infrastruktur, an die im Vergleich zum Einsatz von ROVs oder Schleppsystemen geringere Ansprüche gestellt werden. Wenn das Einsatzgebiet und die vorherrschenden Seebedingungen dies zulassen, kann ein AUV-Survey auch von kleineren »ships of opportunity« aus durchgeführt werden. Die Minimalanforderung verlangt einen hinreichend lastfähigen Kran, einen Stellplatz für ein AUV-Ablagegestell (Abb. 5), einen kleinen Werkstattbereich für die Wartungsarbeiten und, sofern dies gewünscht ist, ein Labor für die Post-Mission-Datenbearbeitung.

Auf der Fahrzeug- und Systemseite werden viele Anwendungsbereiche dadurch abgebildet, dass eine Swap-Head-Technologie das Aufgabenspek-



Quelle: WTD71, Eckernförde

Abb. 4: Altmunition in der Ostsee

trum eines AUV-Systems durch anpassungsfähige Sensorköpfe erweitert und dass modulare AUV-Plattformen die Wartbarkeit an Bord extrem vereinfachen und die notwendigen Turn-around-Zeiten auf einen »Boxen-Stopp« reduzieren. Das Ziel hierbei ist geringster Personal- und Zeitaufwand sowie maximale Ausnutzung der Möglichkeiten der Systemverfügbarkeit.

Auf der Seite der Post-Mission-Datenverarbeitung und der Interpretation wurden in aktuellen Entwicklungen die Dateninfrastruktur den Prozessketten der Anwender angepasst und diese weiterentwickelt, sodass ein direkter Mehrwert durch die neuen Akquisitionssysteme entsteht.

Mit ihren modernen Batterietechnologien bieten die aktuellen AUVs Missionsdauern an, die in vielen Anwendungsfällen über den Datenverarbeitungskapazitäten an Bord, aber auch über einem sinnvollen Qualitätsmonitoring-Ansatz liegen. Hier muss geprüft werden, ob der alternierende Einsatz von zwei AUVs von einem Survey-Schiff aus, oder ein »Fast-Turn-around« des Datendownloads und des Batterieladens die Missionsergebnisse schneller für den Anwender verfügbar macht und damit eine sinnvolle Option innerhalb der Arbeitsprozesse bieten kann. ⚓

Abb. 5: ATLAS DeepDiver-AUV mit Sub-Bottom-Profiler an Bord eines Arbeitsschiffes



Quelle: Atlas Elektronik GmbH, Bremen

# OpenROV –

## A low cost ROV (not only) for hydrography students

An article by SIMON DREUTTER and TINA KUNDE

Nowadays, underwater vehicles are more and more popular. Especially for investigations in shallow or not safely accessible areas for shipping they offer a good alternative. But often, the high acquisition costs are a great hurdle for companies and scientific institutions. The HafenCity University Hamburg purchases a small ROV out of a student initiative. The following article introduces the OpenROV concept and technical features, the gained previous experiences, and also dips into possible future projects.

### Authors

Simon Dreutter, M.Sc., and Tina Kunde, B.Sc., are Master students in Geomatics with specialisation in Hydrography at HCU in Hamburg

simon.dreutter@hcu-hamburg.de  
tina.kunde@hcu-hamburg.de

Further questions, requests or ideas can be brought to the Hydrography department of the HCU at any time – please do not hesitate to contact us: [openrov1058@gmail.com](mailto:openrov1058@gmail.com)

### Acknowledgments

Thanks to Markéta Pokorná (Ph.D.) for supporting us in the matter of ordering our OpenROV, and also to Tanja Dufek (M.Sc.) for helping and supporting us in different situations as well as for showing that kind of motivation for this project.

HCU Hamburg | OpenROV | ROV | hydrography education | experiences

### Introduction

Unmanned vehicles of all sorts are becoming more and more significant in underwater applications. High resolution hydrographic surveys in deep sea or oceanographic measurements and water sampling can be efficiently conducted with autonomous underwater vehicles (AUV) with very little to no human input during the mission. Remotely operated vehicles (ROV), while being less time efficient, have the upside of an instant feedback of various sensor data during operations. This gives the possibility of reacting on specific conditions in the area of interest and adjusting missions to fit certain needs and improve results.

This makes ROVs a great choice for a wide range of applications in situations where it is not possible for human divers to work (high depths, harmful environments, etc.) or where financial limitations or runtime requirements are critical.

Large work class underwater robots can be used for construction purposes, for example in drilling operations, with equipment like manipulator arms or specialised machinery. ROVs can be equipped with sampling devices for scientific research or conduct small scale micro bathymetric surveys with echo sounders, LIDAR or photogrammetric cameras. And ROVs can simply be used with an onboard camera for visual video observations. These so called eyeball class ROVs are very widely used in archeology (ship wreck exploration), biology (visual habitat investigation) or for inspection of submerged constructions or objects of any kind.

What all of these vehicles have in common, is that they are very costly and that even small commercial underwater robots are usually beyond the budget of enthusiasts and hobbyists which limits the use of these devices to commercial or scientific purposes with little to no chance for private use.

To overcome this barrier, hobby explorers have to rely on do-it-yourself solutions which usually require a lot of work. Luckily, a project called OpenROV came to live in the last couple of years with the goal to ease the process of getting into underwater exploration both in terms of financial costs and timely efforts.

This article shall give an overview over the Open-

ROV project and the experiences the students of hydrography at HafenCity University Hamburg gained with their robot.

### The OpenROV project

The co-founders of OpenROV, Eric Stackpole and David Lang, started working on an underwater robot to do an exploration in Hall City Cave in the Trinity Alps with the goal of finding a hidden gold treasure. The idea evolved into a prototype and became a crowdfunding campaign on Kickstarter in 2012. The campaign got funded within a few days and was a huge success. Eric and Dave created a startup company for further developing the OpenROV and distributing do-it-yourself kits to worldwide customers.

Over the last years a very thriving and enthusiastic community formed around the project consisting of people with various backgrounds like electrical engineering, robotics, programming, archeology, biology, hydrography, and many more. Due to the open source and open hardware design of the robot, the development of the OpenROV was influenced by all these different professions which made it into a versatile and widely usable device.

### Specifications

The robot itself is a small shoe box sized battery powered device. It is tethered with a 100 m two wire tether with a topside adapter that lets the user plug it into the Ethernet port of any kind of computer. The OpenROV is controlled over an interface running on the robot itself which is accessible over an internet browser, with no need for additional software. On the hardware side the ROV features a tiltable HD camera, strong LED light, two 10 cm parallel scaling lasers and a 9-DOF inertial measurement unit (IMU) with a depth and temperature sensor. Three thrusters let the ROV move in all directions in (underwater) space. All electronic components are packed tightly into an acrylic pressure housing with a depth rating of about 100 m. The browser interface features a live stream of the camera plus a numerical stream of all the sensor data like compass data, depth, motion,



temperature, and remaining battery power (Fig. 1). All systems can be controlled with the computers keyboard or a connected gamepad or joystick.

In the ROV the main software runs on a Beagle-Bone, and the hardware (sensors and thrusters) is controlled by an Arduino. Except for the custom made Arduino board and the IMU, all parts are available off the shelf. Therefore, people can easily build their own version aside from the original kit with similar hardware running on the OpenROV software. This makes the OpenROV a very hackable solution with expandability for a lot of sensors. Up to now the community showed add-ons like magnetically controlled gripper arms or acoustic modems for wireless communication. The OpenROV features the widely used I<sup>2</sup>C interface.

Recently, the company introduced a new robot, the OpenROV Trident, which is less hackable and expandable, but is basically a plug and play device, usable by everybody out of the box.

### OpenROV at the HCU

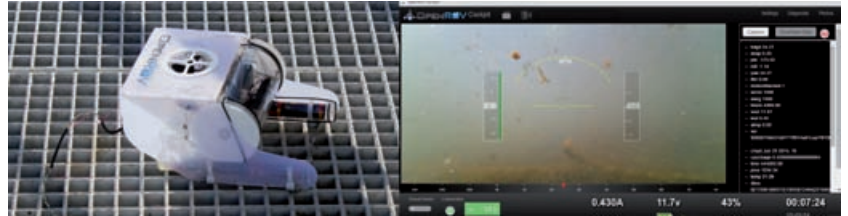
At the Hafencity University Hamburg an OpenROV (#1058) was ordered in 2014 out of a student initiative. The main motivation for getting an ROV was to get students of hydrography in contact with basic ROV technologies and to have an expandable platform for student-driven projects and Master theses. With budget being a limiting factor, the OpenROV was a good chance to do that. Additionally, due to its open design, the ROV offers a great hands on hardware experience with low level electronic components as well as the interfacing of various devices and sensors within the software of the OpenROV. This also ties in to subjects within the hydrography study curriculum.

The robot comes as an unassembled kit and the building process includes preparation of the pressure housing and the main structure of the ROV as well as soldering and assembling the electronic parts (Fig. 2). During the process we learned a lot about the in's and out's of underwater technology and the mixed blessing of submerging sensitive electronics in watertight containers. A lot of troubleshooting had to be done and problem solving was one of the main tasks. Even though further improvements are possible we were successful and beside the things we learned which are useful for our professional future, building an ROV was a great teamwork experience and a lot of fun for all involved.

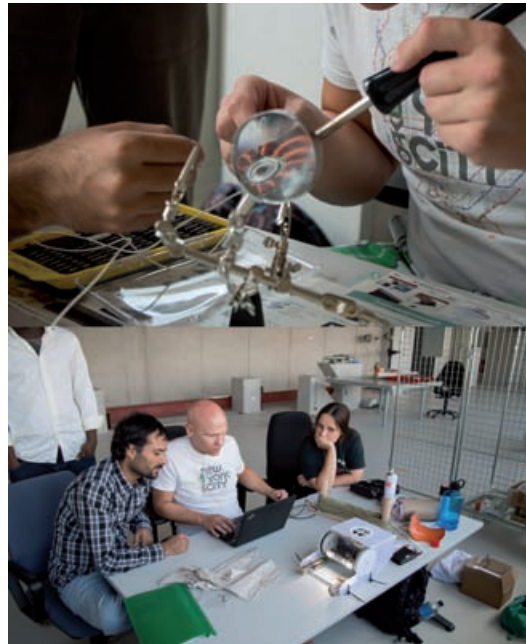
### Past OpenROV experiences

Until now, the ROV was used only for a few small trials so that all participants of the building process became familiar with the steering and the browser interface. The chosen areas of operation were providing various conditions which was highly advantageous to gain an overview of the opportunities and limitations of the ROV.

The first impressions of the behaviour in the water were gathered in the river Elbe. Thanks to the



**Fig. 1:** OpenROV and its cockpit: Right panel with sensor information, bottom panel with technical information and compass, main display with camera output and depth



**Fig. 2:** Assembly-process of the OpenROV in the HCU Hamburg

Waterways and Shipping Administration (WSA) in Wedel, it was possible to do this in their small harbour basin which offers a shallow seceding and stone-fixed shoreline. Furthermore, the fact that the ROV cannot get in contact to the direct shipping traffic gave a reassuring feeling for testing. One of the main tasks during this first trial besides the steering experience was the equilibration of the ROV for getting neutral buoyancy. Actually, this was done by affixing stainless nuts and shims to the lower lateral struts. This offers a quick and easy possibility of modification depending on the properties of the site of operation. As a result of this trial it can be concluded that the river Elbe with its tidal currents and thereby the caused floating particles did not provide optimal conditions: The turbidity of the water leads to a severely restricted visibility (Fig. 3).

For a second deployment of the ROV, the Benthocosms of the Geomar Helmholtz Centre for Ocean research in Kiel were inspected. Contrary



**Fig. 3:** Impression of the first sea trial in the river Elbe, Wedel



**Fig. 4:** Impression of the marine life at the Geomar Benthocosm platform, Kiel

to the river Elbe, the Firth of Kiel offers clear water without strong turbidity so that it was possible to capture nice images of the local marine life (Fig. 4). Close to the Benthocosm platforms the currents were not as strong as apart, but nevertheless, the steering of the ROV proved to be challenging – not only because of the limitation of space. To evaluate the already assumed effect of strong currents to the engine performance, the ROV was steered in more open water. After a short steering period it could be seen that the strong currents almost completely prevent a precise controlling. Even through increased engine performance it was not possible to manoeuvre against the flow direction without being swept away.

Due to the fact that the first trials were only conducted by the assembly participants, the Ocean-Lab of the Jacobs University Bremen has generously offered their indoor basin to introduce the ROV to younger hydrography students who should be able to use it for future research projects. This fresh water basin provides optimal testing conditions to ensure a smooth demonstration without the disturbance of currents or turbidity (Fig. 5).

Since July, the HCU also owns a small testing basin built by the Mechanical Engineering department of the Helmut Schmidt University Hamburg. With this basin it is possible to check performed adjustments without the need of a suitable operation area outside of the university. Especially for future projects and related further development this may accelerate the proceeding and lead to increased flexibility. Furthermore, it allows to present the ROV and its features to a larger audience during open house days like the »Night of Knowledge« or to introduce the department of Hydrography to potential students.

**Fig. 5:** ROV diving in the fresh water basin of the Jacobs University Bremen



## Future projects and perspectives

Actually, the ROV is involved in a Master thesis concerning an image-based technique for three-dimensional modelling. Therefore, additionally to the already installed wide angle camera, a second camera with a higher resolution is planned to be placed outside of the tubing housing. First auspicious tests outside of the water were already performed and will hopefully soon be followed by several field trials in areas with an interesting marine life such as the Kreidesee Hemmoor.

Only using the actual installed systems, the ROV provides a great platform for various underwater investigations and explorations. Besides the possibility of visual inspections of wrecks or other obstacles it would also be conceivable to use it for the inspection of hull-mounted sensors or other submerged vessel equipment. This application provides a cost- and time-effective alternative which can be realised with low effort to get first impressions of possible damages. But also the inspection of harbour constructions such as quay walls, bridge piers or dolphins can be the basis for further ROV projects carried out by the hydrography students. As already done in Kiel, the observation of marine biology also offers a wide field of possibilities.

The OpenROV provides a lot of potential for further expandabilities and technical upgrades. The attachment of a single beam echo sounder together with an altimeter for example would offer additional interesting topics and projects. What can also be very promising, especially for the investigation of underwater environments as in the river Elbe, is the mounting of an acoustic camera system to gather images independent of prevailing light- and turbidity-conditions.

## Conclusion

With the OpenROV, a low-cost underwater vehicle was offered to a broadly based range of users. The building-kit structure of the ROV enables an application-specific configuration. The growing number of the user community allows an exchange of information and experiences – especially by using appropriate fora such as the OpenExplorer or the OpenROV Blog. Even though strong currents and turbidity can restrict the usage, it is a worthwhile purchase. It is particularly suitable for universities because the assembly process as well as operation and maintenance can be integrated within the teaching activities.

To get an overview of all introduced ROV campaigns, the background and insights, the HCU runs an OpenExplorer profile (<https://openexplorer.com/profile/openrov1058>). After each expedition, a digital field journal was created and so all projects can be reviewed by everyone who is interested. For an insight into the behaviour of the ROV in the water, also a YouTube-channel (OpenROV #1058) is available. In small video sequences the viewer can receive an impression of different trials. [📍](#)



# Apogee Series

# NEW

## SURVEY IN ALL SEA CONDITIONS

Apogee makes very high accuracy INS/GNSS affordable for all surveying companies.

### HIGH ACCURACY INS/GNSS

- » 0.005° Roll & Pitch
- » 2 cm Delayed Heave
- » 0.01° Heading
- » 1 cm Position

PPK accuracy



**M·B·T**  
UNDERWATER TECHNOLOGY

**OFFICIAL DISTRIBUTOR**

**MBT GmbH**  
Wischhofstraße 1-3  
Gebäude 11  
D-24148 Kiel  
Germany

TEL +49 (0)431 535 500 70  
FAX +49 (0)431 535 500 99  
MAIL info@m-b-t.com  
WEB www.m-b-t.com



# Ist die Zukunft ferngesteuert oder autonom?

Ein Wissenschaftsgespräch mit dem DHyG-BEIRAT\*

Allenthalben ist von autonomer Gewässervermessung die Rede. Doch was ist das eigentlich? Hat ein jeder dieselbe Vorstellung von den bei der autonomen Vermessung zum Einsatz kommenden Geräten und Methoden? Eher nicht – das zumindest ist die Erkenntnis aus dem Wissenschaftsgespräch, in dem fünf Hydrographen ihre jeweilige Sicht erläutern. Mühsam und mit vielen englischen Ausdrücken rang man um die Definition für ein autonomes System. Einig waren sich die Experten darüber, dass die autonome Zukunft sich noch ein paar Jahre Zeit lassen wird. Und dass man auch dann noch qualifizierte Hydrographen brauchen wird.

AUV | ROV | USV | Glider | Drifter | Crawler | Rover | Autonomie | Energieversorgung  
Datenübertragung | Kollisionsvermeidung | Verkehrssicherheit | Schwarm

**HN:** Als ich meinen Kollegen erzählt habe, dass ich ein paar Experten zum Wissenschaftsgespräch geladen habe, um mit ihnen über autonome Vermessung zu sprechen, zum Beispiel mit AUVs, da wurde ich korrigiert. Einer sagte: »Du meinst nicht AUVs, sondern UAVs, also unmanned aerial vehicles.« Der Kollege dachte an Drohnen. Ich hatte keine Zeit mehr, ihm zu erklären, was ein AUV ist.

**Olaf Lautenschläger:** Autonome Vermessung macht man ja nicht zwangsläufig mit einem AUV. Es gibt ja auch surfbrettähnliche Konstruktionen, die auf einem Baggersee verwendet werden, wo dann jemand mit der Fernbedienung am Ufer sitzt und das Gefährt über den See steuert.

**Thorsten Döscher:** Das nennt sich ASV, autonomous surface vessel.

**Thomas Thies:** Eine Sensorplattform mit Fernbedienung ist aber ein remotely operated vehicle, ein ROV.

**Lautenschläger:** Unter einem remote betriebenen Fahrzeug verstehe ich etwas mit einem Kabel, also ein nicht komplett autonomes Fahrzeug.

**Döscher:** Zu einem ROV gehört immer auch ein ROV-Operator. Das sind also wirklich Geräte, die über ein Kabel von jemandem gesteuert werden.

**Jens Schneider von Deimling:** Ein ROV ist nicht wirklich autonom. Ich würde definieren, autonom

ist, wenn man die Navigation vorher programmiert und das Gerät dann selbstständig den Track abfährt. Damit sind alle kabelgetriebenen Systeme raus.

**Lautenschläger:** Nicht unbedingt. Es gibt ja auch kabelgebundene Systeme, bei denen das ROV vorausfährt

und das Schiff hinterher. Das Schiff folgt dabei einem Ziel. Man spricht von follow target. Das ist ein autonomer Vorgang, trotz Kabel.

**Schneider von Deimling:** Dabei kommt die Stromversorgung doch aber vom Mutterschiff. Daher ist das kein autonomes System.

**Lautenschläger:** Okay, alles ohne Kabelverbindung ist autonom. Das heißt aber nicht unbedingt, dass auch autonom gefahren werden muss.

**HN:** Das müssen wir vertiefen. Autonomie meint also einen eigenständigen Antrieb und eine selbstständige Navigation? Kein Kabel und keine Fernbedienung?

**Peter Gimpel:** Ja und nein, mit Blick auf die Navigation. Bei einem autonom betriebenen Unterwasserfahrzeug braucht man eine autonome Navigation, die zum Beispiel auf Trägheitsnavigation beruht, auf jeden Fall nicht optisch ist oder satellitengestützt. Bei einem Oberflächenschiff, also zum Beispiel einem ASV, gilt das nicht. Das Fahrzeug als solches hat einen eigenen Antrieb, aber die Navigation ist »normal«, meist über GPS, aber auch das gilt als autonomes Fahrzeug.

**HN:** Bei selbstständiger Navigation ist also egal, auf welche Hilfsmittel zurückgegriffen wird. Hauptsache, das Ding findet den Weg.

**Lautenschläger:** Und wenn's den Weg nicht findet, kann man händisch eingreifen. Man gibt ja immer einen Track ein, den die Fahrzeuge dann selbstständig abfahren sollen. Und falls ein Fahrzeug mal vom Weg abkommt, kann man immer noch eingreifen. Nicht gerade so direkt wie mit einer Fernbedienung. Aber einem Hugin zum Beispiel kann man neue Wegpunkte mitteilen, per Unterwasserkommunikation. Zwischen dem Hugin und dem Schiff gibt es natürlich eine Kommunikation. Nicht ununterbrochen, denn das kostet zu viel Strom; aber in regelmäßigen Abständen oder bei bestimmten Ereignissen teilt das Hugin seine Position mit. Und diese Kommunikation funktioniert natürlich auch in die andere Richtung.

**Schneider von Deimling:** Vielleicht kann man den Vergleich zu selbstfahrenden Autos ziehen. Im Prinzip ist die Technik da, aber wir können dem Auto halt doch noch nicht sagen: fahr von A nach B. Noch immer hängt eine operationelle Kette dran und viel Observation durch den Menschen. Dennoch erfordert ein AUV-Einsatz noch erhebliche Unterstützung durch den Menschen.

\* Das Interview mit dem DHyG-Beirat – anwesend waren Thorsten Döscher, Dr. Peter Gimpel, Olaf Lautenschläger, Dr. Jens Schneider von Deimling und Thomas Thies – führte Lars Schiller am 29. Oktober 2015

»Bisher dachte ich immer: Hängt ein Kabel dran, ist es ein ROV; hängt kein Kabel dran, ist es ein AUV.«

Olaf Lautenschläger



**Lautenschläger:** Bisher dachte ich immer: Hängt ein Kabel dran, ist es ein ROV; hängt kein Kabel dran, ist es ein AUV. Jetzt weiß ich, auch ohne Kabel kann es ein ROV sein, dann ist die Kabelverbindung durch eine Funkverbindung ersetzt.

**Thies:** Richtig, sobald da ein Mensch die Kontrolle über die Navigation übernimmt, handelt es sich um ein ROV. Die Eingangsfrage aber zielte darauf ab, was ein AUV ist. Sobald eine Trajektorie inklusive Ausweichoption einprogrammiert wird und das Fahrzeug eine batteriegestützte Energieversorgung hat, und es sich durch selbstständige Navigation unter Wasser fortbewegt, ist es ein AUV.

**HN:** Jetzt haben wir endlich die Definition von AUV. Die werde ich meinem Kollegen beibringen. Das mit der selbstständigen Navigation aber lässt sich doch bestimmt noch weiter treiben. Man könnte so ein Teil ja auch einfach ins Wasser lassen, ohne vorher etwas einprogrammiert zu haben, und das Ding soll selbst entscheiden, wo es lang schwimmt.

**Lautenschläger:** Das gibt's doch schon, zum Beispiel wenn es um Pipelineverfolgung geht. Man gibt zu Beginn nur die Richtung vor, in der die Pipeline ungefähr sein muss; sobald das Gerät die Pipeline gefunden hat, trackt es sie, verfolgt sie bis zum Ende. Und falls es zwischendurch irgendwas auffallendes bemerkt, eine Verdachtsstelle, kehrt das System um, um noch einmal hochauflösende Aufnahmen zu machen. Danach verfolgt es die Pipeline weiter. Das Ganze funktioniert auch bei der Munitionssuche. Sobald Verdachtsmomente da sind, die durch eine Mustererkennung festgestellt wurden, schaut das System genauer nach.

**Gimpel:** Im Grunde geht es um die Philosophie, wie man in Zukunft die Vermessung macht, ganz unabhängig vom Fahrzeug. Typischerweise hat man ein festgelegtes, regelmäßiges Muster. Man kann das Gebiet aber auch irgendwie vermessen, erratisch, wie so ein selbstfahrender Rasenmäher, Hauptsache, das Gebiet wird in möglichst effektiver Weise vermessen. In der Hinsicht ist es egal, ob es autonom geschieht oder nicht.

**HN:** Autonom heißt für mich auch, dass das Gerät bei unvorhergesehenen Umständen eigenständig reagiert, ohne menschliche Intervention.

**Lautenschläger:** Mit der entsprechenden Sensorik lässt sich das durchaus umsetzen. Wir haben für solche Zwecke ein forward looking sonar installiert. Sobald etwas Unvorhergesehenes passiert, bei einer Grundberührung etwa oder wenn plötzlich eine Wand im Weg steht, werden Gewichte abgeworfen und das Ding taucht auf. Wenn natürlich nur ein kleines Hindernis im Weg ist oder der Gewässerboden langsam ansteigt, dann schwimmt Hugin nur ein paar Meter nach oben, folgt dann aber weiter seinem Kurs und setzt die Vermessung fort. Das Ausweichen geschieht also immer nach oben. Nach links oder nach rechts ausweichen kann er noch nicht.

**HN:** Bisher sprachen wir über richtiggehend fahrende autonome Fahrzeuge. Aber es gibt doch

auch noch andere autonome Systeme, stationäre oder treibende.

**Schneider von Deimling:** Das sind die sogenannten Glider. Sie sind prinzipiell geeignet, um hochfrequente Sonare mit geringer Leistungsaufnahme zu befördern und zu betreiben – erste Pilotprojekte laufen. Da genügt schon ein Solarpanel für die Energieversorgung. Vorausgesetzt, er ist mit einer effizienten IMU ausgestattet, kann man sich auch einen Glider vorstellen, der autonom vermisst.

**HN:** Bewegen sich Glider nur auf der Wasseroberfläche?

**Schneider von Deimling:** Nein. Die generieren ihren Vortrieb durch die Wellenbewegung. Das geht sehr, sehr langsam. Aber über die Zeit macht er eben doch Strecke.

**Lautenschläger:** Manche Glider tauchen bis in eine definierte Tiefe ab, dann tauchen sie wieder auf, tanken Energie, holen sich die aktuelle GPS-Position und tauchen wieder ab. So bewegen sie sich quer durch den ganzen Ozean.

**HN:** Was ist der Unterschied zwischen Glider und Drifter?

**Schneider von Deimling:** Der Drifter nutzt nicht die Vertikalwellenbewegung aus, sondern die Strömung selbst. Dahingegen nutzt der Glider den Vertikalhub aus. Der rutscht durch die Vertikalbewegung immer ein Stückchen nach vorne. Dadurch ist das System dann auch besser steuerbar.

**HN:** Was ist mit den stationären Systemen?

**Schneider von Deimling:** Es gibt mittlerweile Gasleckagesysteme, die als autonome Messstationen am Meeresboden verankert sind. Die gucken in die Wassersäule nach oben. Sobald sie eine Leckage erkennen, lösen sie einen Alarm aus. Aber diese System würde ich nicht zur »klassischen« autonomen Vermessung rechnen. Sonst könnte man ja auch chemische Sensoren hinzuzählen, die auch autonom messen können. Natürlich helfen all diese Sensoren, die Umgebung zu beschreiben.

**HN:** Aber für die Erkennung von Gasleckagen sind chemische Sensoren doch gut geeignet.

**Schneider von Deimling:** Dann handelt es sich um ein integriertes System. Das wird zum Beispiel für die Entdeckung von hydrothermalen Austritten verwendet. Die chemischen Sensoren schlagen deutlich früher an als die Akustik. Da werden die Daten integriert im AUV aufgezeichnet.

**Thies:** Für mich hing »autonom« immer direkt mit der Navigation zusammen, eben wenn sich ein System autonom bewegt. Es geht nicht um die autonome Messung, während das Gerät an einer Stelle steht. Auch bei ferngesteuerten Systemen geht es um die Bewegung, nicht nur darum, per Fernbedienung eine Messung auszulösen.

**HN:** Besteht da Konsens? Ein autonomes System ist auf jeden Fall nicht stationär?

*»Man kann ein Gebiet auch erratisch vermessen, wie so ein selbstfahrender Rasenmäher. Hauptsache, effektiv. In der Hinsicht ist es egal, ob die Vermessung autonom geschieht oder nicht«*

Peter Gimpel

**Gimpel:** Eine Tonne, die mit Solar betrieben wird, ist schon auch irgendwie ein autonomes System. Aber sie bewegt sich nicht. Das V in AUV ist entscheidend. Es geht um die aktive Bewegung.

**Lautenschläger:** »Autonom« heißt doch auch, selbstständig eine Entscheidung zu treffen und in der Folge etwas zu machen. Einen Pegelfunk im Hafen zähle ich nicht dazu, der sendet nur einfach seine Daten in bestimmten Intervallen, macht sonst aber nichts. Das ist nichts autonomes. Auch Erdbebenbojen sind einfach nur Messplattformen.

**Schneider von Deimling:** Bei einem autonomen Fahrzeug setze ich schon voraus, dass es Entscheidungen bezüglich der Route trifft. Es geht auch um die Verkehrssicherheit. Gerade wenn man an Glider in Verkehrsgebieten denkt.

**Thies:** Richtig, Algorithmen zur Kollisionsvermeidung gehören für mich auf jeden Fall dazu, egal um welchen Typ von autonomen Fahrzeugen es sich handelt.

**HN:** Mal losgelöst vom Fahrzeug, Gewässervermessung kann doch auch an Ort und Stelle, also stationär geschehen. Hydrographen interessieren sich doch auch für die Zusammensetzung des Wassers oder für die Strömungen. Das zählt doch alles zur Gewässervermessung.

**Thies:** Da sind wir wieder bei der Frage, was Hydrographie ist. Natürlich zählen für mich Strömungsgeschwindigkeiten, der Sauerstoffgehalt, die Trübung, der Salzgehalt und vieles mehr dazu.

**HN:** Was könnte man denn autonom erledigen lassen?

**Lautenschläger:** Damit kommen wir zum Unterschied zwischen autonom und automatisiert. Wenn man ganz viele einzelne Messstellen hat, dann wurde da etwas automatisiert.

**Thies:** Aber wenn diese Messstellen bei einem besonderen Ereignis eigenständig reagieren und in der Folge spezielle Messungen

durchführen, dann handelt das automatisierte System autonom.

**Schneider von Deimling:** Weltweit gibt es längst ein Netzwerk von autonomen Glidern, die die Temperatur und die Salinität für die Ozeanographie messen. Das zählt schon zur autonomen Gewässervermessung.

**HN:** Keine Tiefeninformation, aber qualitative Daten.

**Schneider von Deimling:** Definitiv. Das ist in der Ozeanmodellierung so wie in der Meteorologie mit den Wetterballons. Ohne die wären die Meteorologen verloren.

**Döscher:** Grundsätzlich ist es doch so, dass alles vom Bedarf abhängt. Man kann sein ROV oder AUV ausrüsten, wie man will. Das Fahrzeug darf nur nicht zu schwer werden.

**HN:** Eignen sich alle Sensoren für den Einsatz auf einem AUV?

**Döscher:** Fast uneingeschränkt, ja. Wir haben Versuche mit der Uni Bremen gemacht, weil ich Bedenken hatte, eine Wasserschallsonde runterzulassen. Aber auch das ist vorstellbar. Da stoppt so ein AUV an einer bestimmten Position und lässt mit einer kleinen Winde eine Sonde runter. Technisch ist das möglich. Es ist nur eine Frage des Aufwands. Die Frage ist, ob das wirtschaftlich ist und genau genug.

**Gimpel:** Wenn man das weiterspinnt, bietet es sich an, nur einen festen Sensor zu nehmen und das Gefährt umherfahren zu lassen. Im Nachhinein lässt sich dann aus den Daten das Profil konstruieren. Das ist eine ganz andere Messphilosophie als heute mit einem Schiff. Aber die Ergebnisse könnten gut werden.

**Döscher:** Bei Unterwasserfahrzeugen geht das, bei Oberflächenfahrzeugen muss das geordneter ablaufen.

**Gimpel:** In Bezug auf die Sensoren ist die Technologie inzwischen so weit, dass die Positionsgenauigkeit, die mit Trägheitspositionierung und Doppler-Stützung erzielt wird, für die Vermessung ausreicht. Einen Aspekt beim AUV darf man nicht vergessen: Ein Unterwasserfahrzeug hat Vorteile aufgrund seiner stabilen Lage im Wasser. Es schwimmt viel ruhiger und hat damit einen vorhersehbareren Lauf. Damit eignen sich die Fahrzeuge plötzlich für Verfahren, die an der Oberfläche nicht funktionieren, so etwas wie synthetische Apertur. Das wird ja auch schon gemacht. Die Sensoren sind alle da, noch sind sie bei guter Qualität allerdings entsprechend teuer.

**HN:** Und die Sensoren sind auch alle für den Druck in 6000 Meter Tiefe ausgelegt?

**Thies:** Die Sensoren bekommt man für jede Tiefe, 6000 Meter sind inzwischen Standard. Es ist nur eine Frage des Geldes.

**HN:** Einen Druck von 600 bar auszuhalten ist Standard?

**Schneider von Deimling:** Schwierigkeiten gibt es bei chemischen Sensoren mit ihren Membranen. Aber auch da gibt es mittlerweile Sensoren für die Tiefsee.

**HN:** Und wie sieht es mit dem Temperaturbereich aus? Die Sensoren müssen ja zwischen  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  und  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  aushalten.

**Gimpel:** Das ist die Gesamtspanne, aber die Temperaturschwankungen sind lokal nicht allzu groß.

**Schneider von Deimling:** Im Gegenteil, das Meer ist relativ sensorfreundlich.

**HN:** Und wie sieht es im Dauereinsatz mit Bewuchs durch Meeresorganismen aus? Oder ist das wieder nur für stationäre Systeme ein Problem?

**Gimpel:** Wenn ein Wandler an der Pier hängt, ist er relativ schnell zugewachsen. Aber sobald sich ein System bewegt, ist Bewuchs im Allgemeinen kein großes Problem.

**Thies:** Ohnehin ist dies nur ein Problem in Bereichen mit Licht. In der Tiefsee gibt es kaum Bewuchs.

»Für mich hing »autonom« immer direkt mit der Navigation zusammen, eben wenn ein System sich autonom bewegt. Es geht nicht um die autonome Messung eines stationären Systems«

Thomas Thies



**Döscher:** Wir haben an unseren Wandlern an den Vermessungsschiffen schon Pockenbewuchs. Alle halbe Jahre müssen wir reinigen. Aber ein autonomes System wird ja regelmäßig aus dem Wasser genommen, in dem Zug kann es dann leicht gereinigt werden.

**Schneider von Deimling:** Ein gutes autonomes System würde sich ja melden, wenn es ein Problem mit Bewuchs hätte.

**HN:** Ein gutes autonomes System sollte auch erkennen, wenn ein Sensor ausfällt oder die Ergebnisse unplausibel werden.

**Lautenschläger:** Das kann durchaus schwierig sein. Bei der Fächerecholottechnik ist das ein schleicher Prozess, zuerst brechen die äußeren Beams weg, dann nach und nach die anderen.

**Schneider von Deimling:** Noch ist das in der Tat ein Problem. Ich ziehe noch einmal den Vergleich zum selbstfahrenden Auto: Wenn das ein Problem mit der Sicherheit hat, dann muss es diese Schwäche selbst erkennen. So weit sind die Systeme unter Wasser noch nicht.

**HN:** Dabei ist es unter Wasser doch viel einfacher. Da ist viel weniger Verkehr und man kann in drei Dimensionen ausweichen.

**Lautenschläger:** Kommt drauf an, in welchen Bereichen man sich bewegt. Offshore ist die Kollisionsgefahr recht gering. Im Hamburger Hafen hin-

gegen kann man keine hundert Meter geradeaus fahren, ohne irgendwo anzustoßen.

**HN:** Was ist mit Crawlern und Rovern? Sind die auch autonom?

**Gimpel:** Im Prinzip ja. Es ist ja nur eine andere Art der Fortbewegung. Aber das sind auch autonome Fahrzeuge.

**Döscher:** Ein Crawler wird doch gesteuert. Obwohl, bestimmt gibt es da auch verschiedene Systeme.

**Lautenschläger:** Vor allem wird der Energieverbrauch bei der kriechenden Fortbewegung wesentlich höher sein. Daher sind Crawler wahrscheinlich auf eine feste Stromversorgung angewiesen.

**HN:** Vertiefen wir mal die Frage nach der Energieversorgung. Wie wird ein AUV versorgt?

**Lautenschläger:** Mit riesigen Batteriepacks, die etwa 100 Stunden bei circa vier Knoten halten.

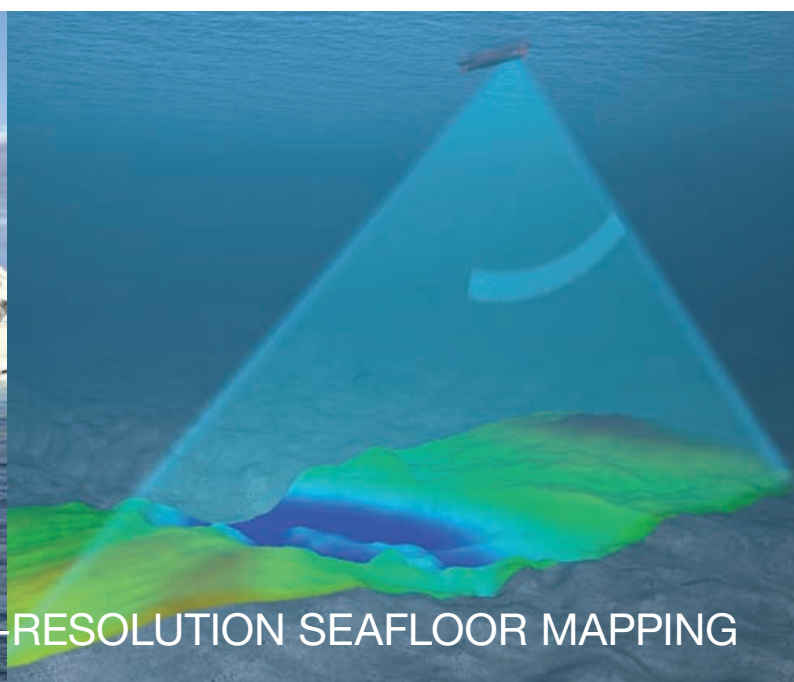
**Thies:** Kommt drauf an, wie viele Sensoren versorgt werden müssen. Wenn das AUV nur umherfährt ohne zu messen, wird die Energieversorgung länger halten.

**Lautenschläger:** Der Antrieb verbraucht schon am meisten Energie. Aber klar, wenn man ein Fächerecholot laufen lässt und noch andere Sensoren, Trübung, Strömung, Kamerasysteme, dann verbraucht das viel Strom. Und dann ist noch die



**DISCOVER THE UNKNOWN**

**ICE-PROOF PERFORMANCE | HIGH-RESOLUTION SEAFLOOR MAPPING**



**Wärtsilä ELAC Nautik** develops and manufactures state-of-the-art units and systems for precise seafloor topography for customers in hydrography, oceanography, marine geology and biology. All requirements from single components to complete turnkey solutions for complex sensor and data management systems can be met.

Wärtsilä ELAC Nautik provides full package solutions for hydrographic and polar research vessels. The ELAC SeaBeam ICE systems are high-performance multibeam echo sounders of the latest generation ranging from medium to deep water depths. They fully compensate for the vessel's pitch, roll and yaw motion. The ice-protected design makes the systems the ideal solution for all ice class ships.

Frage, mit welcher Geschwindigkeit man sich vorwärtsbewegt. Je schneller man unterwegs ist, desto mehr Energie braucht man.

**HN:** Was ist mit Brennstoffzellen?

**Gimpel:** So wie bei manchen U-Booten? Typischerweise werden doch eher Batterien und Akkus verwendet.

**Thies:** Gibt es nicht Systeme, die sich an der Wasseroberfläche über Solarzellen aufladen?

**Lautenschläger:** Das dauert zu lange. Bis genug Energie getankt wurde, vergehen mehrere Stunden.

**Gimpel:** Aber die ozeanographischen Sensoren machen das so.

**Schneider von Deimling:** Die Glider haben ein großes Solarpanel und versuchen, die Sensoren auf diese Weise mit Energie zu versorgen. Zusätzlich haben sie natürlich noch einen Lithium-Ionen-Batteriepuffer an Bord.

**Döscher:** Man bräuchte halt Dockingstationen für autonome Fahrzeuge, wo sie sich im Wasser wieder aufladen können, ohne aus dem Wasser geholt werden zu müssen.

**HN:** Wir sprachen vorhin über Datenübertragung. Wie werden die Daten ausgelesen?

**Lautenschläger:** Hinterher. Unterwasserkommunikation ist ja doch recht langsam. An eine Geschwindigkeit, wie wir sie vom Internet gewohnt sind, ist nicht zu denken. Die Frage ist ja auch, was man wirklich braucht. Man muss ja gar nicht online die ganzen Daten sehen. Daher ist es derzeit so, dass nur das Nötigste gesendet wird, nicht aber die kompletten Daten übertragen werden. Einfach

weil man sie durchs Wasser nicht übertragen kann. Und weil das auch so viel Energie frisst, die man besser für andere Anwendungen braucht. Deshalb kommt das AUV zum Mutterschiff zurück, dann werden die Daten ausgelesen, die Batterien getauscht, die Akkus geladen, und dann geht es wieder ins Wasser.

**Gimpel:** Bei der Unterwasserkommunikation ist die Datenübertragungsrate um Größenordnungen geringer als bei der Verwendung von Kabeln. Hinzu kommt, je größer die Entfernung ist, desto höher die Störwahrscheinlichkeit. Dabei bekommt man die Datenübertragung unter Wasser im Prinzip schon beliebig sicher hin, dann aber auch beliebig langsam. Und da wir beim AUV ja schon von einigen Kilometern Entfernung reden, braucht es einen Kompromiss: Man wird sich immer auf Steuerbefehle oder Statusinformationen beschränken. Im Übrigen wäre es ja sinnlos, einerseits ein teures Fahrzeug zu haben, mit dem man versucht, möglichst große Datenmengen aufzuzeichnen, und sich andererseits durch die Datenübertragung selbst zu begrenzen.

**Thies:** Viel mehr als 10 000 Bits pro Sekunde sind selbst bei kürzeren Übertragungsdistanzen von maximal einem Kilometer unter Wasser kaum möglich.

**Schneider von Deimling:** Genau, Datenmengen wie von einem synthetischen Aperatursonar mit einer Datenrate von 30 bis 40 Gigabyte pro Stunde wird man in Echtzeit nie übertragen können.

**Gimpel:** Bei manchen Schleppsystemen kriegt man die Daten nicht einmal kabelgestützt in Echtzeit rüber, sondern man muss die Daten zwischenspeichern, so lange, bis bei einer Kurvenfahrt, wenn nichts aufgezeichnet wird, mit voller Geschwindigkeit der Upload gemacht werden kann.

**Thies:** Dennoch ist die Kommunikation immens wichtig. Gerade bei AUVs, die jetzt im Schwarm auftreten. Einzelne AUVs müssen dann ihre Informationen an den gesamten Schwarm weitergeben.

**Gimpel:** Da kommt es aber vor allem auf die Information über die genaue Position an. Es wird nicht darum gehen, die gesamten Daten zu übertragen.

**HN:** Schwarm klingt futuristisch.

**Gimpel:** Wenn man eine großflächige Vermessung durchführen muss, kommt man an dem Schwarmansatz nicht vorbei.

**Thies:** Das sind einfach nur mehrere AUVs, die nebeneinander fahren und sich gegenseitig abstimmen. Den Abstand zueinander checken.

**Lautenschläger:** Die können sich auch Aufgaben zuweisen.

**HN:** Das wäre wirklich autonom.

**Gimpel:** Sea & Sun hat bei einem Forschungsprojekt mit Rochen genau diesen Ansatz verfolgt. Da ging es um ozeanographische Fragestellungen, um Sensoren mit geringen Datenmengen. Die haben in der Tat einen ganzen Schwarm losgeschickt.

**HN:** Wir sprachen über das Auslesen der Daten. Ein AUV wird geborgen, damit die Daten ausgelesen werden können. Wie sieht es bei den Glidern aus?

**Schneider von Deimling:** Da gibt es nur die Möglichkeit, Langzeitspeicherung zu betreiben. Das ist aber mit Flashkarten kein Problem. Da stecken dann halt zehn kleine Karten, mehrere Terabyte, damit kommt man eine ganze Zeitlang aus.

**Lautenschläger:** Glider sammeln ja auch keine großen Datenmengen. Ein Fächerecholot haben die nicht. Da wird nicht ununterbrochen gemessen, sondern nur alle paar Sekunden mal.

**HN:** Sobald ein Glider auftaucht, könnte er seine Daten doch auch verschicken.

**Schneider von Deimling:** Über Iridium-Funk ist das machbar. Und es wird auch gemacht. Die haben eine direkte Satellitenverbindung. Das lohnt sich bei den sensitiven und richtig teuren Daten.

Bei den Glidern ist übrigens Diebstahl ein Thema. In Indonesien gab es bei dem Tsunami-Projekt, wo man dauerhaft die Druckschwankungen monitoren wollte, Oberflächenbojen, die zur Kommunikation verwendet wurden, in denen waren

»Bei einem autonomen System setze ich schon auch voraus, dass es Entscheidungen bezüglich der Route trifft. Es geht ja immer auch um die Verkehrssicherheit«

Jens Schneider von Deimling



Iridium-Handys verbaut. Die Fischer haben diese Bojen abgebaut und ausgeschlachtet. Und so ein Oberflächenglider ist natürlich ein leichtes Opfer.

**Lautenschläger:** Fischer sind halt auch neugierig. Früher haben Fischer doch für jede Schwimmboje, die sie im Watt gefunden haben, eine Prämie bekommen. Wenn man weiß, dass man Geld bekommt, liegt es nahe, die Bojen zu klauen.

**Schneider von Deimling:** Gegen Überraschungen ist man nicht gefeit. Selbst Vögel könnten Probleme machen.

**Döscher:** Wir brauchen also nicht nur Kollisionsvermeidungssysteme, sondern auch Piratenvermeidungssysteme.

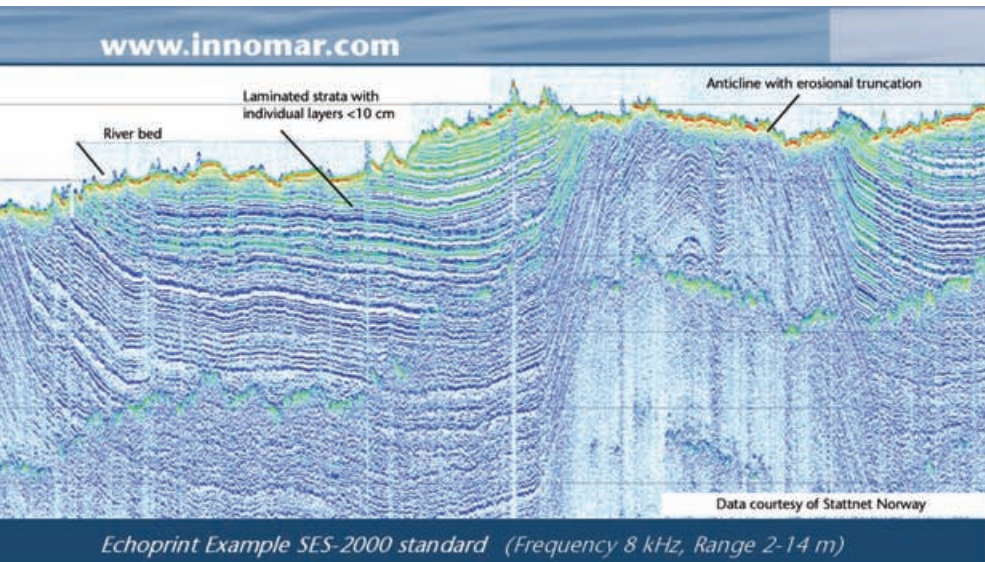
**HN:** Welche Ergebnisse kommen bei der Gewässer- und Baggerseevermessung raus? Was ist heute machbar, was zukünftig?

**Lautenschläger:** Im Offshorebereich ist vieles denk- und machbar. Ich denke an Side-Scan-Sonar und Multibeam. Inshore, auf Flüssen und im Hafen, sieht das anders aus. Ich habe Zweifel, dass das alles so einfach realisierbar ist. Noch jedenfalls liefern die Systeme das nicht. Und ich kenne keinen, der sich wirklich an die Entwicklung rantraut. Das Risiko ist wahrscheinlich einfach nicht einschätzbar. Auf dem Baggersee ist es was anderes, da trauen sich ja schon Ingenieurbüros ran, die haben ja so-

gar schon Plattformen. Aber auf einem Baggersee gibt es auch keinen Verkehr. Bei der Fluss- und Hafenermessung sehe ich das in den nächsten fünf Jahren nicht.

**Döscher:** Auf geschlossenen Binnengewässern wird das durchaus schon praktiziert. Es ist ja auch ein echter Vorteil, ein kleineres Boot zu Wasser zu lassen, wo es sonst nur schwer möglich ist, ein Vermessungsboot über einen Trailer ins Wasser zu bekommen. Bei allen anderen Gewässern ist es eine Frage des Anspruchs. Man wird immer Vorteile haben, wenn man selbst vor Ort ist, die verschiedenen Randbedingungen selbst registriert. Die Genauigkeit wird einfach besser sein, wenn man sein Echolot vor Ort selbst bedient. Aber ohne Frage besteht das Bestreben, das weiterzuentwickeln.

**Thies:** Ich kann mir das ziemlich gut vorstellen. Für die HPA schicken wir jeden Tag vier, fünf Schiffe los, um den Hafen zu vermessen. Von früh morgens bis spät nachmittags, danach ist Feierabend. Ich kann mir schon vorstellen, dass danach noch weitervermessen wird – und warum nicht autonom? Ich setze einfach ein Gerät ins Wasser, gebe ihm das Hafenbecken vor, definiere ein Umringspolygon, und los geht es mit der nächtlichen Vermessung des Hafenbeckens. Das muss kein Unterwassergerät sein, es kann auch an der Oberfläche schwimmen, wo es AIS empfängt, damit es weiß, wo welche



**www.innomar.com**

Laminated strata with individual layers <10 cm

Anticline with erosional truncation

River bed

3 m

5 m

7 m


9 m

11 m


13 m

Data courtesy of Statnett Norway


*Echoprint Example SES-2000 standard (Frequency 8 kHz, Range 2-14 m)*




SES-2000 compact




SES-2000 standard



SES-2000 AUV/ROV



SES-2000 medium





SES-2000 deep

### SES-2000 Parametric Sub-Bottom Profilers

Discover sub-seafloor structures and embedded objects with excellent resolution and determine exact water depth

- ▶ Different systems for shallow and deep water operation available
- ▶ Menu selectable frequency and pulse width
- ▶ Two-channel receiver for primary and secondary frequencies
- ▶ Narrow sound beam for all frequencies
- ▶ Sediment penetration up to 200m (SES-2000 deep)
- ▶ User-friendly data acquisition and post-processing software
- ▶ Portable system components allow fast and easy mob/demob
- ▶ Optional sidescan extension for shallow-water systems

Schiffe sind. Vielleicht hat es noch einer Laserscanner oben drauf, um Abstände zu messen und um ausweichen zu können. Die Technik ist da, die Algorithmen für die Kollisionsvermeidung vielleicht noch nicht vollständig. Aber das ist die Zukunft. Natürlich gibt es immer Bereiche, wo man persönlich vor Ort sein muss. Aber es gibt auch ganz viele Bereiche, wo man kein Personal braucht. Das kann dann anders eingesetzt werden. Solche Geräte können uns viele Aufgaben einfach abnehmen. Für bestimmte Fragestellungen könnte man mehrmals pro Tag eine Fläche überwachen, oder nur nachts, wenn die Liegeplätze frei sind und der Schiffsverkehr nicht so stark ist.

»Man bräuchte halt Dockingstationen für autonome Fahrzeuge, an denen sie sich im Wasser wieder aufladen können«

Thorsten Döscher

**Gimpel:** Momentan nutzt man eine teure Plattform und versucht, mit möglichst wenig Zeit auszukommen. Man nutzt Fächerlottechnologie, um alles optimal vermessen zu können. Wenn man diesen Gedanken weiterspinnt – mit einem solchen Fahrzeug könnte man viel häufiger rumfahren, dann könnte man auch nur ein einfaches Vertikallot verwenden. In dem Fall verschieben sich die Schwerpunkte. Es geht nicht mehr um die Technik der Sensoren, sondern eher um selbstständige Navigation und Kollisionsvermeidung.

**Schneider von Deimling:** Der Aspekt der Auflösung wird immer bleiben. Gerade in der Tiefsee, wenn man an Manganknollenvorkommen denkt oder an mineralische Rohstofferkundung, da gibt es wahrscheinlich schon bald einen Markt. Man braucht einfach die Auflösung, die AUVs bieten. Das Bild, das ein AUV aus unmittelbarer Nähe macht, ist einfach viel besser als das Bild, das von der Oberfläche aus generiert wird. Diese hohen Auflösungen sind wichtig für die Erkundung von mineralischen Rohstoffen, bei der Minensuche, und die Forschung interessiert sich für die Dynamik des Meeresbodens. Man will wissen, wie sich der Meeresboden ändert, wie groß die Sedimentumlagerungen sind. Wenn ich mir was wünschen könnte, dann wäre das ein Glider, der dasselbe Gebiet immer wieder über ein Jahr hinweg autonom vermisst. Aus diesen Daten könnte man unheimlich viel über Sedimentdynamik lernen. Aber da sehe ich schon auch das Problem mit der Verkehrssicherheit, vor allem im Küstenbereich. Ich glaube nicht, dass es realistisch ist, in nächster Zeit so ein System auszubringen. Ich bin mir auch nicht sicher, ob ein Markt dafür da ist.

**Lautenschläger:** Das ist ein wesentlicher Punkt. Was kostet das alles, und ist der Markt da?

**Thies:** Früher oder später wird es Firmen geben, die fragen, was das eingesetzte Personal kostet. Personalkosten sind die höchsten Kosten. So ein Algorithmus ist im Vergleich nicht teuer.

**Lautenschläger:** Ein AUV kostet circa zwei Millionen aufwärts, je nach Ausstattung. Gegebenenfalls

kommen noch Kosten für Sensoren und Algorithmen für eine bessere Kollisionsvermeidung hinzu.

**Schneider von Deimling:** Das Investment, das die Hersteller machen müssen, ist gewaltig. Und dann stellen sie das Produkt der WSA vor, und die sagt, nee, so haben wir uns das nicht vorgestellt. Ein echtes Risiko.

**Lautenschläger:** Noch ist das alles viel zu teuer. Welches Ingenieurbüro kann sich das schon leisten. Dabei sind viele in der Nordsee unterwegs, um die Windparks zu vermessen. Die könnten so ein Unterwasserfahrzeug gut gebrauchen. So aber haben sie die täglichen Kosten für ein Schiff, dazu kommen noch die Personalkosten. Dennoch ist das im Moment noch die günstigere Lösung.

**Thies:** Aber die Kosten für die Plattformen sinken. Mit jedem Jahr bekommt man auf den Fachmessen immer mehr solcher Fahrzeuge angeboten. Die Konkurrenz unter den Herstellern wächst und die Preise sinken. Die Kosten werden genauso sinken wie bei den Fächerecholoten. Die ersten Fächerecholote haben noch Unsummen gekostet, heute sind sie erschwinglich. Die Technik wird immer günstiger, das Personal hingegen immer teurer. Irgendwann ist der Punkt erreicht, da die Anschaffungskosten für ein AUV nicht mehr schrecken.

**Lautenschläger:** Drohnen wurden ja eigentlich als Spielzeuge entwickelt. Auf einmal nutzen Vermesser sie als Flugobjekt, damit sie Fotos machen können. Vielleicht gibt es eine ähnliche Entwicklung auch in der Hydrographie. Vielleicht können wir irgendwann eine Technik nutzen, von ihr profitieren, die eigentlich für einen ganz anderen Zweck entwickelt wurde.

**Döscher:** Die Sensoren werden ja nicht nur immer günstiger, sondern auch immer kleiner. Die geringen Abmessungen und das niedrige Gewicht sind entscheidend für den Einsatz auf autonomen Systemen.

Grundsätzlich kann ich mir in vielen Fällen schon heute den Einsatz von autonomen Systemen sehr gut vorstellen, insbesondere wenn es um wiederholende Vermessung geht, wie bei einem Windpark, der regelmäßig überwacht werden muss. Gleiches gilt für Hafenbecken, die ständig kontrolliert werden müssen. Aber es gibt auch immer Gebiete, wo Entscheidungen vor Ort gefällt werden müssen. Plötzlich muss man handeln, ein Objekt suchen oder so.

**Thies:** Aber wie viel von unserem Tagesgeschäft machen solche Sonderfälle aus? Maximal 10 bis 20 Prozent.

**Schneider von Deimling:** Das Monitoring ist das Hauptgeschäft.

**Döscher:** Oft muss man auch im Tagesgeschäft sein System an die Gegebenheiten anpassen, das wird für autonome Systeme schon schwierig.

**Thies:** Auch das kann man programmieren.

**Lautenschläger:** Manches bekommt man nicht spontan in den Griff. Aber dann wird halt nachjustiert. Sobald man erkannt hat, welche Einstellun-



gen man bei welchen Bedingungen braucht, kann man es auch automatisieren.

**Thies:** Man kann ja auch über Nacht vermessen lassen, die Daten am nächsten Morgen sichten, um dann zu entscheiden, was man sich genauer ansehen sollte. Auf diese Weise wird das Ingenieur-Know-how genau an den problematischen Stellen eingesetzt.

**Lautenschläger:** Oder man vermisst es in der nächsten Nacht einfach noch mal. Personalkosten fallen ja keine an. Diese selbstfahrenden Rasenmäher sind ja auch permanent unterwegs, früher wurde nur alle paar Wochen mal gemäht. Jetzt ist der Rasen jeden Tag gepflegt.

**Döscher:** Ich erinnere nur an die automatisierte Bereinigung der Fächerlotdaten. Auch das war ein großer Wunsch. Und ständig gibt es neue Algorithmen, weil es eben immer noch nicht hinhaut. Ähnlich wird es auch bei der autonomen Vermessung laufen.

**Lautenschläger:** Aber es haut doch nur in den Sonderfällen nicht hin. 90 Prozent laufen glatt durch.

**Thies:** Und genau für diese Sonderfälle brauchen wir das qualifizierte Personal. Wir müssen niemanden entlassen, nur weil wir ein AUV einsetzen. Das Personal kann stattdessen viel gezielter eingesetzt werden.

**Schneider von Deimling:** Wenn ein AUV unsicher ist, dann entscheidet es halt, noch näher ranzuschwimmen und mit Lichtblitz ein Foto zu machen. Schon heute wird ja viel mit Stereoptik gemacht. So kommt man an Daten, die der Mensch dann genau auswerten kann.

**HN:** Es wird alles immer besser und günstiger. Wann ist es so weit, dass autonome Systeme wirklich eingesetzt werden. Was ist eure Prognose?

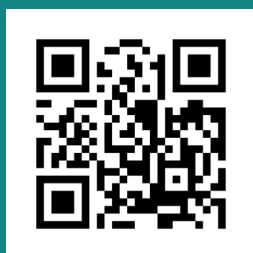
**Schneider von Deimling:** Es würde schon ein Quantensprung bei der Batterietechnik reichen. Das würde ungemein helfen. Denn dann wäre das Oberflächenschiff wirklich frei, eigenständig zu arbeiten, während das AUV seine Bahnen zieht. Das AUV muss nicht mehr bemuttert werden, wenn es zehn Tage oder länger wirklich eigenständig fahren kann. Dann wird es wirklich interessant.

**Lautenschläger:** Dank der Elektroautos wird das Batterieproblem bald gelöst sein. Davon können wir dann profitieren. Dann kann man das AUV mehrere Tage am Stück auf Tour schicken, ohne sich drum kümmern zu müssen.

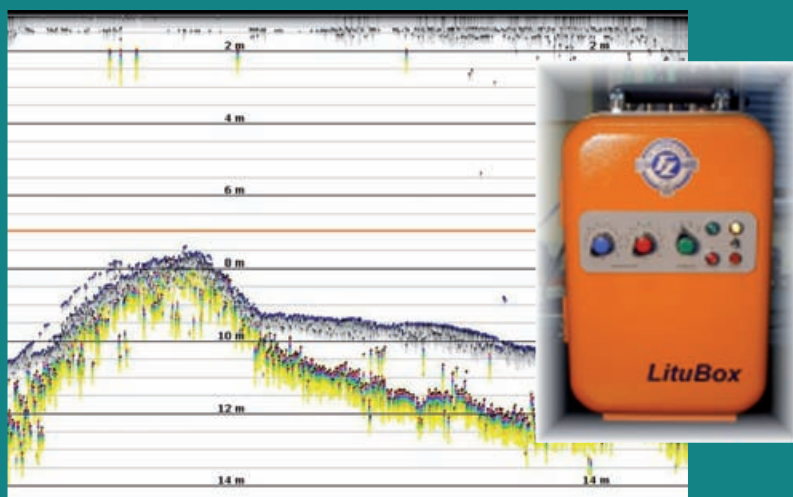
**HN:** Wer traut sich, eine Zahl zu nennen? Wann ist es so weit?

**Döscher:** Manches ist ja heute schon möglich.

**Lautenschläger:** Mindestens noch zehn Jahre, eher 15. Die Leute müssen sich an den Einsatz ran-



## Hydrographic Echo Sounders for all Surveying Tasks



**Bisher erschienen:**

Horst Hecht (HN 82),  
 Holger Klindt (HN 83),  
 Joachim Behrens (HN 84),  
 Bernd Jeuken (HN 85),  
 Hans Werner Schenke (HN 86),  
 Wilhelm Weinrebe (HN 87),  
 William Heaps (HN 88),  
 Christian Maushake (HN 89),  
 Monika Breuch-Moritz (HN 90),  
 Dietmar Grünreich (HN 91),  
 Peter Gimpel (HN 92),  
 Jörg Schimmmler (HN 93),  
 Delf Egge (HN 94),  
 Gunther Braun (HN 95),  
 Siegfried Fahrentholz (HN 96),  
 Gunther Braun, Delf Egge, Ingo  
 Harre, Horst Hecht, Wolfram  
 Kirchner and Hans-Friedrich  
 Neumann (HN 97),  
 Werner and Andres Nicola  
 (HN 98),  
 Sören Themann (HN 99),  
 Peter Ehlers (HN 100),  
 Rob van Ree (HN 101)

trauen. Das ist auch eine Frage des Vertrauens in die Technik, die angenommen werden muss.

**Thies:** Ich bin jetzt gut acht Jahre bei der HPA, und so ein riesiger Technologiesprung ist in diesem knappen Jahrzehnt nicht passiert. Und auch in weiteren acht Jahren wird sich nicht so viel ändern. Ich glaube, es dauert eher 20, 25 Jahre, bis man gute Systeme hat, die auch eingesetzt werden. Natürlich ist es nicht auf einen Schlag in 25 Jahren da, es ist ja ein fließender Prozess. Und ich kann mir durchaus vorstellen, dass man in abgesperrten Gebieten schon in wenigen Jahren autonom vermisst.

**Schneider von Deimling:** Ein starker Markt würde das Ganze extrem beschleunigen. Wenn man mineralischen Rohstoffabbau betreibt und es einen richtigen Markt dafür gibt, dann treibt das die Entwicklung voran. Wenn es keinen Markt gibt, stagniert die Entwicklung.

**Lautenschläger:** Manche Firmen setzen ja heute schon AUVs ein. Aber die haben noch nicht genug lohnende Aufträge. Und in der deutschen Forschung fehlt das Geld. Dabei müssten die nicht mit Schiffen unterwegs sein, um Bathymetriedaten zu gewinnen. Die könnten sich auch zwei AUVs kaufen.

**Döscher:** Im militärischen Bereich ist die Entwicklung ja vielleicht schon viel weiter. Weil man ja manchmal die Vermessung unerkannt durchführen möchte.

**Schneider von Deimling:** Die Bundeswehr hat sich ja ein Hugin gekauft, um die Minen besser zu kartieren. Ich glaube nicht, dass das Militär da wirklich viel weiter ist.

**Lautenschläger:** Die sind einfach bereit, mehr Geld auszugeben. Es geht halt um Sicherheit, für diesen Zweck kann man schon ein paar Euro ausgeben. Sie können Minen suchen, ohne dass Menschen zu Schaden kommen.

**HN:** Welche anderen Anwendungsfelder gibt es neben der Minensuche denn heute schon?

**Lautenschläger:** Monitoring und Vermessung. Aber es ist noch kein Massenmarkt.

**Döscher:** Bauwerksinspektion, vor allem im Hafen. Da lassen sich viele gefährliche Tauchereinsätze vermeiden.

**Schneider von Deimling:** Unterwasserlärm- und Umweltmonitoring, das wird auch immer mehr ein Thema. Ich denke an die Schweinswale und den Lärm, der beim Rammen der Offshore-Windparks entsteht. Zieht der Lärm die Wale an, oder weichen die Tiere dem Lärm lieber aus? Und für Monitoringzwecke ist ein AUV einfach prima geeignet. Zum Beispiel wäre auch Passivakustik denkbar. Außerdem handelt es sich bei einem AUV um eine sehr leise Plattform, was signaltechnisch enorme Vorteile gegenüber einem normalen Schiff hat, gerade auch bei schlechtem Wetter. Dann natürlich Tiefseekartierung, um die angesprochenen Hydrothermalquellen und Manganfelder zu finden. Alles Bereiche, die von der Wasseroberfläche aus unzugänglich sind.

**Döscher:** Auf Binnenseen wird auch schon viel mit autonomen Fahrzeugen gemacht.

**Lautenschläger:** In allen Bereichen, die ungestört sind, wo kein Schiffsverkehr ist.

**Thies:** Nicht nur der Luftraum muss überwacht werden, auch der Gewässerraum, und das gerade in Häfen. Hierbei können AUVs zum Beispiel zur Aufdeckung von Schmuggelvorhaben und zur Terrorabwehr eingesetzt werden.

**Döscher:** Mit dem großen Vorteil, dass man die AUVs den ganzen Tag einsetzen kann. Das Personal hingegen muss irgendwann schlafen.

**Gimpel:** Ich will nochmal die Frage aufgreifen, wie lange es dauert. Ich sehe den Aspekt der Batterietechnik und den Aspekt der autonomen Fahrt. Bis das wirklich sicher funktioniert vergeht noch eine Weile. An dieser Frage wird ja auch schon seit mindestens 20 Jahren gearbeitet, ohne dass es bisher eine funktionierende Lösung gibt. Beide Aspekte müssen gelöst sein, daher glaube ich auch, dass diese Systeme nicht vor 15 bis 20 Jahren einsatzfähig sein werden.

**Schneider von Deimling:** Am Ende könnten es Unternehmen wie Google und Tesla sein, die die Tiefseekartierung vorantreiben.

**Gimpel:** Sobald das Know-how da ist, die Grundsatzenfragen geklärt sind, ist es egal, wer die Technik in die Fahrzeuge einbaut.

**Schneider von Deimling:** Und am Ende brauchen wir keine Hydrographen mehr?

**Thies:** Nein, wir Hydrographen sind ja nicht nur an der Tiefe des Gewässerbodens interessiert. Wir wollen ja auch wissen, welche Prozesse in der Wassersäule stattfinden, wie sich bodennahe Suspensionsschichten verhalten und wie die ersten Bodenschichten zusammengesetzt sind; da muss man Proben nehmen und diese analysieren.

**Lautenschläger:** Die Leute wollen immer mehr wissen. Früher wurde mit einem Singlebeam vermessen, später dann mit einem Multibeam. Das ging viel schneller. Und dennoch gibt es noch für jeden einzelnen Hydrographen genug zu tun. Außerdem gibt es ja nun wahrlich mehr als nur ein wichtiges Gewässer.

**Thies:** Vorhin fiel das Wort Dockingstation. Gibt's Dockingstationen für AUVs?

**Schneider von Deimling:** Es gibt wet pluggable Batteriepacks, die man austauschen kann. Die werden an autonomen Messstationen verwendet, oft tauscht ein ROV so ein Batteriepack aus. Aber für ein AUV kenne ich das nicht.

**Gimpel:** Es gibt ja die Ozeanobservatorien, so etwas wie das Neptun-Projekt. Die haben eine Station, wo die Fahrzeuge geladen werden können. Aber die haben eine Kabelverbindung zum Land.

**Thies:** Das wäre die beste Lösung in Gebieten, die regelmäßig vermessen werden müssen. So wie etwa bei den Windparks.

**Schneider von Deimling:** Strom sollte am Windpark ja genug vorhanden sein. ⚡



## **HYDRO 2016**

*Sea you again ...*



### **Save the Date**

8th – 10th November 2016

### **Where**

Join us in Rostock-  
Warnemünde:  
Exhibition – Conference –  
Docksite – Hotel:  
Everything is only a  
few steps away

### **What to Expect**

Three-day conference  
with leading experts  
in Hydrography

On-site possibility for  
practical/boat demos

Exhibition with inter-  
national manufacturers  
and service providers

Workshops and appli-  
cation/product training

Social programme

### **[www.hydro2016.com](http://www.hydro2016.com)**

Register as a delegate or  
speaker

Book your exhibition booth

Choose your sponsoring

Call for Papers

Plan your travel to  
Rostock-Warnemünde

# Welcome to Hydro 2016





# NICOLA

ENGINEERING GmbH

[www.nicola-eng.de](http://www.nicola-eng.de)



SEEVERMESSUNG | VERMESSUNGSWESEN

# Global denken, regional handeln

## Von England in die Welt

Ein Beitrag von MATHIAS JONAS

Vor 13 Jahren wurde das International Centre for ENC's – kurz: IC-ENC – im englischen Taunton gegründet. Seither arbeitet das IC-ENC unabhängig und nicht gewinnorientiert als Partner für viele Hydrographische Dienste. Neu im Bunde sind seit Herbst die USA. Das IC-ENC unterstützt bei der Herstellung der ENC's, fungiert als Instanz für die

IC-ENC | ENC | WEND | RENC | Value Added Reseller – VAR

Die Ablösung der gedruckten Seekarte durch ihr digitales Pendant – die Electronic Navigational Chart, kurz: ENC – war ein frühes Projekt der Digitalisierung in der Seeschifffahrt. Mit dem erforderlichen Darstellungs- und Navigationssystem ECDIS wurde erstmals ein auf PC-Technik basierendes Gerät für den Bordeinsatz konzipiert. Die anfängliche Euphorie über die amtliche Zulassung erster ECDIS-Systeme gegen Ende der neunziger Jahre wich jedoch rasch der Ernüchterung: Statt der erforderlichen möglichst weltweiten Abdeckung waren digitale Seekartendaten im ENC-Format praktisch nirgends vorhanden. Ihre nur zögerlich einsetzende Herstellung löste für die internationale Seekartographie den Übergang zu digitalen Produktionsabläufen und Produkten aus. Auch wenn diese Umstellung noch nicht vollständig abgeschlossen ist – bei dem als »from ping to chart« bezeichneten digitalen Sammeln, Sichten und Aufbereiten maritimer Geodaten greifen noch immer nicht alle Prozessschritte nahtlos ineinander –, die Hauptschifffahrtrouten sind heute zu 100 %, die Küsten zu 91 % und die 800 wichtigsten Häfen der Welt zu 97 % hinreichend aktuell und genau digital kartographiert (IMO 2014).

Weit mehr als für gedruckte Erzeugnisse ist für die Qualität digitaler Datensätze die strikte Einhaltung der vorgegebenen technischen Standards wesentlich. Um die resultierenden Vorgaben global einheitlich in der ENC-Produktion umzusetzen, hat die zuständige Internationale Hydrographische Organisation (IHO) bereits Anfang der vorigen Dekade das Konzept der »Worldwide International Database« – kurz: WEND – entwickelt. Eine grundsätzliche Annahme für dieses Konzept war – in Anwendung der für Papierseekarten im Jahr 1992 eingeführten Praxis – die nationale Zuständigkeit für die Kartierung der nationalen Gewässer.

Für die in den Karten verwendete Sprache wurde Englisch festgeschrieben; nationale Sonderbezeichnungen und Symboliken wurden ausgeschlossen. Schnittstelle zu den Kunden sollten Kartenvertriebsstellen sein, die den Markt mit digitalen Angeboten in Abstimmung mit den Geräteherstellern bedienen sollten. Dabei war durchaus

die Konkurrenz über verschiedene Preis- und Servicemodelle erwünscht.

### Globale Vernetzung

Das WEND-Konzept beinhaltet darüber hinaus auch allgemeine Prinzipien der regionalen Zuständigkeiten der nationalen Hydrographischen Dienste für die ENC-Produktion, Verweise auf die Anwendung der zu beachtenden technischen Normen und, als wesentliches Element, die Einrichtung von Sammelstellen der ENC's der nationalen Hydrographischen Dienste einer Region. Diese Sammelstellen wurden mit dem Ausdruck »Regional Centre for ENC's« – kurz: RENC – belegt.

Die anfängliche Vorstellung war, RENC's jeweils für Kontinente einzurichten. Europa machte 1998 den Anfang mit einem Joint Venture des britischen und des norwegischen Hydrographischen Dienstes namens PRIMAR. Die skandinavischen Staaten sowie die Staaten Mitteleuropas – darunter auch Deutschland – waren unter den ersten Mitgliedern. Die anfängliche Gemeinsamkeit schlug jedoch bald in Auseinandersetzungen über den Umfang der Dienstleistungen dieser Einrichtung und deren Finanzierung um. Nach fünf schwierigen Jahren trennten sich die Partner im Jahr 2002.

Daraufhin gründeten die Dienste Großbritanniens, Belgiens, Irlands, der Niederlande, Spaniens und Deutschlands das International Centre for ENC's – kurz: IC-ENC. Zu diesem Zeitpunkt hatten die sich unterdessen rasant weiterentwickelten Möglichkeiten des globalen Datenaustausches per Internet die Notwendigkeit der Regionalisierung scheinbar bereits überflüssig gemacht, was am besten durch die Mitgliedschaft von Australien verdeutlicht wurde.

### Qualität als Kerngeschäft

Das IC-ENC hat seinen Sitz in Taunton, Somerset in Großbritannien, und beschäftigt derzeit zwölf festangestellte Mitarbeiter – überwiegend Kartographie-Ingenieure und Geomatiker – unter der Leitung eines Geschäftsführers (General Manager). Es ist aus Haftungsgründen rechtlich nicht eigenständig, sondern formal an den britischen Hydrographischen Dienst gebunden, der mit den Mitglieds-

Qualitätssicherung, vertreibt die ENC's an die Berufsschifffahrt und wickelt die Bezahlung ab.

### Autor

Dr. Mathias Jonas ist Vizepräsident des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und Chairman des IC-ENC Steering Committee

mathias.jonas@bsh.de



## Literatur

- IMO (2014): Report on monitoring of ECDIS issues by IHO; IMO NCSR2/22/2, London, Dezember 2014
- IC-ENC (2015): IC-ENC Cooperation Arrangement – Operating Principles and Governance; IC-ENC, Taunton, September 2015

staaten entsprechende bilaterale Vereinbarungen geschlossen hat. Die Mitgliedsstaaten des IC-ENC haben in ihrer Kooperationsvereinbarung jedoch die operationelle Unabhängigkeit ebenso festgeschrieben wie die Gewinnerorientierung ausgeschlossen (IC-ENC 2015). Diese Vereinbarung regelt auch die Art der Dienstleistungen, die das IC-ENC im Auftrag der Mitgliedsstaaten erbringt:

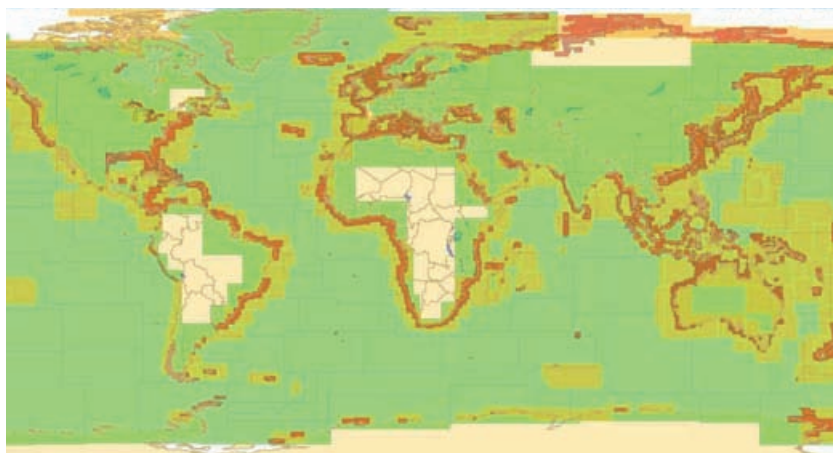
- Unterstützung der nationalen Hydrographischen Dienste bei der Herstellung nationaler ENC's;
- Qualitätssicherung der nationalen ENC's durch unabhängige Prüfung der Semantik und durch grenzüberschreitenden Abgleich;
- Verteilungsfunktion an Vertreiber digitaler Kartendaten für die internationale Berufsschiffahrt;
- Rechnungslegung und Abwicklung des Zahlungsverkehrs zugunsten der Mitgliedsstaaten.

Das Aufsichtsgremium bildet das sogenannte Steering Committee, das sich einmal jährlich trifft. Dessen Vorsitzender, der bisher jeweils für zwei Jahre aus dem Kreis der Mitgliedsstaaten gewählt wurde, überwacht im Jahresgang im Auftrag der Mitgliedsstaaten die Ausübung des operativen Geschäftes durch den General Manager.

## Schlanke Organisation – geringe Kosten – wachsende Nachfrage

Das wichtigste festgeschriebene Grundprinzip ist der Auftrag an das IC-ENC, zu möglichst geringen Eigenkosten zu arbeiten und alle aus den Zahlungseingängen entstehenden Überschüsse den Mitgliedern zuzuleiten. Dabei legen die teilnehmenden Hydrographischen Dienste individuell Abgabepreise für ihre ENC's an die Kartenhändler ohne gegenseitige Abstimmung fest. Aus diesem Grund lässt sich auch kein einheitlicher Preis für eine ENC benennen. Der Durchschnittspreis bei Auslieferung durch das IC-ENC liegt auf dem Niveau von ca. 14 US-Dollar – also etwa dem halben Endkundenpreis einer Papierseekarte. Allerdings haben ENC's andere Zuschnitte als Papierseekarten, weshalb ein direkter Vergleich fehlt. Derzeit ist für die Finanzierung der Eigenkosten des IC-ENC ein fester Einbehalt von einem US-Dollar pro

ENC's stehen heute für nahezu die gesamte Welt zur Verfügung



ausgelieferter Zelle vereinbart. Alle Überschüsse werden nach einem bestimmten Schlüssel auf die Einlieferer von ENC's aufgeteilt.

Sowohl die schlanke Struktur als auch die Beschränkung auf die amtlichen Stellen zuzurechnenden Kernaufgaben – hier vor allem die Qualitätssicherung, die Übertragung des Endkunden-Vertriebs auf kommerzielle, im Wettbewerb befindliche Dienstleister und die transparente Abrechnung der Eigenkosten – haben das IC-ENC zu einem attraktiven Partner für viele Hydrographische Dienste werden lassen, die ENC's produzieren. In den vergangenen zwei Jahren ist die Anzahl der Mitglieder um sieben Nationen auf nunmehr 38 Staaten angewachsen; damit dürfte die Mitgliedschaft weltweit ca. die Hälfte aller Produzenten umfassen. Prominentester Zugang sind die Vereinigten Staaten von Amerika, die zukünftig allein über 1000 zu den dann insgesamt ca. 6700 ENC's beisteuern werden, die das IC-ENC verwaltetet.

Größter Kunde des IC-ENC ist der britische Hydrographische Dienst mit seinem AVCS (Admiralty Vector Chart Service). Darüber hinaus hat das IC-ENC sieben weitere Vertrieber akkreditiert, die in der geltenden Nomenklatur VAR (Value Added Reseller) genannt werden. Dazu gehört auch das norwegische Unternehmen PRIMAR, das als Hybrid aus RENC-Funktion und Kartenhändler fortbesteht und neben den meisten skandinavischen Staaten und Frankreich noch elf weitere Mitglieder in Europa und Mittelasien hat. Das IC-ENC und PRIMAR tauschen ihre Datenbasen aus und stimmen auch die verschiedenen kommerziellen Modelle untereinander ab, wenngleich nicht immer hundertprozentige Übereinstimmung über die Bedienung des Marktes erzielt werden kann.

Von den weltweit im Angebot befindlichen ca. 14 500 ENC's finden auf diese Weise derzeit ca. 10 000 Zellen ihren Weg zum Endkunden über eines der beiden RENC's. Von den großen Staaten vertreiben China, Japan, Indien und Kanada ihre ENC's heute noch ganz oder teilweise »auf eigene Rechnung«; das Werben der RENC's um diese Staaten dauert jedoch an und das IC-ENC arbeitet seit einigen Jahren daran, seine Struktur und die damit verbundenen Angebote auch für diese Länder attraktiv zu machen.

Resultat dieser Bemühungen ist eine erneute Regionalisierung der Qualitätssicherung. Im nächsten Jahr wird das IC-ENC in Washington ein weiteres Regionalbüro eröffnen. Bisher gibt es bereits Regionalbüros in Australien (Wollongong bei Sydney, seit 2004) und in Brasilien (Niteroi, seit 2015), die in weltweit abgestimmten Verfahrenswegen ENC's in der Region sammeln und auf ihre Qualität hin überprüfen. Dabei wird noch digitale »Handarbeit« verrichtet: Einzelne ENC's werden in echte Bordsysteme geladen, Inkonsistenzen in der Darstellung akribisch protokolliert und Überlappungen in Grenzbereichen auf unerwünschte Nebeneffekte untersucht. Die Prüfprotokolle gehen an den Einlieferer und führen so oft in mehreren



Iterationsschritten zu Verbesserungen, bevor die Daten dann an die VARs ausgeliefert werden.

### Global denken – regional handeln

Es hat sich gezeigt, dass der regionale Ansatz Vorteile hat, denn Zeitunterschiede zwischen Kontinenten erschweren diese Abstimmungsprozesse ebenso wie die alleinige Beschränkung auf die Arbeitssprache Englisch. Diese Effekte sind insbesondere für den lateinamerikanischen Außenposten in Brasilien zu beobachten. Strategisch ist es wünschenswert, die Gruppe der Regionalbüros um Standorte im Mittleren Osten und im Fernen Osten zu vervollständigen. In Afrika hingegen ist die gesamte Hydrographie, bis auf Südafrika und Ägypten, in einem beklagenswerten Zustand, und so werden die Qualitätssicherung und andere RENC-Aufgaben wohl bis auf weiteres in Taunton verbleiben. Dieser Umstand hindert das IC-ENC jedoch nicht daran, an Verbesserungen zu arbeiten.

Als neues Element wurde die Ausbildung in der ENC-Produktion in das Spektrum der Tätigkeiten aufgenommen. In diesem Jahr fanden bereits drei Kurse in Großbritannien, Australien und Panama mit insgesamt 40 Teilnehmern aus Ländern statt, die sich buchstäblich über den ganzen Globus verteilen. Die Kurse werden für die Teilnehmer komplett vom IC-ENC finanziert und leisten einen Beitrag zur Entwicklungshilfestrategie der IHO, die

unter dem Ausdruck »Capacity Building« geführt wird.

Die Leistung des IC-ENC findet im dynamischen Markt maritimer Geodaten statt, der sich im vergangenen Jahrzehnt mehrfach gewandelt hat. Immer deutlicher zeigt sich, dass es auch außerhalb der Berufsschiffahrt einen wachsenden Bedarf für qualitätsgesicherte ENC's gibt. Auf der Tagung des IC-ENC Steering Committee im September 2015 wurde das IC-ENC Management von einem Dutzend der Teilnehmerstaaten beauftragt, Lizenzmodelle für weitere Bedarfsträger z.B. aus dem Offshore-Bereich, dem Küsteningenieurwesen, aber auch dem Tourismus und dem Wassersport, zu entwickeln.

Durch die Orientierung auf die außerordentlich komplexe Materie der Lizenzierung digitaler Datenbestände für kommerzielle Anbieter wird das IC-ENC sich zweifellos verändern. Das kann auch zutreffen, wenn die durch die IHO betriebenen Veränderungen in dem übergreifenden S-100-Standard für hydrographische Daten praxiswirksam werden. Hier ist es noch an den Mitgliedsstaaten, herauszufinden, welche Dienstleistungen das IC-ENC in der zukünftigen Marktbelieferung mit S-100-konformen Produkten spielen soll. Wie auch immer diese Entwicklung ausfallen mag, es gilt das selbstgewählte IC-ENC-Motto »Global collaboration with a regional focus«. [↕](#)



# 40+

## YEARS OF HYDROGRAPHIC EXPERIENCE

**Fugro's hydrographic and geophysical surveys inform energy, construction and mining projects around the world.**

Our high resolution, large area multibeam surveys - facilitated by Fugro's precise positioning services - deliver IHO compliance, whilst our desktop studies and detailed surveys of cable routes, pipelay and subsea infrastructure, enhance the safety and efficiency of your project.

**Fugro OSAE GmbH**  
+49 4212 239150  
info@fosae.de  
[www.fugro.com](http://www.fugro.com)  
[www.fosae.de](http://www.fosae.de)

# Hydrographieprofessor aus Berufung

Ein Nachruf von HANS WERNER SCHENKE

Hydrographen und Geodäten trauern um Prof. Dr.-Ing. Delf Egge, der nach kurzer schwerer Krankheit am 7. August 2015 im Alter von 67 Jahren viel zu früh verstorben ist. Nur eine kurze Zeit des verdienten Ruhestandes war ihm vergönnt. Das Ende seiner beruflichen Tätigkeit nach der Pensionierung hat Delf Egge durch die Übernahme von Lehraufträgen im Fachbereich Geomatik an der HCU aufgefangen. Im Frühsommer 2015 befahl ihm eine schwere Erkrankung, die er nicht überwinden konnte. Nach wenigen Wochen der Hoffnung auf Heilung starb Delf Egge in Itzehoe, in der Nähe seines Geburtsortes.

## Autor

Prof. Hans Werner Schenke, bis zu seiner Pensionierung Leiter der Arbeitsgruppe Bathymetrie und Geodäsie am Alfred-Wegener-Institut, hält heute Vorlesungen an der HCU

Hans-Werner.Schenke@awi.de

Delf Egge wurde am 20. Dezember 1948 in Rade bei Kellinghusen, Schleswig-Holstein, geboren. Nach dem Abitur im Jahre 1967 in Bad Bramstedt begann er zunächst mit dem Studium der Mathematik und Physik an der Universität Kiel. 1968 wechselte er an die Universität Hannover, um dort das Studium des Vermessungswesens aufzunehmen, das ihm wegen der praktischen Ausrichtung und Thematik mehr zusprach. 1973 schloss er das Studium mit dem Zeugnis Diplom-Ingenieur für Vermessungskunde ab. Die anschließende Referendarzeit absolvierte Delf Egge in seinem Heimat-Bundesland Schleswig-Holstein. 1975 schloss er das Referendariat mit der Großen Staatsprüfung für den Höheren Verwaltungsdienst erfolgreich ab.

Die besondere Herausforderung suchte und fand er in der wissenschaftlichen geodätischen Forschung. 1976 wurde er Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Erdmessung der Universität Hannover und arbeitete dort unter der Leitung von Professor Günter Seeber im Bereich der Satellitengeodäsie. Die Nutzung des Navy Navigation Satellite Systems (NNSS) zur geodätischen Punktbestimmung und zur Navigation im Meeresbereich wurde sein Hauptforschungsgebiet. Die Ergebnisse seiner theoretischen und praktischen Untersuchungen flossen in den Sonderforschungsbereich 149 »Vermessungs- und Fernerkundungsverfahren an Küsten und Meeren« ein und mündeten schließlich in seiner Dissertation im Jahr 1984 mit dem Thema »Zur sequentiellen Auswertung von Doppler-Satellitenbeobachtungen«.

Im Rahmen dieser Arbeiten nahm Delf Egge an vielen nationalen und internationalen Messkampagnen unter anderem in Venezuela teil. Dass sich die Doppler-Satellitensysteme im differenziellen Modus zum Zwecke der genauen Positionsbestimmung auf See und zur Navigation erfolgreich nutzen lassen, hat Delf Egge im Rahmen von Forschungsfahrten auf dem FS »Sonne« in der Praxis nachgewiesen. Bereits während seiner Tätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Hannover hat Delf Egge enge wissenschaftliche und freundschaftliche Kontakte mit Kollegen in den USA und Kanada aufgebaut. So war es nachzuvollziehen, dass er nach seiner Promotion eine Stelle als Assistant Professor an der University of Washington in Seattle übernahm. Seine bereits schon zuvor ausgezeichneten engli-

schen Sprachkenntnisse hat er in dieser Zeit noch vertieft. Mit der ihm eigenen großen Tatkraft nahm er die Aufgaben in der akademischen Lehre und Ausbildung in den USA wahr.

Im Jahr 1987 wurde Delf Egge auf die an der Fachhochschule Hamburg neu geschaffene Professur für den Konsektivstudiengang Hydrographie berufen. Mit allergrößtem Engagement setzte er den von Professor Peter Andree initiierten Aufbau der Hydrographieausbildung in Hamburg fort. Sein vorrangiges Anliegen war es, die Hydrographieausbildung in einen internationalen Rahmen zu setzen und zertifizieren zu lassen. Hierzu baute er die bereits vorhandenen Kontakte mit nationalen und internationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen weiter aus. Es war somit auch ein Verdienst von Delf Egge, dass die Hydrographieausbildung an der Fachhochschule Hamburg im Jahr 1990 erstmalig vom International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Cartographers (IBSC) das Zertifikat Cat. A erhielt. Dieses international anerkannte IHO/ICA/FIG-Zertifikat ist auch dank Delf Egges Engagement als Wertmarke der Hydrographieausbildung in Deutschland bis heute erhalten geblieben.

In eben jenes FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Cartographers (IBSC) wurde Delf Egge als Vertreter der IHO im Jahr 2003 berufen. Seine detaillierten Kenntnisse in der Satellitengeodäsie und Navigation sowie seine Erfahrungen in der Hydrographieausbildung machten ihn in diesem Gremium zum anerkannten Experten. Im Juni 2007 organisierte er die 30. Sitzung des IBSC in Hamburg, die wesentlich zur Verstärkung des internationalen Interesses an der Hydrographieausbildung in Deutschland beitrug. In Würdigung seiner Arbeit im IBSC wurde Delf Egge im Jahr 2012 zum 1. Vice-Chairman gewählt. Die Wahl zum Chairman dieser international wichtigen und einflussreichen Kommission hat Delf Egge aus persönlichen Gründen nicht angenommen.

Von 1991 bis 2004 war Delf Egge als Dozent an der International Maritime Academy in Triest auf den Gebieten Geodäsie und Geodätische Abbildungen tätig. Seine außerordentlichen Fähigkeiten als Lehrender und Forscher brachte er auf mehreren Forschungsfahrten der »Meteor« im Atlantik und im Indischen Ozean ein. Auf diesen Expeditio-



nen erwies Delf Egge sich als sehr guter Planer und für Expeditionen als ideenreicher Forscher.

Die Planungen zur Verlagerung des Fachgebietes Geomatik von der HAW Hamburg an die Hafencity Universität (HCU) und der gesamte Umbau des Geomatikstudiums war für den damaligen Prodekan des Fachbereiches Geomatik eine besondere Aufgabe, der er sehr viel Energie widmete. Mit der Einbindung der Geomatik in die Hafencity Universität wurde Delf Egge am 1. Januar 2006 Professor für die Fächer Hydrographie, Datenverarbeitung und Satellitengeodäsie.

Der Ausbau und die Konsolidierung des Studiengangs Hydrographie an der HCU wurde mit der Besetzung der Hydrographieprofessur mit Professor Volker Böder in den darauf folgenden Jahren wesentlich verstärkt. Die Erweiterung des Geräteparks und die Nutzung des Vermessungsschiffes »Level A«, an dessen Konzept er auch mitgewirkt hat, waren dafür eine wichtige Voraussetzung. Das tragische Schiffsunglück der »Level A« auf dem Rhein bei Basel, verbunden mit dem Tod des Kollegen Volker Böder, waren für ihn und für den gesamten Fachbereich ein furchtbarer Schock. Delf Egge hat mit allen Kräften versucht, die dadurch entstandenen Engpässe in der Hydrographieausbildung auszugleichen.

Neben der universitären Lehre an der Hafencity Universität lag ihm die berufliche Aus- und Weiterbildung sehr am Herzen. 2006 wurde in Bremerhaven das Trainings- und Ausbildungszentrum für Hydrographie am AWI (TECHAWI) gegründet. Delf Egge hat bei der Entwicklung der Ausbildungs- und Trainingspläne intensiv mitgearbeitet. Mehrere Vorlesungs- und Trainingsblöcke, besonders in seinem Spezialgebiet Satellitengeodäsie, hat er gehalten und damit wesentlich zum Erfolg von TECHAWI beigetragen. 2010 wurde das TECHAWI-Trainingsprogramm durch das IBSC mit dem Level Cat. B zertifiziert. Im Jahr 2011 führte TECHAWI ein umfangreiches Vermessungs- und Trainingsprogramm zur Festlegung des seewärtigen territorialen Grenzverlaufes von Tansania durch. Delf Egge hat hierzu gemeinsam mit Udo Freier von der HCU und dem Verfasser ein einwöchiges Vorlesungsprogramm mit praktischen Übungen für Hydrographen und Geodäten in Daressalam realisiert.

Mitglied in der Deutschen Hydrographischen Gesellschaft (DHYG) wurde Delf Egge 1987, gleich nach seiner Berufung als Professor für Hydrographie und Geodäsie an der Fachhochschule Hamburg. In diesem berufsständischen Verein, der seinem Lehrgebiet am nächsten stand, engagierte er sich über mehr als zwei Jahrzehnte im Wissenschaftlichen Beirat, als Mitglied im Vorstand und als Schriftleiter der *Hydrographischen Nachrichten*.

2004 wurde Delf Egge zum Mitglied im Beirat des neu gegründeten German Hydrographic Consultancy Pool (GHyCoP) bestellt, mit dem er sich für eine enge Kooperation der Universitäten mit der Industrie einsetzte. Bereits während seiner Zeit in Hannover wurde Delf Egge Mitglied im Deutschen

Verein für Vermessungswesen (DVW) und arbeitete im AK-4 Hydrographie mit. Darüber hinaus war er Mitglied in der Ingenieurkammer Niedersachsen und im Hochschullehrerbund.

Sein großes Interesse galt auch der Nutzung der EDV in Hydrographie und Geodäsie. Zur Sicherstellung einer optimalen Ausbildung in der Hydrographie und Geodäsie setzte er sich für die Anschaffung leistungsfähiger Rechnersysteme und Auswerteprogramme ein. Er wirkte beim Aufbau des Rechenzentrums der HAW mit und lehrte mehrere Programmiersprachen, unter anderem Java und Matlab.

Eine herausragende Leistung von Delf Egge ist, dass in den neunziger Jahren die Hydrographieausbildung an der HAW Hamburg erhalten blieb. Durch sein großes Engagement wurde die Hydrographieausbildung nach mehreren Evaluierungen weiter ausgebaut; durch die kontinuierliche Weiterentwicklung des Curriculums konnte sie qualitativ den nationalen und internationalen Anforderungen gerecht werden.

Für Delf Egge war die akademische Lehre sehr viel mehr Berufung als Beruf. Er hat seine Lehrtätigkeit an der HAW und später an der HCU mit größtem Engagement wahrgenommen. Seine Fähigkeit, komplexe Zusammenhänge in einfache, klare Worte zu fassen, wurde von den Studierenden hoch anerkannt und sicherte ihm immer gespannte Aufmerksamkeit. Durch seine freundliche und zuvorkommende Art war er gleichfalls bei allen Kolleginnen und Kollegen sehr beliebt.

Bemerkenswert waren seine großen musischen Begabungen. Er besaß ein absolutes musikalisches Gehör und spielte in seiner Jugendzeit Klavier und Bassgitarre in einer Band. Kostproben seiner Kunst hat er in seiner hannoverschen Zeit einige Male bei abendlichen Veranstaltungen auf wissenschaftlichen Tagungen gegeben. [📍](#)

Prof. Dr.-Ing. Delf Egge,  
20.12.1948 bis 07.08.2015





# Ein ganz besonderer Mensch

Ein Nachruf von HARALD STERNBERG und LARS SCHILLER

Unerwartet für seine Kollegen an der HCU ist Prof. Delf Egge am 7. August 2015 verstorben. Delf Egge hatte seit 1987 die Professur für Hydrographie, Geodäsie und Softwaretechnik zunächst an der HAW Hamburg und seit 2006 an der HCU inne. Seine Arbeitsgebiete umfassten, neben der Ortung und Navigation mittels Satelliten, die Verarbeitung von Fächerecholotdaten sowie Java- und Matlab-Entwicklungen für geodätische und hydrographische Anwendungen. Die HCU verliert mit Prof. Egge einen geschätzten Kollegen, einen äußerst engagierten Hochschullehrer und einen ganz besonderen Menschen, der eine große Lücke hinterlässt. In tiefem Dank für das von ihm Geleistete werden seine Kollegen ihn in ehrender Erinnerung behalten.

## Autoren

Prof. Harald Sternberg ist Vizepräsident für Lehre und Studium an der HCU

Lars Schiller hat zahlreiche Vorlesungen bei Prof. Egge erleben dürfen

harald.sternberg@hcu-hamburg.de  
lars.schiller@dhyg.de

Delf Egge (vierter von links) mit seinen Kollegen vom International Board on Standards of Competence

Delf Egge war ein zurückhaltender Mensch, der niemals im Mittelpunkt stehen wollte. Dort sollte allein die Sache stehen, nicht er. Sich nahm er stets zurück. Zurückgenommen hätte er selbst eine Laudatio auf ihn. Gewiss hätte er, der Bescheidene, zu Lebzeiten jeden Versuch, ihn öffentlich zu loben, zu verhindern gewusst. Diese Art der Anerkennung lag ihm nicht. Und wofür hätte man ihn auch loben sollen? Er hat doch nur seinen Job getan. Und das auch noch gerne. Dass andere zuweilen des Lobes bedurften, wusste er gleichwohl. Und so hat er gute Leistungen von Studierenden durchaus subtil gewürdigt. Wenn mal jemand nicht so gut war, hat sich Delf Egge nichts anmerken lassen. Sein Wesen kannte keine Extreme, weder überschwängliches Lob noch bodenlose Enttäuschung. Aber wenn gleich mehrere Studenten aus einem Kurs bei einer Prüfung schlecht abschnitten, begann er zu zweifeln. An sich selbst. Es musste ja an ihm liegen, an seiner Lehrmethode, dass er den Stoff nicht vermittelt bekam. Dabei war er ein exzellenter Didaktiker und ein großer Geschichtenerzähler, dem die Studierenden meist gespannt zuhörten. Er hatte immer anschauliche Beispiele parat, etwa wenn er die Funktionsweise von GPS erklärte. Bei ihm stand ein Pistolenschuss für einen bestimmten Abschnitt im GPS-Signal; die gesamte Signalsequenz verglich er mit einem Musikstück. So gelang es ihm, den Einfluss der Uhren

und das Phänomen der Kreuzkorrelation zwischen dem eigenen Signal und dem empfangenen Signal zu verdeutlichen. Seine Sprache war bilderreich, seine Beispiele anschaulich, zuweilen witzig. Delf Egge hat es genau so empfunden: die Geschichte war witzig, nicht er, der Erzähler. Er war kein Selbstdarsteller, er, der Schleswig-Holsteiner Bauernsohn mit dem ruhigen tiefgründigen Humor, wollte nur Wissen vermitteln, gern gewürzt mit einer lustigen Anekdote, aber niemals wollte er Bewunderung oder gar Applaus. Der Vorlesungssaal diente ihm nicht als Bühne, immer trat er einen Schritt zurück, um der Sache Geltung zu verschaffen. Er stand am Rand, vor der Tafel, und mit dem Stück Kreide in der Hand entwickelte er das Tafelbild, säuberlichst, wohl vorbereitet, wohlgestaltet. Und auch wenn er aus der Perspektive der Studierenden vor der Tafel stand, verstand er es, sich so zu platzieren und so zu verhalten, dass das Tafelbild im Vordergrund war. Gleichwohl war er im Raum präsent, doch nicht als jemand, der als Alleinunterhalter vorne steht, sondern vielmehr aufgrund seiner Kompetenz und seiner freundlichen Art, mit der er die Studierenden in den Unterricht einband. Er verstand sich als Hochschullehrer, der den Studierenden etwas beibringen wollte, ihnen Anregungen geben, sie zum Selbstdenken anregen wollte. Und das gelang ihm immer wieder, indem er die Anwesenden einwickelte und für den Stoff begeisterte. Es gelang ihm, weil er selbst von seinem Fach begeistert war. Er lebte für den Studiengang und erfüllte immer gerne seine Lehrverpflichtung. Wenn einmal Not am Mann war, war er immer bereit, für Kollegen in die Bresche zu springen; er übernahm Vorlesungen zu für ihn neuen Themen, auf die er sich gründlich vorbereiten musste – selbst noch nach seiner Pensionierung. Mit seinem ruhigen, ausgleichenden Wesen war er immer bereit, Lösungen zu suchen. Es ging ihm halt um die Sache. Am liebsten hat er in seiner leicht chaotischen Arbeitsweise im Stillen gearbeitet. Und selbst bei seinen repräsentativen Rollen, als Prodekan an der HAW, als Mitglied des International Board oder im DHyG-Vorstand, blieb er im Hintergrund. Jetzt ist er gar nicht mehr sichtbar. Völlig unerwartet ist Delf Egge am 7. August 2015 verstorben. Gegen diesen Nachruf kann er sich nicht mehr wehren. Ob er ihn gut gefunden hätte, ist fraglich. [↕](#)



# Vale, Delf Egge

An obituary by NICOLAS SEUBE

With deep sadness, the FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) learned of the recent death of its colleague, Prof. Dr.-Ing. Delf Egge. Delf was recently retired from his post

Delf was a member of the Board since 2003, one of four IHO representatives. His involvement in the work of the Board was consistent and greatly valued, especially with his specific professional contributions brought from his expertise of geodesy. In Board meetings, Delf always came up with a sharp point, often contributing uniquely to a particular programme evaluation and similarly to development of the standards.

Beyond his involvement in the Board, Delf was a significant actor of the development of hydrography education at HafenCity University, where he taught geodesy to generations of students with enthusiasm. He was also very involved in international cooperation projects, such like the

Vassivière survey camp in France. He transmitted his rigor, open-mindedness, positive thinking, and great competence in geodesy to number of graduates.

His warm persona and quirky humour always eased the work of the Board. He was a friend to all members over the years. Never far from a can of his favourite cola and his beloved smartphone, Delf could always be relied upon for recommending particularly useful apps. He delighted in befriending our local hosts at all venues and despite his eminence in his profession, was able to communicate, in his unique way, with all. In short, he was a lovely man who will be very much missed by the Board. [📍](#)

at HafenCity University, Hamburg. He only had little time to enjoy his retirement.

#### Author

Nicolas Seube is Scientific director at CIDCO – Interdisciplinary Centre for the Development of Ocean Mapping – in Québec

[nicolas.seube@cidco.ca](mailto:nicolas.seube@cidco.ca)

## Die Exzellenzinitiative

### für die Hydrographie

Mit dem *DHyG Student Excellence Award* werden Studierende aus gezeichnet, die sich in einer herausragenden Studienarbeit mit einem beliebigen Thema der Hydrographie auseinandergesetzt haben.

Der *DHyG Student Excellence Award* ist mit € 200 dotiert. Außerdem erhält der Preisträger freien Eintritt zum Hydrographentag, bei dem er einem Fachpublikum seine Arbeit vorstellen wird.

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

Mögliche Preisträger können bis zum 30. März von den Hochschulen vorge schlagen werden. Zur Bewerbung muss ein Fachbeitrag eingereicht werden, in dem der Studierende seine Arbeit vorstellt. Der betreuende Professor muss in einem Begleitschreiben die preiswürdigen Elemente der Arbeit aufzeigen.

Die eingereichten Fachbeiträge werden von einer Jury gesichtet. Der Preisträger wird bis zum 30. April benachrichtigt.

Alle eingereichten Fachbeiträge werden in den *Hydrographischen Nachrichten* veröffentlicht.







# septentrio

## AsteRx-U MARINE

all in one GNSS receiver with L-band antenna and integrated UHF radio



Courtesy of REpower

OFFICIAL DISTRIBUTOR

**M·B·T**   
UNDERWATER TECHNOLOGY

 **MBT GmbH**  
Wischhofstraße 1-3  
Gebäude 11  
D-24148 Kiel  
Germany

**TEL** +49 (0)431 535 500 70  
**FAX** +49 (0)431 535 500 99  
**MAIL** [info@m-b-t.com](mailto:info@m-b-t.com)  
**WEB** [www.m-b-t.com](http://www.m-b-t.com)





# Weltvermessung mit dem Sextanten

Eine Rezension von LARS SCHILLER

David Barrie setzt einem Winkelmessinstrument, das vor 250 Jahren den Entdeckern und Navigatoren auf den Meeren gute Dienste erwiesen hat, ein Denkmal in Buchform. Doch bereits seit vielen Jahrzehnten verstauben die Sextanten in den Museen. Ginge es nach dem Autor, müsste freilich auf jedem Wasserfahrzeug noch heutzutage ein Sextant vorhanden sein, und die Besatzung müsste regelmäßig an Schulungen teilnehmen und unter Beweis stellen, dass sie nach wie vor in der Lage ist, wie die Vorfahren zu navigieren.

Prachtvoll steht es im Buchregal, in goldenen Lettern prangt der Titel auf dem Schutzumschlag. »Sextant« steht dort, gefolgt vom Untertitel: »Die Vermessung der Meere«. Als Hydrograph greift man sofort zu, zumal der Klappentext verheißungsvoll ist, er verspricht eine »Hommage an ein Navigationsinstrument« und ein Buch, das »in der Tradition von Dava Sobels Längengrad« stehe.

Wer Längengrad kennt, hat das Werk in bester Erinnerung. Der 1995 erschienene Band erzählt die Geschichte des schottischen Uhrmachers John Harrison, der sich im 18. Jahrhundert das ehrgeizige und unerreichbar scheinende Ziel gesetzt hatte, eine Methode zu ersinnen, mit der es möglich ist, jederzeit die exakte Position auf See zu ermitteln: Die Bestimmung des Längengrads durch exakte Messung der Zeit. Nach vierzig Jahren besessener Arbeit präsentierte Harrison 1759 ein perfektes Chronometer, mit dem er das Board of Longitude zu überzeugen versuchte.

## Längengradproblem

Um die geographische Länge bestimmen zu können, benötigt man die Sonnenzeit des aktuellen Orts, die sich auch auf einem fahrenden Schiff leicht bestimmen lässt, und dazu die Referenzzeit eines Orts, dessen Längengrad bekannt ist. Die Zeitdifferenz zwischen den beiden Orten lässt sich dann in die Länge umrechnen, denn die Zeitdifferenz verhält sich zu 24 Stunden wie die Längendifferenz zu 360 Grad. Es kam also auf das Chronometer an, das im gesamten Verlauf der Reise die genaue Referenzzeit des bekannten Orts anzeigen musste.

In der Praxis war diese simple Lösung lange Zeit nicht ausreichend, weil die Uhren zu ungenau gingen und die Mechanik noch unzuverlässig war. Nicht selten waren auf den Expeditionsschiffen daher Dutzende Chronometer an Bord.

David Barrie nun, der Autor von *Sextant*, richtet sein Interesse auf ein anderes Instrument jener Zeit – den Sextanten, mit dem die Höhe eines Sterns und sein Winkel zum Horizont gemessen werden konnte.

Der Sextant, der seinen Namen der Tatsache verdankt, dass sein Rahmen einen Kreissektor von einem Sechstel eines vollen Kreises einnimmt, wurde um das Jahr 1730 gleich von zwei Leuten unabhängig voneinander erfunden: von dem Engländer John Hadley und von dem Amerikaner

Thomas Godfrey. Mit dem Instrument lassen sich Winkel von bis zu 120 Grad messen. Mit einer Stellschraube und einem Spiegel wird das verdunkelte Bild der Sonne oder eines anderen Himmelskörpers auf den sichtbaren Horizont geschoben. An der Skala lässt sich dann der Winkel ablesen. So wurde es möglich, die Höhe eines Sterns und dessen Winkelabstand zum Horizont zu bestimmen.

Genauso gut aber konnte man mit einem Sextanten den Winkelabstand des Mondes zu einem hellen Fixstern messen. Und diese Messung war ebenfalls geeignet, die geographische Länge zu bestimmen. Die Grundlagen für diese Mondstanzmethode schuf der Astronom Tobias Mayer aus Göttingen. Er trug zur Lösung des Längengradproblems bei, indem er Tabellen mit genau vorausberechneten Mondpositionen veröffentlicht hat.

Wenn in einem nautischen Almanach die Positionen des Mondes zu bestimmten Weltzeiten verzeichnet sind und wenn die wahre Ortszeit durch Beobachtung der Sonne bekannt ist, dann lässt sich die Abweichung der wahren Ortszeit von der Weltzeit in den Längengrad umrechnen. Mit dieser Methode war eine recht genaue Positionsbestimmung möglich; sie setzte nur die freie Sicht zum Himmel voraus.

Barrie erinnert in seinem Buch daran, dass beide Verfahren, die Zeitbestimmung und die von den Astronomen favorisierte Messung der Mondstanz, sich jahrzehntelang ergänzt haben. Der Sextant war unabdingbar, auch wenn man die genaue Uhrzeit kannte, und zwar sowohl für die Navigation als auch für die Entdecker, die die Welt nach und nach kartierten, darunter auch die Hydrographen. »Die Hydrografie dient der Navigation, im ersten Schritt allerdings ist sie auf die Navigation angewiesen«, heißt es im Buch (S. 13), womit der Autor zum Ausdruck bringen will, wie wichtig der Sextant für die Hydrographie war, um überhaupt die Grundlagen für eine sichere Navigation zu schaffen.

## Expeditionsgeschichten

Über weite Strecken ist das Buch eine Sammlung von Expeditionsgeschichten, mit denen die praktische Anwendung des Sextanten aufgezeigt werden soll. Zahlreiche Entdecker machten sich in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts auf, um unbekannte Ozeane und Kontinente zu erkunden.



David Barrie: *Sextant – Die Vermessung der Meere*; 392 S., Mare Verlag, Hamburg 2015, 26 €

**Bisher erschienen:**

John Vermeulen (HN 82),  
Theodor Storm (HN 83),  
Henning Mankell (HN 84),  
John Griesemer und  
Stefan Zweig (HN 85),  
Bernhard Kellermann (HN 86),  
Frank Schätzing (HN 87),  
Scott Huler (HN 88),  
Philipp Felsch (HN 89),  
T.C. Boyle (HN 90),  
Peter Høeg (HN 91),  
Bruce Chatwin (HN 92),  
Helmut Heißenbüttel (HN 93),  
Claudio Magris und  
Péter Esterházy (HN 94),  
Werner Schneider (HN 95),  
Jörg Schimmler (HN 96),  
Lars Gustafsson (HN 97),  
Judith Schalansky (HN 98),  
Christoph Ransmayr (HN 99),  
Alfred Andersch (HN 100),  
Juan Gabriel Vásquez (HN 101)

Damit begann das »heroische Zeitalter der wissenschaftlichen Hydrografie« (S. 110). Die großen Seemächte – Großbritannien, Spanien, Frankreich – sandten Expeditionen aus. Berühmte Seefahrer kartierten Meere und Küstenlinien. Unter den Berühmtheiten: Captain William Bligh, dessen Besatzung nach der Meuterei auf der »Bounty« gerettet wurde; James Cook, der auf seinen Südseereisen vergeblich nach einem Südkontinent gesucht hat; Matthew Flinders, dessen Auftrag es war, Australien zu kartieren, der aber nach einem Schiffsbruch in Gefangenschaft geriet; Joshua Slocum, der auf einem Einhandsegler die Welt umrundete; Ernest Shackleton, der erfolgreich mit seiner Mannschaft in der Antarktis gerettet wurde ... »Dank der Arbeit des neuen Typs von Meeresvermessern, die häufig unter größten Unbilden und Gefahren durchgeführt wurde, bildete sich jene Gestalt der Erde heraus, die wir heute kennen« (S. 110). So positiv wurde die Arbeit der Hydrographen selten einmal von einem Autor dargestellt.

Dumm nur, dass es den meisten Mächten gar nicht darum ging, die Schifffahrt sicherer zu machen. Ihnen ging es vielmehr um Machterweiterung, um Kolonien, um Handel und Gewinn. Doch das bleibt unerwähnt.

Erwähnt wird stattdessen, und zwar prominent schon im Untertitel, die »Vermessung der Meere«. Doch darum ging es bei den Expeditionen kaum. Die Wassertiefen wurden allenfalls in küstennahen Gebieten vermessen, stattdessen galt das Interesse dem Küstenlinienverlauf der neuentdeckten Länder.

**Vergessene Navigationsmethode**

Vor nur 250 Jahren war der Sextant zur Winkelmessung unverzichtbar gewesen, heute jedoch, im Zeitalter der Satellitennavigation, hat er komplett an Bedeutung verloren. Ginge es nach Barrie, dann müsste auch heute noch jeder, der zur See fährt, mit dem Sextanten vertraut sein.

»Wer GPS nutzt, achtet nicht auf seine Umgebung und entfernt sich von der Natur; GPS verrät uns zwar genau, wo wir gerade sind, darüber hinaus aber lehrt es uns nichts. Ein blindes Vertrauen auf elektronische Navigationssysteme schwächt unsere Befähigung, uns anhand der Sinne zurechtzufinden. Die Praxis der Astronavigation hingegen erweitert unsere Fähigkeiten und vertieft unsere Beziehung zum Universum, das uns umgibt« (S. 16).

An diese Passage aus dem Vorwort knüpft Barrie gegen Ende des Buchs noch einmal an. Fast hat man den Eindruck, als wolle er die Zeit zurückdrehen und dem Sextanten wieder eine Daseinsberechtigung verschaffen. Als Anwalt des Sextanten kann er den neueren technischen Errungenschaften wenig abgewinnen. Schon das Chronometer gilt ihm als suspekt, GPS hingegen ist ein Teufelszeug.

»Die Erfindung des Sextanten ermöglichte es Menschen auf See, der Höhe eines Gestirns über dem Horizont erstmals einen fein kalibrierten und korrekten Zahlenwert zuzuordnen. (...) Der Sextant war ein großartiges Produkt technischer Erfindungsgabe, doch sein Einsatz war nach wie vor auf das gute Auge des Beobachters angewiesen; und um dienliche Ergebnisse zu erlangen, brauchte es Geschick und Übung. Nach dem Aufkommen des Chronometers hingegen konnte sich der Navigator auf ein Instrument verlassen, das nichts anderes verlangte, als aufgezogen zu werden. Das Chronometer war gleichsam eine »Blackbox«, welche die entscheidende Information wie durch Zauberei preisgab. Im Zuge der elektronischen Revolution im zwanzigsten Jahrhundert nahm der persönliche Beitrag des Navigators zum Navigationsprozess dann noch weiter ab. Mit der Einführung von GPS ist die technologische Entfremdung so weit fortgeschritten, dass der eigene Standort schlicht per Knopfdruck bestimmt wird« (S. 292). [↕](#)

**Hydrographische Nachrichten  
HN 102 – November 2015****Fachzeitschrift für Hydrographie  
und Geoinformation**

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen  
Gesellschaft – DHyG

**Herausgeber:**

Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.

c/o Sabine Müller  
Innomar Technologie GmbH  
Schutower Ringstraße 4  
18069 Rostock

Internet: www.dhyg.de  
E-Mail: dhyg@innomar.com  
Telefon: (0381) 44079-0

ISSN: 1866-9204

**Schriftführer:**

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

**Redaktion:**

Hartmut Pietrek, Dipl.-Ing.  
Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.

**Wissenschaftlicher Beirat:**

Horst Hecht, Dipl.-Met.

**Anzeigen:**

Ganze Seite (210 mm × 297 mm): 300 Euro;  
auf dem Umschlag, innen: 400 Euro,  
auf dem Umschlag, außen: 600 Euro.  
Halbe Seite (210 mm × 148 mm): 200 Euro.

Kontakt: Stefan Steinmetz  
E-Mail: sts@eiva.com

© 2015

**Hinweise für Autoren:**

Der eingereichte Fachaufsatz muss in dieser Form noch unveröffentlicht sein. Reichen Sie Ihren Text bitte unformatiert und ohne eingebundene Grafiken ein. Die beigefügten Grafiken sollten eine Auflösung von 300 dpi haben. In der Textdatei sollte die automatische Silbentrennung ausgeschaltet sein; auch manuelle Trennungen dürfen nicht enthalten sein.

Über die Annahme des Manuskripts und den Zeitpunkt des Erscheinens entscheidet die Redaktion. Die Verfasser erklären sich mit einer nicht sinnentstellenden redaktionellen Bearbeitung ihres Manuskripts einverstanden.

Die mit vollständigen Namen gekennzeichneten Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

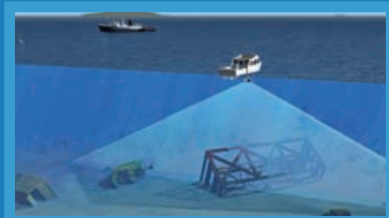
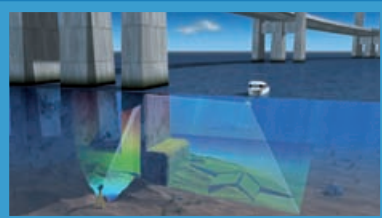
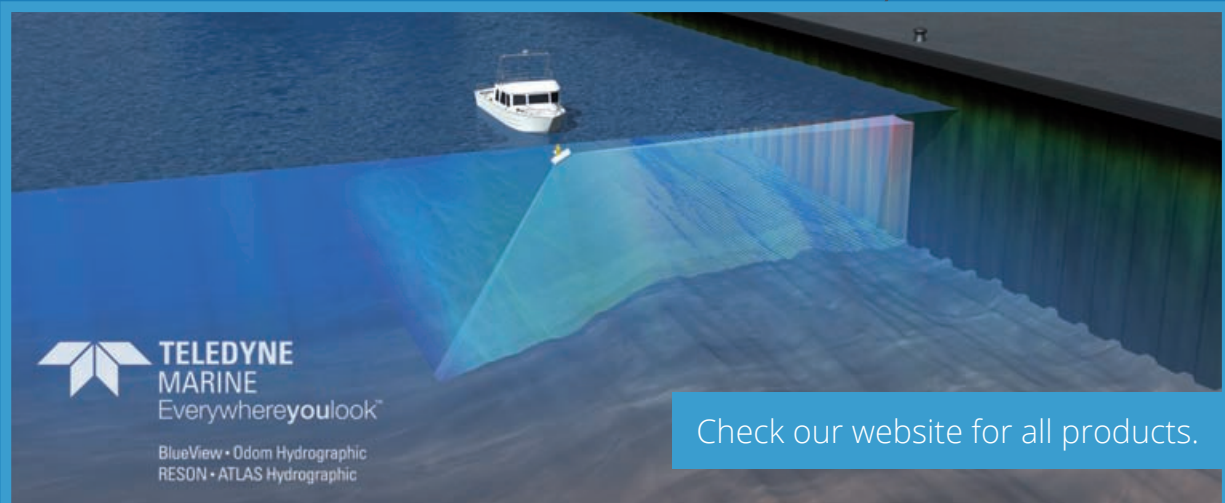
Die HN erscheinen drei Mal im Jahr, im Februar, Juni und Oktober. Für Mitglieder der DHyG ist der Bezug der HN im Mitgliedsbeitrag enthalten.



## OCEAN ENGINEERING IN DEPTH

### HYDROGRAPHIC SYSTEMS

	MULTIBEAM		POSITION & MOTION
	SIDE SCAN SONAR		SOFTWARE





# Präzise 3D Positionierung

## ... mit GNSS und optischen 3D Verfahren

Leica Geosystems ist mit nahezu 200 Jahren Erfahrung Pionier in der Entwicklung und Produktion von Vermessungsinstrumenten und Lösungen und gehört zu den Weltmarktführern in der Vermessung. Innovation, absolute Präzision und höchste Qualitätsansprüche kombiniert mit einem umfassenden Service- und Dienstleistungsangebot führen dazu, dass Fachleute auf Leica Geosystems vertrauen.

Die **GNSS Instrumente** von Leica Geosystems empfangen und verarbeiten die Signale der Navigationssysteme von GPS, GLONASS, **Galileo und BeiDou**. Mit diesen GNSS

Instrumenten sind Sie bis **über das Jahr 2020 hinaus für die Zukunft gerüstet ohne weitere Investitionsmittel einplanen zu müssen**.

Die **Totalstation** – MS50 MultiStation – liefert Ihnen ausgezeichnete Sensorintegration für **höchste Präzision** und Leistung bei voller Automatisierung der Messabläufe. Der revolutionäre Distanzmesser vereint die Vorteile des Phasenmessprinzips mit den Vorteilen der Zeitmessung. Die Messzeiten sind bis zu 50% schneller, was eine Datenrate bis zu 20 Hz ermöglicht.



Leica Geosystems GmbH Vertrieb  
Telefon 0 30/44 02 13 29  
e-mail: Frank.Hinsche@leica-geosystems.com  
www.leica-geosystems.de

*Leica*  
Geosystems