

# HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Journal of Applied Hydrography

10/2019

HN 114

Fachbeiträge

- Management bathymetrischer Daten
- Unter-Wasser-Drohnen für die Hydrographie
- Vergleich von inertialen Navigationssystemen

Wissenschaftsgespräch

»Die wichtigste Funktion ist der Auto-Knopf.  
Sehr schade«



Consulting



# Ocean engineering from space into depth

Realise your projects in cooperation with our hydrographic services

**CTDs & SVPs**



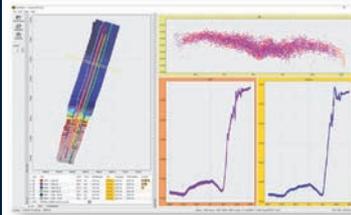
Our hydrography engineers are happy to develop systems tailored exactly to your needs and to provide professional advice and support for setting up your systems and training your staff.

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

**Acoustic sensors**



**Software**



**Auxiliary sensors**



**Integration**



**Denmark | Norway | Sweden | United Kingdom | France | Netherlands | Germany | USA | Canada  
South America | Australia | Singapore | China**

# Liebe Leserinnen und Leser,

beginnen möchte ich dieses Heft mit einem Blick zurück. Vor einem Jahr ist in den HN 111 (Oktober 2018) das Wissenschaftsgespräch mit Prof. Uwe Jenisch erschienen. Der Seerechtler aus Kiel hat in den Siebzigerjahren an den Verhandlungen zum UN-Seerechtsübereinkommen (UNCLOS) als Mitglied der deutschen Delegation teilgenommen. Im Interview erinnerte er sich an die Zeit der Seerechtskonferenz. Ein anderer Aspekt des Gesprächs war der Tiefseebergbau, in dem Jenisch große Chancen sieht.

mare – die Zeitschrift der Meere – hat dieses Wissenschaftsgespräch nachgedruckt und damit einem sehr viel größeren Publikum zugänglich gemacht. Der etwas gekürzte Nachdruck wurde in mare No. 135 (August/September 2019) unter dem Titel »Wenn schon nicht Weltverfassung, dann wenigstens Meeresverfassung« veröffentlicht. Interessant an dem von der mare-Redaktion gekürzten Text ist, dass das Thema Meeresbergbau komplett ausgespart wurde.

Das vorliegende Heft ist etwas dünner ausgefallen als geplant. Zugesagte Beiträge konnten nicht rechtzeitig eingereicht werden, weil die Autoren zu sehr in laufende Projekte eingebunden sind. Das Manuskript unter solchen Umständen nicht abzuliefern ist, denke ich, sehr verständlich. Wer kennt ihn nicht, den Konflikt, mehrere Aufgaben gleich-

zeitig erledigen zu müssen? Ich erwähne dies auch nur, weil wir in der Redaktion in letzter Zeit immer häufiger Klagen über zu hohe Arbeitsbelastung zu hören bekommen. Umso mehr wissen wir es zu schätzen, wenn Autorinnen und Autoren sich die Zeit nehmen, aus ihrer Praxis zu berichten (und uns den Text fristgerecht zusenden), um ihr Wissen mit uns allen zu teilen.

Um potenziellen Autorinnen und Autoren künftig die Möglichkeit zu geben, längerfristig geplant an einem Beitrag zu arbeiten, haben wir uns entschlossen, die Fokusthemen der nächsten Ausgaben bereits heute bekanntzugeben (siehe Kasten). Darüber hinaus ist natürlich jeder Fachbeitrag zu anderen Themen ebenso willkommen.

Anders als während der DHyG-Mitgliederversammlung im Juni angekündigt, wird der nächste Hydrographentag nicht in Wismar stattfinden. Die Mitglieder des Arbeitskreises »Hydrographentage« haben die ganze Hansestadt nach einem geeigneten Ort für die Veranstaltung abgeklappert, aber nichts finden können, wo genug Platz für die Fachausstellung wäre. Deshalb haben die Organisatoren beschlossen, den Hydrographentag 2020 nach Damp in der Nähe von Eckernförde zu verlegen. Freuen Sie sich auf die drei Tage vom 16. bis zum 18. Juni im »Ostsee Resort Damp«, wo andere Urlaub machen.



Lars Schiller

## Die Fokusthemen der nächsten Ausgaben

Wir haben uns entschieden, die Fokusthemen der nächsten Hefte schon vorab zu verraten, weil wir uns dadurch interessante Fachbeiträge von Ihnen erhoffen. Beiträge, auf die wir selbst nicht gekommen wären, die wir folglich niemals angefragt hätten.

HN 115 (Februar 2020)	<b>Meeresspiegelanstieg</b> Redaktionsschluss: 15. Januar 2020
HN 116 (Juni 2020)	<b>Fernerkundung und Laserbathymetrie</b> Redaktionsschluss: 30. April 2020
HN 117 (Oktober 2020)	<b>Tiefsee</b> Redaktionsschluss: 15. September 2020

Falls Sie zu einer Ausgabe einen thematisch passenden Fachbeitrag beisteuern können, so melden Sie sich bitte bei der Redaktion oder schicken Sie Ihren Beitrag bis zum Redaktionsschluss an mich (lars.schiller@dhyg.de). Fachbeiträge zu anderen Themen der Hydrographie sind natürlich weiterhin willkommen. Wir freuen uns auf das Wissen, das Sie mit uns teilen.



# R2SONIC

## Fächerlotsysteme



Sonic 2020



Sonic 2022



Sonic 2024



Sonic 2026

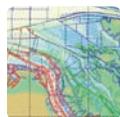
**Beispiellose Leistungsfähigkeit** mit 256 Beams und 1024

- Soundings bei 160° Öffnungswinkel (einstellbar) und einer Pingrate von 60 Hz
- **Breitbandtechnologie** mit Frequenzwahl in Echtzeit zwischen 200 bis 400 kHz sowie 700 kHz optional
- **Dynamisch fokussierende Beams** mit einem max. Öffnungswinkel von 0,5° x 1° bei 400 kHz bzw. 0,3° x 0,6° bei 700 kHz
- **Höchste Auflösung** bei einer Bandbreite von 60 kHz, bzw. 1,25 cm Entfernungsauflösung
- **Kombinierbar** mit externen Sensoren aller gängigen Hersteller
- **Flexibler Einsatz** als vorausschauendes Sonar und der Fächer ist vertikal um bis zu 30° schwenkbar
- **Zusätzliche Funktionen** wie True Backscatter und Daten der Wassersäule
- **MultiSpectral Modus™**, der es den R2Sonic-Systemen ermöglicht, Backscatter Daten mehrerer Frequenzen in einem einzigen Durchlauf zu sammeln

**Nautilus Marine Service GmbH** ist der kompetente Partner in Deutschland für den Vertrieb von R2Sonic Fächerecholotsystemen. Darüber hinaus werden alle relevanten Dienstleistungen wie Installation und Wartung kompletter hydrographischer Vermessungssysteme sowie Schulung und Support für R2Sonic Kunden angeboten.

**R2Sonic** ist ein amerikanischer Hersteller von modernen Fächerecholoten in Breitbandtechnologie. Seit Gründung des Unternehmens im Jahr 2009 wurden weltweit bereits mehr als 1.500 Fächerlote ausgeliefert und demonstrieren so eindrucksvoll die außergewöhnliche Qualität und enorme Zuverlässigkeit dieser Vermessungssysteme.

# HN 114 – Aus dem Inhalt



## Datenmanagement

### 6 Management bathymetrischer Daten beim Nautischen Informationsdienst des BSH

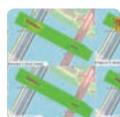
Ein Beitrag von JANA VETTER



## AUVs

### 12 Unter-Wasser-Drohnen für Hydrographie und Seebodenerkundung

Ein Beitrag von JÖRG KALWA



## Inertial navigation systems

### 18 Comparison of MEMS and FOG-based inertial navigation systems for hydrographic applications

An article by CHRISTIAN JOHN VIETHEER



## Wissenschaftsgespräch

### 24 »Die wichtigste Funktion ist der Auto-Knopf. Sehr schade«

BORIS SCHULZE im Interview

## Veranstaltungen

### 33 Autonomie und Hydrographie – Quo vadis?

Eindrücke von Veranstaltungen

Ein Bericht von PETER DUGGE

## Buchvorstellung

### 37 Vermessung und Ortung mit Satelliten

Ein kritischer Blick in Manfred Bauers Standardwerk

Eine Rezension von CHRISTIAN ROST

---

## Hydrographische Nachrichten HN 114 – Juni 2019

### Journal of Applied Hydrography

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen Gesellschaft – DHyG

#### Herausgeber:

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

ISSN: 1866-9204

© 2019

#### Chefredakteur:

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

#### Redaktion:

Peter Dugge, Dipl.-Ing.  
Horst Hecht, Dipl.-Met.  
Holger Klindt, Dipl.-Phys.  
Dr. Jens Schneider von Deimling  
Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.  
Dr. Patrick Westfeld

#### Hinweise für Autoren und Inserenten:

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

# Management bathymetrischer Daten beim Nautischen Informationsdienst des BSH

Ein Beitrag von JANA VETTER

Bathymetrische Daten sind die gemessenen Tiefen von der Meeresoberfläche bis zum Meeresboden. Sie sind für den Nautiker sowohl bei der Routenplanung als auch bei der Routenüberwachung unerlässlich. Eine sichere Schiffsnavigation kann nur mit aktuellen und zuverlässigen bathymetrischen Daten ermöglicht werden. Auch in anderen Bereichen, wie in der marinen Raumordnung, in der Energie- und Rohstoffgewinnung oder im Unfallmanagement auf Nord- und Ostsee, nimmt die Nachfrage nach bathymetrischen Produkten zu. Eine Vielzahl verschiedener Datenquellen, steigende Datenmengen durch verbesserte Erfassungssysteme und kürzere Erfassungszeiträume sowie erhöhte Anforderungen an die Datenqualität und die Datenverfügbarkeit verlangen automatisierte, standardisierte und revisionsichere Verfahren.

## Autorin

Jana Vetter leitet das Sachgebiet »Quellenmanagement und Entwicklung« am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Rostock.

jana.vetter@bsh.de

Datenmanagement | Seeaufgabengesetz | nautische Publikationen | ENC | Papierseekarte | bENC | Grid Tiefendatenbank | Metadaten | 3D-Datenarchiv | Verschneidung | Generalisierung

## Motivation

Die Kernaufgabe des Nautischen Informationsdienstes des BSH ist die Produktion und Bereitstellung von kartographischen und textlichen nautischen Publikationen für die Seeschifffahrt, welche fest im Seeaufgabengesetz (§1 Nr. 10 SeeAufgG) verankert ist. Das heißt, alle marinen Geodaten, die für diese Publikationen relevant sind, werden vom Nautischen Informationsdienst beschafft, ausgewertet, verarbeitet und für den Zweck einer sicheren Navigation bereitgestellt.

Mit dem wachsenden Nutzungsdruck auf die Meere und dem Engagement zur Erhaltung der Meeresökosysteme ergeben sich neue Forderungen nach weiteren maritimen Datenprodukten. Die aktuell stattfindenden Aktivitäten der IHO (International Hydrographic Organization) zur Entwicklung der S-100-Standard-Welt (IHO Geospatial Standard for Hydrographic Data) haben genau dies im Fokus und zielen darauf ab, eine größere Vielfalt an hydrographischen Anwendungen, Datenquellen, Produkten und Kunden unterstützen zu können. Damit stehen die Hydrographischen Dienste weltweit vor der Aufgabe, künftig nicht nur die nautischen Publikationen, sondern auch neue Datenprodukte anzubieten.

Darüber hinaus haben verbesserte Datenerfassungssysteme, enorm steigende Datenmengen, höhere Erwartungen und Ansprüche an Daten und Produkte bereits dazu geführt, dass die bisherigen Produktionsabläufe nicht mehr geeignet sind, den neuen Herausforderungen gerecht zu werden.

Ein adäquates Datenmanagement ist also notwendig, welches eine flexible, effiziente und jederzeit nachvollziehbare Prozesskette von der Erfassung, Archivierung, Verarbeitung bis hin zur Bereitstellung von aktuellen und künftigen Produkten umfassen muss.

Das Kernelement der künftigen Prozessierung von bathymetrischen Daten beim Nautischen Informationsdienst wird eine Datenbank sein, die nicht nur als zentraler Speicherort für die bathymetrischen Daten aller internen und externen Datenlieferanten dienen soll, sondern vor allem auch eine einheitliche Datenbasis für die kartographisch-nautischen Produkte sowie für fachübergreifende Anwendungen, wie z. B. die Verknüpfung mit anderen im BSH erfassten Geodatenbeständen, in geeigneter und den internationalen Standards entsprechender Form bereitstellt. Außerdem werden die derzeit noch in mehreren Einzelschritten auszuführenden Tätigkeiten mit den zugehörigen Schnittstellen bei der Verarbeitung bathymetrischer Daten zusammengefasst und wesentliche Prozessschritte automatisiert.

## Datensituation

Die Darstellung des Tiefenbildes ist ein wesentliches Inhaltselement der nautisch-kartographischen Publikationen. Das heißt, die Aufgabe des Nautischen Informationsdienstes ist es, sämtliche bathymetrische Daten für den Zuständigkeitsbereich der deutschen Nord- und Ostsee einzusammeln und zu verarbeiten.

Die Daten werden von unterschiedlichen Behörden erfasst – beispielsweise die der Fahrwasser durch die Wasser- und Schifffahrtsämter (WSÄ), die der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) und der Seegebiete außerhalb der Fahrwasser durch die eigenen Schiffe des BSH sowie die Hafenbereiche durch die Hafenämter bzw. Hafenbetriebe. Es wird, je nach Beschaffenheit des Seegebietes, nach wirtschaftlichen oder auch politischen Anforderungen mit unterschiedlichen Methoden vermessen. Die Vermessungsintervalle können entsprechend der Dynamik des Seegebietes dabei sehr unterschied-

lich sein. In einigen Fahrwassern der Nordsee wird z. B. im 14-tägigen Rhythmus gepeilt.

Die Anzahl der verarbeiteten bathymetrischen Datensätze belief sich im Jahr 2018 auf nahezu 2000. In Zukunft wird diese Zahl weiter steigen, sodass man von ca. 3000 Datensätzen pro Jahr ausgehen kann. Diese Datensätze miteinander verschnitten, ergeben grafisch umgesetzt sehr kleinteilige Übersichten, die als wichtige Arbeitsgrundlage dienen. Abb. 1 zeigt beispielsweise die aktuelle Datenabdeckung für das Seegebiet der Jade-Weser-Ansteuerung mit ca. 850 verschnittenen Datensätzen von sechs verschiedenen Datenlieferanten.

### Produkte

Alle eingegangenen Datensätze werden dazu verwendet, die nautisch-kartographischen Publikationen kontinuierlich zu aktualisieren. Zu den Publikationen zählen nicht nur die elektronische Seekarte (Electronic Navigational Chart, ENC) und die Papierseekarte, sondern mittlerweile auch die sogenannte bENC (bathymetric ENC), die speziell für einige Lotsreviere in einem Pilotverfahren hergestellt und den Lotsen und Verkehrszentralen zur Verfügung gestellt wird (Abb. 2).

ENC und Papierseekarte sind für die Berufsschiffahrt ausrüstungspflichtig und werden nach einheitlichen IHO-Standards produziert. Beide Produkte sind inhaltlich annähernd gleich.

Die ENCs beinhalten aber zusätzlich die sogenannten T-Informationen (T: temporary) oder P-Informationen (P: preliminary). Sie werden für folgende sechs im Standard festgelegten Maßstabsbereiche (Usage bands) erzeugt und fortlaufend aktualisiert:

Overview	< 1: 1.499.999
General	1: 350.000 – 1: 1.499.999
Coastal	1: 90.000 – 1: 349.999
Approach	1: 22.000 – 1: 89.999
Harbour	1: 4.000 – 1: 21.999
Berthing	> 1: 4.000

Die bENCs umfassen ausschließlich S-57-Tiefeninformationen, diese aber in sehr hochauflösender Form, das heißt die *Depth contours* mit einer Äquidistanz von 50 cm, *Depth areas* und *Sounding selec-*

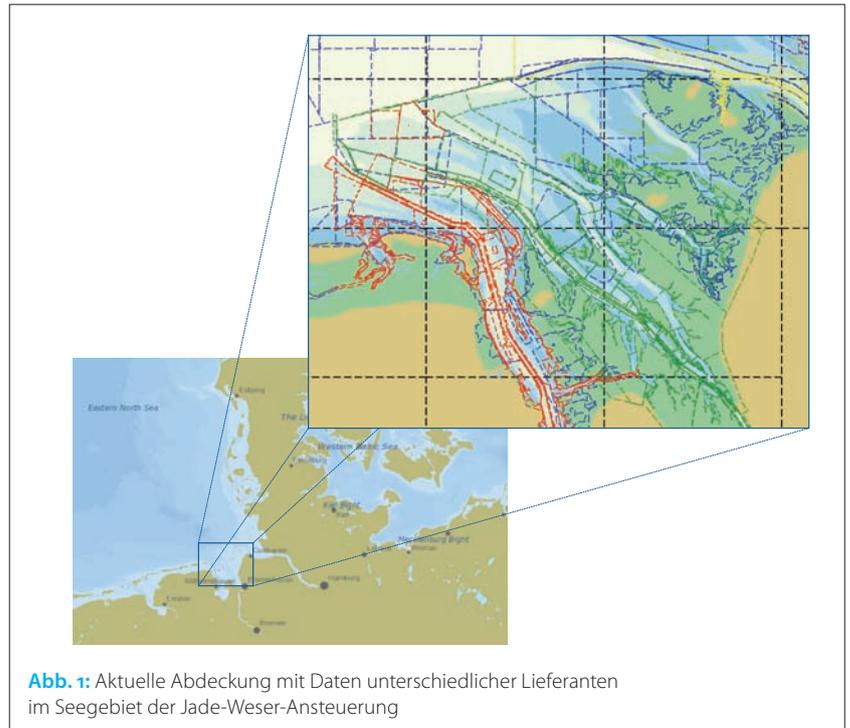


Abb. 1: Aktuelle Abdeckung mit Daten unterschiedlicher Lieferanten im Seegebiet der Jade-Weser-Ansteuerung

tions. Das Produkt wird als Overlay über einer amtlichen ENC auf einer Portable Pilot Unit (PPU), wie sie die Lotsen verwenden, zur Anzeige gebracht.

Damit künftig die eingangs bezifferten großen Datenmengen effizienter verarbeitet und die Produkte damit so aktuell wie möglich an den Nutzer gebracht werden können, mussten zunächst geeignete Voraussetzungen geschaffen werden, um den Produktionsprozess zumindest teilweise automatisieren zu können. So wurden die Blattsschnitte der beiden elektronischen Produkte in regelmäßige Kachelschemata überführt. Dafür wurde ein entsprechendes Gitter über das gesamte deutsche Seegebiet gespannt.

Die ENCs für den Approach-Bereich beispielsweise haben eine einheitliche Größe von 20 × 10 Minuten (entspricht ca. 21,8 km in der West-Ost-Ausdehnung und ca. 18,5 km in der Nord-Süd-Ausdehnung), alle bENCs haben eine Größe von 2 × 2 Minuten (ca. 2,2 km in der West-Ost-Ausdehnung und ca. 3,7 km in der Nord-Süd-Ausdehnung). Beide Schemata sind aneinander ausgerichtet.

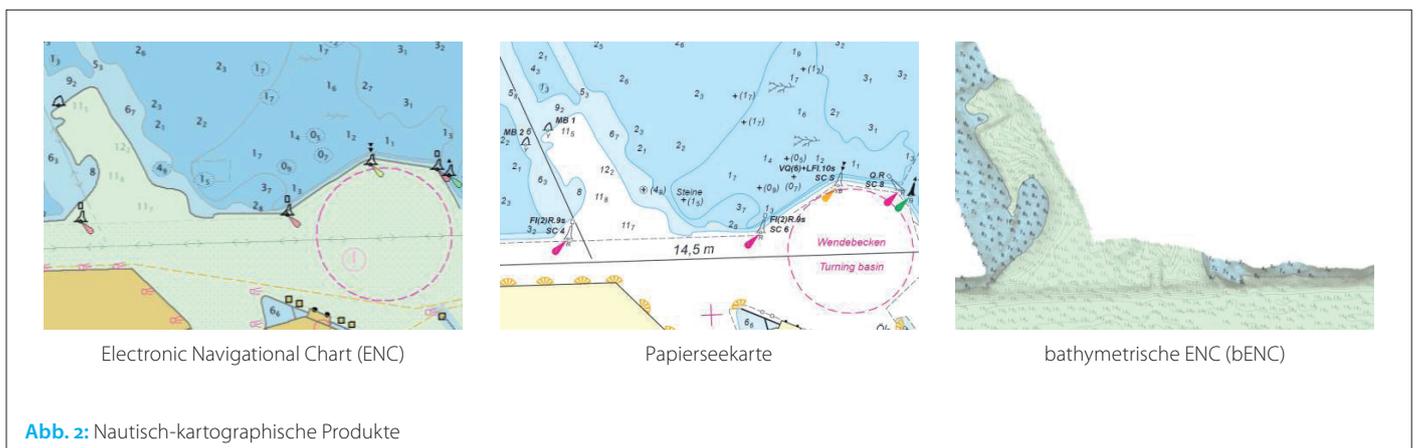


Abb. 2: Nautisch-kartographische Produkte

Das Kartenwerk der Papierseekarten wurde ebenfalls revidiert: Maßstäbe und Blattsnitte wurden vereinheitlicht sowie Karteninhalte entsprechend des nautischen Verwendungszwecks optimiert.

### Bisheriges Verfahren

Die Herstellung und Laufendhaltung der Publikationen des Nautischen Informationsdienstes gliedert sich in die drei Tätigkeitsbereiche

- Quellenmanagement,
- Basisdatenmanagement,
- Produktmanagement.

Jeder eingehende und für die nautischen Publikationen relevante Quellendatensatz durchläuft diese drei Bereiche, bevor er in modifizierter, den IHO-Standards entsprechender Form und für den Nutzer eindeutig interpretierbar veröffentlicht wird.

### Quellenmanagement

Aufgabe des Quellenmanagements ist es, den Datensatz so zu plausibilisieren und aufzubereiten, dass er dem nautischen Verwendungszweck entspricht und mit der verwendeten Produktionssoftware optimal weiterverarbeitet werden kann.

Bei der Plausibilisierung wird beispielsweise kontrolliert, ob Übereinstimmung von Metadaten und Dateninhalt besteht, es werden eventuelle Widersprüche innerhalb des eingegangenen Datensatzes oder zwischen unterschiedlichen Datensätzen aufgedeckt und mögliche Redundanzen geklärt.

Format und Höhenbezug, teilweise auch der Lagebezug der bathymetrischen Datensätze entsprechen noch nicht denen der nautisch-kartographischen Publikationen. Das heißt, jeder Datensatz muss in einzelnen Prozessschritten transformiert und auf die erforderlichen Bezugsflächen umgerechnet werden.

Infolge der unterschiedlichen Aufnahmemethoden weisen die eingehenden Datensätze eine sehr hohe und heterogene Datendichte auf, die auf ein einheitliches und für die Erstellung der nautischen Produkte ausreichendes Maß reduziert werden muss. Die Reduktion der Datenmenge wird dabei nach festen Regeln entsprechend des Aufnahmeverfahrens sowie maßstabsabhängig je nach Produkt vorgenommen, wenn erforderlich, auch für mehrere Maßstäbe. Jeder bathymetrische Datensatz wird jeweils nach den flachsten und tiefsten Messwerten ausgedünnt, um einerseits potenzielle Gefahrenstellen zu erhalten und um andererseits den genauen Verlauf der Fahrrinnen in der Seekarte darstellen zu können.

### Basisdatenmanagement

Das Management der Basisdaten erfolgt in einer IHO-Standard-konformen Produktionsdatenbank. Im Basisdatenmanagement werden alle eingegangenen und vorbereiteten Quellen nach nautischer Relevanz bewertet und in die auf un-

terschiedlichen Maßstabsebenen liegenden Basisdaten eingearbeitet. Konkret wird jedes bestehende und zu ändernde Objekt des Tiefenbildes (Tiefenzahl, Tiefenlinie, Tiefenfläche) separat editiert und/oder Teile des Tiefenbildes werden auf Basis der zugrunde liegenden neuen Messwerte gänzlich neu manuell am Bildschirm erzeugt, die Objekte miteinander verschnitten und es wird eine topologisch einwandfreie Objektgeometrie hergestellt.

Der Basisdatenbestand dient als einheitliche Datengrundlage für die Ableitung der kartographischen Produkte – ENC und Papierseekarte – sowie diverser textlicher Publikationen.

### Produktmanagement

Im Produktmanagement werden die Inhalte der Produkte mit den aktualisierten Basisdaten abgeglichen und die identifizierten Änderungen in das jeweilige Produkt übernommen. Bei beiden Seekartenprodukten – ENC und Papierseekarte – ist immer eine produktseitige Nachbearbeitung erforderlich. Produktseitige Änderungen betreffen in den ENCs beispielsweise das Eintragen zusätzlicher Metaobjekte, die nur für die ENC relevant sind, oder die Vergabe des produktspezifischen Attributes zur Steuerung der Anzeige von Objekten in unterschiedlichen Bildschirmmaßstäben auf einer ECDIS-Anlage (Electronic Chart Display and Information System). Dieses Attribut muss beispielsweise zwingend an den Tiefenwerten ergänzt werden. Die Bearbeitung in der Papierseekarte beinhaltet die kartographische Anpassung der übernommenen Änderungen wie die Platzierung und Freistellung von Texten und Symbolen, welche manuell und objektbezogen erfolgt.

Zu Zwecken der Qualitätssicherung ist für den gesamten Produktionsablauf eine jederzeit nachvollziehbare und lückenlose Ablage aller relevanten Mess- und Metadaten sowie der Bearbeitungsstände notwendig. Das Vier-Augen-Prinzip, das heißt eine Prüfung von Zwischen- und Endprodukten durch zwei Personen, ist im Verfahren ebenso fest verankert.

### Produktion der bENCs

Die Produktion der bENCs konzentriert sich in seiner Abdeckung auf die Fahrwasser ausgewählter Lotsreviere, das heißt auf die Ansteuerungs- und Hafengebiete, in denen eine Lotsenpflicht besteht. Neben den bereits für die ENC und Papierseekarte relevanten bathymetrischen Daten der BSH-Seevermessung und der WSÄ-Gewässervermessung ergaben sich für die bENCs neue Notwendigkeiten bei der Datenbeschaffung. Diese beruhen auf konkreten inhaltlichen Unterschieden der einzelnen Produkte. Während die ausrüstungspflichtigen Produkte – ENC und Papierseekarte – die Fahrrinnen nur als Solltiefenbereiche mit einer angestrebten Tiefe zeigen, soll die bENC diese Bereiche mit hochaufgelösten tatsächlichen Tiefenwerten und Tiefenbereichen ergänzen. Dies

erforderte, die bislang nicht verwendeten Peildaten der WSÄ innerhalb dieser Fahrrinnenbereiche ebenfalls zu beschaffen und zu verarbeiten. Gleichzeitig müssen dafür auch die Daten Dritter berücksichtigt werden, beispielsweise der Hafämter und Hafenbetreiber. Als eine wesentliche Anforderung bei der Produktion der bENCs soll hier die Bearbeitungszeit hervorgehoben werden, die mit dem Zeitraum zwischen dem Eingang der Peildaten bis zur Bereitstellung der geprüften bENC auf dem Server angegeben wird und die in der Endausbauphase des Verfahrens maximal einen Regelarbeitstag betragen soll. Dem Anspruch nach höherer Aktualität und Vollständigkeit wird so entsprochen.

Mit der Beschaffung und dem Eingang signifikant größerer Datenmengen der WSÄ und neuer Datenlieferanten ergaben sich höhere Anforderungen an den Workflow der Datenprozessierung. Die für die beiden Produkte – ENC und Papierseekarte – bestehende sehr aufwendige manuelle und dateibasierte Vorgehensweise kann diesen Anforderungen nicht mehr standhalten.

Zudem sind durch die ausschließlich auf S-57 ausgerichtete Software neue und individualisierte Datenprodukte kaum oder nur mit Einschränkungen herstellbar. Das heißt, das S-57-Datenmodell, welches ursprünglich für die klassischen navigatorischen Anforderungen der Schifffahrt entwickelt wurde, verhindert eine flexible, anpassungsfähige Datenhaltung und Datenbearbeitung.

## Tiefendatenbank

Es musste kurzfristig eine neue Lösung geschaffen werden. Das Ergebnis ist eine explizit für bathymetrische Daten unter Java entwickelte webbasierte Datenbank. Sie setzt auf der Open-Source-Software PostgreSQL in Kombination mit der räumlichen Erweiterung PostGIS auf und kann damit auf die umfangreichen Funktionalitäten zur Verwaltung und Analyse von Geodaten zurückgreifen.

In dieser Datenbank werden die gemessenen und bereits modellierten Tiefen als strukturiertes Geländemodell in Form eines Grids gespeichert. Die Struktur des Grids ist eine zweidimensionale, rechtwinklige Matrix. Die Gesamtgröße einer Vermessung wird durch die Anzahl der Grid-Zellen und die Ausdehnung einer jeden Grid-Zelle auf der X- und Y-Achse bestimmt. Jede Grid-Zelle hat einen Zellenwert, der die Tiefe repräsentiert und der als Gleitkommazahl mit einfacher Genauigkeit definiert ist.

Die eingehenden Datensätze werden zunächst mit ihrer jeweiligen Auflösung, meist 1 m oder 2 m, gespeichert. Die Georeferenzierung ist durch die linke obere Ecke des Grids und durch das dazugehörige Lagebezugssystem definiert.

Die zu erfassenden Metadaten beziehen sich auf die Vermessung. Das heißt, es werden z. B. der Datenlieferant, das Aufnahmedatum und die Aufnahmemethode für jeden Vermessungsdatensatz gespeichert.

Die wichtigste Anforderung an dieses Datenbanksystem war, die Verschneidung der Mess- und Metadaten nach definierten Kriterien automatisch vornehmen zu können, um letztlich ein überlappungsfreies Modell des Meeresbodens zu erhalten. Jeder neu in der Datenbank erfasste und plausibilisierte Datensatz wird automatisch in dieses Modell integriert; ein manuelles Eingreifen ist damit nicht mehr erforderlich.

Im Zuge der Verschneidung wird gleichzeitig eine einheitliche Grid-Auflösung berechnet und eine Homogenisierung des Lagereferenzsystems vorgenommen.

Um die Aktualisierung des Meeresbodenmodells bei jedem eingehenden Datensatz möglichst effizient zu gestalten, werden die Daten mittels eines internen Kachelschemas untergliedert. Die Ausgabe der Daten für deren Weiterverarbeitung kann davon abweichen.

Die Datenhaltung und Verarbeitung in der Datenbank erfolgt unter Verwendung offener OGC-Standards. Die IHO-Konformität wird erst beim Datenexport hergestellt.

Die Wahl der Grid-Struktur für die Datenbank ergab sich einerseits durch die Masse an zu verarbeitenden Daten, andererseits durch die Notwendigkeit diese Daten mit unterschiedlicher Dichtendichte zu harmonisieren. Darüber hinaus bietet diese strukturierte Form der Organisation räumlicher Daten einfachere Möglichkeiten zur automatisierten Verarbeitung als unstrukturierte Formen.

## Künftiges Verfahren

Das künftige Produktionssystem muss sowohl die Anforderungen nach standardisierten, zuverlässigen Abläufen als auch die nach individualisierten, qualitativ hochwertigen Produkten erfüllen können.

Die Dreigliedrigkeit des bisherigen Verfahrens in Quellenmanagement, Basisdatenmanagement, Produktmanagement wird weiterhin als sinnvoll eingeschätzt.

Es werden aber einzelne Prozessschritte zusammengefasst, verlagert und automatisiert. [Abb. 3](#) zeigt den Workflow für das künftige Verfahren.

Als wesentliches neues Element im Vergleich zum bisherigen Verfahren sei zunächst die automatische Schnittstelle zum 3D-Datenarchiv (3D-DA) erwähnt. In das 3D-DA werden sämtliche durch die Wasser- und Schifffahrtsämter erhobenen Peildaten der Gewässervermessung eingestellt. Alle Datensätze sind von den Datenlieferanten bereits vorprozessiert, in der Regel auch als Grid modelliert und landen über die Schnittstelle automatisch mit all ihren relevanten Metadaten in der Tiefendatenbank. Die Daten aller anderen Lieferanten werden manuell eingestellt.

Es folgt der Prozessschritt der Plausibilisierung von Mess- und Metadaten, welcher für ein korrektes DGM zwingend notwendig ist.

Die Harmonisierung des Lagereferenzsystems und der unterschiedlichen Grid-Auflösungen, das

Verschneiden der Mess- und Metadaten sowie die Aktualisierung der Kacheln wird anschließend in der Datenbank automatisch für jeden plausibilisierten Datensatz durchgeführt.

Das Kriterium für die Verschneidung ist die Aktualität der Datensätze. Der neueste Datensatz liegt sozusagen obenauf und »überdeckt« die vorhandenen Altdaten. Das stellt sicher, dass tatsächlich die jeweils aktuellen Messwerte in der weiteren Prozesskette berücksichtigt werden.

Das komplette Befüllen der Tiefendatenbank ist allerdings ein eigener und herausfordernder Schritt, weil die Daten der unterschiedlichen Erfasser weder gesammelt an einem Ort noch konsistent in Grid-Form verfügbar sind und weil die Vermessungsintervalle zwischen einem 14-tägigen Rhythmus oder auch einem Zeitraum von 25 Jahren liegen können.

Ist dieser Prozess aber abgeschlossen, kann auf ein flächendeckendes und aktuelles Digitales Geländemodell (DGM) für den Bereich von deutscher Nord- und Ostsee zurückgegriffen werden, welches maßstabsunabhängig mit höchstmöglicher und homogener Grid-Auflösung, einheitlichem horizontalen (ETRS89, UTM-Zone 32N) sowie vertikalem Koordinatenreferenzsystem (DHHN2016) vorliegen wird.

Für die nautisch-kartographischen Produkte muss das Grid auf das erforderliche Seekartennull (SKN) gebracht werden, welches in der Nordsee im Bereich der AWZ und im deutschen Hoheitsgebiet einschließlich der Watten und der Ästuare, in den Tideflüssen und in den Nebenflüssen jeweils unterschiedlich ist. Dafür wurde in die Datenbank ein Differenzmodell implementiert, das die berechneten oder festgelegten Differenzwerte flächenbezogen beinhaltet.

Als Zwischenprodukt können 2' x 2'-Grid-Kacheln ausgegeben werden, je nach Anwendung in drei verschiedenen Formaten (GeoTIFF, ESRI ASCII Grid, Triple XYZ), entweder basierend auf DHHN2016 oder auf SKN.

Der folgende Prozessschritt betrifft die Generalisierung des bathymetrischen Modells für den jeweiligen Verwendungszweck. Für alle nautisch-kartographischen Produkte wird dieses Modell zur navigatorisch sicheren Seite hin generalisiert. Das heißt, es werden dabei die jeweils flachsten Tiefenwerte berücksichtigt.

Für die bENC wird ein fester Generalisierungsparameter verwendet, der allerdings nur der Datenreduktion dient, um die Datenübermittlung und Performance nicht durch unnötig große Datenmengen zu beeinträchtigen. Für die beiden anderen Produkte – ENC und Papierseekarte – müssen die jeweiligen maßstabsabhängigen und möglicherweise auch seegebietsabhängigen Parameter noch definiert und getestet werden. Ziel ist es, die eindeutige Interpretierbarkeit der Produktinhalte für den Endnutzer sicherzustellen und manuelle Nacharbeit weitgehend zu reduzieren.

Ausgehend von dem entstandenen nautischen Modell, können im nächsten Schritt die S-57-Vektordaten generiert werden. Dieses Zwischenprodukt wird entweder direkt für die Herstellung der bENCs oder aber für die Weiterverarbeitung und zur Ableitung von ENC und Papierseekarte bereitgestellt.

Für die bENC ist das vorgestellte Verfahren bereits realisiert. Was die beiden anderen Produkte – ENC und Papierseekarte – anbelangt, ist noch einiges an Entwicklungsarbeit erforderlich. Neben den zuvor erwähnten Parametern muss beispielsweise auch die Schnittstelle Wasser-Land beschrieben werden, für den Fall dass die gemessenen Tiefenwerte bis zur Küstenlinie heranreichen.

Ein weiterer Entwicklungsschritt wird sein, das zukünftige Austauschformat für bathymetrische Daten aus der Tiefendatenbank heraus generieren zu können. Der dafür vorgesehene internationale Standard der S-102, der auf dem HDF5-Format (Hierarchical Data Format) basiert, befindet sich derzeit kurz vor Veröffentlichung der Version 2.0.0. Um diesen für einen operativen Betrieb tatsächlich nutzbar zu machen, sind noch einige Anstrengungen zu unternehmen. Vor allem was die lückenlose Übertragung der Metadaten von Datenaufnahme über Datenverarbeitung bis hin zur Datenbereitstellung anbelangt, gibt es noch Optimierungsbedarf. Verschiedene Ideen sind hierzu auch beim Nautischen Informationsdienst bereits in Umsetzung begriffen.

## Fazit

Mit dem Einsatz der webbasierten Tiefendatenbank und dem vorgesehenen Workflow werden die momentan noch parallel betriebenen Produktionsabläufe für die bENC und für die beiden klassischen Produkte – ENC und Papierseekarte – zusammengeführt und vereinheitlicht, wodurch die notwendige inhaltliche Widerspruchsfreiheit der Tiefenbilder dieser drei Produkte gewährleistet wird.

Relevante, bislang sehr aufwendige Tätigkeiten werden automatisiert, unnötige Schnittstellen werden beseitigt.

Die Interoperabilität der Daten und Produkte wird durch eine auf allgemeingültigen Standards basierende Datenhaltung und -verarbeitung gefördert. Damit wird z. B. die Austauschbarkeit der Daten intern mit anderen BSH-Organisationseinheiten oder externen Datenlieferanten bzw. -nutzern verbessert oder überhaupt erst ermöglicht. Die für die nautischen Produkte einzuhaltenden IHO-Standards werden aus den allgemeingültigen generiert.

Die im Workflow vorgesehene Unterscheidung zwischen einem bathymetrischen Modell und einem nautischen Modell lässt es zu, Produkte für unterschiedliche Anwendungszwecke auch außerhalb der Navigation abzuleiten. //

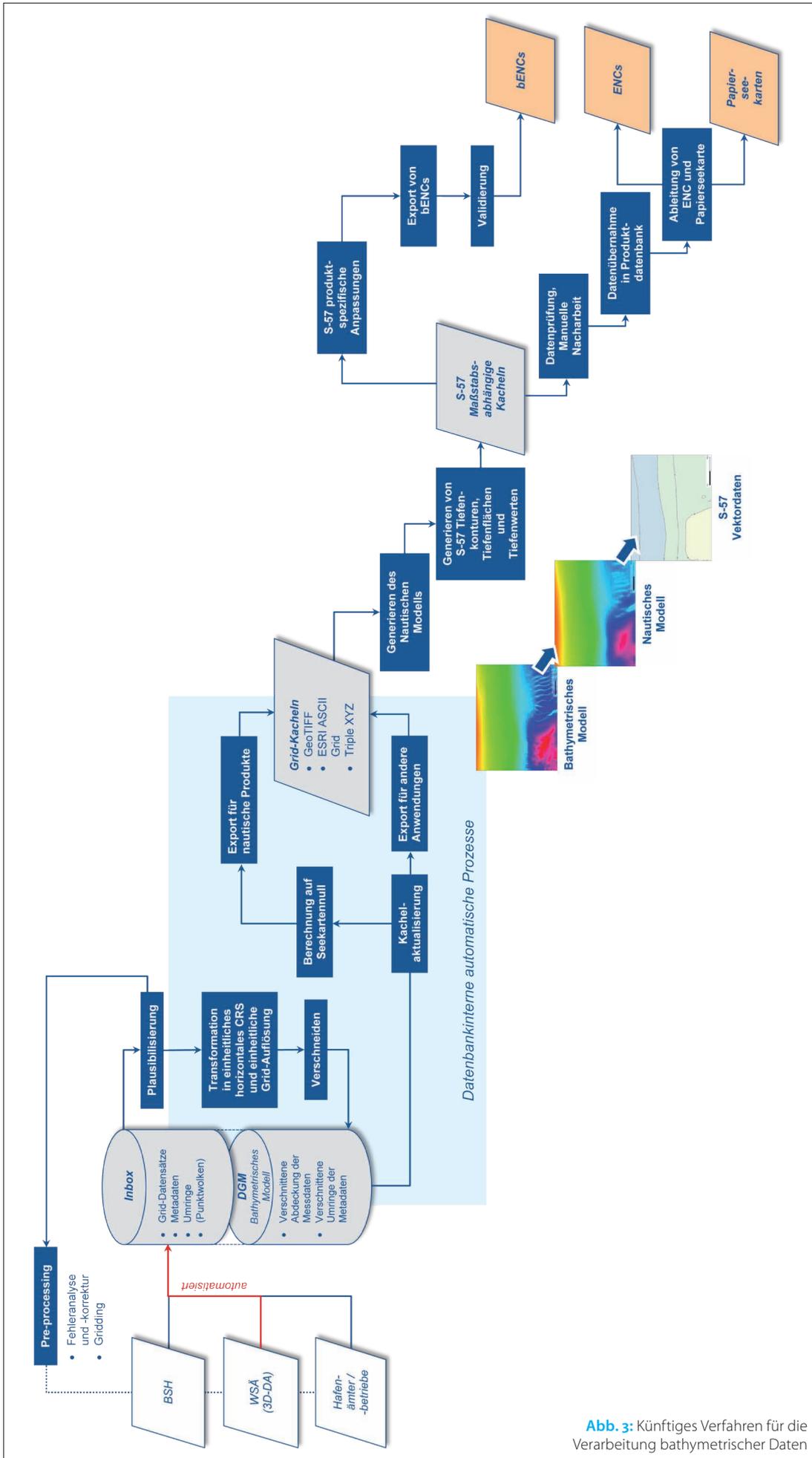


Abb. 3: Künftiges Verfahren für die Verarbeitung bathymetrischer Daten

# Unter-Wasser-Drohnen für Hydrographie und Seebodenerkundung

Ein Beitrag von JÖRG KALWA

Für die Durchführung hydrographischer Surveys sollten autonome Unter-Wasser-Fahrzeuge (AUVs) einen Quantensprung in Richtung Kostenreduktion bei gleichzeitig größerer Detailschärfe bewirken. Zwanzig Jahre nach den ersten Entwicklungen in Deutschland haben Anwendungen derartiger Geräte immer noch einen gewissen Exotenstatus. Dieser Artikel beschreibt einige kürzlich durchgeführte Arbeiten, um den Stand der Technologie sowie beispielhafte Möglichkeiten für den Einsatz darzustellen.

## Autor

Dipl.-Ing. Jörg Kalwa ist als Produktmanager UUV bei der Atlas Elektronik GmbH in Bremen tätig.

joerg.kalwa@atlas-elektronik.com

AUV | Hybrid-AUV | SeaCat | SwapHead | Nadir-Gap | SAS

## Einsatz von Unter-Wasser-Drohnen

Als autonomes Unter-Wasser-Fahrzeug (AUV) bezeichnet man heute einen unbemannten, selbststeuernden Tauchroboter, der in der Lage ist, vorgeplante Wegpunkte auf geraden Linien anzufahren und auf diesen Wegstrecken Sensoren zu betreiben und deren Daten aufzuzeichnen. Von echter Autonomie, das heißt der Möglichkeit, situationsabhängig über den weiteren Verlauf der Aufgabe zu entscheiden, sind kommerzielle Geräte weit entfernt. Zwar ist die nationale und internationale Forschung hier deutlich weiter – in ausgewählten Anwendungen existieren bereits kooperierende Systeme, deren Sensoren sich ergänzen, oder Geräte, die z. B. die relative Breite eines Suchmänders den örtlichen Gegebenheiten anpassen können –, aber in der Praxis gilt selbst die Anwendung der Kategorie »vorprogrammiert« als exotisch, sie ist noch längst kein Tagesgeschäft. Aus Sicht der Hersteller sind die Geräte für den täglichen Einsatz bereit und versprechen mit relativ geringen Kosten und hervorragenden Kilometer- und Sensorleistungen erhebliche Einsparpotenziale. Grund genug, den erreichten Stand zu beleuchten.

## Technologie autonomer Unter-Wasser-Fahrzeuge

Die Miniaturisierung elektronischer Komponenten sowie der heutige Konsumermarkt im Umfeld von Informations- und Batterietechnologie ermöglicht es, kleine Unter-Wasser-Fahrzeuge zu fertigen, die hinsichtlich der Leistung großen Fahrzeugen kaum oder nicht nachstehen. Größenbestimmende Faktoren sind letztlich die mitzuführenden Sensoren sowie der Energiegehalt der Batterien. Derzeit werden im Wesentlichen drei Klassen von AUVs unterschieden: tragbare Geräte mit einem Gewicht von unter 40 kg, mittelgroße AUVs bis etwa 400 kg, die noch mit einfachen Hilfsmitteln gehandhabt werden können, und große AUVs mit darüber liegendem Gewicht, typisch sind hier etwa 1,5 t. Kleingeräte mit einem Rumpfdurchmesser von kleiner 20 cm tragen üblicherweise hochfrequente Seitensichtsonare als Hauptsensor,

Großgeräte sind meist zusätzlich mit einer Kombination aus Fächerlot, Sub-Bottom-Profilier und Kamerasystem ausgestattet.

Den aus Sicht des Autors optimalen Kompromiss aus Handhabbarkeit und Leistungsfähigkeit stellen die mittelgroßen AUVs dar, die mit einem Rumpfdurchmesser von ca. 30 cm bereits über eine gute Sensorausstattung und Navigationsgenauigkeit verfügen können. Es hat sich gezeigt, dass die lange Betriebszeit vieler Großgeräte von bis zu 24 h in der Praxis kaum benötigt wird. In der Regel müssen die Daten nach einem Einsatz heruntergeladen und nachprozessiert werden. Daher bietet es sich eher an, zwei Fahrzeuge im Wechsel einzusetzen, wenn ein kontinuierlicher Einsatz gewünscht ist.

Die Atlas Elektronik GmbH hat in den letzten Jahren das Hybrid-AUV SeaCat (Abb. 1) in umfangreichen Tests zur Marktreife gebracht. Mit einer Länge von ca. 3,5 m und einem Gewicht von unter 200 kg gehört es zu den mittelgroßen AUVs. Besonderes Merkmal dieses Systems ist zum einen die Hybridfähigkeit – eine zusätzliche Betriebsart, die aus dem AUV ein über Lichtwellenleiter ferngesteuertes und hoverfähiges Inspektionsfahrzeug macht –, zum anderen die Möglichkeit, verschiedenste Sensorgruppen in einem Wechselkopf (SwapHead) zu bündeln, um das AUV so den unterschiedlichen Einsatzzwecken anpassen zu können. Häufig wird jedoch von Kunden die komplette Ausstattung gefordert. Der bisher vorgestellte Survey-Head enthält daher zusätzlich zu dem Standard-Seitensichtsonar (Edgetech 2205DF) ein Fächerlot (Norbit WMBS), einen parametrischen Sub-Bottom-Profilier (Tritech SeaKing) sowie eine hochauflösende Reihenbildkamera mit Blitzlicht.

Grundsätzlich erfordern diese Sensoren jedoch verschiedene Einsatzbedingungen. In einem konventionellen Survey wird die Fächerlotung direkt vom Schiff durchgeführt, während das Seitensichtsonar tiefer über den Seeboden geschleppt wird. Daher wäre es auch für einen AUV-Einsatz interessant, ein Fächerlot mit größerem Abstand vom Boden zu führen, als es für eine Side-Scan-Mission

sinnvoll wäre. Zusätzlich sollen sich die Sonardaten von nebeneinander liegenden Tracks überlappen. Die Abstände zwischen den einzelnen parallelen Fahrspuren können aber nur für einzelne Sensoren optimal gewählt werden. Durch eine geeignete Gruppierung von Sensoren mit ähnlichen Einsatzbedingungen in einem SwapHead könnte dem Problem Rechnung getragen werden.

Das SeaCat-System lässt sich sehr schnell auf einem Boot einrüsten. An Deck werden lediglich ein Antennenträger sowie ein Anschlusskasten installiert. Letzterer beherbergt auch das Ladegerät für die Batterien des AUVs. Die Programmierung des Gerätes erfolgt mittels seekartengestützter grafischer Oberfläche auf einem Laptop. Durch die Eingabe von Wegpunkten und die Einstellung zugehöriger Nutzlastfunktionen wird ein Missionsplan erstellt. Über eine WLAN-Verbindung wird dieser Plan kurz vor dem Start auf das Fahrzeug geladen. Nachdem das AUV geprüft und ins Wasser gelassen worden ist, wird der Einsatz per Knopfdruck auf dem Laptop gestartet. Mit dem Abtauchen der Unter-Wasser-Drohne reißt dann die Kommunikationsverbindung ab, bis das AUV mehrere Stunden später wieder geborgen werden kann.

Das notwendige Vertrauen in die Funktionalität des Systems aufzubringen ist für viele Anwender ungewohnt und häufig auch ein Hindernis für den Einsatz autonomer Unter-Wasser-Fahrzeuge. Glücklicherweise lässt sich die Unsicherheit etwas verringern, indem Fernverbindungen eingesetzt werden. So wird z. B. das AUV Hugin der norwegischen Firma Kongsberg häufig als System betrieben, das über ein akustisches Unter-Wasser-Modem angebunden ist – mit dem Nachteil, dass das Schiff ebenfalls an das AUV gebunden ist. Die unüberwacht einsetzbare Atlas SeaCat besitzt ebenfalls ein akustisches Modem (Evologics W2C 18/36), das auf Anrufe seitens der Basisstation mit einer Statusmeldung antwortet. Weiterhin besteht eine Verbindung über den Satellitenkommuni-

kationsdienst Iridium, die genutzt wird, um im aufgetauchten Betrieb die Position des AUVs zu senden. Schließlich besteht noch die Möglichkeit, ein USBL-System zu benutzen, um das getauchte Fahrzeug einzumessen und diese Daten gegebenenfalls später als Positionsstützung bei der Nachprozessierung der Daten zu nutzen.

### Navigationsgenauigkeit

Die Nutzlastdaten des AUVs sind nur dann für eine Weiterverarbeitung brauchbar, wenn sie möglichst genau mit einer Position referenziert werden können. In manchen Anwendungsfällen sind im kommerziellen Survey-Geschäft Genauigkeiten im Sub-Dezimeterbereich gefragt und durch moderne GNSS-Empfänger (Global Navigation Satellite System) und RTK (Real Time Kinematik) auch realisierbar. Unter Wasser ist ein Empfang solcher Daten nicht möglich, sodass das AUV seine Position aus Messdaten schätzen muss. Klein-AUVs besitzen zumeist einen Magnetkompass und häufig schon ein akustisches DVL (Doppler Velocity Log), mit dem die Geschwindigkeit relativ zum Boden gemessen werden kann. Aus Richtung und Geschwindigkeit wird die Position über die Zeit berechnet. Durch die Ungenauigkeiten der Systeme ist die Positionsschätzung dennoch oft nach einigen Minuten Tauchfahrt für die Erfüllung hydrographischer Standards unbrauchbar. Daher kommen bei solchen AUVs unter anderem akustische Messverfahren wie Long- oder Ultra Short Baseline-Positioniersysteme mit entsprechendem Aufwand zum Einsatz, um den Fehler zu begrenzen.

Bereits mittelgroße AUVs besitzen in der Regel ein gestütztes Trägheitsnavigationssystem. Derartige Geräte hoher Genauigkeitsklasse werden unter anderem auch in Raketen benutzt, weswegen besonders in den USA gefertigte Systeme strengen Exportkontrollen unterliegen. Das Atlas SeaCat besitzt eine PHINS III der Firma iXBlue aus

**Abb. 1:** Systemübersicht Atlas SeaCat MK1:

Um das AUV gruppieren sich links Deckskasten mit Laptop, Fernsteuerung und Unter-Wasser-Modem; rechts Mastbox mit Antennen und Dreibeinige. Gut sichtbar ist der orange lackierte Swap-Head



Bild: Atlas Elektronik GmbH

Frankreich, das trotz sehr guter Leistungen diesen Beschränkungen nicht unterliegt. Das Gerät besteht aus faseroptischen Kreiseln und hochempfindlichen Beschleunigungssensoren, die es ermöglichen, die Erddrehung zu bestimmen und so geografisch Nord sehr präzise zu finden. Jede Bewegung und Beschleunigung des AUVs wird gemessen, woraus eine Lage- und Geschwindigkeitsinformation berechnet werden kann. Mess- und mathematische Ungenauigkeiten werden mit Hilfe von Stützsensoren ermittelt. Dies sind in der Regel Druckmesser (Tiefe), DVL (Geschwindigkeit), GNSS (Positionsreferenz an der Oberfläche) und ein Schallgeschwindigkeitssensor. In einem Kalmanfilter werden die Daten fusioniert, und schließlich wird eine finale Navigationslösung bestimmt. Aber auch diese unterliegt noch einer geringen Drift. Im Falle von SeaCat sind häufig Abweichungen von kleiner 0,1 % der gefahrenen Wegstrecke beobachtet worden, was bei einem Kilometer Fahrtstrecke einen Positionsfehler von weniger als einem Meter ergibt.

Die Eigenschaft des Navigationssystems kann bei der Planung berücksichtigt werden. So ist es besonders in Umkehrkurven und bei relativ flachem Wasser für das AUV sinnvoll, an die Oberfläche zu kommen, um einen GNSS-Fix aufzunehmen und gegebenenfalls eine Iridium-Nachricht abzusetzen. Nur wenn bei langandauernden Tiefwasseranwendungen eine sehr hohe Genauigkeit gefordert ist, sollte man auch hier auf die oben genannten akustischen Referenzsysteme zurückgreifen, um die Navigationsdaten nachträglich zu verbessern. Im Postprocessing können zunächst die aufgezeichneten Rohdaten sowohl vom Start-

punkt vorwärts als auch vom Endpunkt rückwärts durch die Zeit berechnet und kombiniert werden. Dies verbessert die Ergebnisse um bis zu 50 %. Alle weiteren Positions-Updates können selektiv benutzt werden, um die Daten weiter zu optimieren.

In Dänemark existiert südlich der Öresundbrücke bei Kopenhagen ein künstliches Unterwasser-Objekt in Form eines Tisches, das geodätisch vermessen ist und als Referenzziel für die Kalibrierung von hydrographischen Messwerkzeugen benutzt wird (Abb. 2). Atlas Maridan hat Anfang des Jahres die Möglichkeit genutzt, ihr SeaCat-AUV, das für eine Vermietung zur Verfügung steht, zu testen. Die offizielle Messung im System DVR90 (Danish Vertical Reference, 1990) ergibt für die Tiefe der Oberfläche des Tisches einen Referenzwert von 7,854 m. Die Messung des SeaCat-AUVs ergab Werte zwischen 7,95 und 8,04 m, wobei die vorliegende Tideninformation mit einem Fehler von 5 cm behaftet sein kann. Die Position des Objektes (6168341.143 N, 734279.685 E, UTM32) konnte exakt reproduziert werden.

Die Qualität der Daten, die durch die hohe Navigationsgüte und der verwendeten Sensoren erreicht wird, kann anhand der jüngsten Einsätze beispielhaft belegt werden.

### Beispiel: Archäologische Kampagne am Arendsee

Der Arendsee liegt mit der gleichnamigen Gemeinde in der Altmark an der nordwestlichen Landesgrenze Sachsen-Anhalts zum niedersächsischen Wendland. Menschliche Aktivitäten sind im Umfeld des Arendsees schon seit der mittleren Steinzeit belegt. Ein Benediktinerkloster wurde westlich der heutigen Stadt 1283 durch Otto I. von Brandenburg gegründet. Der buchtenlose, ovale See bedeckt bei einer Ost-West-Ausdehnung von ca. 3,5 km und einer Nord-Süd-Ausdehnung von etwa 2 km eine Fläche von etwa 514 ha. Mit einer durchschnittlichen Tiefe von ca. 29 m gehört er zu den tiefsten Binnengewässern Deutschlands.

Die Entstehungsgeschichte des Sees ist bemerkenswert. Unter dem Gebiet befindet sich ein Salzstock, der teilweise durch von oben einsickerndes Wasser gelöst wurde. Die dadurch entstandenen Hohlräume sind in mehreren Phasen vermutlich über tausende von Jahren eingebrochen und bildeten oberirdisch den See. In einer alten Chronik (fränkische Annalen) wird von einem Landfall im Jahr 822 berichtet, der die Seefläche dramatisch vergrößerte. Für 1685 ist ein zweites Ereignis überliefert, bei dem am Südostrand des Sees ein Hügel samt Windmühle und etwa 20 ha Land im Wasser versanken. Dass dies keine Legenden sind, bewiesen bereits in den 1980er Jahren Taucher, die zwei Mühlsteine bergen konnten.

Das Landesamt für Denkmalpflege und Archäologie Sachsen-Anhalt vermutet in dem See weitere Fragmente aus dieser frühen Zeit, die sich unter

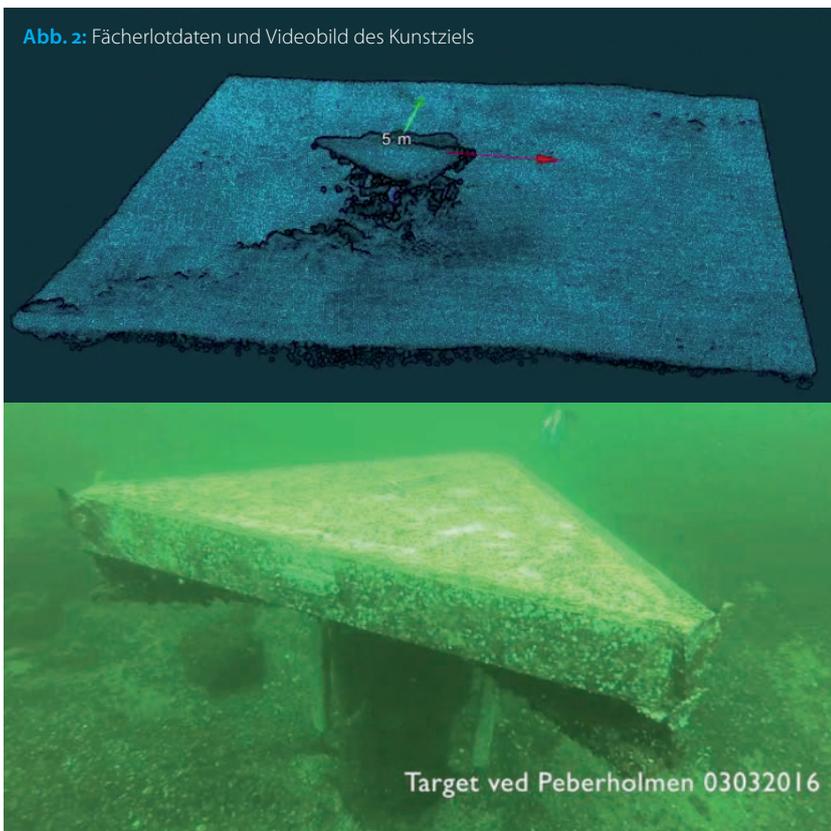
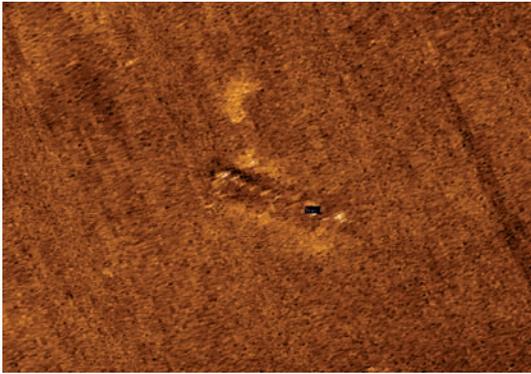
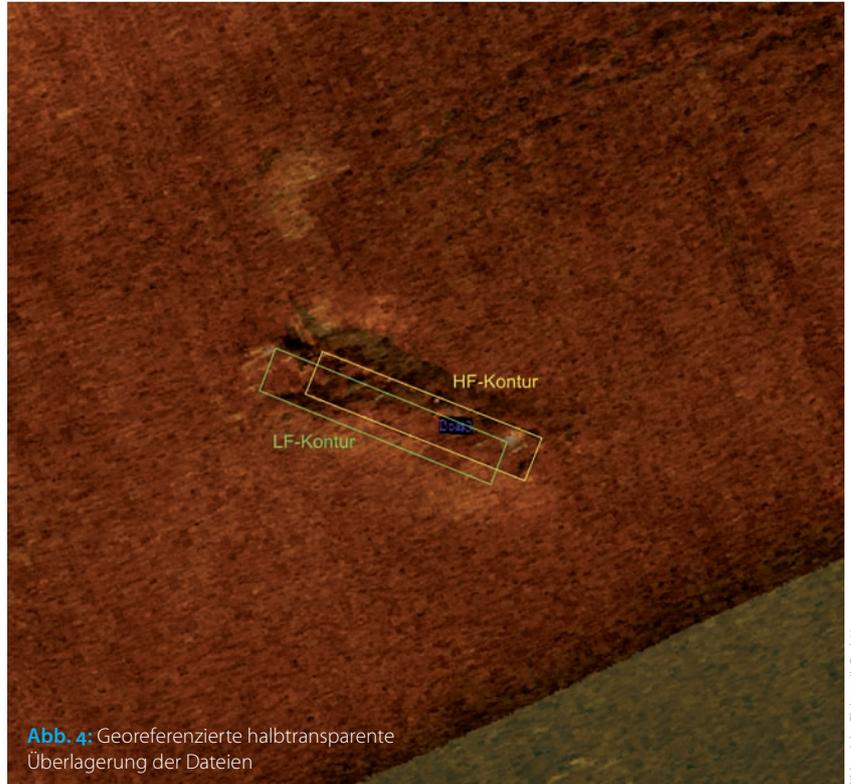


Bild: Flex-Survey.com App



**Abb. 3:** Mittelalterlicher Prahm in LF-Auflösung (oben) und in HF-Auflösung (unten)



**Abb. 4:** Georeferenzierte halbtransparente Überlagerung der Dateien

Bilder: Atlas Elektronik GmbH

Luftabschluss und ohne menschliches Eingreifen am Seeboden erhalten haben könnten. In Kooperation mit Atlas Elektronik wurde eine erste hydrographische Untersuchung geplant, um den Seeboden zumindest stichprobenartig zu kartografieren.

Die Basisstation für SeaCat wurde an einem Bootsanleger in einem Transporter eingerichtet. Das Einsetzen des AUVs erfolgte mittels Rollwagen über einen seichten Strandabschnitt. In einer fünfeinhalbstündigen Mission mit 4 Knoten Fahrtgeschwindigkeit (ca. 7 km/h) konnte der See vollständig mit dem Seitensichtsonar im Niederfrequenzbereich (LF – 230 kHz) erfasst werden. In späteren Einsätzen wurden weitere Side-Scan-Aufnahmen im Hochfrequenzbereich (HF – 850 kHz) sowie Fächerlotdaten aufgezeichnet.

Tatsächlich konnten einige Spuren der Vergangenheit gefunden werden. Neben einer Reihe von Schiffswracks wurden Fundamente alter Bauwerke sowie ehemalige Wege entdeckt. Aus geologischer Sicht konnten mehrere Bruchphasen nachvollzogen werden. In den ältesten Teilen des Sees befinden sich offensichtlich ein Einbaum und möglicherweise Fischzäune.

Ein gut erkennbares Wrack scheint ein Prahm zu sein, vermutlich aus dem 16. Jahrhundert. Die Reste dieser ehemals schwimmenden Arbeitsplattform sind sehr gut in den HF-Daten zu sehen, aber auch in den LF-Daten (Abb. 3). Sie wurden an verschiedenen Tagen aufgenommen und zeigen in der Überlagerung die Wiederholbarkeit der Messung (Abb. 4). Da es in dieser ersten Stichprobe nicht um höchste Genauigkeit ging, wurde die initiale GNSS-Position nur mit einfacher EGNOS-basierter Korrektur ermittelt. EGNOS – European

Geostationary Navigation Overlay Service – verbessert die Genauigkeit von GNSS von typischen 10 bis 20 m auf 0,5 bis 3 m. Der leicht erkennbare Versatz fällt exakt in diesen Bereich und ist mit den verschiedenen Positionsfehlern beim Missionsstart zu begründen.

### Beispiel: Seekabelvermessung

Im September dieses Jahres wurde in einer Kooperation der schwedischen Firma Clinton Marine Survey mit Atlas Maridan ein Auftrag im Oslofjord nahe Horten durchgeführt. Ziel war es, die Lage und den Zustand einiger Stromkabel festzustellen, die leicht S-förmig über eine Strecke von etwa 12 km quer durch den Fjord gelegt sind. Die Topografie des Gebietes ist anspruchsvoll: von Asgardstrand fällt der Seeboden innerhalb von 500 m auf etwa 40 m Tiefe ab. Das Kabel ist so verlegt, dass die erste Hälfte auf 40 bis 60 m liegt. Direkt unter der Hauptfahrrinne fällt das Kabel dann auf bis zu 200 m Tiefe ab, um, nachdem noch ein etwa 150 m hoher Unter-Wasser-Hügel überquert wird, innerhalb von 500 m von 150 m Tiefe nördlich des Evjesunds an Land zu führen. Eine glatte Bodenoberfläche ist kaum zu finden.

Der Survey wurde in zehn Teilstrecken durchgeführt, davon fünf mit großem Bodenabstand (12 m), um eine gute Flächenabdeckung mit dem Fächerlot zu erhalten, und fünf Abschnitte dichter am Boden (5 m), um detailliertere Bilder mit Seitensichtsonar, Fächerlot und Kamera zu erhalten. In Summe ist eine Strecke von ca. 100 km erfasst worden. Wegen schlechten Wetters und Umrüstzeiten zu Beginn der Arbeitsperiode von sechs Tagen sind etwa 75 % der Daten in den letzten zwei Tagen gemessen worden.

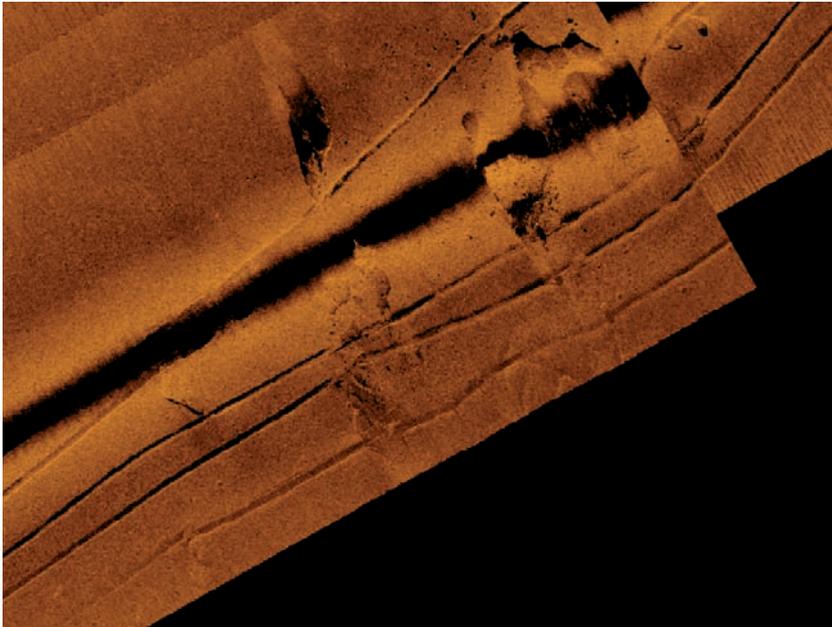
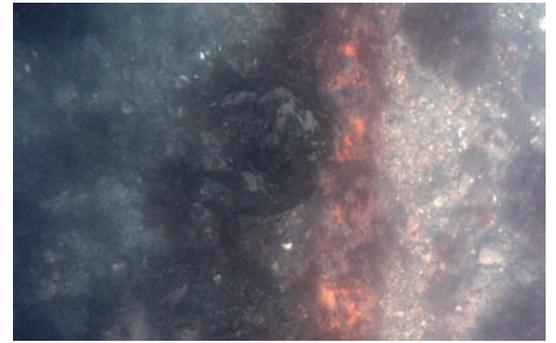


Bild: Atlas Meridian APS



**Abb. 6:** Videobild eines Kabelstückes. Die UUV-Kamera arbeitet mit Einzelbildern, die etwa mit 5 Hz aufgenommen werden

**Abb. 5:** Überlappende Streifen des Seitensicht-Sonars mit etwa 100 m Breite zeigen die Qualität der Navigation. Die Gräben der Kabel schließen nahtlos an. Der leichte Versatz (Mitte, links) entsteht durch den noch nicht korrigierten Nadir-Gap. Als Nadir-Gap bezeichnet man die Datenlücke direkt unterhalb des Sonars, deren Breite mit größerem Bodenabstand zunimmt

**Abb. 5** zeigt einen Screenshot von der Datenkontrolle vor Ort. Dabei handelt es sich um unbearbeitete Daten, die aber schon einen Eindruck von der Qualität geben. Im Side-Scan-Bild sind die Gräben, in denen die Kabel geführt werden, gut zu erkennen. Man sieht rechts oben deutlich, wie gut die zu verschiedenen Zeiten gemessenen Daten zusammenpassen. Dabei wurden hier die Navigationsdaten noch nicht nachprozessiert. Das Kabel selbst ist in den Videodaten (**Abb. 6**) gut zu erkennen. Leider ließen die überwiegend schlechten Sichtbedingungen keine vollständige Videoerfassung zu, sodass auf die Multibeam-Daten zurückgegriffen werden musste.

### Die nahe Zukunft: Synthetic Aperture Sonar (SAS)

Das klassische Seitensichtsonar ist in vielen Fällen die erste Wahl, wenn es um Sensoren für die Ob-

jektsuche geht. Die Länge der Antenne (Apertur) ist proportional zu dem horizontalen Winkel, in dem der Sonarstrahl gebündelt wird. Je länger die Antenne, desto schärfer die Bilder. Ein anderer bestimmender Faktor ist die Frequenz. Je niedriger, desto breiter der Winkel und umso unschärfer die Daten bei großer Entfernung. Andererseits ist die Dämpfung der Schallwellen mit niedriger Frequenz geringer, sodass größere Reichweiten möglich sind.

Im praktischen Betrieb ist z. B. das im SeaCat verwendete Edgetech 2205 Dual-Frequency-Sonar im LF-Betrieb bis zu einer Suchbreite von 240 m zu betreiben, während im HF-Modus 120 m sinnvoll sind. Der Detailverlust ist in **Abb. 3** gut zu erkennen. Für eine Sondierung ist die niedrige Frequenz gut nutzbar; Funde sollten aber durch eine zweite Mission mit hoher Frequenz bestätigt werden.



**Abb. 7:** Atlas SeaCat mit eingerüstetem Synthetic Aperture Sonar

Bild: Atlas Elektronik GmbH



**Abb. 8:** SAS-Bild mit breitem Gap (links). Die im Bild dargestellte Reichweite beträgt 80 m

Bilder: Atlas Elektronik GmbH

Um bei niedriger Frequenz und relativ großer Reichweite zu einer hohen Auflösung zu kommen, können mathematische Verfahren eingesetzt werden, die es ermöglichen, eine künstliche (synthetische) Apertur zu berechnen. Damit kann die Auflösung auf bis zu  $2,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$  unabhängig von der Reichweite gesteigert werden. Derartige Sonare werden derzeit unter anderem von der kanadischen Firma Kraken oder dem norwegischen Unternehmen Kongsberg am Markt angeboten. Atlas Elektronik hat ein Kraken-Sonar zu Versuchszwecken mit dem AUV SeaCat kombiniert (Abb. 7), um praktische Erfahrungen mit dem System zu gewinnen.

Ende September 2019 konnten in der Ostsee erste SAS-Bilder in relevanter Umgebung aufgenommen werden. Die begrenzte Wassertiefe ließ zu jeder Fahrzeugseite Reichweiten bis zu 80 m zu. Abb. 8 zeigt ein Beispiel der SAS-Daten, das Steine, Sandrippel und Kiesfelder wiedergibt. Eine normale Bildschirmauflösung gibt den Detailreichtum der Bilder nicht wieder, sodass problemlos interessante Bereiche vergrößert werden können (Abb. 9). Der Betrachter hat den Eindruck, es würde fast jeder einzelne Kieselstein wiedergegeben. Ein Nachteil des Synthetic Aperture Sonars ist es, dass eine relativ breite Lücke existiert, in der das SAS-Processing nicht genug Daten von sich überlappenden, aufeinanderfolgenden Messwerten hat. Diese Lücke kann durch eine geschickte Planung der Wegstrecken über benachbarte Tracks abgedeckt werden, oder man nutzt das klassische Side-Scan-Bild im Nahbereich, was aber dann immer noch einen Nadir-Gap direkt senkrecht unter dem AUV besitzt.

### Zusammenfassung

In der knapp 20-jährigen Entwicklungsgeschichte von autonomen Unter-Wasser-Fahrzeugen in Deutschland ist lange Zeit der Schwerpunkt darauf gelegt worden, das Fahrzeug als solches ein-



**Abb. 9:** Die Vergrößerung eines Ausschnittes zeigt den Detailreichtum trotz großer Entfernung

satzbereit und zuverlässig zu machen. Erst in den letzten Jahren, mit zunehmender Betriebssicherheit und vermehrten Einsätzen mit potenziellen Anwendern wurde auch der Sensor- und Navigationsaspekt intensiver betrachtet.

Mit dem hybriden AUV SeaCat steht nun ein System zur Verfügung, das umfangreiche Umweltqualifizierungen und Softwaretests durchlaufen hat. Die Sensoren sind durchweg kalibriert und Daten lassen sich in gängige Formate konvertieren. Die Navigationsgenauigkeit ist für viele Zwecke mehr als ausreichend und kann durch externe Stützung noch erhöht werden.

Neben der Möglichkeit, dieses leistungsstarke Produkt für unterschiedlichste Anwendungen erwerben zu können, stehen Interessenten zwei solche Systeme nebst Crew bei der dänischen Atlas Maridan für eine Anmietung zur Verfügung. Über diese können ohne großen finanziellen Aufwand Anwendungen getestet werden, um so Vertrauen in die mittlerweile gereifte Technologie zu gewinnen. //

# Comparison of MEMS and FOG-based inertial navigation systems for hydrographic applications

An article by CHRISTIAN JOHN VIETHEER

Accurate and reliable navigation is a major key for modern hydrographic surveying. Especially in conditioning environments, inertial navigation systems (INS) are indispensable to assure high-qualitative bathymetric data. This article aims to compare the rising technology of MEMS (microelectromechanical systems) with a high-end FOG (fibre-optic gyro) by evaluating data acquired simultaneously under equal, realistic conditions within hydrographic applications. Therefore, MacArtney Germany equipped two survey vessels with a complete multibeam echo sounder (MBES) survey configuration and conducted tests at the Port of Hamburg. Different INS data sets were merged with respective MBES soundings and transferred into interactive webmaps and statistical plots, providing a basis for a meaningful interpretation of the motion and positioning efficiency of the tested INS.

## Author

Christian John Vietheer works as a hydrographer at GEO Group Offshore in Stralsund.

c.vietheer@geogroup.de

INS – inertial navigation system | MEMS – microelectromechanical system | FOG – fibre-optic gyro

## Introduction

INS provide two key values for an accurate computation of underwater surfaces: motion and position. Swath systems require accurate motion data of a survey vessel when moving through water. Without any motion compensation a bathymetric surface would be fully distorted. A reliable computation of precise trajectories is necessary to localise acoustic footprints accurately, especially when GNSS systems fail e.g. in multipath environments or under bridges. Since INS can be cost-intensive investments for hydrographic vessels, hydrographers cannot simply base their decision for a certain product on manufacturer's data sheets but rather on information that refer to real case scenarios.

This research is inspired by a study of the UK Hydrographic office, conducted by David Parker and Duncan Mallace (2005), which focuses mainly on the comparison of motion sensors.

To make raw INS data comparable, it is essential to log data from each sensor simultaneously, whenever sensors experience the same movement. In contrast to artificial testing conditions, it was decided to acquire real world data within realistic scenarios like under-bridge surveys facing strong swells. Multibeam soundings were merged with different INS sensor data to compute various bathymetric surfaces, which differences only depend on the motion respectively positioning performance of a respective sensor, since all systems were aided by the same GNSS device and combined with the same multibeam echo sounder data set. Main aspects to be discussed are the quality of motion (roll, pitch, and heading) under dynamic conditions, the quality of the inertial position (and altitude) during GNSS outages respectively shadowing and the quality of bathymetric surfaces based on specific sensor data sets.

In this research, the MEMS-based sensors Apogee-E (high-end), Ekinox2-E (mid-range) and the Ellipse2-E (low-cost) from the manufacturer SBG Systems are compared to the fibre-optic sensor Phins III by IxBlue (fig.1). All systems are strapdown inertial measurement units (IMU) consisting of three orthogonally mounted gyroscopes and accelerometers. Running internal Kalman filters to increase the performance parameters, they provide position, heading, attitude, speed and heave. All systems have to be aided by an additional GNSS system.

GNSS aiding for all systems was realised with the AsteRx U-MARINE GNSS receiver. MBES data were



Fig. 1: Sensor layout

Source: IxBlue, SBG Systems, Septentrio, Teredyme

acquired with the Reson Seabat T50-P, an ultra-high resolution portable sonar system.

Advantage of FOG-based systems is the non-existence of any movable parts due to the use of the Sagnac-effect of light waves in fibre-coils. Beside the obviously lower performance parameters, great advantages of MEMS are especially their low prices and sizes, making INS affordable even for »small« surveying companies. However, MEMS require a dual-antenna GNSS system to compute accurate heading data (due to comparably high drift rates and noise characteristics), while FOGs are capable of computing the heading without external aiding (Lu et. al 2015).

### Survey preparation

As for any mobilisation of hydrographic vessels, preparation steps consisting of a sensor-alignment survey, the installation (interfacing and configuration), and a proper calibration had to be conducted in advance. For this research, it was decided to build a new installation especially designed for sensor testing purposes (fig. 2). This kind of installation was a new attempt to design a mobile testing system, which can easily be transported to any place and mounted on different vessels without the necessity to repeat alignment surveys.

Previous to any data recording or calibration, all systems of the survey layout had to be interfaced using a local network (fig. 3), configured regarding in- and outputs, synchronised using pulse per second (PPS) and merged within one acquisition and logging software.

During all operations, RTK correction data were received via the NTRIP caster axio-net to provide cm-level accurate real-time GNSS positions. The GNSS receiver in these tests was operated as rover using GPS, GLONASS, Galileo and Beidou satellite positioning systems. To compute precise positions, the INS do not only require valid lever arms to the GNSS phase centre but also the selection of a proper motion profile to enhance their internal algorithms. For example: The marine operation mode does intelligently »know« that significant

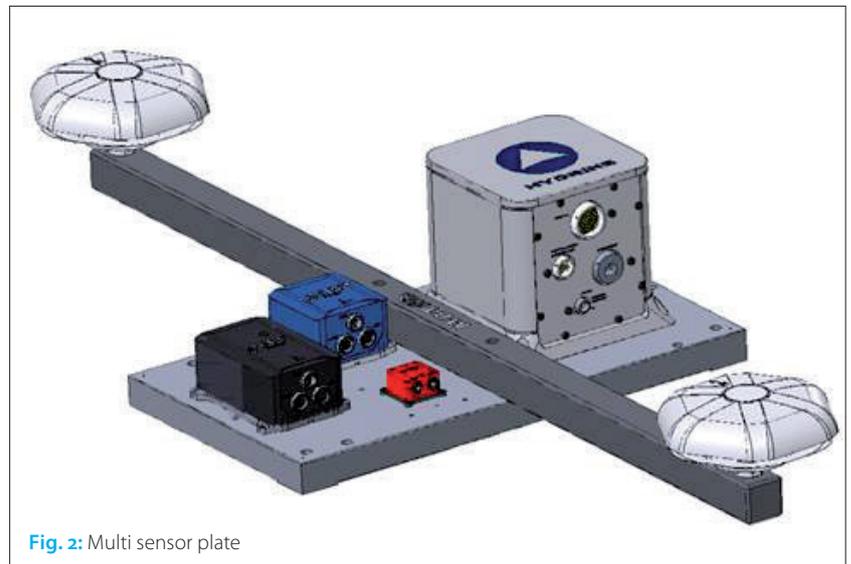


Fig. 2: Multi sensor plate

height jumps should be rejected, since a vessel moves over a more or less stable surface (apart from waves of course). The used hydrographic acquisition software was Teledyne PDS. All different sensors have been implied in PDS as various, possible data sources for bathymetric surface computations.

Since aim of this research is to focus on the effects of the INS performance on the bathymetric quality, it was highly relevant to minimise every error source due to proper system calibration. Attitude related errors (pitch and roll misalignments) can be reduced by conducting a so called patch test, while refraction errors can significantly be reduced by applying valid sound velocity profiles to introduce beam refraction correction.

### Execution

In order to investigate the sensor performances, several hydrographic (and automotive) survey scenarios were carried out with the effort to simulate typical river, harbour- and construction site surveys.

The inertial positioning performance has been tested in poor GNSS environments within under-

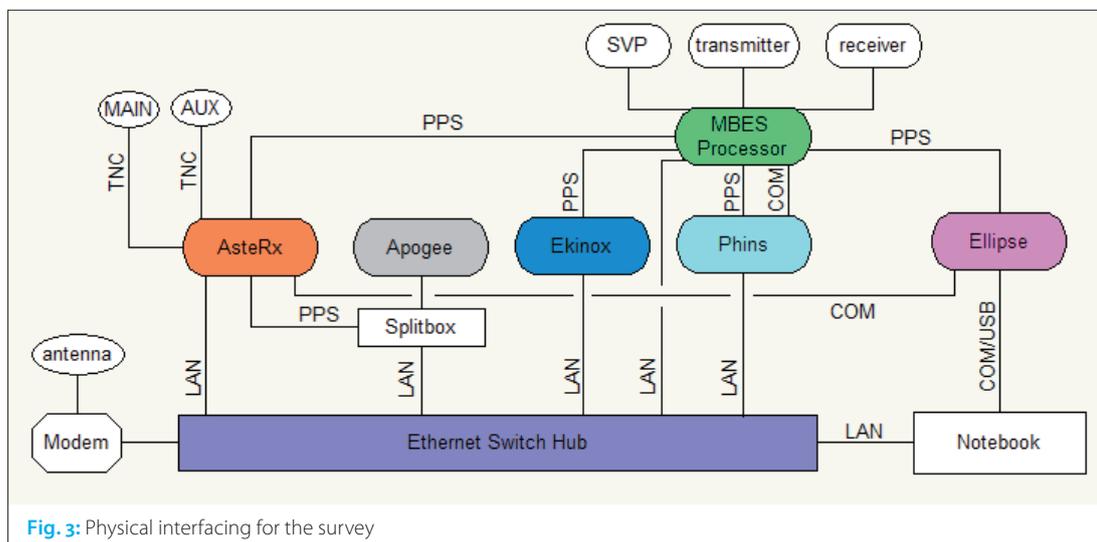


Fig. 3: Physical interfacing for the survey

bridge surveys and close to pillars under conditions of signal shadowing, GNSS dropouts and multipath effects. The attitude performance (roll, pitch) has been tested under open-sky conditions using the swell, induced by container ships and boats in the Hamburg port area when passing the survey vessel, to simulate erratic motion patterns as they could be faced under harsh weather conditions e.g. in coastal surveys.

Tests were conducted at five days of field work in Berlin and Hamburg. While water depths in Berlin (Verbindungskanal) are very low and thus suitable for positioning tests but not for motion tests, the motion performance was tested mainly on the Elbe in Hamburg due to water depths of more than 20 metres in some areas, which are (almost) comparable to average depths of the coastal regions of the North and Baltic Sea.

**References**

Parker, David; Duncan Mallace (2005): A Direct Comparison of the Motion Sensors' Performance from the 2005 Common Dataset; Shallow Survey 2005, 4th international conference; high resolution surveys in shallow water, Plymouth (UK), 18 pp.  
 Lu, Baofeng; Qiuying Wang; Chunmei Yu; Wei Gao (2015): Optimal Parameter Design of Coarse Alignment for Fiber Optic Gyro Inertial Navigation System; Sensors, Vol. 15, Nr. 7, pp. 15006–15032

**Further information**

www.ins-test-macartney.de

**Processing**

Focus of this research is not only to investigate how efficient the sensors perform during real-time acquisition but also how strong artefacts or distortions, e.g. due to low performances during GNSS outages, could be improved due to post-processing of INS data and if e.g. bathymetric data, based on low-cost navigation solutions, could be almost as qualitative as computations based on high-end systems when importing post-processed-kinematic (PPK) INS data as basis for advanced underwater floor computations. Processing in this case means basically that a Kalman filter runs over the data in time-forward and -backward direction and then combines different solutions to minimise jumps and spikes that might occur e.g. when a valid GNSS position drops in again after signal loss under a bridge. For post-processing the manufacturer's own software products SBG Qinertia and IxBlue APPS were used. In this research, due to its broad and easy man-

ageable opportunities, it was decided to process bathymetric point cloud data and export layers for the final evaluation within the additional cleaning software BeamworX AutoClean (fig..4). Advantage of this software is that necessary configuration changes (e.g. selection of sensors) for these tests can easily be done previous to any raw INS data import and further that automatic filters treat each sensor data set equally.

**Evaluation**

Different methods of presenting, visualising and comparing hydrographic survey results as well as raw position, altitude, motion and heave data have been chosen: Most meaningful are interactive webmaps that present bathymetries, computed on basis of the different inertial sensor data in real-time as well as after post-processing (loosely and tightly coupled filtering) of position and motion data. Beside a visual interpretation of the pure bathymetry, adequate spatial quality measures allow more detailed insight into the sensors qualitative performance in combination with multibeam echo sounders. These are the height of the 95 % confidence interval (vertical standard deviation of points per grid cell), the survey accuracy conformance (e.g. IHO special order) and the difference surface (deviations to a reference surface; here based on processed data of the Phins).

**Results related to positioning**

All in all, from the huge amount of bathymetric data, selected areas and scenarios for investigating the positioning and motion efficiency of each INS have been chosen. Not all of the results that can be found under www.ins-test-macartney.de will be presented in this article but two exemplary scenarios will be demonstrated in the following to give brief insight into some meaningful analyses.

The example scenario focusing on the positioning performance of the INS is located right underneath the Elbbrücken in Hamburg (fig..5). Due to the massive steel of two bridges that had to be passed, the INS had to compute positions during GNSS outages just based on their internal gyros, accelerometers and filters.

Inspecting the pure bathymetry, the fibre-optic system (Phins) provides trajectory data that lead to smooth and undistorted surfaces even without post-processing. Data of the high-end MEMS

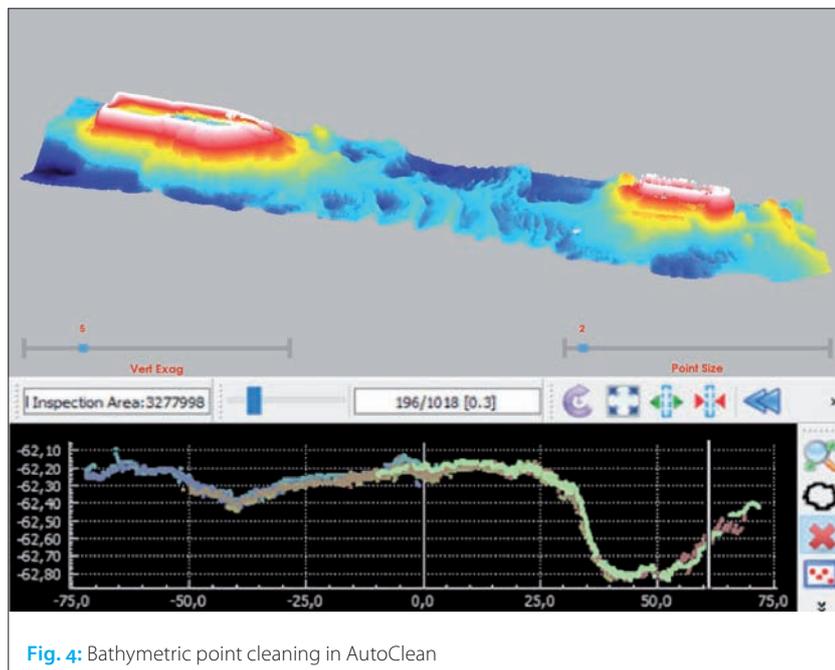


Fig. 4: Bathymetric point cleaning in AutoClean

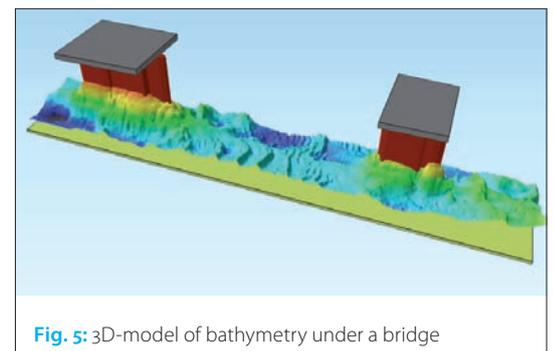


Fig. 5: 3D-model of bathymetry under a bridge

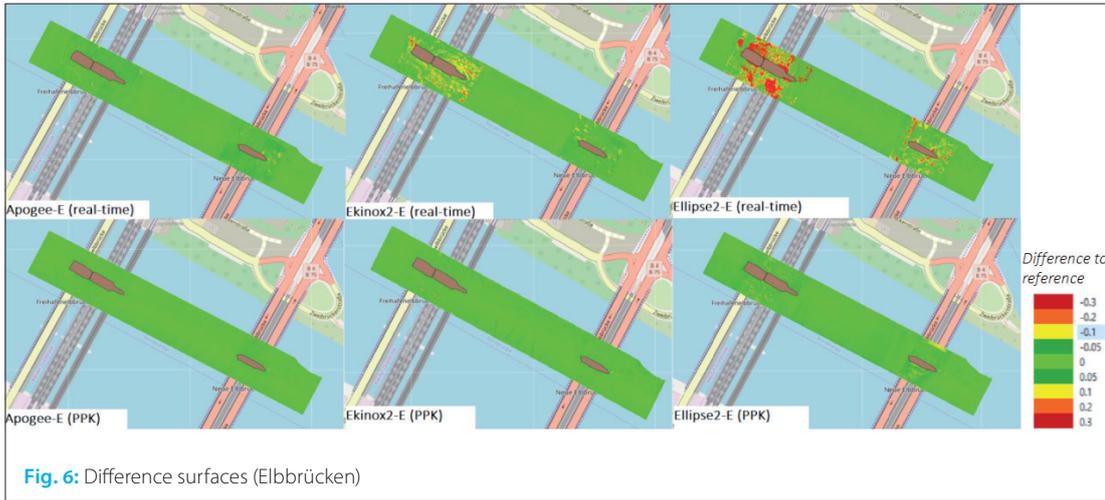


Fig. 6: Difference surfaces (Elbbrücken)

Apogee lead to very slight, negligible artefacts, while data of the mid-range MEMS Ekinox leave small shifts of the bathymetric computation under both bridges. Both latter surfaces appear to be completely smooth and improved after importing post-processed trajectory data as computation basis and are finally as qualitative as the Phins-based surface. While obvious distortions on the surface, based on the low-cost system Ellipse, can be significantly dampened due to INS post-processing, this sensor can still not reach results of comparable quality. An inspection of the 95 % confidence interval for each computation reflects these findings. For every computation, post-processing of trajectory data lowers the surface grid cell standard deviations (STD) to more precise values, most effectively for the MEMS sensors, since their real-time computations are of comparably lower precision. Besides the Ellipse, where some distortions still remain, post-processing of the upper-grade MEMS leads to FOG-comparable results. This fact demonstrates that lower-grade MEMS can still not reach the same quality as fibre-optic systems in real-time, though a simple and fast INS processing can almost compensate this disadvantage. When using the relatively strict HPA (Hamburg Port Authority) standard as accuracy norm, it is obvious that under the open sky all systems provide data that lead to 99 % accuracy conformance; even the low-cost system Ellipse. In the critical under-bridge areas, only the Apogee performs almost as satisfying as the Phins. Ekinox and Ellipse remain beyond those results in real-time, while post-processing increases their accuracy conformances for the complete area up to comparable values. Though the Ellipse, with 93 %, remains still below those qualities, the advance compared to a GNSS-only based positioning solution (approximately 72 %) is evident. The analysis of the difference surfaces underlines these statements and shows very low deviations under the bridges for the Apogee, stronger for Ekinox and obvious for Ellipse real-time solutions (fig. 6). These deviations almost disappear after the import of processed trajectories.

For inspecting the positioning performance of each sensor directly, an exemplary survey line, passing both bridges of the surveyed area and lasting for ca. 150 seconds in total, was chosen. Position differences of all sensors are related to positions of the post-processed Phins-trajectory (fig. 7).

As expected, most significant position differences appear for the Ellipse. Though drifts are recognised, all tested MEMS perform »below« respectively better than specified by their datasheets (see table).

RTK outage	1. dropout (30 s)	2. dropout (25 s)	Specifications
Apogee	37.8 cm	~ 12.5 cm	17 cm (10 s)
Ekinox	131.4 cm	~ 175 cm	300 cm (30 s)
Ellipse	742.15 cm	~ 450 cm	100 cm (10 s)

PPK outage	1. dropout (30 s)	2. dropout (25 s)	Specifications
Apogee	2.21 cm	< 2 cm	3 cm (10 s)
Ekinox	2.54 cm	~ 2 cm	5 cm (10 s)
Ellipse	17.64 cm	~ 2.2 cm	10 cm (10 s)

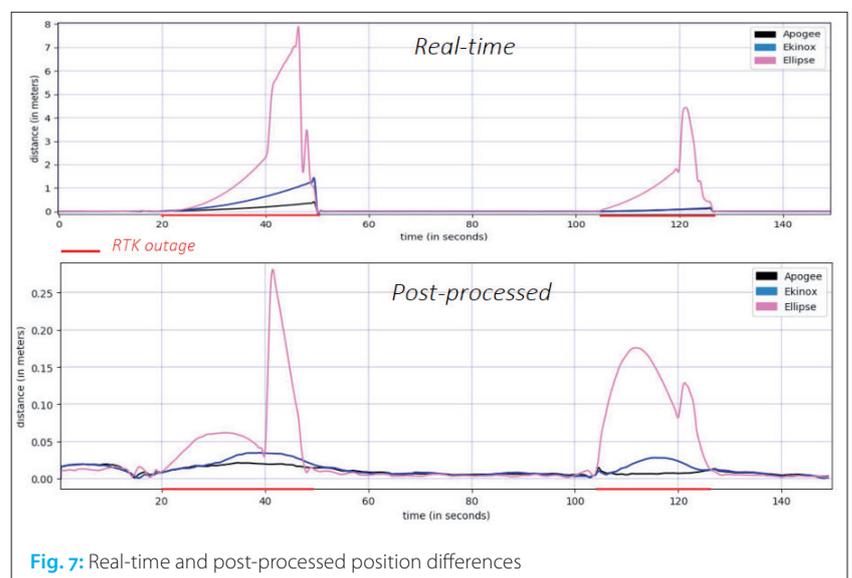


Fig. 7: Real-time and post-processed position differences

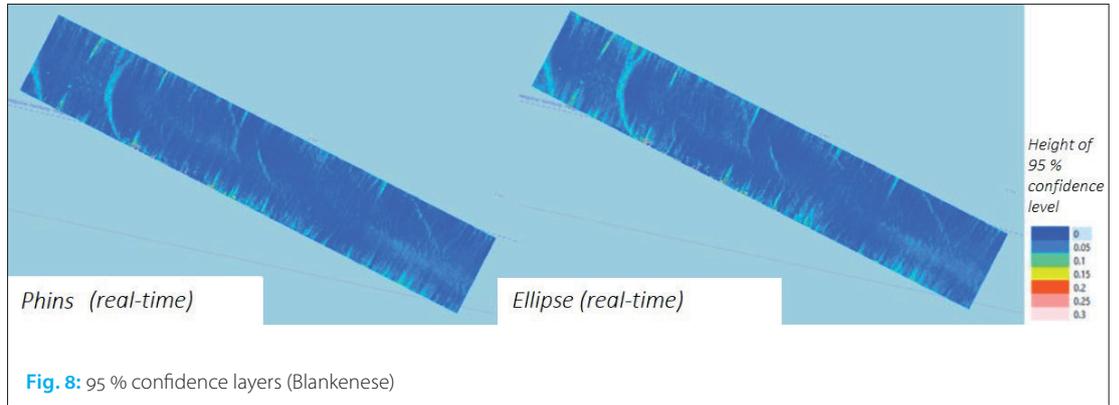


Fig. 8: 95 % confidence layers (Blankenese)

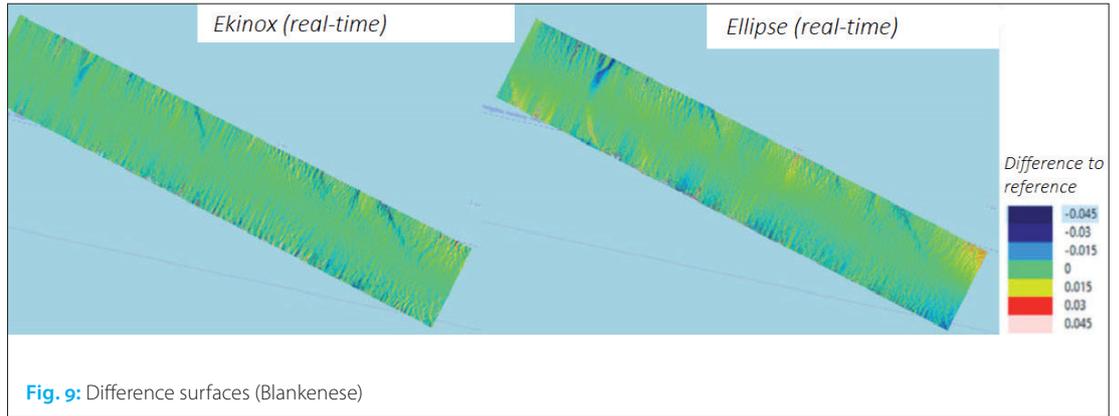


Fig. 9: Difference surfaces (Blankenese)

**Project partners**

This project was realised by MacArtney Germany in cooperation with Nicola Engineering and WSA Berlin, who provided survey vessels and skippers for the tests. Engineers of SBG Systems supported regarding sensor configuration and post-processing issues. The project was part of the Master's thesis »Comparison of MEMS and FOG based Inertial Navigation Systems for Hydrographic Applications: Inspection and Improvement of Bathymetric Data Sets Quality« at the Hamburg HafenCity University and was supervised by Prof. Dr. Harald Sternberg.

Though smoothing the trajectory, some of the noises, as measured in real-time, can still be detected after post-processing but are greatly enhanced. Since the drift during the first, almost similar lasting dropout appears to be much stronger for every MEMS, it can be derived that an initial impulse during dropouts, due to induced movements of the vessel (e.g. caused by waves), might be the reason for the strength of a drift.

**Results related to motion**

Every surface computation of the following test example (field near Blankenese) is based on the same positioning source (Phins; real-time) in order to focus on the effects of the sensors motion performances on bathymetric quality only. Within these kinds of shallow water and open sky surveys, none of all computations show any artefacts or obvious differences. In the pure bathymetric analyses, even the Ellipse produces reliable data and satisfying

high quality. Highest precision is still achieved with the Phins. However, grid cell standard deviations of every lower priced MEMS are only about 1 to 2 mm above. Since real-time qualities are high, it is clear that motion post-processing is not necessarily required and increases the quality only very slightly. Post-processing would be only recommended if distinct errors are recognised. Hence, it can be stated that all tested motion sensors deliver similar precision and quality in bathymetric computations in this specific scenario (even the low-cost sensor). Other factors like the nature of the environment, the refraction in water and the multibeam system itself appear to affect the achieved surface precision more distinctly. Looking at the 95 % confidence layers (fig. 8), it is hard to differentiate between Ellipse and Phins based surfaces (easier detectable when switching directly in the interactive webmap). Both mentioned computations provide average grid cell standard deviations below 2.5 cm (fig. 8).

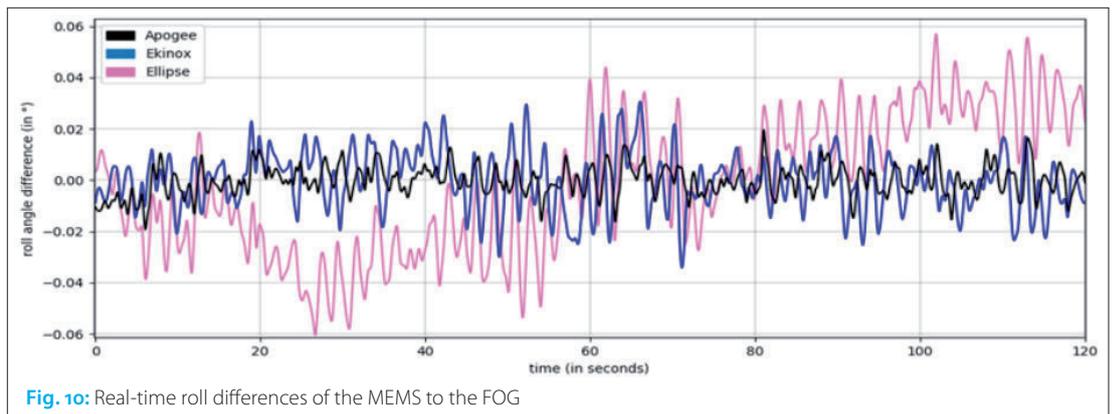


Fig. 10: Real-time roll differences of the MEMS to the FOG

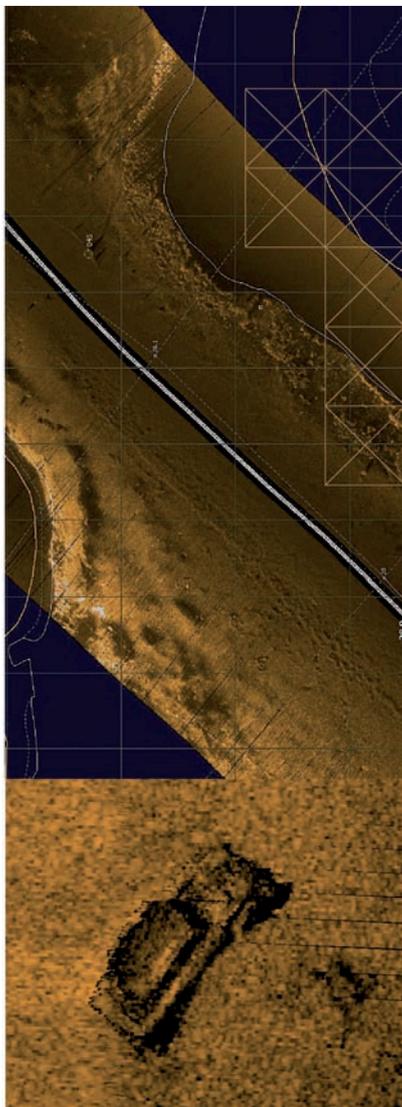
Values for the derived survey accuracy conformances state the same: Very high accuracy conformance for the Phins with 99,6 % and in no way inferior results for each MEMS-based computation (above 99,5 % each). This fact is also underlined by the difference surfaces (very low differences of 1 cm up to 1.5 cm). When analysing difference surfaces visually (fig. 9), it has to be clarified what patterns signify: stripes on the image refer to short-time deviations to the reference motion while blur and extensive patterns refer to »longer« lasting drifts.

These kinds of drifts are slightly recognised only for the Ellipse when looking at a series of angle value differences between the Phins and all MEMS (see fig. 10). While all MEMS show low noises around the »true« value (assumption), the Ellipse (magenta line) also drifts slightly. Though these drifts do not affect these shallow water computations, they might be a critical point if this sensor is operated within deep water surveys.

## Conclusion

Within the inspection of the bathymetric results in the webmaps, it is obvious that the inertial positioning performance of the INS is the critical point rather than their motion performance. The low-cost system could not manage longer GNSS-outages as efficient as its superior competitors. Under

the open sky and during good GNSS reception, all INS appear to archive similar, qualitative results. An investigation of raw data logs proofs all MEMS to drift less in position and altitude than maximally specified by their manufacturers. From the previously presented results it can be derived that especially low-cost and mid-range MEMS require post-processing of raw data in order to archive high quality results (comparable to those of a FOG) in under-bridge surveys. Whenever the GNSS signal reception is valid, e.g. in off-shore surveys without any shadowing of signals, post-processing can be skipped. When observing pure bathymetries and changes, only related to INS motion data sources, no distinct differences can be detected, even under conditions of strong dynamics. In fact, noises and drifts have been identified but they are still in ranges that do not distinctly decrease the bathymetric data sets quality. This experience leads to the assumption that very precise motion sensing might be required in deep water surveys or e.g. in land applications, when acquiring point data with mobile laser scanners, rather than in these shallow water surveys. The determination of accurate positions is the more demanding part for harbour surveys and the key aspect to be improved, especially considering future advances in MEMS technology. //



## Sonar Mosaic

Kongsbergs neueste Software zum Mosaiken von Side-Scan-Daten in Echtzeit oder im Post Processing. Basierend auf unserer langen Erfahrung in der Hydrografie und bei militärischen Anwendungen (Minenjagd) wurde bei dieser Software großer Wert auf die einfache und intuitive Bedienung, sowie schnellste Datenverarbeitung gelegt. Dieses neue „Tool“ bietet dem Anwender eine schnelle Kartenerstellung und detaillierte Objektdarstellungen.

- Individuelle Ansichten mit georeferenzierter Karte, Wasserfall- und Objektdarstellung
- Import von Hintergrundkarte im ENC/IENC-S57 Standard und DXF-Format
- Direktes Einlesen von Kongsberg EA Echolot oder Kongsberg Pulsar Rohdaten, optional auch im XTF-Format
- Automatische Positionsinterpolation bei kurzzeitigem Ausfall des GNSS-Sensors (im Post Processing)
- Gesondertes Auswerten von Objekten mit Pos./Lage/Abmessungen und Sonarbild als XML-Report
- Speichern der georeferenzierten SONAR MOSAIC-Bilder als Geo-tiff.

[kongsberg.com](http://kongsberg.com)



KONGSBERG

# »Die wichtigste Funktion ist der Auto-Knopf. Sehr schade«

Ein Wissenschaftsgespräch mit BORIS SCHULZE\*

Boris Schulze ist International Sales Manager beim US-amerikanischen Software-Anbieter Hypack. Der 55-Jährige hat lange Erfahrung bei der Entwicklung, Installation und beim Training von Fächerloten. Ein Gespräch mit dem DHyG-Vorstandsmitglied über die Wichtigkeit von Netzwerk-Events, das Leben aus dem Koffer, über die mangelnde praktische Ausbildung von Hydrographen, das sich ändernde Berufsbild, den Wunsch nach der Auto-Funktion und über den Hype der autonomen Vermessungen.

Hypack | Xylem | Softwareentwicklung | autonome Vermessung | Linienplanung | Leasing | Auto-Processing

**Dein Arbeitgeber Hypack hat seinen Hauptsitz in den USA, du sitzt in Kiel im Homeoffice.**

Die Kollegen wollten immer schon einen Vertreter für Europa, den Mittleren Osten und Afrika haben, der in der gleichen Zeitzone ist, um den Kontakt zu unseren Kunden zu verbessern. Im Januar 2017 habe ich angefangen, mittlerweile betreue ich von Deutschland aus den gesamten Raum außerhalb von Nord- und Südamerika. Und in der Tat arbeite ich von zu Hause aus.

**Du bist International Sales Manager. Was sind deine Aufgaben?**

Wir sind eine kleine Firma, die Aufgaben unter den 24 Angestellten sind klar verteilt. Wir haben zehn Programmierer und zehn Leute im technischen Support. Mein Job ist der Vertrieb der Software. Nicht nur in Europa, sondern in allen Ländern, außer in Nord- und Südamerika. Ich betreue den existierenden Kundenstamm, unser weltweites Wiederverkäufer-Netzwerk und die Interessenten. Wenn jemand unsere Software erwerben möchte, berate ich und empfehle, basierend auf seinen Geräten und Aufgabenstellungen, die richtige Version. Nebenbei leiste ich noch ein bisschen technischen Support, da ich als Sales Manager oft der erste Ansprechpartner bin. Wobei ich allerdings einen Kollegen im Support hier in Europa habe, um das Problem mit den verschiedenen Zeitzonen zwischen Europa und Amerika nicht zu haben.

»Die Weiterentwicklung der Software ist ganz wesentlich von den Ideen der Benutzer abhängig«

Boris Schulze

Das Business Development gehört auch zu meinen Aufgaben, ich schaue also, welche Richtung wir eigentlich anstreben.

**Du reist wahrscheinlich viel, oder?**

Ich bin relativ viel unterwegs, wenn auch meist nur kurz. Gerade war ich ein paar Tage in Danzig, davor eine Woche in Südafrika. Demnächst werde ich für mehrere Tage nach Dubai fliegen. In unserer Zweigstelle dort bieten wir einen großen Workshop an.

**Was für einen Workshop?**

Wir organisieren regelmäßig auf der ganzen Welt Seminare, bei denen wir unsere Software vorstel-

len. Jetzt eben drei Tage in Dubai. Der ansässige Wiederverkäufer organisiert das vor Ort, mietet den Raum. Und er begrüßt die Teilnehmer. Danach übernehme ich. Ich erzähle, wie die Software funktioniert, um den Leuten eine Idee von der Philosophie zu vermitteln. Ich verrate ein paar Tipps und Tricks und vermittele, was man mit den Daten alles anstellen kann. Das ist kein echtes Training, dafür ist die Software zu umfangreich. Aber die Leute erhalten einen Überblick und können Fragen stellen. Und es kostet sie nur einen kleinen Unkostenbeitrag für einen Lunch.

**Wie viele Leute kommen da?**

In Dubai erwarten wir so um die hundert Teilnehmer. In Südafrika waren es 38. Das ist sehr unterschiedlich.

**Das sind aber nicht alles neue Interessenten?**

Nicht nur. Viele nutzen unseren Workshop als Netzwerk-Event. In England kommen einzelne Teilnehmer seit zwanzig Jahren immer wieder. Die kennen die Software bestimmt besser als ich. Für die sind die Seminare die perfekte Gelegenheit zum Netzwerken. Für uns ist das gut, denn so bleiben wir mit den Usern im Gespräch und bekommen Feedback. Von jedem Seminar kehre ich mit einer Liste an neuen Ideen nach Hause zurück. Das ist ganz wichtig, denn die Weiterentwicklung von Hypack liegt nicht nur in unseren Händen, sondern ist ganz wesentlich von den Ideen der Benutzer abhängig.

**Ein Beispiel?**

Jemand, der Nassbaggerei betreibt, hat uns sein Leid geklagt und gleich als Wunsch formuliert. Seine Aufgabe ist es, bis zu einem gewissen Limit zu baggern, möglichst nicht tiefer. Auf dem Monitor verfolgt er online die genaue Position der Baggerschaukel. Bei Sonnenschein hat er allerdings Schwierigkeiten, Details auf dem Monitor zu erkennen. Das nervt ihn kolossal. Sein Wunsch war, die Baggerschaukel, solange sie noch oberhalb des Limits ist, grün darzustellen, und sobald sie zu tief gräbt, rot einzufärben. Bei Rot weiß er, dass er aufhören kann zu baggern. Unsere Antwort: Super Idee, uns es dauert nicht lange, das umzusetzen. Das haben wir sofort eingebaut. So simpel die Idee ist, wir wären selbst nicht drauf gekommen.

\* Das Interview mit Boris Schulze führte Lars Schiller am 13. September in Kiel.

Du sprichst von »der Software«, dabei gibt es doch verschiedene Pakete. Deine Gelegenheit zur Werbung: Worin bestehen die Unterschiede?

Nicht jeder Benutzer hat den gleichen Bedarf. Kleine Ingenieurbüros, die was vermessen müssen, um ein Bauwerk zu erstellen, haben nur einen GPS-Empfänger und ein Echolot. Die wollen einfach nur Position und Tiefenwert messen und die Daten in ein CAD-System laden. Die brauchen keine Software, die alles mögliche abdeckt. Für solche Leute haben wir eine ganz einfache Software, die zur Erfassung genutzt wird und ein minimales Daten-Processing kann. Mit dieser Software kann man die Messwerte von Ausreißern reinigen und dann als XYZ oder als Contour-Plot exportieren.

Auf der anderen Seite der Skala steht das volle Paket, inklusive ENC-Erstellung. An die Hypack Max-Version kann man alles anschließen, ein Echolot, ein Magnetometer, ein Sub-Bottom – bis zu 400 Sensoren. Nur für ein Multibeam brauchst du noch eine extra Option. Multibeam ist deutlich komplexer mit den notwendigen Sensoren; das wollen nicht alle haben und auch nicht bezahlen.

Daneben haben wir noch eine Version für Marine Search and Rescue. Polizei und Feuerwehr nutzen diese Software, um nach Fahrzeugen oder nach ertrunkenen Personen zu suchen. Dann muss es schnell gehen, die wollen den Laptop aufklappen und sofort das Mosaik vom Side-Scan sehen. Ihr Ziel ist es, etwas zu finden, die wollen sich keine Gedanken darüber machen, was da im Hintergrund abläuft.

Manche nutzen die Software auch einfach nur zu Navigationszwecken, zum Beispiel um eine Plattform mit Schleppern zu bewegen. In Hy-

pack siehst du die ganzen Schlepper auf dem Bildschirm. Weil alle miteinander kommunizieren, sehen alle Schiffsführer auf den Schleppern das gleiche.

Im Grunde bieten wir alles. Aber nicht jeder will alles mit Hypack machen, manche wollen irgendwann abbiegen und eine andere Software nutzen. **Individualisiert ihr die Software auch, sodass manche Funktionen, die jemand nicht benötigt, für ihn gar nicht sichtbar sind?**

Wir machen Auftragsarbeiten. Wenn zum Beispiel jemand einen bestimmten Treiber haben möchte oder ein spezielles Display. Alles, was wir solchermaßen beauftragt machen, muss der Kunde auch bezahlen. Danach steht es allen zur Verfügung. Wir machen keine Auftragsarbeiten, die dann nur der einzelne Kunde bekommt. Wenn wir was machen, dann packen wir es in die Software, damit es alle nutzen können. Der zweite hat dann Glück gehabt.

**Wie viele Installationen gibt es denn von der Software?**

Um die 15 000. In Deutschland vielleicht 30 oder 40. Hierzulande war die Konkurrenz in den Jahren zuvor massiv tätig. Damals hat Hypack sich nicht um den Markt gekümmert.

**Wer ist denn die Konkurrenz?**

Die größten Konkurrenten sind sicher QPS und EIVA.

*»Hydrographen sind schlechter ausgebildet als früher, sie wissen weniger und erwarten, dass alles automatisch funktioniert«*

Boris Schulze



### Haben die einen ähnlichen Leistungsumfang?

Schon. Hypack ist allerdings ein bisschen intuitiver zu bedienen. Das ist wohl auch der Grund, weshalb die meisten auf Hypack zurückkommen. Wenn man einmal die Philosophie der Software verstanden hat, ist es sehr einfach. Das kann man sich selber beibringen. Ich habe nie einen Kurs belegt, ich habe mir einfach das Handbuch genommen.

Das aktuelle Handbuch hat einen Umfang von über 2500 Seiten. Als ich das sah, dachte ich, die Software muss unglaublich schwer zu bedienen sein.

Das Handbuch ist inzwischen wirklich unglaublich umfangreich, und es wächst weiter. Eine einzige Kollegin kümmert sich darum. Sie versucht, alles darin unterzubringen, auch alle möglichen Tipps und Tricks. In der derzeitigen Form ist das Handbuch schon recht umfangreich, allerdings gibt es ja auch die Online-Hilfe.

Vielleicht sollten wir Quick Starts machen und den Rest über die Hilfe abdecken.

Warum gibt es das Handbuch neben der englischen Originalfassung nur noch auf Spanisch und Russisch?

Weil sich immer jemand finden muss, der es übersetzen kann. Die Software gibt es in mehr als 20 Sprachen. Und jeder kann die Softwareoberfläche in seiner eigenen Sprache gestalten. Das ist eine simple Liste, wenn auch mit 12 000 Einträgen sehr umfangreich. Auf der linken Seite stehen die Wörter in einer Sprache, die du verstehst, sagen wir Englisch, und in der rechten Spalte kannst du die Wörter eintragen, die du in der Software sehen willst, meinetwegen auf Klingonisch. Einige Kunden, aber auch Wiederverkäufer machen das gerne, das ist auch der Grund, warum wir so viele Sprachen haben. Unglücklicherweise muss man die Übersetzung in der Software machen, Wort für Wort, das ist schwieriger als ich dachte. Ich habe es auf Deutsch übersetzt und kämpfte bei jeder Neuerung der Software mit den deutschen Begriffen. Man muss genau überlegen, wie weit man gehen will, was man übersetzen muss. Muss ich side-scan sonar in Seitensichtsonar übersetzen? Die meisten deutschen Kunden benutzen allerdings die englische Bedienoberfläche.

Haben denn Behörden die Software im Einsatz?

Das Geomar nutzt die Software, die Unis, zwei Forschungs- und Technologiezentren. Aber noch keine Behörde.

Hypack ist eine Marke von Xylem. Xylem macht irgendwas mit Technologien im Wasserkreislauf. Wie passt Hypack da rein?

Xylem ist die einzige Firma weltweit, die sich nur mit Wasser beschäftigt – von Wasserversorgung bis Abwasserreinigung. Wasser wird ja immer mehr zum begehrten Rohstoff. Ganze Städte moderni-

sieren ihre Wasserversorgung mit Xylem-Pumpen, da geht es um intelligente Wasserversorgung ohne Verluste. Innerhalb von Xylem gibt es auch eine Ocean- und Coastal-Gruppe mit den Marken Aanderaa, Sontek, YSI und anderen. Dort wurde Hypack eingegliedert, als die Firma im Oktober 2015 an Xylem verkauft wurde.

Du bist Geophysiker, hast in Kiel studiert. Was waren deine ersten beruflichen Schritte?

1986, gleich nach Aufnahme meines Studiums habe ich bei GeCon, Geophysik Consulting, gearbeitet. Die Messfahrten, bei denen ich als studentische Hilfskraft mitgefahren bin, waren sehr lehrreich. Nach dem Studium hatte ich dann die Gelegenheit, professionelle Wracksuche zu machen.

Zu der Zeit hattest du schon eine eigene Firma, Hydrographic Services.

Richtig. Aber mit der Wracksuche habe ich nach drei, vier Jahren wieder aufgehört, weil die Zahlungen nur schleppend gekommen sind. Wenn man nichts gefunden hat, war natürlich das Geld knapp.

Zu der Zeit kamen gerade die ersten Multi-beams auf. Firma ELAC hat die ersten produziert. Sie hatten zu wenig Leute, die in der Lage gewesen wären, den Kunden die neue Technologie zu demonstrieren oder die Geräte einzubauen. Das habe ich dann für sie gemacht. Damals war das alles noch recht kompliziert, da gab es keine Kalibrierung auf Knopfdruck, da musste man noch Maß nehmen und rechnen.

In der gleichen Zeit begann das Internet zu boomen. Deswegen wurden damals jede Menge Kabel gelegt. Als Freiberufler habe ich für eine Firma gearbeitet, die überall auf der Welt die Trassen vermessen hat. Wir waren ein kleines Team, sechs Leute, die durch die Weltgeschichte gejettet sind, von Job zu Job, um Kabelsurveys zu machen. Das war zwei Jahre lang ganz spannend.

Du hattest mehrere Auftraggeber und konntest daher diesen einen Job sorglos aufgeben.

Es war mir immer wichtig, möglichst viel zu lernen und verschiedene Geräte zu benutzen. Mit den verschiedenen Auftraggebern und Aufgabenstellungen konnte ich mein Wissen permanent ausweiten. Immer wenn ich Zeit hatte, habe ich was anderes angefangen. Diese Flexibilität war für mich wichtig.

Aber dann hat ELAC dir so ein gutes Angebot gemacht, dass du da hingegangen bist?

Das Angebot war schon auch gut. Aber der Hauptpunkt war, dass ich zum Schluss rund 300 Tage im Jahr unterwegs war. Das war ein bisschen viel. Irgendwann habe ich gemerkt, du hast gar keine Freunde mehr, du lebst nur noch aus dem Koffer, du brauchst gar kein Haus mehr. In einem Jahr war ich so viel unterwegs, dass ich gerade mal 30 Tage zu Hause war. Was will man für drei Tage im Monat noch mit einer Wohnung?

Da muss man sich schon überlegen, ob man das will, ob Geld alles ist. Ich habe mir gedacht, nee,

»Mit Wracksuche habe ich nach drei, vier Jahren wieder aufgehört, weil die Zahlungen nur schleppend gekommen sind. Wenn man nichts gefunden hat, war natürlich das Geld knapp«

Boris Schulze

das will ich nicht. Außerdem war ich satt, nach einer gewissen Zeit hatte ich genug von der Welt gesehen. Und dann hat mir ELAC das Angebot gemacht. Sie haben mir eine gute Mischung aus Büro und Reisen angeboten. Ich konnte zur See fahren, die Geräte installieren, aber auch Training geben und bei der Entwicklung mitmachen. Das klang auf jeden Fall besser, als immer nur offshore zu sein und nichts von Land und Leuten zu sehen.

**Du warst dann ziemlich lang bei ELAC.**

Ganze 17 Jahre. Als ich dort anfang, war die Fächerlot-Technologie noch am Anfang und hat sich ständig weiterentwickelt. Das waren spannende Zeiten. Aber irgendwann kommt man an Punkt, wo man sich fragt, ob man noch mal was Neues machen will. Ich wollte mehr Verantwortung und Gestaltungsfreiraum. Gerade da kam das Angebot von Hypack.

**Ein glücklicher Zufall.**

Die hatten schon zehn Jahre lang versucht, mich davon zu überzeugen, für sie zu arbeiten. Jetzt war vielleicht einfach der richtige Zeitpunkt, mal einen anderen Aspekt zu sehen und in den Vertrieb zu wechseln. Xylem ist ja eine noch junge Firma und bietet viele Möglichkeiten, sich zu entwickeln, und auch Hypack hat eine spannende und schnelle Dynamik.

**Was macht die Hypack-Software besonders? Was gibt es nur bei Hypack?**

Unsere Philosophie ist, die Software so einfach zu gestalten, dass sie jeder selber erlernen kann. Bei uns braucht man kein dreiwöchiges Training. Jeder sieht sofort, was man mit dem Programm machen kann. Das unterscheidet uns von den Mitbewerbern. Unser Anspruch ist, dass du mit Hilfe des Handbuchs, mit Hilfe der Trainingsvideos auf Youtube und auf unserer Website und mit Hilfe unserer Präsentationen in der Lage bist, die Software zu bedienen. Klar, nicht alles ist selbsterklärend, manche Option muss man auch mal nachschauen, aber mit ein bisschen Rummummeln klappt das schon. Wir verkaufen pro Jahr etwa 500, 600 Lizenzen, aber nur etwa 30 bis 40 Trainings. Das zeigt, die meisten Leute finden selber heraus, wie es geht. Das Ganze soll ja auch keine rocket science sein. Unsere Daten verschwinden nicht in irgendwelchen Datenbanken, nur damit sie da wieder rausgeholt werden müssen. Wir schreiben alle Messwerte in ein Datenfile, in einige Fällen ist das sogar ein ASCII-File. Du kannst da jederzeit reinschauen, ob alles richtig ist. Klar, klingt altbacken, bietet dir aber eine zusätzliche Möglichkeit. Innerhalb von zwei Sekunden sehe ich, ob alles richtig ist. Das kann ich beim Binärfile nicht mehr. Leider werden wir das demnächst wahrscheinlich ändern müssen, um die immer größeren Datenmengen bewältigen zu können.

**Was kostet so ein Softwarepaket?**

Das hängt von der Version ab. Zwischen 2000 und 15 000 Euro.

**Vergleichsweise günstig. Aber dann kommen sicherlich jährliche Wartungskosten hinzu?**

Erst einmal gehört einem die Software. Aber man kann natürlich einen jährlichen Wartungsvertrag unterschreiben.

**20 Prozent vom Kaufpreis?**

Um Gottes Willen, das sind zwischen 200 und 1000 Euro im Jahr. Der Wartungsvertrag erlaubt es einem, die jeweils neueste Version zu nutzen. Wir geben zweimal im Jahr eine neue Version heraus, jedes Quartal gibt es ein Update mit den neuesten Funktionen und Bugfixes. Außerdem kriegt man halt Unterstützung durch das Supportteam.

**Denkt Ihr über andere Finanzierungsmodelle nach?**

Wir denken darüber nach, ob man die Software auch leasen können sollte. Adobe macht das ja vor. Aber wir sind uns nicht ganz sicher, ob das wirklich so der Markt ist. Schon heute kann man unsere Software leihen. Kleine Büros machen davon Gebrauch, die leihen sich die Software für ein Projekt aus, eine Woche oder einen Monat lang. Aber ob wir auch ein dauerhaftes Leasing anbieten sollten, ist noch nicht entschieden. Dafür spricht: die hohen einmaligen Anschaffungskosten fallen nicht an; dagegen sprechen die laufenden Kosten, sie sich sehr schnell summieren.

**Käme vielleicht auf eine Marktforschung an.**

Wir haben natürlich schon rumgefragt. Das Leasen von Software ist auch nicht in allen Ländern verbreitet. Es würde es auch für einige Kunden komplizierter machen, das Leasing in Ausschreibungen von ganzen Systemen zu formulieren. Behörden und Institute möchten lieber kaufen als leihen. Dennoch denken wir darüber nach. Letztlich geht es darum, was für die Firmen attraktiver ist, wobei es sich natürlich auch für uns rechnen muss. Beim Leasing-Modell könnten die User das Gefühl haben, jeden Monat für die Software zahlen zu müssen, obwohl sie gar nicht jeden Monat dafür Verwendung haben. Ich vermute, deswegen wollen die meisten die Software weiterhin kaufen.

**So eine Software ist ja nie ausgereift. Ständig kommen neue Funktionen dazu. Aber sie beinhaltet immer auch ein paar Fehler. Wie geht ihr vor, testet ihr selbst ausgiebig, oder bindet ihr die Anwender mehr oder wenig freiwillig in den Testprozess mit ein?**

Im ersten Schritt lassen wir die Daten durch Testroutinen laufen. Dann wird die Software von allen Mitarbeitern getestet. Wir gehen mit der Software auch aufs Schiff und testen da, zumindest die generellen Funktionalitäten. Alle 400 Sensoren können wir nicht testen. Im nächsten Schritt geben wir die Software an Beta-User, an Leute, die bereit sind, die Software zu testen.

*»Wenn man 300 Tage im Jahr unterwegs ist, hast du keine Freunde mehr, lebst nur noch aus dem Koffer. Da muss man sich schon überlegen, ob man das will, ob Geld alles ist«*

Boris Schulze

Wer ist das?

Das sind meist große Organisationen, die viele Lizenzen haben. Die testen gerne vorab. Manche wollen auch ganz gezielt eine Verbesserung. Dann bauen wir das ein und fragen dann nach Feedback.

»Die wichtigste Funktion, die eine Software heutzutage haben muss, ist der Auto-Knopf. Keiner will mehr darüber nachdenken, warum er was tut«

Boris Schulze

Wir entwickeln die Software also immer gemeinsam mit den Kunden weiter.

**Sammelt ihr das Feedback systematisch?**

Die Kunden kommen mit Ideen, sagen uns, was sie haben wollen. Ich nehme die Kundenmeinungen auf, sammle die Ideen in einer Liste. Jeden November treffen wir uns, um die Ideen zu sichten. Wir schauen uns

an, wie viele Ideen wir haben, wie viele Leute was wollen. Wenn 1000 Leute das gleiche wollen, dann machen wir das. Manchmal sind wir auch ein wenig überrascht über die Wünsche. Komische Funktion, denken wir, aber wir sind 30-mal gefragt worden, dann muss da was dran sein. Wir sind ja nicht tagtäglich draußen und sehen den Bedarf. Wir diskutieren die Ideen, lassen die Programmierer den Aufwand abschätzen. Dann beschließen wir, was wir in den in einem Jahr zur Verfügung stehenden Entwicklungsstunden schaffen können. Manches fällt leider hinten rüber.

**Wie viele Ideen setzt ihr denn um?**

Wir schaffen so ungefähr 150 Punkte. Darunter viele kleine Dinge, nicht alles ist bahnbrechend. Wir haben natürlich auch eigene Ideen, wo wir hinwollen. Manches, etwa Wassersäulendaten vom Multibeam einzubauen, ist aber auch sehr aufwendig.

**Habt ihr denn eine Vision, was die Software, sagen wir, in fünf Jahren können soll?**

Ich glaube schon. Wenn ich den Usern zuhöre, weiß ich, der Trend geht hin zu autonomen Fahrzeugen und zum automatischen Prozessieren der Daten. Es scheint, die wichtigste Funktion, die eine Software heutzutage haben muss, ist der Auto-Knopf. Keiner will mehr darüber nachdenken, warum er was tut. Er möchte einfach einen Knopf drücken, das richtige Ergebnis wird dann schon automatisch kommen.

**Höre ich da Skepsis raus?**

Ich finde das sehr schade. Zum Beispiel bei der Kalibrierung von Multibeams. Die Auto-Funktion rechnet einem die Kalibrierung durch und kommt mit Winkeln raus. Der User versteht gar nicht mehr, worum es dabei geht. Deshalb kann man bei uns die Kalibrierung auch noch voll manuell machen. Genau das erkläre ich im Training. Ich sage den Leuten zwar, es gibt da eine Auto-Funktion, die solltet ihr aber nur nutzen wenn ihr wisst, was ihr tut. Ich sage immer: Macht es manuell, dann wisst ihr, wie es funktioniert, dann versteht ihr es auch. Es gibt nichts schlimmeres als Auto-Processing.

Warum?

Schon das Wort ist irreführend. Was ist Auto-Processing? Ich drücke auf einen Knopf und hinterher kommen saubere Daten raus. Das ist nicht im Ernst eure Erwartung, sage ich immer. Zugegeben, wir haben auch eine Funktion, die wir Auto-Processing nennen. Aber die besteht darin, dass du die Schritte der Datenverarbeitung vorab zusammenstellst. Du legst vorher fest, nach welchen Kriterien die Daten gefiltert werden sollen, was mit den Daten im Einzelnen passieren soll. Die Software schleust dann die Daten komplett durch diese Schritte, am Ende präsentiert sie das Resultat. In meinen Augen ist das sehr gefährlich. Ich beobachte, dass die Nutzer unserer Software wirklich schlechter ausgebildet sind als früher, sie wissen weniger und erwarten, dass alles automatisch funktioniert.

**Früher mussten wir unsere Auswertprogramme selber schreiben, da wusste man, welche Algorithmen da drin sind und wie das Ganze funktioniert. Kann man sich als Anwender überhaupt auf eine Software verlassen, deren Quellcode man nicht kennt?**

Genau das ist das Problem. Man kann natürlich nachfragen, es wird einem auch erklärt, und selbstverständlich kannst du es auch nachrechnen. Aber wenn ich das im Training vorschlage, wenn ich sage, lasst uns mal eine Multibeam-Rollkalibrierung nachrechnen, dann gucken die mich an wie ein Auto. Ich zeichne das dann kurz auf, frage, wie können wir das jetzt berechnen. Da ist Schweigen im Raum, da kommt nicht eine Antwort. Das löst man doch mit dem Tangens, sage ich dann. Immer noch Schweigen. Die finden nicht mal die Funktion auf dem Taschenrechner. Dabei sind das doch wirklich Basics.

**Okay, ich fasse zusammen: Aus Unsicherheit verlangen Nutzer nach dem Auto-Knopf. Die Auto-Funktion führt dazu, dass die Kollegen die Rechenschritte, die vor ein paar Jahren noch selbstverständlich waren, nicht mehr draufhaben. Und das Ganze bestärkt den Trend hin zu autonomen Vermessungen mit autonomen Fahrzeugen, wo der Mensch gar nichts mehr machen muss.**

Den Trend zu autonom fahrenden Fahrzeugen sehen wir ganz stark. Doch seien wir ehrlich, noch ist das nicht wirklich autonom, sondern nur semiautonom. Das Fahrzeug entscheidet ja noch nicht selber. Doch autonome Fahrzeuge, die komplett von der Software gesteuert sind, das ist momentan der große Hype. Und wahrscheinlich ist es auch die Zukunft. Weil du viel effektiver bist und in vielen Situationen auch viel gefahrloser messen kannst. Natürlich kann man nicht überall autonom vermessen. Und man wird immer den Hydrographen brauchen, aber der wird eher zum Datenmanager. Das Berufsbild ändert sich, du sitzt nicht mehr auf dem Schiff, sondern du managst autonome Fahrzeuge, die die Daten akquirieren. Schon heute kenne ich Firmen, deren

**Bisher erschienen:**

- Horst Hecht (HN 82),
- Holger Klindt (HN 83),
- Joachim Behrens (HN 84),
- Bernd Jeuken (HN 85),
- Hans Werner Schenke (HN 86),
- Wilhelm Weinrebe (HN 87),
- William Heaps (HN 88),
- Christian Maushake (HN 89),
- Monika Breuch-Moritz (HN 90),
- Dietmar Grünreich (HN 91),
- Peter Gimpel (HN 92),
- Jörg Schimmler (HN 93),
- Delf Egge (HN 94),
- Gunther Braun (HN 95),
- Siegfried Fahrentholz (HN 96),
- Gunther Braun, Delf Egge, Ingo Harre, Horst Hecht, Wolfram Kirchner und Hans-Friedrich Neumann (HN 97),
- Werner und Andres Nicola (HN 98),
- Sören Themann (HN 99),
- Peter Ehlers (HN 100),
- Rob van Ree (HN 101),
- DHyG-Beirat (HN 102),
- Walter Offenborn (HN 103),
- Jens Schneider von Deimling (HN 104),
- Mathias Jonas (HN 105),
- Jürgen Peregovits (HN 106),
- Thomas Dehling (HN 107),
- Egbert Schwarz (HN 108),
- Ingo Hennings (HN 109),
- Harald Sternberg (HN 110),
- Uwe Jenisch (HN 111),
- Petra Mahnke (HN 112),
- Holger Rahlf (HN 113)

Mitarbeiter sitzen nur noch im VW-Bus, von wo aus sie ihre autonomen Fahrzeuge steuern. Die haben gleichzeitig drei, vier, fünf Stück von diesen ferngesteuerten Booten im Einsatz. Warum auch nicht. Du siehst nicht weniger, als wenn du auf dem Schiff bist. Doch es ist mit weniger Risiko verbunden, es ist effektiver. Mittlerweile sind die Fahrzeuge auch günstiger, außerdem sparst du die Kosten für den Schiffsführer und den Techniker an Bord.

**Für welchen Zweck nutzt du die Software am liebsten?**

Zum Editieren von Daten. Mit der Software kann man Daten relativ schnell bereinigen. Da kommt alles zusammen, du kannst die Messfehler fixen, die Ausreißer wegnehmen, du musst nachdenken, was du da eigentlich gerade wegnimmst, verstehen, ob und warum die Daten schlecht sind, manchmal überlegen, wie man die Daten retten kann. Es verlangt eine Menge Erfahrung, wenn die Daten nicht so gut sind. Solche Daten wieder zu richten, macht mir Spaß.

**Was war die letzte große Verbesserung in der Software?**

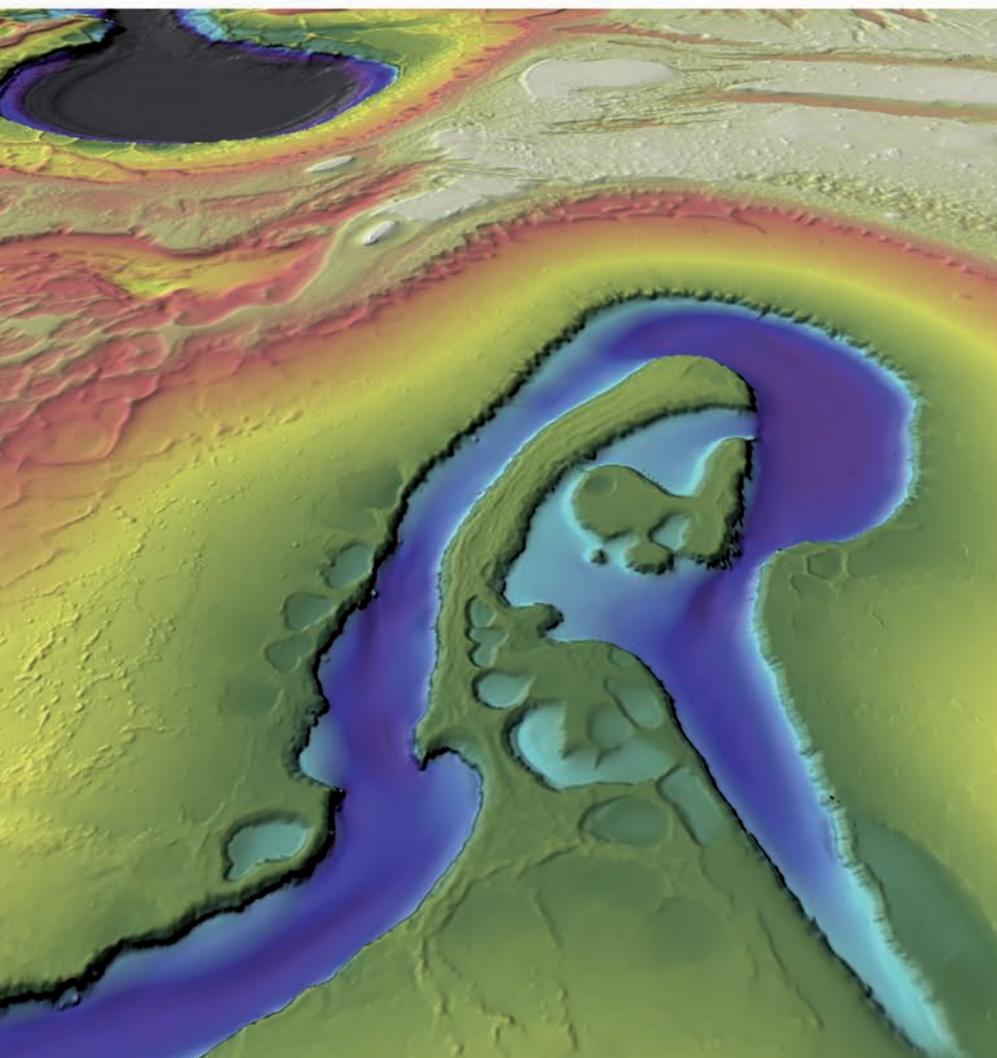
Wir haben alles auf 64 Bit umgestellt, das sieht man zunächst nicht, aber dadurch ist alles viel schneller geworden und wir können größere Datenmen-

gen laden. Die tollste sichtbare Verbesserung, die wir gebracht haben, nennen wir Autolines. Früher hat man ja Linien geplant, die man entlangfahren will. Planungsgrundlage bei Fächerloten war die Überdeckung. Solange der Boden gerade ist, ist alles prima. Doch wenn der Boden hügelig ist, oder es den Hang hoch geht, dann wird die Überdeckung immer niedriger und es entstehen Lücken in den Daten bei parallelen Linien. Dadurch ist es schwierig, eine lückenlose Vermessung hinzubekommen. Deshalb haben wir uns die Autolines-Funktion überlegt. Eigentlich planst du nur noch eine Linie, anschließend übernimmt die Software.

Während du fährst, überwacht das System die Überdeckung und generiert in Kenntnis der Wassertiefe automatisch eine neue Linie, die eine lückenlose Vermessung erlaubt. Wenn du am Ende einer Linie den Befehl stop logging gibst, dann findest du, kaum dass du das Schiff umgedreht hast, eine neue Linie vor. Diese Linie

*»Autonome Fahrzeuge, die komplett von der Software gesteuert sind, das ist der große Hype. Doch man wird immer den Hydrographen brauchen, aber der wird eher zum Datenmanager. Das Berufsbild ändert sich«*

Boris Schulze



# 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 Germany Marine GmbH  
+49 4212 239150  
info-fgmg@fugro.com  
www.fugro.com

passt nahtlos an die Überdeckung, die du vorher vorgegeben hast.

**Man weiß also vorher nicht, wie viele Linien man am Tag fahren wird.**

Das stimmt, bisher hat man seine Linienplanung gemacht, sagen wir 35 Linien, jeweils einen Kilometer lang, dann hast du noch eingegeben, mit welcher Geschwindigkeit du fährst und wie lange du für einen Turn brauchst, anschließend hat die Software dir gesagt, wie lange du an dem Tag draußen sein wirst. Das geht so nicht mehr. Aber dafür hast du heute eine lückenlose Vermessung und du brauchst dich nicht mehr um einen Linienplan kümmern. Ich halte das für eine echte Verbesserung, gerade für Leute, die alleine vermessen, die gleichzeitig das Schiff steuern und aufzeichnen. Und autonome Fahrzeuge sind auf diese Funktion auch angewiesen.

**Wie viele Anfragen beim Support gibt es?**

Das schwankt sehr stark. Ich schätze mal, wir haben so 50 bis 100 Support-Anfragen am Tag.

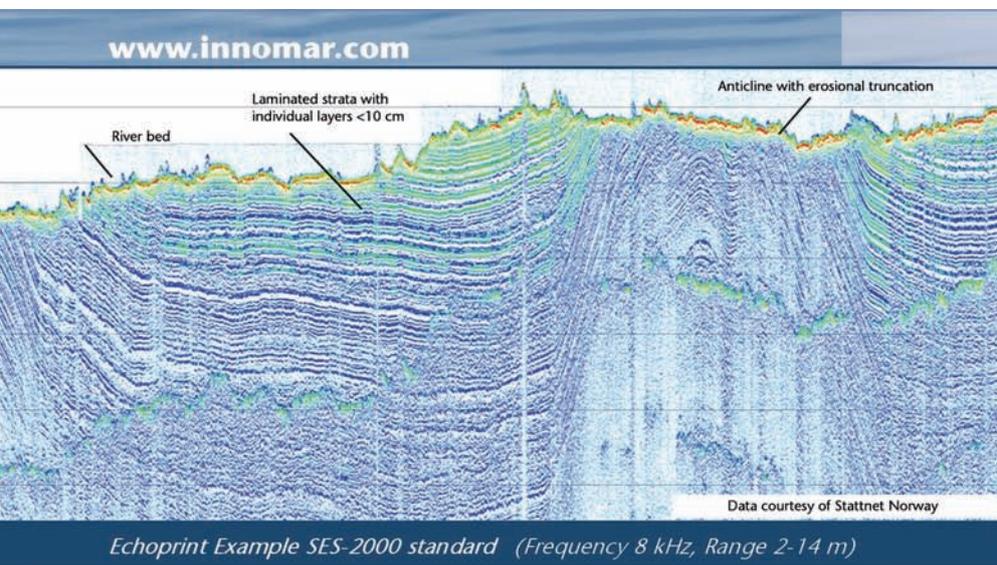
**Steigt die Zahl der Nachfragen nach einem Update?**

Das hängt eher von der Saison ab, im Sommer gibt es mehr Fragen als im Winter. Natürlich gibt es ein paar mehr Fragen nach einem Update. Wobei viele

Leute nicht gleich die neue Version installieren, das ist bei uns nicht so wie beim iPhone. Viele warten erst einmal ab und tasten sich an neue Funktionen heran. Eine neue Software-Version mit den neuen Funktionen muss auch erlernt werden, das will man natürlich nicht während einer Vermessung machen. Man muss also auch die Zeit haben, sich das in Ruhe anzuschauen. Viele Kunden lassen parallel die alte und die neue Version auf ihren Rechnern laufen.

**Lassen sich die meisten Fragen denn innerhalb von ein paar Minuten beantworten?**

Es gibt Fragen, die sind ganz einfach zu beantworten. Manchmal finden die Leute aber auch einen Bug. Ganz oft haben wir Treiberanfragen, die Leute wollen irgendwelches Equipment anschließen und erkundigen sich, wie das geht. Ein großer Teil der Probleme, die an uns herangetragen werden, hat übrigens gar nichts mit uns zu tun. Wir bekommen bestimmt jeden Tag fünf Anfragen zur Zeitsynchronisierung in Windows. Oder wenn das Multibeam nicht funktioniert – erst einmal heißt es dann direkt: Hypack geht nicht. Wir sind halt das Front-End, in der Software sieht man die Daten. Und wenn die Daten unschön aussehen, verdächtig man zuerst die Software.



## 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



Wir müssen dann erläutern, dass womöglich ein paar Einstellungen am Fächerlot korrigiert werden müssen oder gar die Offsets neu gemessen werden sollten.

**Läuft die Software nur unter Windows?**

Bisher läuft sie nur auf Windows-Rechnern. Da aber viele autonome Fahrzeuge auf Linux laufen, sind wir gerade dabei, den Kernel neu zu schreiben. Für den Mac werden wir die Software nicht rausbringen. Das Mac-Betriebssystem ist einfach nicht geeignet, Echtzeit-Daten zu empfangen. Das ist alles zu undurchsichtig und an die Schnittstellen ranzukommen ist schwierig. Das ist bei Windows schon einfacher. Linux aber ist wirklich echtzeitfähig. Das Timing wird ja immer kritischer, weil die Datenraten mittlerweile so hoch sind.

**Seit gut einem Jahr bist du Mitglied im Vorstand der DHyG und damit verantwortlich für die Arbeitskreise. Du selbst engagierst dich im Arbeitskreis, der die Hydrographentage organisiert. Was möchtest du in der nächsten Zeit bewirken?**

Die Hydrographentage haben in den letzten Jahren einen wirklich sehr starken Zulauf erlebt. Diese jährliche Veranstaltung ist ein ganz wichtiges Netzwerk-Event geworden. Die Hydrographentage müssen einfach attraktiv sein, das muss wie Weihnachten sein. Mir ist wichtig, dass es weiterhin gelingt, die Veranstaltung attraktiv zu gestalten. Wenn es geht, sogar noch attraktiver zu machen.

**Lässt sich mehr Attraktivität über den Veranstaltungsort erreichen?**

Genau, über den Ort locken wir die Leute an. Das Programm ist schon jetzt super, wir haben regelmäßig hochklassige Vorträge. Das ist nie langweilig. Man trifft immer interessante Leute. Es gibt genug Zeit, sich zu unterhalten. Es gibt eine wahnsinnig gute Abendveranstaltung. Diesen Standard beizubehalten oder sogar noch zu optimieren, darin sehe ich die Hauptaufgabe des Arbeitskreises.

**Und die anderen Arbeitskreise?**

Ich habe das Gefühl, Arbeitskreise sterben allmählich aus. Den Leuten fehlt einfach die Zeit für eine Mitarbeit in den Arbeitskreisen. Der neu gegründete Arbeitskreis »Autonome Systeme« läuft nur sehr schleppend an. Obwohl das Thema sicherlich ganz interessant wäre. Vielleicht fehlt aber auch einfach eine konkrete Aufgabenstellung. Es bringt nichts, einen Arbeitskreis ins Leben zu rufen, nur um ihn zu haben. Das Ganze muss schon einen Sinn und Zweck haben. Vielleicht sollten wir die Funktion eines Arbeitskreises mal neu definieren, ein konkretes Ziel vorgeben. Zum Beispiel bei einer Veranstaltung einen interessanten Vortrag halten oder einen fundierten Artikel schreiben.

**Stimmt, die beiden erfolgreichen Arbeitskreise – Hydrographentag und Hydrographische Nachrichten – haben beide ein ganz klares Ziel.**

Genau, so ein klar definiertes Ziel brauchen wir auch für die anderen Arbeitskreise.

**Was machen wir mit dem »DHyG-Anerkannten Hydrographen«? Da kann man doch nicht das Ziel vorgeben, im nächsten Jahr drei Anerkennungsverfahren durchzuführen.**

Verrückt, eigentlich war das eine gute Idee. Ich habe bis heute nicht verstanden, warum die Leute das Siegel nicht annehmen. Offenbar sehen sie für ihre Berufswirklichkeit keinerlei Nutzen darin. In anderen Ländern gibt es Anreize, da bekommt man Punkte für lebenslanges Lernen. Doch solange wir damit niemanden locken können, müssen wir gut überlegen, ob wir das mit dem »DHyG-Anerkannten Hydrographen« nicht einfach bleiben lassen.

**Es gibt ja Bestrebungen, gemeinsam mit der IFHS, der International Federation of Hydrographic Societies, an einer persönlichen Zertifizierung zu arbeiten.**

Darin liegt eine Chance. Wenn das Zertifikat international gültig ist, haben sicherlich mehr Leute Interesse. Ich bin gespannt, wie das in der Praxis aussehen könnte, ob es vielleicht einen Online-Test gibt. Das sollte man vorab allerdings gut planen und abstimmen, bevor da jemand eine Menge Energie reinsteckt.

**Was sagst du zur IFHS?**

Schwierige Geschichte. Mein Eindruck ist: Die Strukturen der IFHS sind renovierungsbedürftig. Es muss schon etwas attraktiver werden, da Mitglied zu sein. Nur den Mitgliedsbeitrag zu bezahlen kann nicht Zweck der Geschichte sein. Am Ende geht es doch um ein Netzwerk, von dem alle profitieren.

**Reicht da als Netzwerk-Event nicht die jährlich stattfindende HYDRO-Veranstaltung, die doch weithin anerkannt ist?**

Schon, aber auch da muss sich was ändern. Ich denke, die IFHS sollte die Ausrichtung der HYDRO selbst mitgestalten, sie sollte die Organisation in der Hand haben oder zumindest tatkräftig unterstützen. Bislang sind das im Grunde Veranstaltungen der nationalen Verbände, die sich mit dem HYDRO-Namen schmücken dürfen. Nicht die IFHS unterstützt die nationalen Verbände, vielmehr helfen die nationalen Gesellschaften der IFHS. Das kann so nicht bleiben.

**Was würdest du gern besser können?**

Ich würde gerne programmieren können, wenigstens eine Programmiersprache beherrschen. Muss ja nicht gleich perfekt sein. Es wäre schon cool, zu verstehen, wie Programmierer denken, zu ahnen, wie die ein Problem lösen.

**Was weißt du, ohne es beweisen zu können?**

Optimistische Antwort: Dass jeden Morgen die Sonne aufgeht. //

*»Die Hydrographentage sind ein ganz wichtiges Netzwerk-Event geworden. Wir müssen die Veranstaltung attraktiv halten, das muss wie Weihnachten sein«*

Boris Schulze

Jetzt bewerben!

## DHyG Student Excellence Award 2020

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

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

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

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

Weitere Informationen unter:  
**dhyg.de**



# Autonomie und Hydrographie – Quo vadis?

## Eindrücke von Veranstaltungen

Ein Bericht von PETER DUGGE

In der zweiten Jahreshälfte haben einige Veranstaltungen stattgefunden, deren Besuch für Hydrographen interessant gewesen wäre, weil sie die autonome Schifffahrt behandelten und – mal explizit, mal eher implizit – ihre Bedeutung für die Hydrographie thematisierten.

Herbstzeit ist Messe- und Kongresszeit, und so fand wieder eine Reihe von Veranstaltungen statt, die für die Leser unserer Zeitschrift zwar von Bedeutung sind, aber von ihnen zum größten Teil nicht besucht worden sein dürften.

Einen roten Faden bildeten dabei die autonome Schifffahrt und ihre Bedeutung für die Hydrographie. Wie bereits in einer früheren Ausgabe an dieser Stelle berichtet (HN 110), besteht zwischen beiden eine interessante Wechselwirkung:

Einerseits kommen autonome Wasserfahrzeuge in vielfältiger Form als Messplattformen für die Hydrographie zum Einsatz. Dabei handelt es sich bisher meist um relativ kleine Fahrzeuge, die (mehr oder weniger) autonom über- oder unter Wasser für Bathymetrie-, Such- und Inspektionsaufgaben verwendet werden – auf dem Hydrographentag 2018 in Lindau und im letzten Heft (HN 113) wurde dazu umfangreich berichtet.

Andererseits hat der zunehmende Trend zur Automatisierung der Schifffahrt bis hin zur Hochautomatisierung einen Einfluss auf die hydrographischen Produkte, die an Bord und an Land für die Planung und Durchführung von Fahrten mit autonomen Fahrzeugen benötigt werden. So müssen z.B. Systeme, die automatisch Ausweichmanöver mit kreuzendem Verkehr durchführen sollen, Zugriff auf eine maschinenverständliche hydrographische Datenbasis haben, um ein Auflaufen auf Untiefen oder eine Kollision mit festen Einrichtungen zu vermeiden.

### Autonomous Ship Technology Symposium

Den Auftakt des roten Fadens bildete bereits im Sommer das »Autonomous Ship Technology Symposium«, das vom 25. bis zum 27. Juni 2019 in Amsterdam stattfand. Das Symposium ist turnusmäßig in die sehr viel größere Veranstaltung »Electric & Hybrid Marine Technology International« eingebunden.

Besonders beeindruckend war die Vorstellung der realisierten und geplanten Projekte mit Fähren und Frachtschiffen in Fjorden und Häfen und auf Binnenwasserstraßen in Norwegen, Finnland, den Niederlanden, Belgien, Großbritannien und den

USA. Es trugen Vertreter von Behörden, Systemanbietern und Versicherungen vor.

Ziel war in den meisten Fällen die Realisierung von automatisierten bis autonomen Transportprozessen, die zum Teil von Land ferngesteuert oder überwacht werden. Es kamen aber auch Lösungen für Sonderaufgaben, wie z. B. im Verbund arbeitende Schlepper für Bugsier- oder Feuerlöscharbeiten, zur Sprache.

Bei der zugehörigen kleinen Ausstellung waren unter anderem europäische und US-amerikanische Firmen mit »klassischen« Navigationsensoren (GNSS, Inertialsysteme) und Sensoren, die typisch für autonome Fahrzeuge sind (LiDAR), vertreten.

### DGON-Schifffahrtstag

Der rote Faden setzte sich am 12. September 2019 mit dem DGON-Schifffahrtstag in Hamburg fort. Er fand an der TU Hamburg statt und war sowohl vom Auditorium als auch von den Vortragenden her »klein, aber fein« besetzt: BMVI, BSH, DLR, TUHH und andere waren auf Abteilungsleiterebene vertreten.

Es wurde aus den DGON-Arbeitsgruppen »Maritime Cybersicherheit« und »Autonome Maritime Systeme« (AMS) sowie zu weltweiten Entwicklungen im Bereich der autonomen Schifffahrt vorgelesen. Dabei wurde auf das Positionspapier der DGON-Arbeitsgruppe für AMS ebenso hingewiesen wie auf die Gründung einer Arbeitsgruppe der Gesellschaft für Maritime Technik (GMT) für Autonome Unter-Wasser-Systeme und einer Arbeitsgruppe der DHyG für »Hydrographische Informationssysteme für MASS« (Maritime Autonomous Surface Ships).

Es entstand eine teils sehr engagiert geführte Diskussion, bei der deutlich wurde, dass eine Automatisierung im Schiffsverkehr bereits seit Jahrzehnten stattfindet und die Abgrenzung zwischen automatisierten, hochautomatisierten und autonomen Systemen schwierig ist.

Abschließend wurde für die Einrichtung eines nationalen deutschen Testbeds für die autonome Schifffahrt geworben, um die zahlreichen diesbezüglichen deutschen Einzelaktivitäten bündeln zu

HN-Redakteur Peter Dugge war vor Ort und schildert im Nachhinein seine Eindrücke.

#### Autor

Dipl.-Ing. Peter Dugge ist bei der Atlas Elektronik GmbH in Bremen beschäftigt.

[peter.dugge@atlas-elektronik.com](mailto:peter.dugge@atlas-elektronik.com)

können und ihre internationale Sichtbarkeit durch ein Leuchtturmprojekt zu steigern.

### Intergeo

Etwas erstaunlich mag auf den ersten Blick scheinen, wie sich die Intergeo, die vom 17. bis zum 19. September 2019 in Stuttgart zu Gast war, in den roten Faden von Veranstaltungen zur Automatisierung des Schiffsverkehrs und ihre Bedeutung für die Hydrographie einfügt.

Nun, erstens ist die Intergeo eine Veranstaltung von Vermessern für Vermesser, und dazu gehören auch die Hydrographen – dies zeigte sich auch an der Präsenz der DHyG auf dem Verbändepark.

Zweitens werden viele auch für den Berufsalltag des Hydrographen wichtige Aspekte durch den sehr viel größeren Markt der Landvermessung beeinflusst – dazu gehören z. B. Positionsbestimmungssensoren ebenso wie Standards für den Austausch und die Verarbeitung von geografischen Daten.

Und schließlich, drittens, ist die Automatisierung des Verkehrs an Land in vielen Bereichen bereits sehr viel weiter fortgeschritten als für den Verkehr auf dem Wasser, was Potenzial zur Synergiegewinnung birgt.

Tatsächlich war die Hydrographie sowohl auf der Ausstellung als auch bei den Vorträgen mit mehreren konkreten Beiträgen vertreten. Als Beispiele seien genannt:

- ein autonomes Unter-Wasser-Fahrzeug eines österreichischen Herstellers mit Objekt-relativer Navigation zur Inspektion von Staumauern, Schiffen und Spundwänden,
- Vorträge zur Automatisierung der Binnenschifffahrt und zur hochgenauen Positionsbestimmung des VWFS *Deneb* des BSH.

Über die Automatisierung des Verkehrs an Land referierten unter anderem zwei Vertreter der deutschen Automobilindustrie. Es wurden verschiedene Stufen der Automatisierung vorgestellt: von der Einparkhilfe bis zur autonomen Fahrt über die Autobahn oder durch die Stadt. Außerdem wurde über das zugehörige Umfeld mit Zulassungsverfahren in den USA und in Europa gesprochen, über die Sensorik (Radar, Ultraschall, passive Optik, LiDAR), die Kommunikation, den Einsatz der Künstlichen Intelligenz und die erforderlichen Geodaten.

Geodaten waren auch der Inhalt eines Vortrages des DLR zur Entwicklung und zum Einsatz von hochgenauen Karten. Es wurde berichtet, dass sie im Rahmen von Zulassungsverfahren für die Simulation von Verkehrssituationen verwendet werden.

In der nachfolgenden Diskussion zur Frage »Karten im autonomen Fahrzeug – wozu? Es gibt doch Sensoren ...« stellte sich heraus, dass für den automatisierten Verkehr Geodatenprodukte zwei Zwecken dienen:

- der interaktiven Planung einer Fahrt,
- der Durchführung einer Fahrt.

Für beide Zwecke müssen die Karten bzw. Geodatenprodukte nicht hochgenau sein.

Für die Planung reicht es im Wesentlichen aus, dass die Verkehrswege und -ziele als solche erhalten sind – wichtiger als ihre geometrische Genauigkeit ist ihre Routing-Fähigkeit.

Für die Durchführung einer Fahrt werden Geodatenprodukte verwendet für:

- die Routenführung,
- die Unterstützung der Positionsbestimmung,
- die »Erkennung« von Hindernissen, Kreisverkehren, Kreuzungen und ähnlichen Objekten bereits in 300 Metern Entfernung und nicht erst in 200 Metern, wie das bei den unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten einsetzbaren Sensoren der Fall ist.

Diese Fähigkeit ist wichtig für den »Fahrkomfort«, da es ansonsten zu abrupteren Manövern des Fahrzeugs käme.

Auch für diese Zwecke sind hochgenaue Karten nicht erforderlich – das »Nahfeld« mit seinen Schlaglöchern und Abständen vom Straßenrand wird von Sensoren erfasst und an Bord vom Führungssystem interpretiert.

### MarSat-Workshop

Den Auftakt zur abschließenden Veranstaltungswoche des roten Fadens bildete der MarSat-Workshop am 24. September 2019 in Hamburg. Die Nachmittagsveranstaltung schloss eine Reihe von Workshops des durch das BMWi geförderten Projektes »MarSat« zur Nutzung von satellitengestützten Fernerkundungsdiensten für die maritime Wirtschaft ab (siehe HN 110).

Vor kleinem, internationalem Auditorium trugen Projektmitglieder vor und boten die Möglichkeit zur Ideensammlung für die weitere maritime Nutzung dieser Technologie.

In der anschließenden Diskussion wurde deutlich, dass aufgrund der wachsenden Zahl von Erdbeobachtungssatelliten diese Technologie für den automatisierten Schiffsverkehr die Möglichkeit zur immer häufigeren schnellen Aufklärung in nahezu Echtzeit (near real-time, NRT) von Seegebieten hinsichtlich ihrer Geografie und anderer Schiffsverkehre bietet, genauso wie zur zeitnahen Aktualisierung von Seekarten.

Fazit des Workshops war, dass das Förderprojekt zwar eine gute Gelegenheit geboten hat, verschiedene »Showcases« für die maritime Satelliten-Fernerkundung zu formulieren und der interessierten Öffentlichkeit nahezubringen, dass aber der eigentliche Reiz darin bestünde, die bereits auf breiter Basis bestehende kommerzielle Nutzung dieses Verfahrens voranzutreiben.

### World ECDIS Day

Schließlich fand am 25. September 2019, ebenfalls in Hamburg, der »World ECDIS Day« statt. Hierbei handelte es sich um eine wiederkehrende Industrieveranstaltung, die vor allem von vielen Reedereien als Nutzern von ECDIS und den damit verbundenen Dienstleistungen besucht wird.

Der Vormittag war bestimmt von einem Beitrag

der NOAA zum Stand der Entwicklung von S-100 und von mehreren parallelen Workshops, wobei sich der vom UKHO durchgeführte Workshop zur Digitalen Dateninfrastruktur im Wesentlichen auf eine im Auditorium durchgeführte Nutzerbefragung hinsichtlich der Erwartungen an die künftige digitale Form der Sailing Directions des UKHO konzentrierte.

Am Nachmittag wurden in dichter Folge Vorträge geboten zu künftigen und aktuellen automatisierten Schiffsverkehren sowie zu Seeunfällen, die durch die nicht sachgerechte Nutzung von ECDIS erfolgten. Ferner wurden beeindruckende Live-Schaltungen zu Ship Support Centres unter anderem auf Zypern sowie eine Podiumsdiskussion mit den Vortragenden durchgeführt.

Den Abschluss der Veranstaltung bildete am Abend ein Vortrag des Generalsekretärs des IHO, Dr. Mathias Jonas, zur Bereitstellung von Echolotdaten durch die kommerzielle Schifffahrt als Beitrag zur General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) sowie eine Preisverleihung für besondere Verdienste beim Einsatz von ECDIS.

Für die zunehmende Automatisierung des Schiffsverkehrs ergaben sich aus dem World ECDIS Day zwei Erkenntnisse:

- Es gibt an Land bereits zahlreiche Zentralen zur Online-Überwachung, -Führung und -Unterstützung des Seeverkehrs. Die bereitgestellten Dienste umfassen z. B. das Weather Routing, die Überwachung der Ladung, die Analyse von Ma-

schinendaten und die Unterstützung des Port Handlings. Offen ist, welche Richtung die Verteilung der Aufgaben zwischen der Bord- und der Landseite bei der weiteren Automatisierung des Schiffsverkehrs nehmen wird.

- Der Einsatz von Geodatenprodukten an Bord von automatisierten Fahrzeugen scheint zumindest für den Seeverkehr noch am Anfang zu stehen.

Das Hauptaugenmerk bei der Automatisierung an Bord konzentriert sich zur Zeit offenbar noch auf das sensorgestützte Erkennen anderer Fahrzeuge und Objekte und auf daraus abgeleitete regelgerechte Ausweichmanöver statt auf die Auswertung von Geodatenprodukten.

Es gibt allerdings bereits Hinweise, dass noch erhebliche Anstrengungen sowohl hinsichtlich der Datenqualität als auch der Datenstrukturen nötig sind, um marine Geodatenprodukte für die hochautomatisierte Schifffahrt »bordtauglich« zu machen. Immerhin: Erste Automatisierungsanwendungen greifen auf bestehende Produkte (ENC) zu und es dürfte nur eine Frage der Zeit sein, dass dadurch ein echter Treiber zu ihrer Weiterentwicklung entsteht. Damit bietet die Automatisierung der Schiffsverkehre dem Hydrographen bei der Vermessung ebenso wie bei der Bereitstellung von bordgerechten Geodatenprodukten neue Herausforderungen und Chancen – wenn ihm nicht Angehörige anderer Fachdisziplinen zuvorkommen. //

# Tagen und arbeiten, wo andere Urlaub machen:

## Hydrographentag 2020 in Damp

16. bis 18. Juni • Vorträge und Fachausstellung

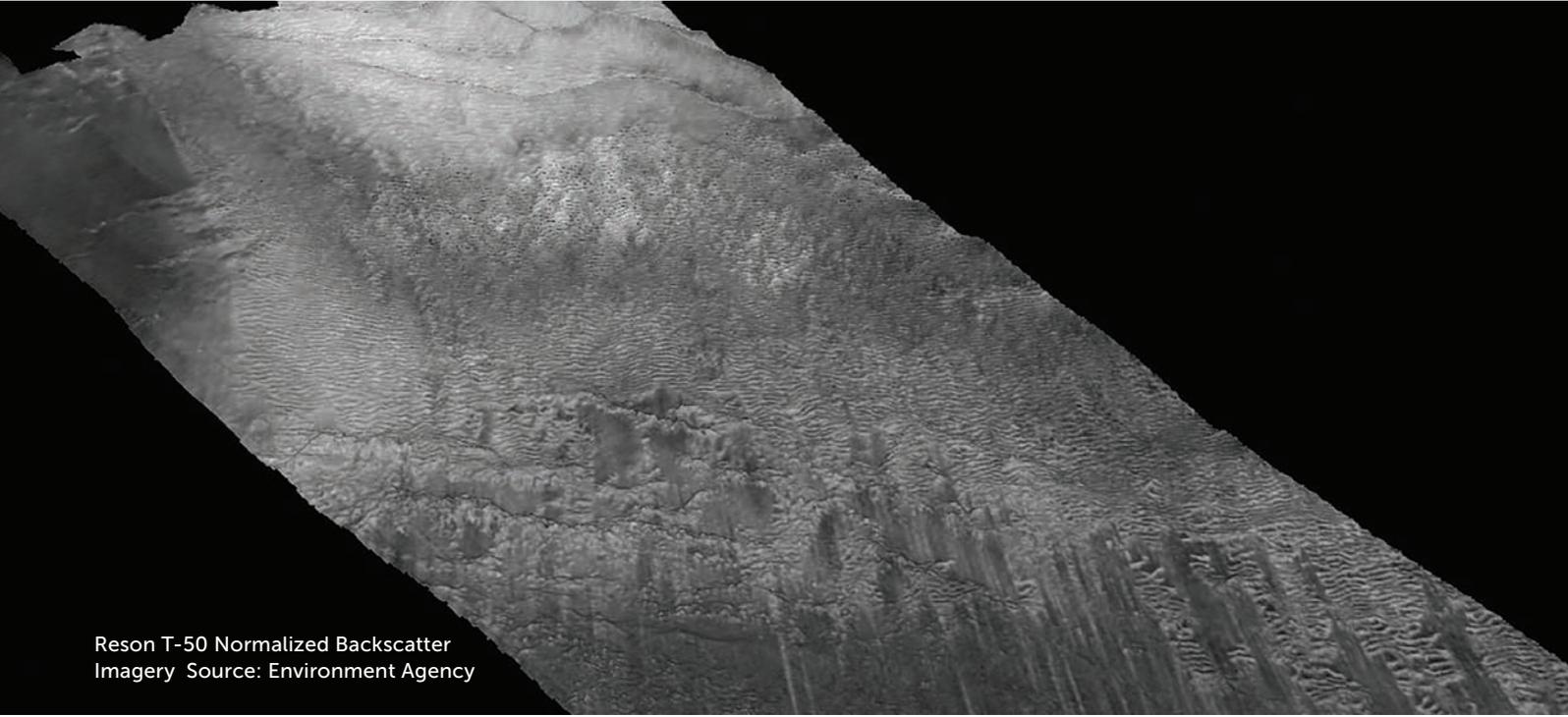
Call for Papers

Weitere Informationen unter:

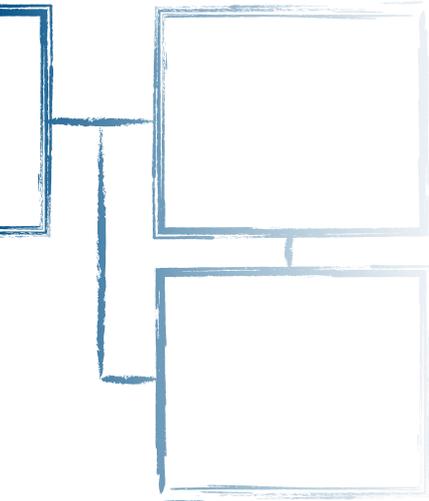
**dhyg.de**



# AUTOMATION FOR BACKSCATTER PROCESSING



Reson T-50 Normalized Backscatter  
Imagery Source: Environment Agency



## CARIS HIPS and SIPS has your backscatter covered

The focus of most multibeam surveys is collecting quality depth information, but why should that lead to hours of adjusting data to end up with quality backscatter products? At CARIS we are taking the stress out of backscatter by providing industry leading automated backscatter corrections and mosaicing techniques.



Get more CARIS HIPS and SIPS details  
[www.teledynecaris.com/hips-and-sips](http://www.teledynecaris.com/hips-and-sips)



**TELEDYNE CARIS**  
Everywhereyoulook™

Part of the Teledyne Imaging Group

# Vermessung und Ortung mit Satelliten

## Ein kritischer Blick in Manfred Bauers Standardwerk

Eine Rezension von CHRISTIAN ROST

Manfred Bauers Lehrbuch *Vermessung und Ortung mit Satelliten* ist 2018 in der mittlerweile siebten Auflage erschienen. Der Autor lehrte bis 2006 als Professor an der HAW Hamburg. Nun hat er mit 77 Jahren im Ruhestand an der Neuauflage geschrieben. Eine »einigermaßen sinnvolle Freizeitgestaltung«, wie er die Arbeit selbst einmal nannte (HN 109, S. 34). Dabei hat er das Werk abermals überarbeitet und beträchtlich erweitert. Wie ihm das gelungen ist, können die Leser seit gut einem Jahr beurteilen.

### Intro

In meinem Posteingang finde ich eine E-Mail vom Leiter des Sachgebiets »Geodätisch-hydrographische Verfahren und Systeme« am Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (Patrick Westfeld, Mitglied der HN-Redaktion; *Anm. d. Red.*). Er fragt, ob ich bereit sei, die neueste Ausgabe von Manfred Bauers Standardwerk *Vermessung und Ortung mit Satelliten* für die *Hydrographischen Nachrichten* zu rezensieren. Es handelt sich bereits um die siebte Auflage. In meinem Regal steht noch die fünfte Auflage von 2003. 15 Jahre liegen zwischen dem Erscheinen der beiden Auflagen. Ich sage zu, das Buch zu besprechen, da ich wissen will, wie der Autor dem technischen Fortschritt bzw. Wandel – neue Systembetreiber, neue Messmethoden und neue Auswertekonzepte – Rechnung trägt.

Ein paar Wochen später erhalte ich die Bücher-sendung vom Verlag. Sofort erkenne ich, dass das neue Werk umfangreicher ist als die vorangegangenen Auflagen. Der Blick ins Inhaltsverzeichnis bestätigt den Eindruck: 566 Seiten dick ist das neue Buch; mein altes Exemplar hat nur 392 Seiten. Ich habe einiges zu lesen vor mir.

### Zielgruppe

Bereits nach Lektüre der ersten Kapitel frage ich mich: Wer soll mit diesem Fachbuch eigentlich angesprochen werden – interessierte Laien, Studenten, Geodäten in Vermessungsbüros? Diese Frage werde ich auch später, wenn ich das Buch vollständig durchgearbeitet habe, nicht ohne weiteres beantworten können. Der Detailgrad sowie der Umfang der einzelnen Kapitel ist sehr heterogen. Beim Lesen des Buches entsteht der Eindruck, der Autor möchte alle genannten Gruppen erreichen. Das führt mitunter zur Überforderung der Lesenden, manchmal aber auch zur Unterforderung.

### Kapitel eins: Gute Illustrationen

In Kapitel eins, der Einführung mit 54 Seiten, beschreibt der Autor zunächst die Prinzipien der klassischen Vermessung und liefert Begriffsdefinitio-

nen. Danach folgt ein Überblick zur Erdmessung mit Satelliten und zu Referenzsystemen der Geodäsie. Abgeschlossen wird das Kapitel mit einer Einführung in die Grundprinzipien moderner Ortung mit globalen Navigationssatellitensystemen (GNSS). Die vielen Illustrationen und Abbildungen fördern das Verständnis.

### Kapitel zwei: Luftfahrt, aber was ist mit der Schifffahrt?

Im zweiten Kapitel, dem mit 128 Seiten umfangreichsten, werden die theoretischen Grundlagen besprochen. Zu Beginn werden Satellitenbahnen, Koordinatensysteme und -transformationen sowie Zeitsysteme behandelt. Anschließend widmet sich der Autor den Grundlagen der elektromagnetischen Wellen, bevor er ausführlich die elektromagnetischen Signale der globalen Navigationssatellitensysteme beschreibt. Grafiken und Tabellen machen diesen langen, trockenen Abschnitt für die Leserschaft etwas »verdaulicher«.

Abgeschlossen wird das zweite Kapitel mit eigenen Abschnitten zu Genauigkeitsmaßen und Anforderungen an Navigationssysteme. Im Abschnitt über Genauigkeitsmaße vergibt der Autor allerdings die Möglichkeit, eine umfassende Definition von Genauigkeit zu liefern. Speziell der Abschnitt zu eindimensionalen Genauigkeitsmaßen weist meines Erachtens Unzulänglichkeiten auf (Standardabweichung vs. Root Mean Square). Diese Abgrenzung wäre jedoch wichtig hinsichtlich des Vergleichs verschiedener Verfahren und Systeme.

Die Anforderungen an Navigationssysteme – Genauigkeit, Verfügbarkeit, Einsatzverfügbarkeit und Integrität – werden am Beispiel der Luftfahrt veranschaulicht. Hier hätte ich mir den Vergleich mit anderen Branchen gewünscht, wie zum Beispiel der Schifffahrt. Dies würde aufzeigen, welche unterschiedlichen Anforderungen die verschiedenen Branchen haben. Eine derartige Gegenüberstellung wäre für das Verständnis durchaus sinnvoll.

Wir haben einen ausgewiesenen Fachmann um seine Einschätzung gebeten.

### Autor

Dr. Christian Rost ist Senior Advisor für Satellitennavigation an der Norwegian Space Agency in Oslo.

christian.rost@spaceagency.no



Manfred Bauer:  
**Vermessung und Ortung mit Satelliten** – 7. Auflage;  
Wichmann, 2018, 566 S., 66 €

### Kapitel drei: PPP für Hydrographen

Im dritten Kapitel widmet sich der Autor auf 67 Seiten der Arbeitsweise und der Systemcharakteristik eines globalen Navigationssatellitensystems. Dies geschieht auf einem übergeordneten Niveau, da es derzeit mehrere Systeme gibt, die nach ähnlichen Prinzipien funktionieren. Es werden zudem die verschiedenen Messgrößen der GNSS und auch deren Modellierung beschrieben.

Daran schließt sich eine Einführung in die präzise Positionsbestimmung mittels GNSS an. Hier geht der Autor insbesondere auf relative und absolute Verfahren zur Positionsbestimmung ein. Speziell das Precise Point Positioning (PPP) ist für hydrographische Anwendungen auf hoher See interessant. PPP ist eine Alternative, falls keine Referenzstationen (zum Beispiel SAPOS) genutzt werden können.

Abgeschlossen wird das Kapitel mit einem Abschnitt zur Genauigkeit der Pseudostreckenmessung und zur Genauigkeit der Auswertung der Trägerphasen. An dieser Stelle der Lektüre frage ich mich, warum es in verschiedenen Kapiteln wiederholt Abschnitte zur Genauigkeit gibt. Hier ist für zukünftige Auflagen eine Harmonisierung wünschenswert.

### Kapitel vier: Neue Störungen

Wohl um den in letzter Zeit verstärkt in den Medien auftauchenden Berichten über Störungen von GNSS gerecht zu werden, wurde dem Buch mit »Die Verwundbarkeit der GNSS-Signale« ein eigenes Kapitel gewidmet, das einen Umfang von 27 Seiten hat. Die Anzahl der Anwendungen und Dienste, die GNSS verwenden, nimmt ständig zu. Das Versagen von GNSS, beispielsweise aufgrund von Funkstörungen – absichtlich oder unbeabsichtigt – kann schwerwiegende Folgen für die Gesellschaft und/oder den einzelnen Nutzer haben. Das Kapitel beginnt mit der Beschreibung der verschiedenen Arten von Störungen. Abschließend werden Strategien und Möglichkeiten aufgezeigt, wie Störungen verhindert werden können oder wie zumindest deren Auswirkungen verringert werden können.

Man merkt dem Kapitel an, dass es neu ins Buch aufgenommen wurde. Es wirkt noch unausgereift. Zudem werden zu Beginn ungewohnte handwerkliche Schwächen bezüglich der Quellenarbeit deutlich (da fehlt eine Quellenangabe im Literaturverzeichnis, da wurde die falsche Quelle der Sekundärliteratur übernommen).

### Kapitel fünf bis acht: GPS et al.

Die Kapitel fünf bis acht behandeln die derzeit aktiven GNSS – GPS und GLONASS – sowie die noch im Aufbau befindlichen GNSS – Galileo und BeiDou. Basierend auf dem dritten Kapitel, beschreibt der Autor die Besonderheiten bzw. die Alleinstellungsmerkmale der einzelnen Systeme.

Auffallend ist, dass der Autor der Beschreibung von GPS weit mehr Seiten widmet als den ande-

ren Systemen. Allein der Abschnitt »Modernisiertes GPS« umfasst 14 Seiten. Dass GLONASS und BeiDou nicht so detailliert beschrieben werden können, ist nachvollziehbar, weil das Militär Eigentümer ist. Warum nutzt der Autor nicht die Möglichkeit, Galileo ähnlich detailreich zu beschreiben wie GPS? Informationen sind zur Genüge vorhanden, obwohl sich Galileo noch im Pilotbetrieb befindet.

### Kapitel neun, zehn, elf: Exoten

In den Kapiteln neun und zehn werden, auf fünf bzw. zehn Seiten, das regionale indische Navigationssatellitensystem sowie globale, regionale und lokale Erweiterungssysteme beschrieben. Beide Kapitel warten nicht mit vielen Details auf. Sie dienen mehr der Abgrenzung zu den globalen Navigationssatellitensystemen. Abgerundet wird dieser Teil des Buches mit zwei Seiten zu anderen satellitengestützten Ortungssystemen.

### Kapitel zwölf und dreizehn: Praxisbezug

Die letzten beiden Kapitel des Buches widmen sich der »Vermessung mit Satelliten in der Praxis« (Kapitel zwölf, 36 Seiten) und »Ortung mit Satelliten in der Praxis« (Kapitel dreizehn, fünf Seiten). Wichtige Aspekte der Vermessung und Ortung werden übersichtsmäßig behandelt und stellen einen guten Ausgangspunkt für interessierte Leser dar. In beiden Kapiteln wird deutlich, dass Navigationssatellitensysteme omnipräsent sind und die Verfahrensabläufe vielfach effizienter geworden sind. Der Autor versäumt es nicht, deutlich zu machen, dass GNSS nicht zur Lösung aller Vermessungs- und Ortungsaufgaben genutzt werden können.

### Anhang: Weitergehende Vertiefung

Abgeschlossen wird das Buch mit zehn Anhangskapiteln (79 Seiten), einem kleinen geodätischen Glossar sowie dem Abkürzungs- und Literaturverzeichnis. Letzteres ist leider nicht vollständig. Dafür bietet speziell der Anhang zu Excel-Tabellen und -Grafiken für die interessierte Leserschaft Möglichkeiten zur Vertiefung.

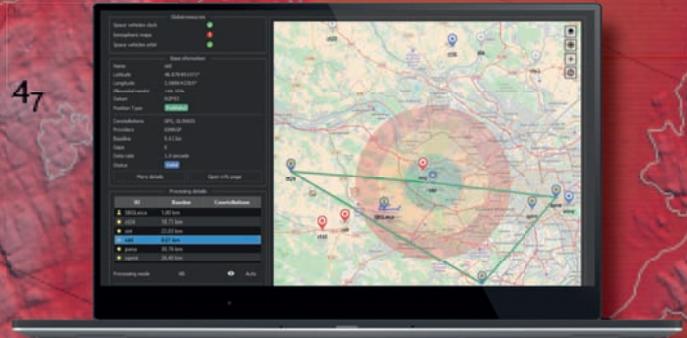
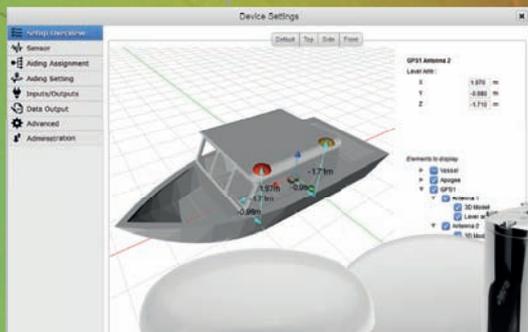
### Zum Schluss: Lob

Die siebte Auflage des Buches ist eine konsequente Weiterführung der vorhergehenden Ausgaben und zeichnet sich durch anschauliche und nun auch farbige Abbildungen aus. Für künftige Ausgaben ist eine Vereinheitlichung des Schreibstils und der Typografie wünschenswert.

Wie schon der britische Politiker Benjamin Disraeli feststellte, ist es viel einfacher, Kritik zu üben, als etwas anzuerkennen. Bei all der Kritik, die ich geäußert habe, möchte ich eines klar sagen: Manfred Bauer gelingt es seit drei Jahrzehnten, das wesentliche Wissen zu Navigationssatellitensystemen in einem Buch zu versammeln. Bei *Vermessung und Ortung mit Satelliten* handelt es sich um ein deutschsprachiges Nachschlagewerk, das seines gleichen sucht. //

# Making Hydrographers' Tasks Easier

Courtesy of CADDEN



## Navsight Marine Solution

State-of-the-art Motion  
& Navigation Solution

## Qinertia

The Next Generation INS/GNSS  
Post-processing Software

OFFICIAL DISTRIBUTOR

**MacArtney**  
UNDERWATER TECHNOLOGY

**MacArtney Germany GmbH**

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

Phone: +49 431 535500 70  
Email: [hydro@macartney.com](mailto:hydro@macartney.com)  
Web: [www.macartney.de](http://www.macartney.de)





## Präzise 3D-Positionierung mit GNSS und Polarmessverfahren

Die Leica GNSS-Instrumente empfangen und verarbeiten die Signale aller aktuellen und zukünftigen Navigationssysteme.

Höchste Präzision bei voller Automatisierung der Messabläufe garantieren die Leica Polarmesssysteme.



Leica Geosystems GmbH Vertrieb  
[www.leica-geosystems.de](http://www.leica-geosystems.de)



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems