

# HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

## Schwerpunkt Navigation

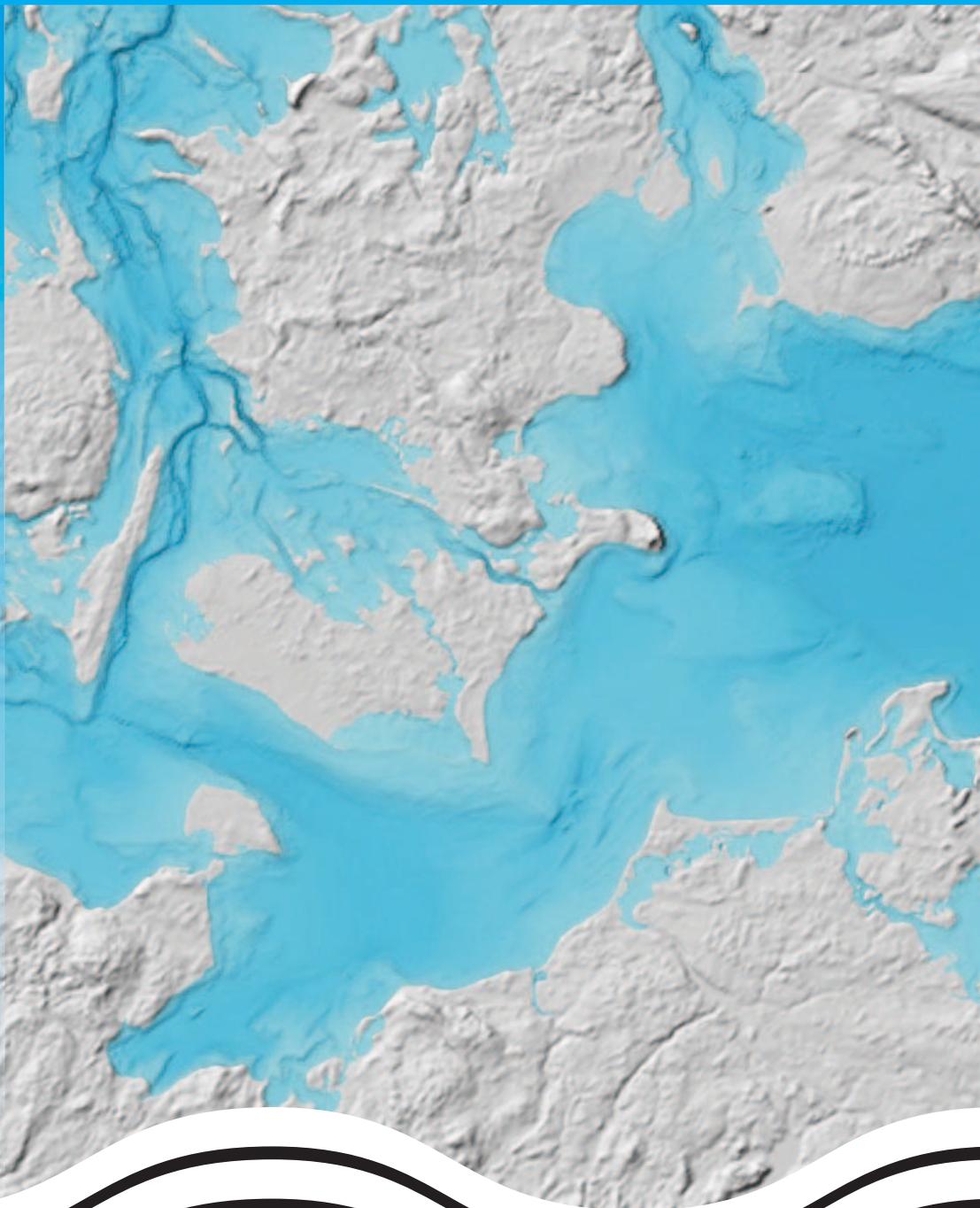
- S-100 – Auf dem Weg zum Weltmodell
- E-Navigation – ein Überblick
- E-Navigation – Integrity in the maritime traffic system
- Produktion von maßgeschneiderten elektronischen Seekarten für die deutschen Lotsen
- eLORAN – Renaissance eines Ortungsverfahrens
- Untersuchung Inertialer Navigationssysteme

## Binnengewässer

Projekt GeNeSee –  
Der Schlammkörper  
im Neusiedler See

## Wissenschaftsgespäch

»Wir waren schon überall« –  
Werner und Andres Nicola  
im Interview





## MEERESTECHNIK IN DER TIEFE

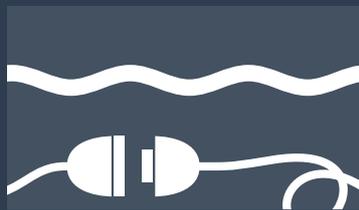
EXPLORE AND RECOVER



Unsere Website hält weitere spannende Informationen für Sie bereit.  
[www.m-b-t.com](http://www.m-b-t.com)



FIRMENPROFIL



STECKVERBINDER & KABEL



OZEANOGRAPHISCHE SYSTEME



HYDROGRAPHISCHE SYSTEME



LAUNCH & RECOVERY SYSTEME



SERVICE & SUPPORT

UNDERWATER  
TECHNOLOGY  
SEMINARS  
2014

TELEDYNE MARINE  
Energy/Watersystems

RESON - BlueView - Odom Hydrographic  
16. - 18.09.2014  
HAMBURG  
www.u-t-s.info



# Liebe Leserinnen und Leser,

bekanntlich hat sich die Hydrographie der »Sicherheit und Leichtigkeit der Schifffahrt« verschrieben. Manche Darstellung vermittelt einem sogar den Eindruck, dass der Daseinszweck der Hydrographie in der Hauptsache darin besteht, Daten für die Seekarten bereitzustellen. Der Aspekt der Navigation wird immer sehr deutlich betont.

Das machen wir in dieser *HN*-Ausgabe auch. Einen Großteil dieses Hefts widmen wir der Navigation. Aber nicht der Navigation, wie wir sie seit Jahrtausenden kennen. Nein, wir gehen einen Schritt weiter. Wir erkunden etwas Neues. Die Rede ist von »E-Navigation«.

Verknüpfen Sie schon eine konkrete Vorstellung mit diesem Wort?

In Gesprächen haben wir festgestellt, dass die meisten an ganz unterschiedliche Dinge denken, wenn ihnen der Ausdruck »E-Navigation« begegnet. Daher haben wir uns vorgenommen, den Begriff mit Inhalt zu füllen.

Gleich drei Beiträge beschäftigen sich mit E-Navigation. In einem Überblicksartikel stellt Ihnen Jan-Hendrik Oltmann von der GDWS in Kiel den Denkraum für E-Navigation vor, wie ihn die Weltschifffahrtsbehörde IMO ersonnen hat. Die Ziele klingen bedeutungsvoll, sind aber abstrakt. Irgendwie soll der Schiffsverkehr von Bord und von Land aus neu gelenkt werden. Zum Konzept gehört daher auch eine andere Art der Kommunikation – sowohl an Bord als auch mit den Stationen an Land.

Etwas konkreter werden Evelin Engler, Frank Heymann und Ralf Ziebold vom DLR in Neustrelitz. Sie beschäftigen sich mit der »Integrität« des neuen Verkehrssystems. Dabei geht es um zuverlässige Echtzeitinformationen, die direkt für die Navigation verwendet werden können. Die Integrität ist gegeben, wenn die Daten wie erwartet bereitgestellt werden – rasch genug, im richtigen Format und genau genug –, um die Navigationsaufgabe wie vorgegeben richtig, vollständig und zeitgerecht umzusetzen.

Um bei der Kommunikation und beim Datenaustausch keinen Schiffsbruch zu erleiden, ist ein Datenstandard gefragt, der den Rahmen für die Modellierung und Codierung von Geodaten vorgibt. Mit S-100 hat die IHO einen solchen Standard geschaffen. Genau darauf baut E-Navigation auf. Mathias Jonas vom BSH führt im Detail aus, wie sich S-100 – als ursprünglich hydrographisches Datenmodell! – anschießt, zum Weltmodell zu werden.

Auch viele andere Beiträge in dieser Ausgabe kreisen um das Thema Navigation. Friedhelm Moggert-Kägeler zeigt, was heute schon möglich ist. Mittlerweile sind die elektronischen Seekarten maßgeschneidert und ermöglichen eine immer präzisere Navigation auf engsten Wasserstraßen.

Wir verschließen aber auch vor den Tücken der Navigation nicht die Augen. In einer Zeit, da GPS gestört werden kann und die Schiffe unbemerkt vom Kurs abkommen könnten, macht sich Manfred Bauer Gedanken über Ersatzsysteme. Mit eLORAN könnte die Renaissance der Hyperpelortung ausgerufen werden.

Mit Navigationstücken ganz anderer Art haben wir es bei der hydrographischen Vermessung zu tun, wenn das Inertiale Navigationssystem plötzlich verrückt spielt. Stefan Benecke hat solche Systeme untersucht und erklärt, welche Produkte sich effizient bei der Vermessung einsetzen lassen.

Längst nicht alle, so sein Fazit, denn die Systeme liefern nicht in jeder Situation, was sie versprechen. Der Artikel birgt durchaus Sprengstoff. Von Integrität im Sinne von E-Navigation sind wir jedenfalls noch ein wenig entfernt.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre dieser Schwerpunktausgabe.

Ihr

Lars Schiller



Lars Schiller

## Ein neues Wort

Im Englischen schreibt man: *e-navigation*. Doch wie sollen wir das deutsche Äquivalent schreiben?

In den deutschen Sprachraum hat der Begriff bisher kaum Einzug gehalten. Daher gibt es auch keine Empfehlung, wie man das Wort schreibt. Drei Schreibweisen konkurrieren miteinander: e-Navigation, eNavigation und E-Navigation. Wir haben uns für die rechtschreibkonforme Schreibung mit großem E entschieden, in Anlehnung an andere aus dem Englischen übernommene Ausdrücke wie E-Mail, E-Learning, E-Bike. Die Schreibung überlässt Ihnen, wie Sie das Wort aussprechen wollen, ob englisch, wie in E-Book, oder deutsch, wie in E-Buch.

Schwerpunkt:

# Von der Navigation zur E-Navigation

## Forschung & Entwicklung

6 **S-100 – Auf dem Weg zum Weltmodell**

Das universelle hydrographische Datenmodell der IHO  
von *Mathias Jonas*

14 **E-Navigation – Ein Überblick**

von *Jan-Hendrik Oltmann*

20 **E-Navigation – Integrity in the maritime traffic system**

by *Evelin Engler, Frank Heymann and Ralf Ziebold*

## Berichte

24 **Produktion von maßgeschneiderten elektronischen Seekarten für die deutschen Lotsen**

von *Friedhelm Moggert-Kägeler*

26 **eLORAN – Renaissance eines Ortungsverfahrens**

Teil II – Ein Blick voraus auf eLORAN  
von *Manfred Bauer*

31 **Untersuchung Intertialer Navigationssysteme**

Positionsgenauigkeit und Effektivität im Vermessungseinsatz  
von *Stefan Benecke*

Wir können nicht  
übers Wasser gehen.

**Aber erstklassig  
damit umgehen.**

**Der Umgang mit dem  
Element Wasser braucht  
keine Wunder – sondern  
Know-how, Kreativität  
und Erfahrung.**

Innerhalb des Hülskens-Firmenverbandes ist **Hülskens Wasserbau der Experte für wasserbauliche Herausforderungen**. Mit modernster Technik und innovativen Verfahren realisieren wir selbst anspruchsvolle **Großprojekte im Wasser- und Hafenaufbau**. Zuverlässig. Termnsicher. Fachgerecht. Kein Wunder also, das Hülskens Wasserbau zu den **führenden Unternehmen der Branche** zählt.

Dükerbau • Rammarbeiten • Spundwandaarbeiten • Nassbaggerarbeiten • Hydrographie • Geschiebemanagement • Ufersanierung • Spezialtechniken

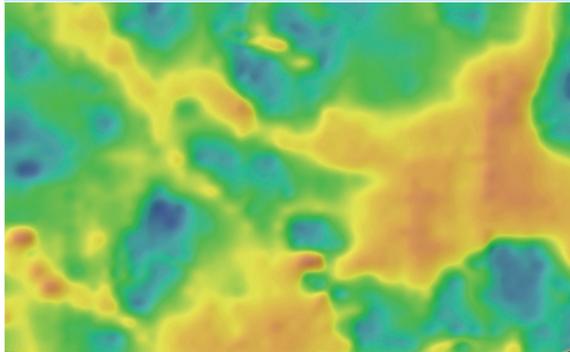


[www.huelskens-wasserbau.de](http://www.huelskens-wasserbau.de)

## Binnengewässer

### 37 Projekt GeNeSee

Mächtigkeit und Verteilung des Schlammkörpers im Neusiedler See  
 von Erwin Heine, Ilse Kogelbauer,  
 Thomas Zechmeister und Willibald Loiskandl



## Geodatenmanagement

- 42 Internetportal für bathymetrische Daten der Ostsee  
 von Thomas Dehling

## Wissenschaftsgespräch

- 44 »Wir waren schon überall«  
 Ein Wissenschaftsgespräch mit  
 Werner und Andres Nicola  
 von Lars Schiller



## DHyG intern

### 52 Hydrographie und Hanse

Auf dem 28. Hydrographentag in Lübeck wurde der *DHyG Student Excellence Award* vergeben  
 von Lutz Christiansen

## Veranstaltungen

### 54 CARIS 2014 legt Schwerpunkt auf »Blue Economy«

von Erin Roberts und Ottokarl Büchsenchutz-Nothdurft

### 55 Besuch der Oceanology International 2014

von Markéta Pokorná

## Literatur

### 56 Atlas der abgelegenen Inseln

von Lars Schiller

### 57 The IHO-IOC GEBCO Cook Book

von Hartmut Pietrek

## Nachrichten

### 58 MB-System: Entwicklertreffen in Moss Landing

von Hartmut Pietrek

### 59 HCU kooperiert mit Firmen und Instituten

von Markéta Pokorná, Vasiliki Kekridou und Babajide Maiyegun

### 62 Neues HCU-Gebäude direkt am Wasser

von Markéta Pokorná und Delf Egge

Die nächste *HN*-Ausgabe wird im Oktober/November 2014 erscheinen.  
 Redaktionsschluss: 15. September 2014  
 Anzeigenschluss: 15. September 2014

# S-100 – Auf dem Weg zum Weltmodell

## Das universelle hydrographische Datenmodell der IHO

Ein Beitrag von *Mathias Jonas*

Kaum hatte vor zehn Jahren die weltweite ENC-Produktion so richtig begonnen, wurde beschlossen, den IHO-Datentransferstandard S-57 gründlich zu modernisieren. S-100 war geboren. Heute gilt der neue IHO-Standard als modernster verfügbarer Transporter für Geodaten. Mit S-100-kompatiblen Datensätzen lassen sich nun auch hydrographische Daten problemlos in das riesige Umfeld der raumbezogenen Anwendungen einfügen. Wichtigste Neuerung ist die »Registry«, eine Art Online-Aktenschrank, die es erlaubt, äußerst flexibel

auf neue Anforderungen in puncto Struktur und Inhalt von Datensatzdefinitionen zu reagieren. Diese Funktionalität soll einen größeren interdisziplinären Nutzerkreis ansprechen – um hydrographische Daten mit z. B. ozeanographischen und meteorologischen Daten intelligenter als bisher verknüpfen zu können.

S-100 | S-57 | ENC | ECDIS | Elektronische Seekarte | E-Navigation | Datenmodell | Registry | Register  
ISO 19100 | Geospatial Information Registry | Marine Information Registry | UHDM

### 1 Elektronische Seekarten setzen sich durch

Die Männer und Frauen auf dem Gruppenfoto der Jahrestagung des IHO Committee on Hydrographic Requirements and Information Standards (CHRIS) im Sommer 2005 in Rostock schauen zuversichtlich drein. Sie sind sich der Bedeutung der soeben getroffenen Entscheidung, den IHO-Datentransferstandard S-57 in den kommenden Jahren technisch grundlegend zu erneuern, offenbar bewusst, weswegen sie beschlossen haben, ihn mit einer eingängigen Nummer als S-100 herauszugeben – als sinnfälliges Zeichen für den Änderungsumfang mit erweiterter Zweckbestimmung als universelles Datenmodell. Was zu diesem Zeitpunkt als modernisierende Fortschreibung des Standards für die digitale Seekartographie angelegt war, hat sich nun – fast ein Jahrzehnt später – zu einem aussichtsreichen Kandidaten eines universellen Datenmodells für den gesamten maritimen Bereich entwickelt.

Im Jahr 2005 war jedoch noch keineswegs ausgemacht, dass sich der Vorläuferstandard S-57 überhaupt global als Grundlage für alle digitalen amtlichen Seekarten – die ENCs – durchsetzen würde. Sowohl die Hydrographischen Dienste als auch die Hersteller von Navigationssystemen und letztlich auch die Nutzer hatten mit erheblichen Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Überführung der Produktionsverfahren für Geodaten der zuständigen Hydrographischen Dienste von der analogen in die digitale Welt verlief schleppend; die nur selten angebotene Produktionssoftware arbeitete nicht fehlerfrei; um die Distribution und um die Verschlüsselung der Daten war international gerade eine heftige Kontroverse entbrannt. Dementsprechend wuchs die ENC-Überdeckung weltweit nur langsam; die Daten waren qualitativ zum Teil unzureichend und zu teuer; die Endgeräte arbeiteten mitunter instabil und Rasterdaten als digitale Faksimile der Papierkarten erfreuten sich einer weit größeren Akzeptanz als die in ENCs enthaltenen Vektordaten. Die Rufe nach einer Ausrüstungspflicht der internationalen Seeschifffahrt mit einem amtlichen elektronischen Seekarten-

system – dem mit ENCs arbeitenden sogenannten ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) – waren dementsprechend verhalten. Der überwiegende Marktanteil bei der Ausstattung elektronischer Seekartensysteme lag bei den Anbietern privater Seekartendaten.

2014 zeigt sich ein verändertes Bild: Alle Industriestaaten mit schiffbaren Territorialgewässern stellen regelmäßig ENCs her; viele Schwellenländer sind inzwischen hinzugekommen und die kartographisch »weißen Flecken« beschränken sich im Wesentlichen auf die Krisenregionen wie zum Beispiel am Horn von Afrika. Die IHO konnte den Mitgliedsstaaten der Weltschifffahrtsorganisation der Vereinten Nationen (IMO) bereits im Jahr 2010 melden, dass die Überdeckung mit ENCs etwa dem Umfang des weltweit verfügbaren gedruckten Seekartenwerks entspricht und dass für den überwiegenden Anteil der weltweit verfügbaren ca. 12 000 ENCs regelmäßig Aktualisierungen bereitgestellt werden (Abb. 1). Dieser enorme Fortschritt war für die IMO letztendlich ausschlaggebend, die ECDIS-Ausrüstungspflicht für die internationale Schifffahrt einzuführen, die 2012 für neu gebaute Tanker und Fahrgastschiffe eingesetzt hat und bis 2018 alle wesentlichen Schiffsklassen der in Fahrt befindlichen Tonnage erfassen wird.

### 2 S-57: Globale Standardisierung für global agierende Nutzer

Ein wichtiger Anteil an der Schaffung einer global standardisierten Datenbasis hydrographischer Daten für die Navigation in der Seeschifffahrt gebührt dem IHO-Standard S-57, dessen Wurzeln in einem in Hamburg unter Mitwirkung des damaligen Schifffahrtsinstitutes SUSAN und des BSH durchgeführten Forschungsprojektes Anfang der neunziger Jahre liegen. Mit S-57 hat die Hydrographie damit schon früh auf GIS-Konzepte gesetzt, die erst ein Jahrzehnt später erfolgreich im Landbereich eingeführt wurden:

- Vektordaten, deren geometrische Elemente Punkte, Linien und Flächen sind,
- topologisch geschlossene Beschreibung von Flächen,

#### Autor

Dr. Mathias Jonas ist Vizepräsident des BSH und National Hydrographer. Außerdem ist er Vorsitzender des IHO-Standardisierungskomitees HSSC.

#### Kontakt unter:

mathias.jonas@bsh.de

- Digitalisierung in Form geometrischer Objekte, denen spezielle Eigenschaftsobjekte zugeordnet sind,
- Aufstellung von Objekt- und Attributkatalogen und Spezifizierung der erlaubten Zuordnungen in einer Produktspezifikation,
- darstellungsfreie binäre Codierung,
- ISO-konforme Datenkapselung.

Weltweit haben sich drei Anbieter etabliert, die ENC-Produktionssoftware liefern können. Der Leistungsumfang reicht von der objektorientierten Digitalisierung von Papierseekarten bis zur Komplettlösung einer hydrographischen Produktionsdatenbasis, die die Herstellung von analogen und digitalen Seekartenprodukten in einem integrierten Workflow verspricht und dabei interessanterweise auch intern auf dem Objektkonzept des S-57-Standards aufbaut. Ist die Anzahl der Wettbewerber in diesem Bereich leicht überschaubar, so zeigt die Applikationsseite ein anderes Bild: Über fünfzig der in der Berufs- und Freizeitschiffahrt tätigen Hard- und Softwareanbieter unterstützen den Import S-57-basierter ENCs, es gibt Konverter und Freeware. Und die Anwendung von ENCs hat sich inzwischen neue Felder in der Erforschung, der Administration und der Exploration der maritimen Umwelt erobert.

Der IHO-Datentransferstandard S-57 und das einzige bisher daraus abgeleitete Produkt – die ENCs – sind zweifellos ein Erfolg, aus dem sich zwangsläufig die Frage nach der Notwendigkeit seiner Überarbeitung als Anlass für die Entwicklung von S-100 ergibt. Die folgenden Nachteile der S-57-basierten Produkte sollen mit S-100 »geheilt« werden:

- Bezogen auf die themenspezifische Standardisierung von Geoinformationen und der resultierenden Datenspezifikation, ist S-57 eine proprietäre Lösung. Das macht die Herstellung und die Pflege von Softwarekomponenten für die Produktion und die Anwendung von ENCs sehr aufwendig und teuer.
- In einer ENC sind die Datenstruktur und das Datenformat (ISO 8211) eng miteinander verwoben, was einer Produktdiversifizierung entgegensteht.
- ENCs sind als binärcodierte Vektordaten kompakt – eine intelligente Kompression könnte aber die zu übertragenden Datenvolumina deutlich reduzieren und damit ihre vermehrte drahtlose Übertragung an Bord unterstützen.
- Eine ENC ist konzeptionell eine digitale Nachbildung der traditionellen Seekarte. Moderne Datenstrukturen aus der Seevermessung wie Gitterdaten, zeitvariante Vorhersagedaten und Visualisierungstechniken aus dem Internet- und dem Computerspielebereich sind damit nicht umsetzbar.
- Die Anforderungen an die Karteninhalte sind auch in der digitalen Seekarte nicht statisch. Der fortlaufende Anpassungsbedarf

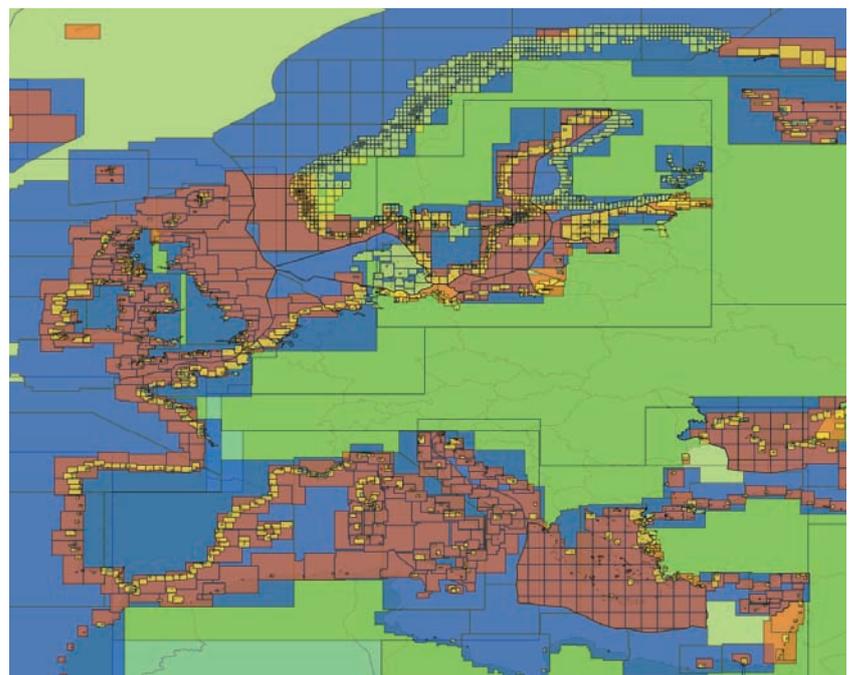
kann für die aktuellen ENCs nur mühselig und sehr zeitverzögert umgesetzt werden, da jede Änderung des Objektkatalogs und der Datendarstellung Eingriffe in die Datenproduktionssoftware an Land und die Applikationssoftware an Bord erfordern. Dies ist bedingt durch den erschwerten Zugriff auf Schiffe in der internationalen Fahrt oft nur mit großer zeitlicher Verzögerung und manchmal gar nicht mit akzeptablem Aufwand umsetzbar. Selbst einfache Anpassungen wie die kartographische Darstellung der von der IMO ab Juli 2005 vorgeschriebenen Wegeführung in ökologisch empfindlichen Inselwelten (Archipelagic Sea Lanes) bedurften fast vier Jahre bis zu ihrer Umsetzung in ENC-Erweiterungen und deren Darstellung in Bordgeräten. Papierseekarten konnten das Problem natürlich weitaus schneller lösen.

- Der Mehrwert elektronischer Seekartensysteme besteht unter anderem in der Kombination der Ortsinformation in Form von Geodaten mit operativen Informationen aus Radar, AIS (Automatic Identification System – UKW-basiertes Kommunikationssystem zum kooperativen Datenaustausch zwischen Schiffen) und synoptischen Quellen für das Wetter, den Strom und den Seegang. Eine interaktive Zusammenfassung dieser Informationen auf Funktionsebene gelingt mit den S-57-basierten ENCs nur unzureichend.

### 3 Was soll S-100 können?

S-100 setzt auf strikte Konformität mit den ISO-19100-Standards für Geoinformation (IHO 2010). Diese Serie bildet alle Elemente des Umgangs mit geographischen Daten unabhängig von ihrer thematischen Ausrichtung ab und erlaubt damit die Einbindung hydrographischer Daten in das erwei-

Abb. 1: Derzeitige Überdeckung europäischer Gewässer mit ENCs





terte Umfeld raumbezogener georeferenzierter Anwendungen:

- Datenmanagement (einschließlich Definition und Beschreibung),
- Akquisition, Prozessierung, Analyse, Zugriff und Darstellung,
- Datenübertragung zwischen Systemen und Nutzern.

S-100 kann deshalb eine Vielzahl von modernen Anwendungen für hydrographische Informationen abdecken: Bilddaten, Gitterdaten, 3D- und zeitvariante Informationen werden in Datenformaten angeboten werden können, die über die klassische Seekartographie hinaus ganz neue Anwendungen erschließen.

### 3.1 Neue Terminologie und neue Kernelemente

Die Anbindung von S-100 an die ISO-19100-Serie macht es gegenüber S-57 erforderlich, einige Definitionen und Strukturen zu verändern. In der Tabelle sind die wichtigsten Benennungen in S-100 und S-57 gegenübergestellt.

S-100	S-57
Registry Register	Keine Entsprechung
Feature	Object
Feature Attribute	Attribute
Enumerated values	Attribute values
Curve	Edge
Point	Node
Surface	Face
Feature concept dictionary	Object catalogue
Portrayal catalogue	Keine Entsprechung
Application schema	Application profile

### 3.2 Die »Registry« und die Register

Das bedeutendste neue Element hinsichtlich der Herstellung der ISO-Konformität ist der Aufbau einer »Registry«, die eine hierarchisch geordnete Struktur von Registern enthält. Für den Begriff der »Registry« gibt es keine deutsche Übersetzung, sie ist als ein Online-Aktenschrank beschreibbar, dessen Schubladen verschiedenen Themengebieten zugeordnet sind. Diese Schubladen sind die Register. Die Register enthalten thematische Sammlungen und Wörterbücher (dictionaries) zu jeweils einem speziellen Schwerpunkt (domain) des Themengebietes. Die dictionaries enthalten den vereinbarten (standardisierten) »Wortschatz« zur datentechnischen Beschreibung des Themenschwerpunktes. Die IHO hat auf ihrer Webseite eine solche ISO-konforme »IHO Geospatial Information (GI) Registry« installiert ([http://registry.iho.int/s100\\_gi\\_registry/home.php](http://registry.iho.int/s100_gi_registry/home.php)), die folgende Registertypen (Schubladen) umfasst:

- Feature Concept Dictionary (FCD) Register – Datenwörterbücher für Objekte und Attribute,

- Portrayal Register – thematische Sammlungen von Darstellungsregeln,
- Metadata Register – thematische Sammlungen für Metadatenstrukturen,
- Data Producer Code Register – Datenwörterbuch für originäre ENC-Producer-Codes,
- Product Specifications Register – Sammlung von Produktspezifikationen.

Alle Register können in Unterregister für bestimmte Thematiken unterteilt sein, z. B. Seekartographie (Hydro), textgebundene nautische Publikationen (NPubs), Eisbedeckung (Ice), Seezeichen (AtoN) und Verkehrsleitsysteme (VTS). Die Liste der Unterregister ist erweiterbar.

### 4 Welche Vorteile hat S-100?

Betrachtet man nur den Umfang der Veränderungen in der Terminologie, erscheinen die Unterschiede zu S-57 zunächst nicht gravierend. Tatsächlich bietet die Umstellung auf ISO 19100 jedoch eine ganze Reihe grundlegender Vorteile, die S-100 zu einer stark erweiterten Bedeutung in der datenmäßigen Beschreibung der maritimen Umwelt verhelfen könnten:

- Konformität mit ISO 19100: Neue Komponenten werden nicht länger für isolierte Fachanwendungen entwickelt. Stattdessen wird das Spektrum der Anwendbarkeit hydrographischer Informationen über die Hydrographischen Dienste und ECDIS hinaus auf alle ISO-basierten Fachanwendungen für Geoinformationen vergrößert.
- Anwendbarkeit kostengünstiger standardisierter Software für die Datenerzeugung und die aufbauenden GIS-Applikationen bei niedrigeren Implementierungskosten.
- »Plug and Play«-Aktualisierungen von Datenformat-, Symbol- und Softwareerweiterungen durch Erweiterungsmöglichkeiten des Kernstandards ohne die Notwendigkeit, neue Versionen von Produktspezifikationen zu erzeugen. Bei Änderungen des Datenmodells bzw. der Darstellungsregeln werden diese Elemente in maschinenlesbarer Form gemeinsam mit dem angepassten Datensatz ausgeliefert. Die Applikationssoftware kann so »vor Ort« angepasst werden.

Insbesondere der Registry-Ansatz unterstützt diese Anforderungen viel flexibler als die bisherige Technologie, die auf veränderte Anforderungen an Struktur und Inhalt einer ENC nur mit erheblicher Verzögerung reagieren konnte:

#### Erweiterbare Feature Concept Dictionaries (FCDs)

Diese Datenwörterbücher verwalten jeweils erweiterbare Definitionen von Objekten, Objektattributen und – als neues Element – Aufzählungen (Enumerations) als frei kombinierbare Basiselemente aller georeferenzierbaren Informationen, die auf irgendeine Weise für den »nassen Bereich« relevant

sind. Dazu gehören Inhalte darstellungs- und textorientierter nautischer Veröffentlichungen ebenso wie Umweltinformationen, Strömungsinformationen, Eisbedeckungen und andere. Aus Kombinationen der in den Dictionaries enthaltenen Basiselemente werden spezifische Objektkataloge (feature catalogues) für Produktspezifikationen erzeugt, die im Product Specifications Register gesammelt werden. Die zweckdienliche Erweiterung der Feature Concept Dictionaries steht grundsätzlich jedem offen; das Management der Einträge wird einer Expertengruppe bzw. -organisation übertragen, die nicht notwendigerweise der IHO zugeordnet ist.

#### *Feature-Kataloge*

Die Flexibilität gegenüber dem aus S-57 bekannten Objektkatalog erhöht sich durch folgende Neuerungen:

- Feature-Kataloge für individuelle Produktspezifikation können aus der Kombination von FCD-Einträgen und bereits bestehenden Feature-Katalogen zusammengestellt werden.
- Die Definition der Kombination zwischen Features und Attributen wird durch die Hinzufügung der Wertebereiche numerischer Attribute ergänzt.
- Ein neues Feature vom Typ »Information« wird eingeführt. Es hat keinen eigenen Raumbezug, sondern wird von georeferenzierten Features assoziiert. Dies kann z. B. für die Digitalisierung einer Textinformation im Zusammenhang mit einer Pipeline verwendet werden.
- Ein neuer Typ eines komplexen ISO-Attributs als »Attribut eines Attributs« wird eingeführt.

#### *Portrayal-Kataloge und Darstellungsregeln*

Ähnlich wie die FCD-Register enthält das Portrayal-Register Sammlungen von Symbolisierungen und komplexen Darstellungsregeln. Symbolkataloge, die aus diesen Elementen bestehen, stehen im Portrayal-Register bereit und können als Elemente von Produktspezifikationen in gleicher Weise wie Feature-Kataloge registriert werden.

#### *Flexible Versionskontrolle*

Ein wesentlicher Vorteil des Registerkonzeptes ist seine Flexibilität. Verschiedene Versionen eines Dictionary-Eintrags können durch eine einheitliche Nomenklatur identifiziert und klassifiziert werden:

- valid (aktuell gültige Version)
- superseded (vorhergehende Version)
- retired (nicht mehr in Gebrauch)
- non valid (vorgeschlagen, aber noch nicht akzeptiert, oder nicht mehr akzeptiert).

Durch diese Vereinbarung ist es möglich, die auf den Eintrag verweisenden Produktspezifikationen aktuell zu halten, ohne neue Versionen dieser Spe-

zifikationen erzeugen zu müssen. Ungültige (non valid) Einträge werden gespeichert, um ihre erneute ungerechtfertigte Einführung zu vermeiden bzw. die vormalige Zurückweisung erkennbar zu machen.

#### *Geometrien*

Die ein- und zweidimensionale Geometrie in S-57, bestehend aus Knoten und Kanten, wird in S-100 erweitert. Hinzu gekommen sind komplexe Kurvaturen (composite curves) und Oberflächen (surfaces), die Schwierigkeiten bei der Teilfüllung von Flächen an den Datengrenzen beheben sollen. Dadurch wird es auch an Datengrenzen möglich, einer attributierten Fläche eine eindeutige Geometrie zuzuordnen, während dies in S-57 nur durch die Aneinanderreihung mehrerer Flächenobjekte einschließlich eigener Geometrien möglich war.

#### *Gitterdaten und Bilddaten*

Seevermessungsdaten sind Linien oder Wolken einzelner Messpunkte. Sie können in Form irregulärer Gitter und durch eine zwischengeschaltete Modellierung als reguläre Gitter mit konstanter Zellgröße aufbereitet werden. S-100 stellt dafür die erforderliche Definition für Datencontainer zur Verfügung. Dies gilt auch für Bilddaten, wie sie beispielsweise die Fernerkundung, LIDAR oder auch das Scannen von Papierkarten liefern.

#### *Variable Codierung*

Die S-100-Datenstruktur ist vollständig vom Datenformat getrennt, das heißt, dass verschiedenartig formatierte Verwertungsformen des identischen Inhalts möglich sind. S-100 wird aktualisierte Schemata für eine ISO-8211-Formatierung, aber auch GML (ein auf Geodaten spezialisiertes XML-Derivat) zur Unterstützung von Web Mapping und Web Feature Services enthalten. Weitere Formate für neue Anforderungen werden bei Bedarf entwickelt. Die erforderliche Software – der »feature catalogue builder« und der »portayal catalogue builder« befinden sich in der Testphase. Sie unterstützen die Auswahl nahezu beliebiger Kombinationen von feature-attribute-Kombinationen und die Zuordnung von grafischen Elementen (Symbole, Linien, Flächen, Text), die zudem mit bestimmten Randbedingungen für ihren Aufruf wie den Zuweisungen von Mindesttiefen für die »safety contour« verknüpft werden können. Diese Zusammenstellungen erfolgen über eine Software, die auf die Registerbestände zugreift und den resultierenden Katalog in den genannten Formatierungen maschinenlesbar exportiert.

#### *Standardisierte Produktspezifikationen*

Eine Produktspezifikation ist die komplette Beschreibung aller Elemente eines Geodatenproduktes. Sie umfasst die Datenstruktur, also alle Objekte, Attribute und deren Beziehungen einschließlich der Anweisung zur Herstellung, Distribution und Pflege der Datensätze und – bei Bedarf – die Dar-



stellungsregeln. Die standardisierten Elemente einer Produktspezifikation in S-100 gliedern sich wie folgt:

- Produktbeschreibung,
- Dateninhalte und Struktur,
- Koordinatenreferenzsystem,
- Datenqualität,
- Datengewinnung,
- Datenpflege,
- Darstellung,
- Codierung,
- Datendistribution.

Produktspezifikationen können auch auf Einträge anderer Register referenzieren, wenn sie ISO-19100-konform sind.

#### *Metadaten*

Hydrographische Dienste dienen zunehmend auch als nationale Kataster der Territorialgewässer. Für den steigenden Umfang der zu archivierenden Daten sind Aussagen über deren Herkunft, das angewandte Messverfahren und die Datenqualität von hoher Bedeutung. Die S-100-Metadatenkomponente stellt Strukturen bereit, die entsprechend den speziellen Anforderungen eines Datensatzes ergänzt werden können. Das angelegte Register ist in erster Linie für die Markierung digitaler Datenbestände in Form entsprechender Sammlungen ausgelegt; eine Ausweitung auf gedruckte Karten, textorientierte Dokumente und andere nicht explizit raumbezogene Quellen ist jedoch möglich.

#### *Kontinuierliche Fortschreibung*

S-100 wird im Gegensatz zu S-57 nicht auf einem bestimmten Entwicklungsstand für einige Zeit »eingefroren«, sondern kann in seinen einzelnen Elementen beständig weiterentwickelt werden – allerdings übt die IHO als Eigentümerin des Registers eine strenge Versionskontrolle aus. Alle Änderungen müssen einem der nachfolgenden Typen zuzuordnen sein:

- Clarification (Klarstellung),
- Correction (Korrektur),
- Extension (Erweiterung).

## **5 Das Registry- bzw. Register-Management**

Die inhaltliche Verantwortung für ein Register wird durch folgende Instanzen ausgeübt:

- den Registry bzw. Register Owner,
- den Registry bzw. Register Manager,
- die Registry bzw. Register Control Bodies,
- die Submitting Organisations.

#### *Registry bzw. Register Owner*

Diese Körperschaft hat die Verantwortung für die Registry bzw. das Register als Ganzes, d. h. sie steuert die Einrichtung, den Betrieb und deren konzeptionelle Ausrichtung. Der Register Owner beruft das Steuerungsgremium (»Control Body«), sorgt

für die Benennung der Register Manager und stellt Schnittstellen für die Register-Nutzer bereit. Im konkreten Fall ist die IHO Registry Owner und Register Owner gleichermaßen.

#### *Registry bzw. Register Manager*

Der Register Manager ist ein vom Registry bzw. Register Owner benannter Fachmann, der die Datenbankeinträge der Register administriert, Änderungsvorschläge umsetzt, seine Aktivitäten mit dem Registry bzw. Register Control Body koordiniert und dem Registry bzw. Register Owner regelmäßig über alle Aktivitäten, die die Registry und die enthaltenen Register betreffen, berichtet.

#### *Registry Control Body*

Das Gremium wird durch die Leiter der verschiedenen technischen Arbeitsgruppen des Hydrographic Standards and Services Committee (HSSC) der IHO sowie die Vertreter anderer Organisationen gebildet, die sich der IHO-Registry bedienen. Es entscheidet über Grundsatzfragen der Struktur und der Nutzung der Registry.

#### *Register Control Body*

Gemeint ist eine Gruppe von technischen Experten, die vom Register Owner benannt wurde und die über die vorgeschlagenen Änderungen und Ergänzungen der Registereinträge wacht und den Register Manager entsprechend beauftragt. Typischerweise handelt es sich hier um Mitwirkende der verschiedenen technischen Arbeitsgruppen des HSSC der IHO.

#### *Submitting Organisations*

Damit werden alle Körperschaften bezeichnet, die entsprechend dem Wissen und der Aufsichtsfunktion des Register Managers kompetent sind, sowohl Änderungs- und Ergänzungsvorschläge für die bestehenden Register zu machen als auch die Einrichtung neuer Register anzuregen.

## **6 Plan zur S-100/S-101-Entwicklung und -Implementierung**

Der Basisstandard S-100 »IHO Universal Hydrographic Data Model« (UHDM) ist gemäß den Regularien der IHO nach Abstimmung der 80 Mitgliedsstaaten verabschiedet und seit dem 1. Januar 2010 formell etabliert worden. Ähnlich wie S-57 die Basis für die Definition der gegenwärtig genutzten »ENC Product Specification« als separates Dokument liefert, soll S-100 als Rahmenwerk für eine ganze Familie von Produktabteilungen mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten dienen. Die wichtigste auf S-100 basierende Produktspezifikation aus Sicht der IHO wird S-101 sein – die ENC-Produktspezifikation der nächsten Generation. Abb. 2 zeigt den aktuellen Stand der »S-101-Roadmap« für die Entwicklung und den Test bis zur Marktreife von S-101. Wird das »Year 0« mit dem Jahr 2014 gleichgesetzt, so ergibt sich bis zur Einführung ein Zeitraum von

weiteren dreieinhalb Jahren bis zum Beginn des Jahres 2018.

Ein solcher Zeitraum erscheint in Zeiten beschleunigter technologischer Veränderung unangemessen lang – jedoch ist der Bereich der Navigationsausrüstung für die internationale Seeschifffahrt aus Sicherheitsgründen außerordentlich stark reglementiert und Anpassungen sind dementsprechend zeitaufwendig. Zudem erfordert auch die Umstellung der Datenproduktionssysteme bei den staatlichen Hydrographischen Diensten einen entsprechenden zeitlichen Vorlauf – und selbst in solchen Zeiträumen ist noch mit erheblichen Schwierigkeiten zu rechnen. S-101 wird S-57 als Basisstandard für ENC's zwar vermutlich im Jahr 2018 ablösen – aber auch danach wird es weiterhin ein paralleles Angebot von S-57-ENC's für Bestandsgeräte geben müssen. Noch ist unklar, in welcher Weise die Produktionssysteme diese Parallelität unterstützen werden.

Für einen gewissen Zeitraum ist auch eine Konvertierung denkbar, die gegebenenfalls auch beim Datenprovider durchgeführt wird. Solche Konvertersoftware ist bereits in einer Testphase. Dieses Konzept versagt jedoch dann, wenn S-101-ENC's vom Hersteller zukünftig Eigenschaften mitgegeben werden, die in S-57 nicht vorgesehen sind. Dazu gehören neue Geometriemöglichkeiten und bestimmte Attributierungen. Fraglich ist, ob die IMO in diesem Fall die Ausstattung der in Fahrt befindlichen Schiffe mit S-101-kompatiblen ECDIS-Systemen forcieren wird, denn mit einem Softwareupdate vorhandener Systeme wird eine Aufwärtskompatibilität in den meisten Fällen nicht möglich sein. Vielmehr muss stattdessen erwartet werden, dass es im Seebereich für einen gewissen Zeitraum eine Zweiklassengesellschaft von Schiffen mit S-57-kompatibler und S-100-kompatibler Navigationstechnik geben wird. Hierin liegt auch

eine Aufgabe der schiffsausrüstenden Industrie, durch die Verdeutlichung von Produkt- und Kostenvorteilen den Umstieg zu beschleunigen. Dafür bietet die Entgrenzung des S-100-Konzepts über die Hydrographie hinaus attraktive Möglichkeiten.

### 7 Der Zauber der Interoperabilität

Von Anfang der Entwicklung an wurde die Ableitung von S-100-basierten Datenprodukten für einen vergrößerten themenübergreifenden Nutzerkreis – z. B. in der Ozeanographie und dem integrierten Küstenzonenmanagement – angestrebt. Die offensichtlichen Vorteile des S-100-Konzepts sind unterdessen schon von weiteren Interessengruppen akzeptiert worden. Einige Produktableitungen sind bereits in der Umsetzungsphase; für andere wurde zumindest der Namensraum zukünftiger Datenstandards bereits festgelegt (HSSC 2013, Annex G):

#### International Hydrographic Organization IHO S-101 to S-199

- IHO S-101 ENC (in Bearbeitung),
- IHO S-102 Bathymetric Surface (bereits verfügbar),
- IHO S-103 Sub-surface Navigation,
- IHO S-111 Surface Currents,
- IHO S-121 Maritime limits and boundaries (in Bearbeitung),
- IHO S-122 Marine Protected Areas,
- IHO S-123 Radio Services,
- IHO S-124 Navigational warnings,
- IHO S-125 Navigational services,
- IHO S-126 Physical Environment,
- IHO S-127 Traffic Management,
- IHO S-1xx Marine Services,
- IHO S-1xx Digital Mariner Routeing Guide,
- IHO S-1xx Harbour Infrastructure,
- IHO S-1xx (Social/Political).

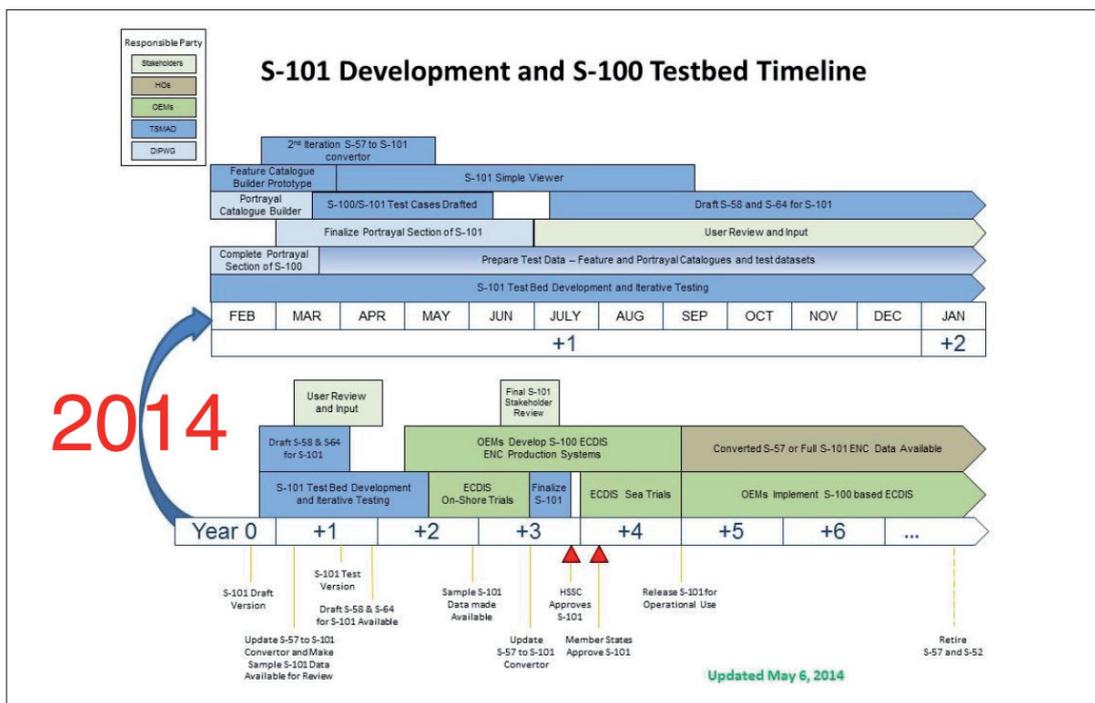


Abb. 2: Value added Roadmap für die Entwicklung und Implementierung von S-101, Stand Mai 2014 (IHO 2014)

**International Lighthouse Authority IALA****S-201 to S-299**

- IALA S-201 Aid to Navigation Information,
- IALA S-20x Inter-VTS Exchange Format,
- IALA S-20x Application Specific Messages,
- IALA S-20x (Maritime Safety Information).

**International Oceanographic Commission IOC****S-301 to S-399**

- ...

**Various****S-401 to ...**

- IEHG S-401 Inland ENC,
- JCOMM S-411 Sea ice (bereits verfügbar),
- JCOMM S-412 Met-ocean forecasts.

Auf dem langen Weg von der Vision des S-100-Ansatzes zu dessen Realisierung in Form abgeleiteter Datenproduktdefinitionen ist dabei vor allem der Vorteil der Interoperabilität der Datensätze unterschiedlicher Themengebiete als wirklich bedeutender Technologieschritt immer deutlicher geworden. Bei konsequenter Anwendung können nun auf der Anwenderseite auf vergleichsweise einfache Art Informationen aus Wissensgebieten miteinander verknüpft werden, die sich bisher zwar immer thematisch, aber selten technisch nahe waren. Offensichtliche Assoziationen sind hier die Hydrographie, die Ozeanographie und die Meteorologie. Die E-Navigation-Strategie der IMO könnte allerdings den Anlass bieten, die S-100-Architektur thematisch noch erheblich weiter ausgreifen zu lassen.

**8 E-Navigation baut auf S-100 auf**

Der Ausdruck »E-Navigation« tauchte erstmals 2008 auf dem Arbeitsplan des Schiffssicherheitsausschusses MSC der IMO auf (IMO 2009). Die seinerzeit eingerichtete Korrespondenzarbeitsgruppe unter norwegischer Leitung erfuhr enorme Zustimmung und führt seitdem eine leidenschaftliche Debatte, wie die seemännische Schiffsführung im Zusammenwirken mit der von Land aus betriebenen Verkehrslenkung im 21. Jahrhundert technisch ausgestaltet sein könnte. Eine der wenigen allgemein akzeptierten Ergebnisse dieser noch andauernden Diskussion ist das Erfordernis der Definition eines übergreifenden E-Navigation-Datenmodells, welches alle schiffahrts- und umweltbezogenen Thematiken strukturell abbilden kann.

Diese sogenannte »Common Maritime Data Structure« (CMDS) soll laut Beschluss der IMO auf dem S-100-Rahmenwerk der IHO aufbauen. Die CMDS bildet eine der sogenannten »sieben Säulen der E-Navigation« (siehe den Beitrag auf S. 14). Möglicherweise ist sie das bedeutendste Element, denn sie liefert den verbindenden »Zement« für die anderen sechs Trägerelemente:

- die generelle Systemarchitektur,
- die technische Schiffsausrüstung,

- maritime Informations- und Datendienste der Landseite (»Maritime Service Portfolios«),
- die Kommunikationstechnologie,
- die hochverfügbare Bestimmbarkeit von Position, Kurs und Zeit,
- die landseitige Infrastruktur.

Das S-100-Register ist in seiner gegenwärtigen Struktur für diesen über die Hydrographie hinaus enorm erweiterten thematischen Umfang nicht eingerichtet. Der Autor dieses Artikels hat deshalb vorgeschlagen, die S-100-Register-Definition aufzuweiten. Ziel ist die Transformation der gegenwärtigen »Geospatial Information Registry« in eine »Marine Information Registry« unter Beibehaltung der grundsätzlich in S-100 vorgegebenen Strukturen und technischen Realisierungen. Zu diesem Zweck sollten folgende Registertypen eingeführt werden:

- Feature (Objektklassen und Attribute),
- Exchange (Datenaustausch),
- Portrayal (Visualisierung),
- Interaction (Bedienerschnittstelle),
- Metadata (Daten über Daten).

Diese Registertypen können zu einer Gruppe zusammengefasst werden, die das »Basic Register« bildet. Das Gruppenelement »Exchange« wurde eingefügt, um Datenaustauschformate aufzunehmen. Ebenfalls neu ist das Gruppenelement »Interaction«. Es beheimatet Vereinbarungen über ergonomische Anforderungen an Bedienknöpfe, über Menüs und Ähnliches in Hard- und Software. Neben dem »Basic Register« wird ein »Product Register« aufgebaut. Es soll Produktspezifikationen enthalten, die – in Abwandlungen des gegenwärtigen S-100-Konzepts – nicht auf Datenaustauschformate beschränkt sind, sondern auch komplexe Modelle von Dienstleistungen und physischen Geräten abbilden können. Möglicherweise bedarf es hier auf einer weiteren Ebene der Unterscheidung zwischen »Services« und »Devices«. Daraus würde sich z.B. ergeben, dass für ECDIS eine komplexe maschinenlesbare Funktionsbeschreibung als Produktspezifikation im »Product Register« bzw. »Product Device« enthalten sein könnte. Die Spezifikationen für Datenaustauschformate der Geospatial Information Registry würden in den Registertyp »Exchange« verschoben. Die Spezifikation für S-101-ENCs würde sich dann unter dem Eintrag »Basic Register/Exchange/Environment/Hydrography« wiederfinden.

Um tatsächlich alle Felder des E-Navigation-Konzepts in einer Registerstruktur abbilden zu können, sollten – bis auf den Bereich »Metadata« – alle Registertypen in weitere thematische Hauptkategorien gegliedert werden:

- Environment,
- Infrastructure,
- Units,
- Operation,
- Load.

**Literatur**

- HSSC (2013): HSSC5 Final Minutes, Shanghai, November 2013  
 IHO (2010): IHO S-100 Standard Version 1.0.0 – January 2010  
 IHO (2014): IHO S-100 Value added Roadmap, May 2014  
 IMO (2009): IMO-MSC86/26: Report of the Maritime Safety Committee on its eighty-sixth Session, London, 12 June 2009

Der Vorschlag unterstellt, dass diesen fünf thematischen Hauptkategorien jedwede maritime Thematik, Gegebenheit und Aktivität zugeordnet werden kann! Natürlich müssen die Hauptkategorien für detaillierte Registereinträge noch weiter verfeinert werden. Das folgende Beispiel soll diese Verfeinerung illustrieren, wobei zu bedenken ist, dass das Registerkonzept insgesamt auf den weiteren Ausbau ausgelegt ist, wenn die Modellierung dies erfordert (vgl. Abb. 3):

- Environment  
Hydrography, Oceanography, Meteorology ...
- Infrastructure  
Waterways, Harbour facilities, WWRNS, AIS, LRIT, Communication systems (all relevant frequency bands) ...
- Units  
Vessel, Floating unit, Group of units, Offshore installation, Aircraft ...
- Operation  
Voyage, Crew, ISM, Pilotage, Security, VTS, MIS, SAR ...
- Load  
Cargo, Passenger, Fuel, Waste ...

Die nächste Ebene könnte folgendermaßen verfeinert sein (vgl. Abb. 3):

- Vessel  
Navigation, Voyage, Engine, Facilities, Spare parts ...

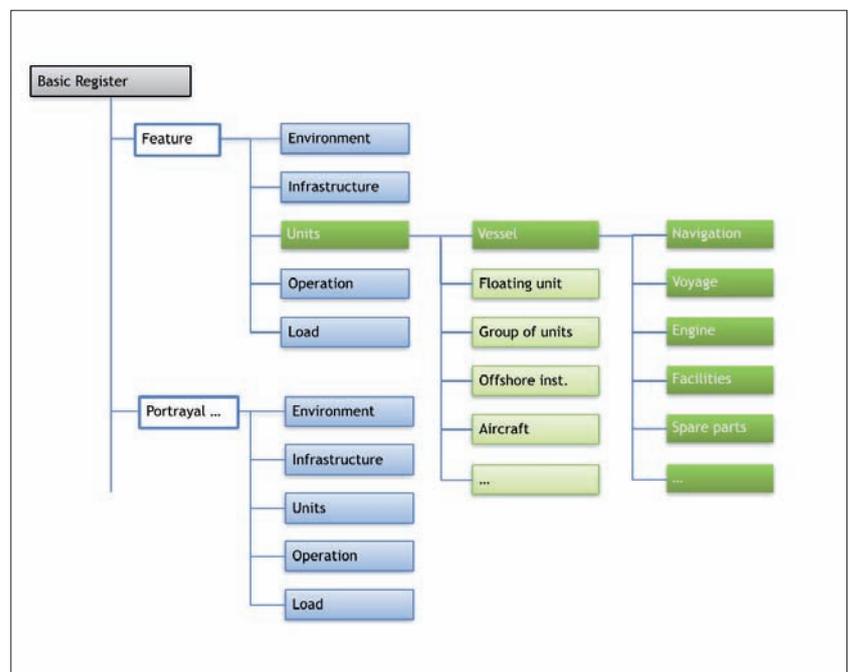
Die notwendige Granularität der Registerstruktur hängt von den spezifischen Anforderungen der zu modellierenden Entität ab. In überlappenden Themengebieten müsste das Registermanagement für eindeutige Zuweisungen sorgen. Beispiele dafür wären die Registerbereiche »Hydrography« unter der Aufsicht der IHO und »Oceanography« in der Zuständigkeit der IOC. Seezeichen und Verkehrsleitdienste könnten dagegen von der IALA betreut werden usw. Die Koordinierung dieser Registeraufsicht könnte durch die bereits durch die IMO eingerichtete »IMO/IHO Harmonization Group on Data Modeling« (HGDM) erfolgen, die ihre Tätigkeit jedoch noch nicht aufgenommen hat. Für die am stärksten im Fokus der Modellierung stehende Einheit – das »Schiff« (»Vessel«) – könnte das Registermanagement direkt im Auftrag der IMO ausgeübt werden. Abb. 3 zeigt ein Beispiel, wie die entsprechende Struktur in einer zukünftigen »Marine Information Registry« aufgebaut sein könnte.

**Ausblick**

Die Elektronische Seekarte kann für sich das historische Verdienst beanspruchen, das erste mobile digitale Geoinformationssystem gewesen zu sein, das die Mobilität seines Trägers aktiv steuert. Wurden im Seeinsatz zunächst einige Entwicklungen vorweggenommen, die später im Landbereich reüssierten – z. B. die Routenplanung –, so scheint sich dieser Trend gegenwärtig umzukehren. »Lo-

cation based services« – als detailreiche ergänzende Informationen zum aktuellen Aufenthaltsort in Handys gehen konzeptionell weit über den von ECDIS bekannten »pick report« als Abfrage der Objekteigenschaften an einer geographischen Position hinaus. S-100 wird die Implementierung solcher Funktionserweiterungen der Bordsysteme ebenso unterstützen wie »Augmented reality«: die Fusion kartographisch aufbereiteter Geodaten und dreidimensionaler fotografiertes oder computergenerierter Abbilder der Realität, die bereits für die Navigation im Nebel erfolgreich erprobt wurden. Die sich im Landbereich sehr dynamisch entwickelnden mobilen GIS-Systeme werden dank S-100 ihre anwendungsgerechten Adaptationen im Seeinsatz wiederfinden. Derzeit steht vor allem die Dynamisierung des Kartenbilds durch die Auswertung aktueller Strom- und Gezeiten-daten ganz oben auf der Wunschliste der Anwender. Hier wird die Interoperabilität der Datensätze ebenso für Fortschritte sorgen wie auch bei einer integrativen Verwertung ozeanographischer und meteorologischer Daten, die die unzeitgemäße Separation der Hydrographie, der Ozeanographie und der Meteorologie überwinden und den Bedarfsträgern ganz neue thematische Verknüpfungen von Informationen des Seeraumes anbieten könnte. Ein darüber noch hinausreichendes Ziel könnte die Modellierung aller marinen Aspekte im Rahmen der E-Navigation-Strategie der IMO sein. Die Umsetzungsschritte des daraus abgeleiteten Programms sind unter den IMO-Mitgliedsstaaten jedoch derzeit umstritten. Vom Verlauf dieser Diskussion wird abhängen, wann sich der Blick wieder auf die Notwendigkeit der Ertüchtigung von S-100 als maritimes Weltmodell richten wird. Die IHO muss die verbleibende Zeit nutzen, um Realisierungen des S-100-Konzepts in Form von S-100-konformen Datendiensten auf den Weg zu bringen. ⚓

**Abb. 3:** Vorschlag für eine Registerstruktur zur objektorientierten Beschreibung der Entität »Vessel«



# E-Navigation – ein Überblick

Ein Beitrag von *Jan-Hendrik Oltmann*

Dieser Aufsatz stellt die E-Navigation-Strategie der Weltschiffahrtsbehörde IMO in einem Überblick vor. Ausgehend von den Grundprinzipien dieser Strategie, namentlich die Harmonisierung der maritimen Datenwelt, wird in einem ersten Teil die abstrakte Definition der IMO für E-Navigation erläutert, anschließend werden deren Ziele dargestellt. Der zweite Teil widmet sich der konkreten Ausgestaltung und den beabsichtigten konkreten Umsetzungsschritten für E-Navigation: Zunächst werden die »sieben Säulen von E-Navigation« im Einzelnen vorgestellt. Anschließend werden die wesentlichen Inhalte des gegenwärtig in einer Entwurfsfassung vorliegenden »E-Navigation-Strategie-Implementierungs-Plans« (SIP) der IMO summarisch dargestellt. Der Aufsatz schließt mit einer Einschätzung zu den zu erwartenden Auswirkungen von E-Navigation.

E-Navigation-Denkrahmen | Harmonisierung | Standardisierung | Maritime Dienste-Angebote – MSPs  
Gemeinsame Maritime Datenstruktur – CMDS | PNT (Position, Navigation, Timing) | Kommunikationsmittel  
Nachhaltiges Maritimes Transportsystem – SMTS | Schiffsausrüstung | Landinfrastruktur | S-100 | S-99  
Strategy Implementation Plan – SIP | Funknavigationssystem – WWRNS | Seenotrettungssystem – GMDSS

## 1 Die Harmonisierung der maritimen Datenwelt – oder: die »drei Seiten der Münze«

Seit 2008 arbeitet die Weltschiffahrtsbehörde IMO (International Maritime Organisation) mit Sitz in London an der Ausgestaltung ihrer E-Navigation-Strategie.

Kurz und bündig zusammengefasst ist das Neue an E-Navigation, dass man die gemeinsame Sicht auf die Schiffsseite, die Landseite und auf die zwischen beiden erforderlichen Kommunikationsmittel und Kommunikationsbeziehungen auf dem Weg der maritimen Welt in das »digitale Zeitalter« konsequent zum Ausgangspunkt macht und zum obersten Gestaltungsprinzip erhebt.

Die Abb. 1 illustriert die so entstandene Sicht als die »drei Seiten der Münze« – derselben Münze. Dieser Denkrahmen erfordert notwendigerweise überall »Harmonisierung«, und so ist Harmonisierung auch bei E-Navigation ein häufig gebrauchtes Wort.

## 2 Die abstrakte Definition von E-Navigation

Mit dieser Zusammenfassung als Ausgangspunkt kann man sich nun der abstrakten Definition von E-Navigation nähern, um das Anliegen, das die IMO mit E-Navigation verfolgt, noch umfassender zu erfassen:

*»E-navigation is the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of marine information on board and ashore by electronic means to enhance berth to berth navigation and related services for safety and security at sea and protection of the marine environment« (IMO 2009).*

Die deutsche Übersetzung der Definition lautet:

E-Navigation ist die harmonisierte Sammlung, die harmonisierte Integration, der harmonisierte Austausch, die harmonisierte Darstellung und die harmonisierte Analyse von schiffahrtsbezogener Information an Bord von Schiffen und auf der Landseite durch elektronische Hilfsmittel mit dem Ziel der Verbesserung der Fahrt von Schiffen von

Liegeplatz zu Liegeplatz und damit zusammenhängender Dienste, zur Verbesserung der Sicherheit auf See in jeder Hinsicht und zum Schutz der maritimen Umwelt (Übersetzung des Autors).

In dieser Definition treten nun folgende Einzelheiten hervor:

- E-Navigation ist eine Strategie, die einen neuen Denkrahmen schafft, also ein strategisches Konzept. Es gibt also kein E-Navigation-Gerät oder E-Navigation-System, das man irgendwo kaufen könnte oder müsste. Natürlich hat jeder (neue) Denkrahmen früher oder später Auswirkungen auf konkrete Installationen und Anwendungen. Die bereits erkennbaren Auswirkungen dieser Art sollen in diesem Aufsatz vorgestellt werden.
- E-Navigation bezieht sich auf Daten und Informationen. Insofern Daten und Informationen nicht an sich Gegenstand einer fachlichen Betrachtung oder eines (Daten-) Produktes sind, bezieht sich E-Navigation auf die informationstechnischen Abbilder (»Datenmodelle«) von realen Objekten. Insofern sollte sich jeder, der mit (elektronischen) Abbildern der physischen Realität, wie sie z. B. in elektronischen Seekarten vorliegen, umzugehen gewohnt ist, im Denkrahmen von E-Navigation grundsätzlich zu Hause fühlen.
- Die einzelnen Funktionen, die man auf maritime Daten und Informationen anwenden kann und die mittels E-Navigation harmonisiert werden sollen, werden benannt als deren Sammlung, Integration (d. h. Zusammenführung oder Verknüpfung), deren Austausch, Darstellung und Analyse.
- Eine ganzheitliche Sicht auf die Bord- und Landseite und die elektronischen Mittel zur Datenübermittlung ist bereits in der Definition von E-Navigation angelegt; dadurch wird grundsätzlich auch der Datenpfad insgesamt in den Blick genommen: Es wird unterstellt, dass es eine Datenquelle und eine Datensenke für jedes Datenobjekt gibt, deren Eigen-

### Autor

Jan-Hendrik Oltmann ist  
Dezernent für Maritime Ver-  
kehrstechnik in der General-  
direktion Wasserstraßen und  
Schiffahrt in Kiel

### Kontakt unter:

jan-hendrik.oltmann  
@wsv.bund.de

schaften im Idealfall einer weltweit harmonisierten Beschreibung entsprechen (sollen), und dass dies auch für die oben genannten Datenverarbeitungsfunktionen entlang des Datenpfades zutrifft.

- Dabei wird die Konnektivität zwischen maritimen Teilnehmern nicht eingeschränkt; im Gegenteil: Es werden bewusst alle grundsätzlich denkbaren Datenpfade – wie z. B. ausschließlich an Bord des eigenen Schiffes, zwischen verschiedenen Schiffen, zwischen Schiff und Land (in beide Richtungen) und auch zwischen Land-Systemen – einbezogen.
- E-Navigation bezieht sich auf »elektronische Hilfsmittel«. Das ist weder ausschließlich gleichzusetzen mit »digital«, noch wird damit ausgeschlossen, dass der von E-Navigation inzwischen aufgespannte Denkraum auch nicht-elektronische Hilfsmittel der Schifffahrt, z. B. im visuellen Bereich, in den Blick nimmt, nämlich um diese mit dem Denkraum von E-Navigation zu harmonisieren.
- Die Bedeutung von »navigation« im Englischen ist wesentlich umfassender als die Bedeutung des Worts »Navigation« im Deutschen: Im Deutschen stellt »Navigation« eine Untermenge der Nautik dar und bedeutet im Wesentlichen die Standortbestimmung und Routenplanung auf See. Im Englischen gibt es kein Wort für »Nautik«, und es wird daher der Ausdruck »navigation« verwendet. Daher ist in der Definition von E-Navigation das englische Wort »navigation« im Deutschen mit »Fahrt« (von Schiffen) zu übersetzen, was im Übrigen aus dem Zusammenhang mit »berth-to-berth« als von »Liegeplatz zu Liegeplatz« in der Definition hervorgeht.
- Im englischen Wortlaut werden sowohl »Safety« als auch »Security« ausdrücklich als Teil der Zweckbestimmung von E-Navigation

benannt, was im Deutschen aber nur mit »Sicherheit« oder »Sicherheit in jeder Hinsicht« wiedergegeben werden kann.

- Der »Schutz der maritimen Umwelt« wird nicht eingegrenzt auf ein bestimmtes Verständnis von »Schutz der maritimen Umwelt«.
- Per Definition nimmt E-Navigation zwar die Fahrt eines Schiffes »von Liegeplatz zu Liegeplatz« in den Blick, aber es ist auch erklärtes Ziel von E-Navigation, Transport und Logistik insgesamt zu unterstützen (siehe unten).
- Beiden letztgenannten Aspekten gleichzeitig Rechnung tragend, wurde E-Navigation inzwischen selbst in den größeren Zusammenhang des vom Generalsekretär der IMO propagierten »Nachhaltigen Maritimen Transportsystems« (Sustainable Maritime Transportation System, SMTS) gestellt, nämlich als ein wesentlicher Beitrag zu diesem (IMO 2013).

### 3 Die abstrakten Ziele von E-Navigation

Diese Definition wird entfaltet und untermauert durch eine präzise und nach wie vor gültige Ziel- und Inhaltsbeschreibung der IMO für ihre E-Navigation-Strategie (IMO 2008, vgl. IMO 2009, wo der Wortlaut identisch ist). Die elf »Kernziele« von E-Navigation lauten übersetzt (und im englischen Original-Wortlaut):

- die in jeder Hinsicht sichere Fahrt von Schiffen unter Berücksichtigung von hydrographischen, meteorologischen und navigatorischen Informationen und Risiken zu fördern (*»facilitate safe and secure navigation of vessels having regard to hydrographic, meteorological and navigational information and risks«*);
- die Beobachtung und das Management des Schiffsverkehrs durch landseitige Einrichtungen zu fördern, wo angebracht

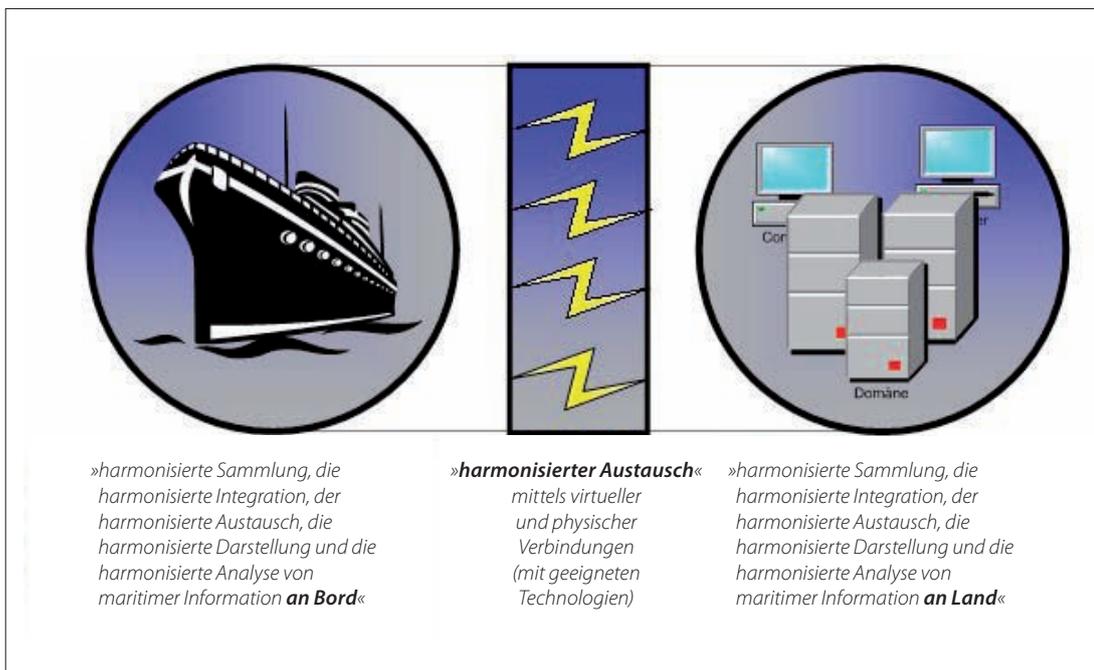


Abb. 1: Die »drei Seiten der Münze« von E-Navigation – derselben Münze

- *(»facilitate vessel traffic observation and management from shore/coastal facilities, where appropriate«);*
- die Kommunikation zwischen Schiffen, Schiff und Land, Land und Schiff sowie an Land zwischen verschiedenen landseitigen Nutzern zu fördern, wobei Kommunikation auch Datenaustausch umfasst *(»facilitate communications, including data exchange, among ship to ship, ship to shore, shore to ship, shore to shore and other users«);*
- Chancen zur Steigerung der Effizienz von Transport und Logistik zu schaffen *(»provide opportunities for improving the efficiency of transport and logistics«);*
- die wirkungsvolle Reaktion auf unvorhergesehene Ereignisse und die wirkungsvolle Unterstützung der Seenotrettungsdienste *(»support the effective operation of contingency response, and search and rescue services«);*
- definierte Genauigkeits-, Integritäts- und Kontinuitätsgrade herbeizuführen und nachzuweisen, wie sie für ein sicherheitskritisches System angemessen sind *(»demonstrate defined levels of accuracy, integrity and continuity appropriate to a safety-critical system«);*
- Informationen bord- und landseitig jeweils mittels einer Mensch-Maschine-Schnittstelle so zusammenzuführen und darzustellen, dass der Nutzen für die sichere Navigation maximiert und das Risiko von Verwirrung und Fehlinterpretation für den Nutzer minimiert wird *(»integrate and present information on board and ashore through a human-machine interface which maximizes navigational safety benefits and minimizes any risks of confusion or misinterpretation on the part of the users«);*

- Informationen bord- und landseitig jeweils so zusammenzuführen und darzustellen, dass der Nutzer die entstehende Arbeitsbelastung beherrschen kann, er zugleich motiviert und einbezogen ist und seine Entscheidungsfindung unterstützt wird *(»integrate and present information onboard and ashore to manage the workload of the users, while also motivating and engaging the user and supporting decision-making«);*
- die notwendige Aus- und Fortbildung sowie das notwendige Vertrautmachen der Nutzer während des gesamten Entwicklungs- und Umsetzungsprozesses einzubeziehen *(»incorporate training and familiarization requirements for the users throughout the development and implementation process«);*
- weltweite Abdeckung, weltweit konsistente Normen und Vereinbarungen, weltweite Kompatibilität und Interoperabilität von Ausrüstung, Systemen, Symbolen und betrieblichen Prozeduren zu fördern, um unterschiedliche Interpretationen durch verschiedene Nutzer nach Möglichkeit zu vermeiden *(»facilitate global coverage, consistent standards and arrangements, and mutual compatibility and interoperability of equipment, systems, symbology and operational procedures, so as to avoid potential conflicts between users«);*
- und Skalierbarkeit zu unterstützen, um allen potenziellen maritimen Nutzern die Teilnahme zu ermöglichen *(»and support scalability, to facilitate use by all potential maritime users«).*

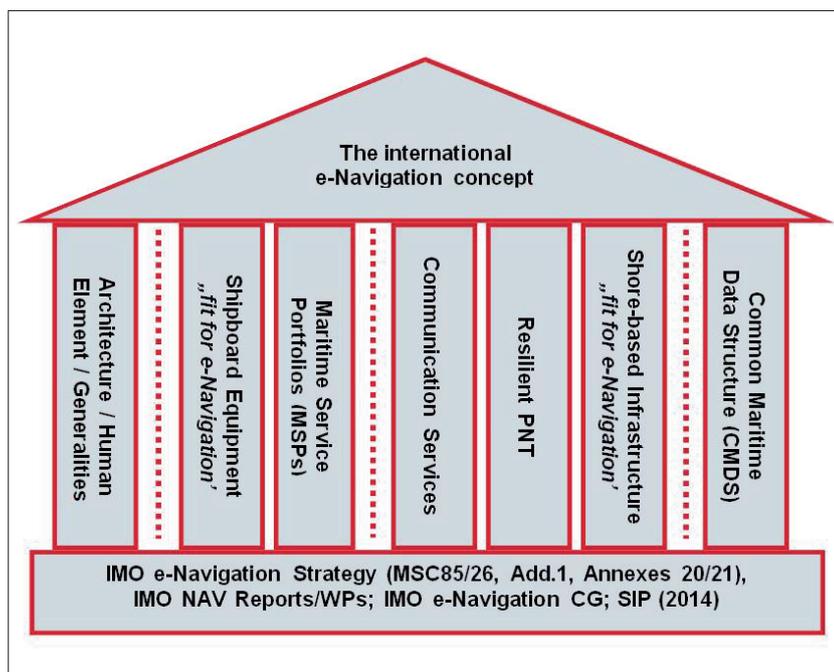
#### 4 Die Grundbausteine von E-Navigation im Überblick – oder: die »sieben Säulen« von E-Navigation

Sowohl die Definition als auch die Ziele von E-Navigation sind abstrakt und müssen daher überführt werden in konkret handhabbare Teilstrategien, um in der Praxis wirksam werden zu können. Die Teilstrategien müssen wiederum in konkret umsetzbare Maßnahmen oder Bündel von Maßnahmen einmünden. Nur so können der Denkraum in seiner Komplexität von den jeweils einschlägigen Fachkreisen der maritimen Welt (»Communities«) ergriffen und verinnerlicht sowie die Erwartungen, die man an E-Navigation aufgrund der oben vorgestellten Definition und Ziele berechtigterweise haben kann, erfüllt werden.

Es ist für ein Grundverständnis von E-Navigation in diesem Sinne aber andererseits ausreichend, die wesentlichen Bausteine von E-Navigation zu kennen. Diese sind zugleich auch die wesentlichen Arbeitsfelder, auf die sich die weltweite maritime Gemeinschaft nun fokussiert. Diese Bausteine treten inzwischen klar umrissen hervor:

- die übergreifende Architektur von E-Navigation;

Abb. 2: Die Gesamtschau von E-Navigation als Sieben-Säulen-Modell



Quelle: IALA 2014

- die Architektur von »schiffsseitiger technischer Ausrüstung, die E-Navigation unterstützt«;
- die Maritimen Dienste-Angebote (Maritime Service Portfolios, MSPs);
- die (neuen, digitalen) Kommunikationsmittel, die für E-Navigation erforderlich sind;
- die umfassenden technischen Lösungen für eine hochverlässliche und zugleich genaue elektronisch-digitale Bestimmung von Position, Navigationsdaten und der Zeit (»Position, Navigation, Timing«, PNT) bei allen maritimen Beteiligten;
- die weltweit einheitliche technische Landinfrastruktur, die »für E-Navigation harmonisiert« ist, sowie
- die (weltweite) Gemeinsame Maritime Datenstruktur (Common Maritime Data Structure, CMDS).

Der weltweite Dachverband der Schifffahrtsverwaltungen (International Association of Marine Aids-to-Navigation and Lighthouse Authorities, IALA), der bei der Erarbeitung der E-Navigation-Strategie und zu deren Ausgestaltung wesentliche Beiträge geliefert hat, hat die E-Navigation-Strategie unter Verwendung des Sieben-Säulen-Modells grafisch zusammengefasst (Abb. 2).

Diese wesentlichen Bausteine sollen nun etwas näher dargestellt werden.

### Übergreifende Architektur von E-Navigation

Die übergreifende Architektur (Abb. 3) ist von der Weltschifffahrtsbehörde IMO im Mai 2012 (MSC90) als systemischer Denkraum für die weitere Arbeit angenommen worden.

Die übergreifende Architektur ist in einem (kartesischen) Koordinatensystem aufgebaut, dessen horizontale Achse die eingangs dargestellte Gesamtschau auf die »drei Seiten der Münze«

abbildet, und die vertikale Achse die Welt der Daten (vereinfacht: im Wesentlichen die Welt der maritimen Informationstechnik) von der Welt der Informationen (vereinfacht: im Wesentlichen die Welt der maritimen Nutzer) unterscheidet. Die übergreifende Architektur zeigt so die Lage der anderen wesentlichen Bausteine von E-Navigation sowie deren Wechselwirkungen mittels entsprechender Schnittstellen.

### Technische Systemarchitektur der Bordseite

Es wurde auch eine Detaillierung der bordseitigen Standard-Architektur für die technische Bordausrüstung vorgeschlagen (vgl. Abb. 4); diese wurde von einer Arbeitsgruppe der Deutschen Gesellschaft für Ortung und Navigation (DGON) erarbeitet, offiziell bei der IMO eingebracht und dort vorläufig angenommen. Sie ist vertikal in drei hierarchische Schichten unterteilt, entsprechend der verschiedenen Aufgaben im Datenverarbeitungspfad. Die Schnittstelle zum menschlichen Nutzer (Human-Machine Interface, HMI) ist in der obersten Schicht enthalten. Die Systemarchitektur der Bordseite hat einerseits das bereits existierende modulare Integrierte Navigationssystem (INS) als Kern und Basis, andererseits ist im Kommunikationsteil (rechts unten) eine neuartige, den Nutzer entlastende, übergreifende und intelligente Steuerung der verschiedensten jeweils verfügbaren Funkkommunikationsmittel vorgesehen.

### Maritime Dienste-Angebote

Die Maritimen Dienste-Angebote (Maritime Service Portfolios, MSPs) erfassen und beschreiben die in bestimmten Seegebieten jeweils angebotenen operationellen und technischen Dienste weltweit allgemeingültig und einheitlich. Jede Beschreibung umfasst die jeweiligen Dienste-Leistungsmerkmale und deren jeweils geforderten Güten. Die MSPs werden sowohl bereits existierende als

### Literatur

IALA (2014): IALA e-Navigation FAQs; [www.iala-aism.org/about/faqs/enav.html](http://www.iala-aism.org/about/faqs/enav.html), Abruf vom 13. Juni 2014  
 IMO (2008): IMO NAV54/25: Report to the Maritime Safety Committee, Annex 12, S.532; London, 14. August 2008  
 IMO (2009): IMO MSC85/26: Report of the Maritime Safety Committee on its eighty-fifth Session, Add. 1, Annex 20; London, 6. Januar 2009, S.11  
 IMO (2011): IMO NAV57, WP.6, Abb. 1  
 IMO (2012): IMO NAV58/6, Annex 1; London, 30. März 2012  
 IMO (2013): A Concept of a Sustainable Maritime Transportation System; London, 26. September 2013

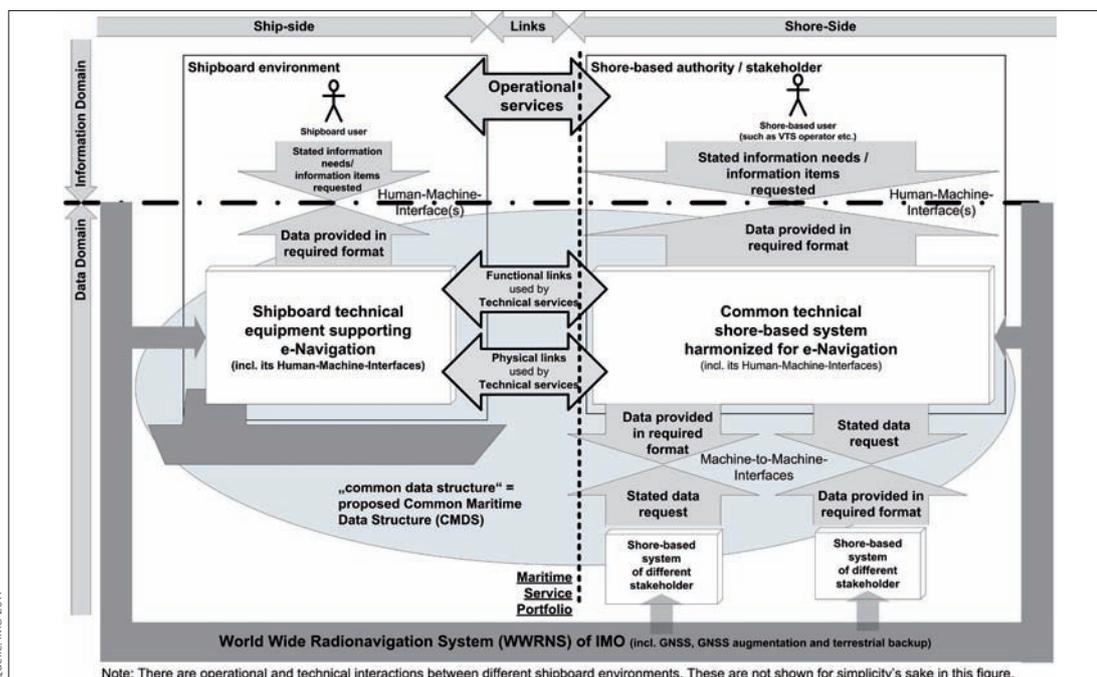


Abb. 3: Die übergreifende Gesamtarchitektur von E-Navigation

**MSP und MSPs:**

Um eine Verwechslung mit der Abkürzung für die Seeraumplanung (Marine Spatial Planning, MSP) zu vermeiden, wird für die Maritimen Dienste-Angebote (Maritime Service Portfolios) die Abkürzung in der Pluralform verwendet: MSPs.

auch neue operationelle und technische Dienste umfassen. Zukünftig soll mit der Angabe eines bestimmten MSPs für ein bestimmtes Seegebiet der Schiffsführung und der Bordelektronik klar sein, welche operationellen und technischen Dienste mit welchen Güten in diesem Seegebiet von Land aus für die Navigation angeboten werden. Die avisierte Bereitstellung für die Bordelektronik setzt voraus, dass die MSPs schlussendlich auch in einem maschinenlesbaren Format beschrieben und übermittelt werden. Dieses maschinenlesbare Format soll, dem Geiste von E-Navigation entsprechend, wiederum auch Bestandteil der Gemeinsamen Maritimen Datenstruktur (CMDS) werden.

**(Neue, digitale) Funkkommunikationsmittel**

Neue, digitale Funkkommunikationsmittel sind für alle relevanten maritimen Funkbänder in der Entwicklung, vom 100-kHz-Langwellenband bis hin zum GHz-Bereich. Sie sollen die gestiegenen Datenkommunikationsbedürfnisse befriedigen, jeweils unter Ausnutzung der Stärken der jeweiligen maritimen Funkbänder. Die Entwicklung und Einführung neuer, digitaler Funkkommunikationsmittel soll einhergehen und konvergieren mit einer Modernisierung des Weltweiten Seenotrettungssystems (Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS).

**Bestimmung von Position, Navigationsdaten und Zeit**

Die hochverlässliche und zugleich (hoch-)genaue digitale Bestimmung von Position, Navigationsdaten und der Zeit (»Position, Navigation, Timing«, PNT) will die verschiedensten Datenquellen von bord-, land- und weltraumseitigen (Funk-)Navigationssystemen für den zukünftigen maritimen Alltagseinsatz kombinieren. Das als Klammer im unteren Teil von Abb. 3 eingetragene Weltweite Funknavigationssystem (WWRNS) der IMO existiert heute schon, versorgt praktisch alle maritimen technischen Systeme mit Positions- und Zeitdaten und ist daher – entsprechend weiterentwickelt – die wesentliche Komponente für den E-Navigation-Baustein »PNT«.

**Harmonisierte technische Landinfrastruktur**

Verwaltungen und Organisationen, die Maritime Dienste anbieten, arbeiten zusammen, um eine weltweit einheitliche technische Landinfrastruktur, die »für E-Navigation harmonisiert« ist (vgl. technische Ausrüstung der Landseite in Abb. 3), zu beschreiben und einzuführen. Es ist diese technische Landinfrastruktur, die die technischen Dienste der verschiedenen Maritimen Dienste-Angebote (MSPs) technisch konkret bereitstellen muss.

**Gemeinsame Maritime Datenstruktur**

Die Gemeinsame Maritime Datenstruktur (CMDS) bezweckt einen zukünftig integritätsgesicherten, fehlerfreien, effizienten und flexiblen Datenaustausch zwischen allen beteiligten technischen Komponenten insbesondere dadurch zu erreichen, dass die auszutauschenden maritimen Daten, deren Codierung und Darstellung für den menschlichen Nutzer jeweils weltweit einheitlich, systematisiert, präzise und ausbaufähig beschrieben, also »datenmodelliert« werden. Als Grundlage soll eine Registerstruktur nach dem IHO-Standard S-100 eingesetzt werden (siehe den Beitrag »S-100 – Auf dem Weg zum Weltmodell« auf S. 6), die wiederum auf der GIS-Normenreihe ISO 19xxx beruht.

**5 Die Konkretisierung der Einführungsplanung – der SIP**

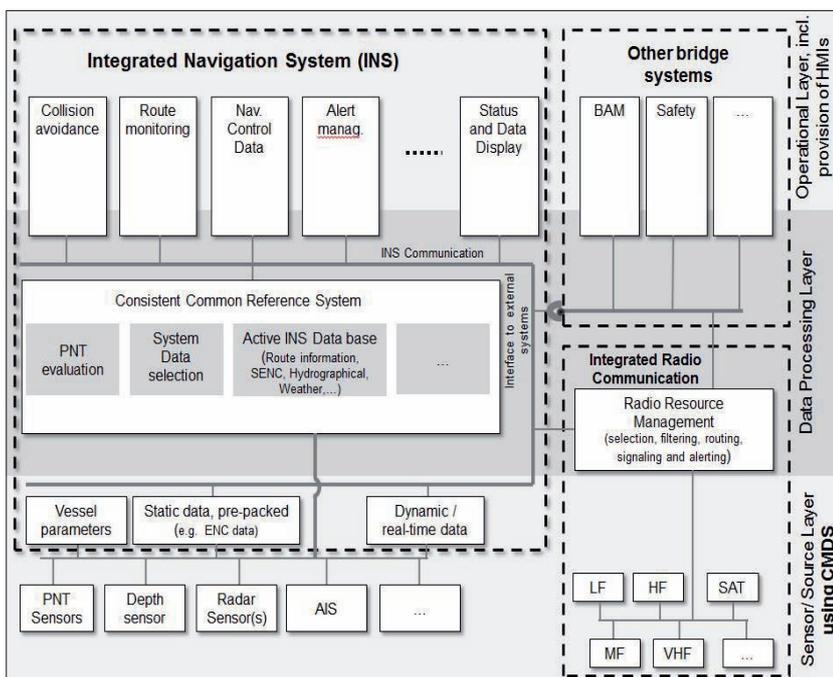
Auch wenn die oben dargestellten Bausteine die Tragweite der E-Navigation-Strategie der IMO bereits recht konkret erahnen lassen, ist es doch erforderlich, den Weg hin zu einer Realisierung dieser Bausteine im Sinne eines Managementplanes weiter herunterzubrechen.

Diese Aufgabe hat die IMO, unterstützt von zahlreichen international tätigen Organisationen und Verbänden, insbesondere aber von IHO und IALA, sowie unter Einbeziehung der interessierten Fachöffentlichkeit zwischenzeitlich fast bewältigt: Nach mehrjähriger Arbeit liegt nun der Entwurf eines »Strategie-Implementierungs-Planes« (Strategy Implementation Plan, SIP) für E-Navigation vor.

In dem SIP-Entwurf werden insbesondere formuliert und beschrieben:

- fünf »priorisierte E-Navigations-Lösungen« (»prioritized e-navigation solutions«, S),
- sieben sogenannte »Risiko-Begrenzungsmaßnahmen« (»Risk Control Options, RCOs«),
- 29 sogenannte »Unterlösungen« (»Sub-solutions«), die die oben genannten »priorisierten E-Navigations-Lösungen« weiter konkretisieren,
- 16 »vorgeschlagene Maritime Dienste-Angebote« (»proposed MSPs«), die in ihrer

**Abb. 4:** Schiffsseitige Systemarchitektur mit modularem Aufbau und INS



Gesamtheit praktisch das gesamte Spektrum der maritimen Dienste abbilden, sowie

- 18 »Aufgaben« (»Tasks«, T), die geeignet seien, die oben genannten »priorisierten Lösungen« einschließlich »Unterlösungen« in einem jeweils angegebenen Zeitraum (bis 2019 spätestens, im Einzelfall auch früher) dergestalt umzusetzen, dass ganz bestimmte »erwartete Ablieferungsergebnisse« (»expected deliverables«) von der jeweils zuständigen Einrichtung verbindlich verabschiedet sind.

Dieser SIP-Entwurf wird im Sommer 2014 bei dem neugegründeten zuständigen IMO-Unterausschuss NCSR (Sub-Committee on Navigation, Communications, Search and Rescue) beraten und voraussichtlich verabschiedet werden. Danach könnte ein abgeschlossener SIP Ende 2014 als Entscheidung von dem zuständigen IMO-Schiffssicherheits-Ausschuss (MSC) verabschiedet und zur anschließenden Umsetzung eingeführt werden.

## 6 Schlussfolgerungen und Ausblick

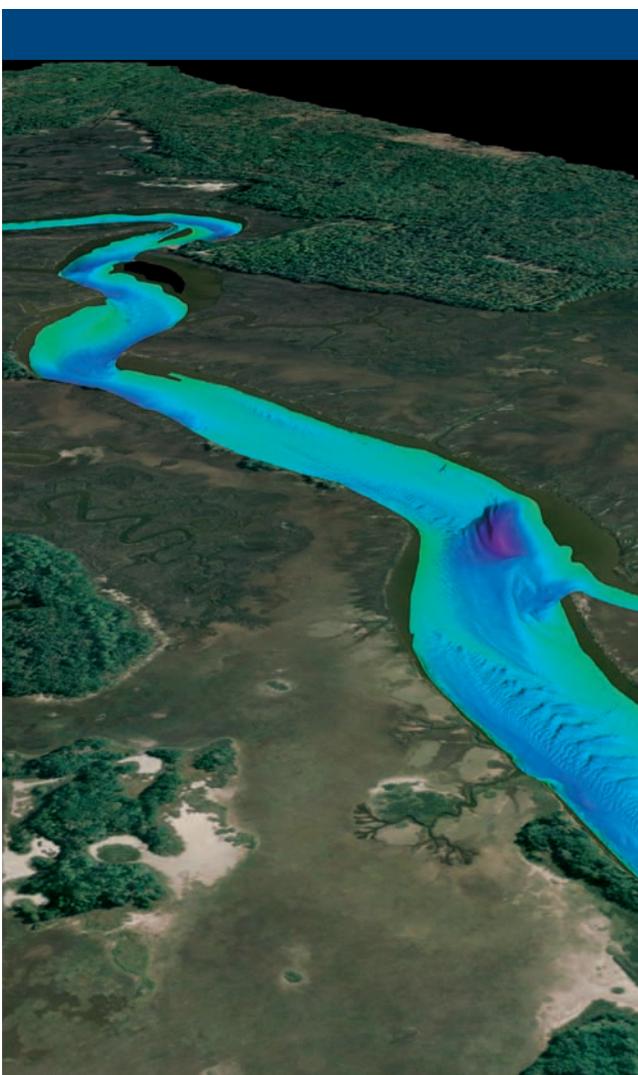
Natürlich ist es in einem Überblicksartikel nicht möglich, die – inzwischen sich immer mehr konkretisierenden – Vorstellungen zu den oben vorgestellten Bausteinen, Lösungen, Aufgaben, Risk

Control Options usw. im Einzelnen vorzustellen. Das muss weiteren Artikeln vorbehalten bleiben, auch wenn es zu jedem der genannten Bausteine bereits viel »belastbares Material« gibt.

Hier ging es darum, darzustellen, dass E-Navigation weit umfassender ist als »nur« ein etwaiges neues – papiergebundenes – Regelwerk der Weltschifffahrtsbehörde IMO. Die beschriebenen Bausteine und Lösungen werden sich ganz praktisch bis in betriebliche Abläufe in den Beziehungen Schiff–Schiff, Schiff–Land, Land–Schiff und Land–Land und natürlich bis in die Gestaltung technischer Systeme und Komponenten hinein auswirken.

E-Navigation bringt zudem auch bereits dann einen Fortschritt gegenüber der heutigen Situation in der Seeschifffahrt, wenn die hier beschriebenen Bausteine auch nur bereits anfänglich umgesetzt sind oder auch nur teilweise realisiert werden sollten. Das lässt bald greifbare Ergebnisse erwarten. Außerdem macht dies die E-Navigation-Strategie und die weitere Ausgestaltungsrbeit robust gegen eventuelle Widerstände und Widrigkeiten.

Die dargestellten Bausteine, Lösungen, Aufgaben usw. reduzieren schließlich die mit E-Navigation insgesamt verbundene Komplexität durch Aufteilung in überschaubare Arbeitsfelder. Diese können dann international arbeitsteilig bearbeitet werden. ⚓



Engineering Analysis Module™ is a set of powerful and scalable geospatial tools that work in conjunction with the popular CARIS Bathymetry DataBASE software to aid port and waterway management and ensure a safe environment for shipping and commerce.

## Engineering Analysis Module

Engineering Analysis Module is a component of the seamless Ping-to-Chart™ solution.

The latest solution for port and waterway management enables users to:

- › Import, create and maintain theoretical channel models to aid in dredging operations of ports and waterways.
- › Perform specialized analysis including volume calculations, shoal analysis, surface differencing and profile creation.
- › Use the powerful CSAR 3-D visualization engine to compare survey data with theoretical channel models to improve the decision making process.
- › Generate reports, maps and profiles through the integrated Plot Composer engine.

Contact [info@caris.com](mailto:info@caris.com) today for more information or visit our website.

**caris**<sup>™</sup>  
www.caris.com

# E-Navigation – Integrity in the maritime traffic system

An article by *Evelin Engler, Frank Heymann and Ralf Ziebold*

Comprehensive and reliable situation recording and monitoring are basic prerequisites to avoid collisions and groundings in the maritime traffic system. Due to the technical advance in the last century both tasks are more and more overtaken by a variety of sensors, services and systems. As a result, a steadily increasing number of data is provided to describe the current situation on board the ships and in traffic areas. This opened the door for the application of integrated data processing techniques to perform the analysis of situation up to identification of threats at the soonest. But with the enlarging system complexity the necessity arises to evaluate the current usability of components and data in use to avoid misinterpretations of the situation. Usability evaluation becomes feasible in real time, if suitable integrity monitoring functions can be applied. In consequence, the implementation of system and data integrity into the maritime traffic system is considered as high-level user need of e-Navigation, a framework initiated by the IMO to enhance the maritime traffic system. The article gives an

overview about DLR's project »Maritime Traffic Engineering« (2010-2014), which is pursued on the feasibility of integrity monitoring in the maritime position, navigation, and timing system (PNT) as well as during traffic situation assessment (TSA).

reliability | integrity | resilience | position, navigation, and timing (PNT) | traffic situation assessment (TSA)

## Introduction

Comprehensive and reliable situational awareness is a basic prerequisite to avoid collisions and groundings as well as to protect life, goods, and the maritime habitat. For this purpose the reliable knowledge of ship's position and movement is necessary, taking into account the current traffic situation and the usable traffic area. In this context PNT data characterises the sum of information needed to describe ships' position, movement and attitude in time and space. Typical PNT data are amongst others latitude, longitude, time, speed over ground (SOG), course over ground (COG), heading and rate of turn (ROT). The Automatic Identification System (AIS) as communication platform supports the exchange of static, dynamic, and voyage-related data between ships operating in the same sea area. Dynamic AIS data are extracted from ship's PNT data, whereby the combined use of own and received AIS data enables the assessment of traffic situation

up to the identification of collision threats. Due to the fact that the availability of AIS data depends on achieved resilience of AIS based data transfer as well as the willingness of involved traffic participants for cooperation RADAR (Radio Detection And Ranging) is recognised as the primary aid for onboard traffic situation assessment. However, the combined use of RADAR and AIS data creates the opportunity for an improved description and analysis of traffic situation. In order to achieve a safe and efficient traffic management the traffic situation should be associated with the usable traffic area. For this purpose all PNT and TSA relevant data as well as nautical charts should be handled in one and the same reference system.

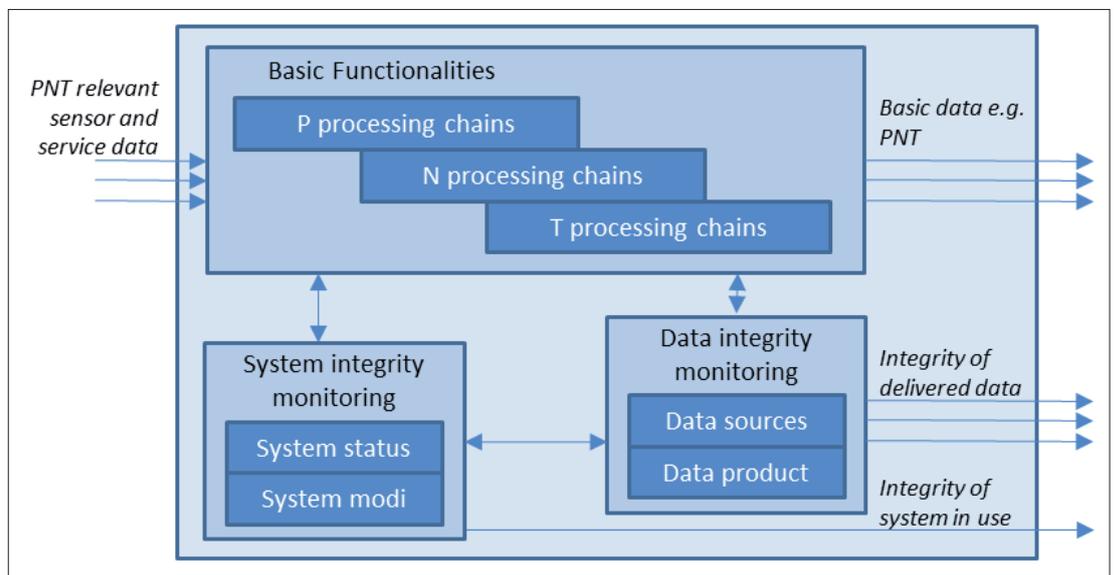
The development of the e-Navigation implementation plan started in the year 2006 with the collection of user needs and the identification of regulative, administrative and technical gaps in the current maritime traffic system. At present

### Authors

Dr. Evelin Engler, Dr. Frank Heymann and Ralf Ziebold are working for the Institute of Communications and Navigation, Department Nautical Systems, at the German Aerospace Center (DLR) in Neustrelitz

### Contact:

evelin.engler@dlr.de  
frank.heyman@dlr.de  
ralf.ziebold@dlr.de



**Fig. 1:** Generic view on onboard PNT system with basic and additional integrity monitoring functionalities

five e-Navigation solutions are given top priority for realisation, whereby the »improved reliability, resilience and integrity of bridge equipment and navigation information« is one of them. Due to its importance for collision avoidance special attention is laid on the improvement of onboard PNT system by acting as risk control option.

**Challenges: reliability, integrity, and resilience**

Reliability, integrity, and resilience are descriptive characteristics stressed in the frame of e-Navigation to formulate user needs, gaps as well as objectives for the further enhancement of the maritime traffic system. Without technical detailing and harmonised meaning of the descriptive characteristics it will be impossible to determine the real need on research and development regarding the maritime PNT and TSA system.

Reliability is the ability of a system to perform its required functions under specified conditions for a certain period of time. Therefore reliability can be applied either on the basic functionalities or additionally on functionalities monitoring the system and data integrity (Fig. 1). An increased level of difficulties represented by the specified conditions as well as higher requirements on quantity and quality of data products determine in the end which sensors, services and methods should be applied in minimum.

The maritime community associates integrity with the ability of systems to provide the user with information about the current usability of the system or delivered data products. The meaning of integrity information depends strongly on applied integrity indicators and used methods for their determination. Plausibility tests allow the detection of large errors. Consistency tests applied on data coming from similarly or complementary data sources enable the detection of malfunctions and failures in parts of the system. However, in case of nautical information systems the completeness, validity, and accuracy of provided data products should be

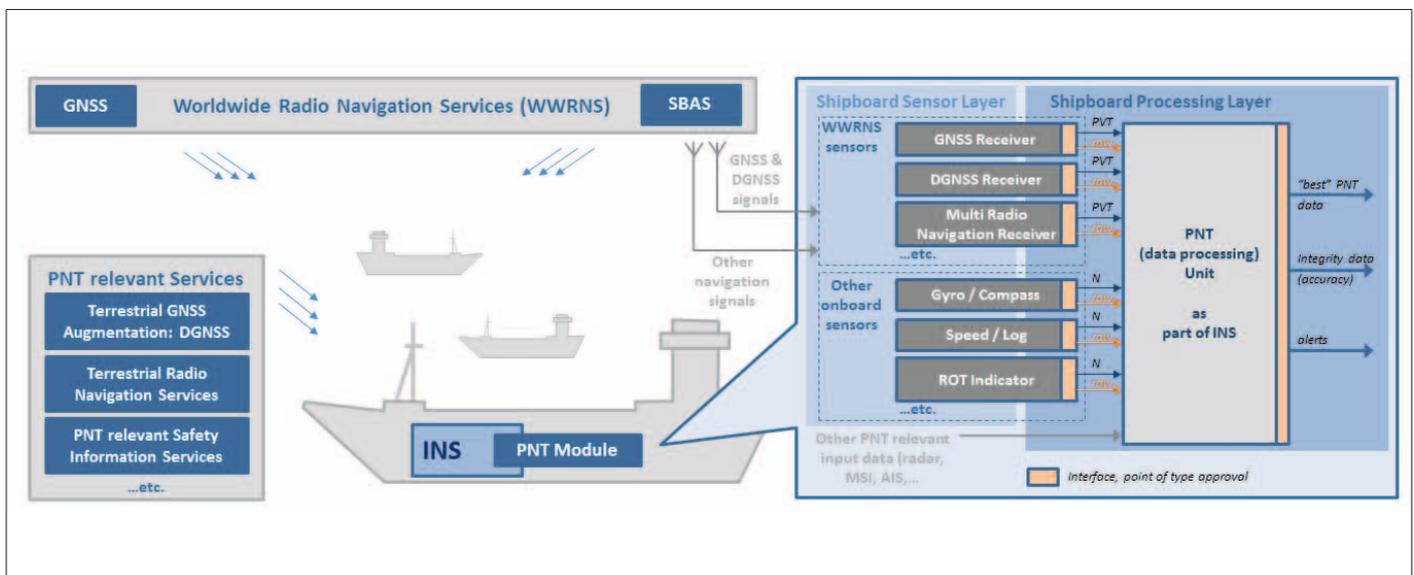
the preferred measures to determine their usability. For this purpose intrasystem redundancy is necessary to enable the detection of single error sources and to estimate the resulting accuracy losses.

Resilience is a requirement especially claimed for safety-critical systems. A resilient system is able to detect and compensate external and internal sources of disturbances, malfunctions and breakdowns in parts of the system. For this purpose the system needs internal integrity monitoring functions whose results are used to manage and steer the system operation. The compensation of error sources shall be achieved without loss of system functionalities and preferably without degradation of their performance. In order to achieve resilience the need on intrasystem redundancy increases to enable besides integrity monitoring the compensation of detected errors. Both, the requirements on integrity as well as resilience in safety-critical systems, have implications on the architecture design and the interface specification. On the one hand the chosen system architecture reflects a certain level of redundancy determining the feasibility of integrity monitoring and the achievable significance of provided integrity information. On the other hand additional components and functions should be foreseen in the architecture to perform integrity monitoring up to system steering. Finally, the exchange of integrity and steering data should be supported by internal and external data interfaces.

**Resilient onboard provision of PNT data**

Fig. 2 gives an overview of the maritime PNT system as it is discussed in time at the level of IALA and IMO. Recognised core elements for the worldwide determination of position, velocity, and time data (PVT) are Global Navigation Satellite Systems (GNSS), whereby the additional use of Satellite Based Augmentation Services (SBAS) and terrestrial GNSS augmentation services (e.g. DGNSS) increases accuracy and integrity of GNSS based positioning. Due to GNSS's vulnerability the need on ter-

Fig. 2: Overview of maritime PNT system: used and usable components and services



**References**

IMO MSC (2008): Report of the Maritime Safety Committee on its eighty-fifth Session (MSC 85/26). Annex 20: Strategy for the Development and Implementation of eNavigation; London, 19 December 2008

Engler, Evelin; Thoralf Noack; Michael Hoppe; Ralf Ziebold; Zhen Dai (2011): Resilient PNT: Vision and mission; International Conference on e-Navigation »E-NAVIGATION UNDERWAY«, M/S Crown Seaways; Copenhagen-Oslo-Copenhagen, 18-20 January 2012

Ziebold, Ralf; Zhen Dai; Thoralf Noack; Evelin Engler (2010): Concept for an Integrated PNT Unit for Maritime Applications; Proceeding of 5th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies (Navitec); Noordwijk, 8-10 December 2010

Heymann, Frank; Pavel Banyš; Thoralf Noack; Evelin Engler (2013): Is ARPA Suitable for Automatic Assessment of AIS Targets?; Advances in Marine Navigation, London, pp. 223-232, 2013

restrial radio navigation systems such as eLORAN (see the article on page 26) or R-Mode (Ranging Mode) is questioned to enable a GNSS independent determination of PVT data in the future. In the classic approach of an onboard PNT module each sensor is responsible for the provision of specific PNT data: the sensors of World Wide Radio Navigation Systems (WWRNS) for PVT data and the other shipboard sensors for navigation data such as SOG, COG, speed through water (STW), heading, or ROT.

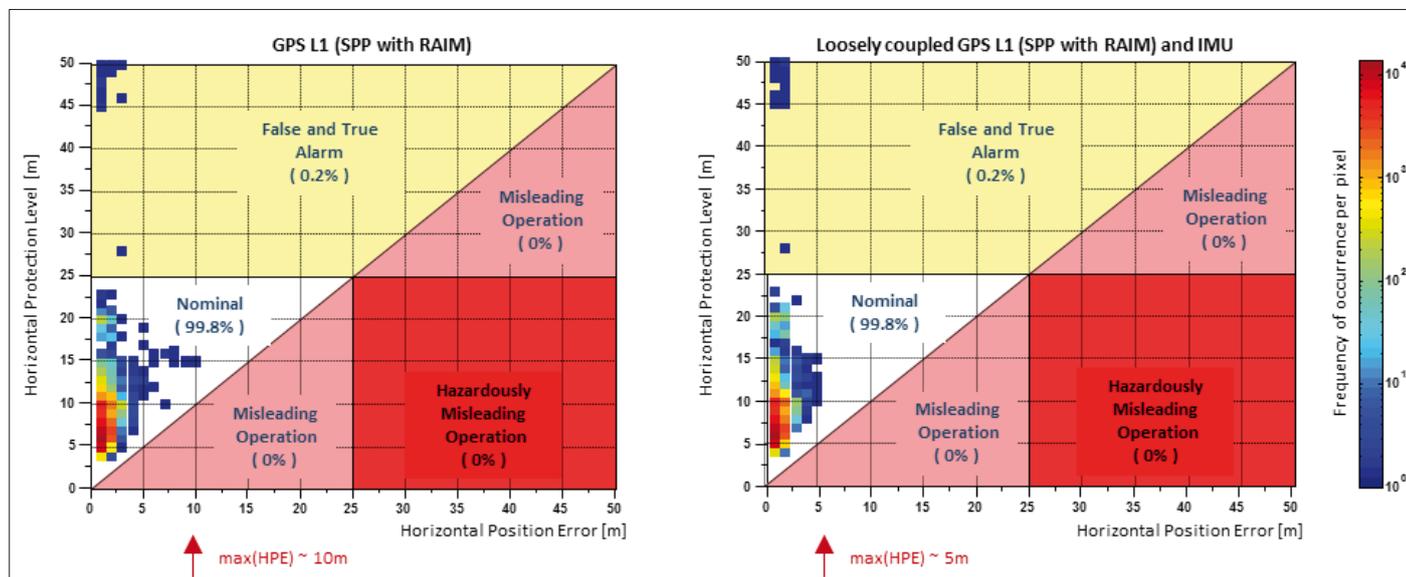
The shipboard processing layer is part of the applied sensors and represents the intra-sensor used methods for the provision of respective PNT data. Only in cases of intra-sensor redundant dimensioning (e.g. more than five GNSS signals) integrity monitoring methods such as RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) can be applied. Fig. 3 (left graphic) shows the achievable improvement of Single Point Positioning (SPP) with Receiver Autonomous Integrity Monitoring (RAIM) by using a standard GPS receiver operating with L1 signals. In general, the horizontal position errors are below 10 m. Nominal operation conditions are achieved in 99.8% indicating the usability of provided PNT data.

Ships using an Integrated Navigation System (INS) as shown in Fig. 2 have the opportunity to exploit the multi-sensor based redundancy to detect failure and malfunctions in the applied PNT sensors, to assess the usability of provided PNT data, and to improve the alert management. A check matrix performs plausibility and consistency tests on the basis of a sensor-overarching measurement model. Due to the fact that plausibility tests can only detect large errors and consistency tests can only determine relative errors, the current INS approach lacks of insufficient navigational integrity monitoring and error compensation. A loosely coupling of RAIM assessed PVT data coming from the GPS L1 sensor with movement data provided by an Inertial Measurement Unit (IMU) is a proceeded INS approach to decrease all horizontal position errors below 5 m (Fig. 3, right graphic).

The PNT Unit is an enhanced concept of the shipboard processing layer developed by the MTE project in cooperation with industrial and administrative partners (Ziebold et al. 2010). The concept opens the door for the multi-dimensional harmonisation of resilient PNT data provision covering carriage requirements, required accuracy and integrity levels, coordinated exploitation of intrasystem redundancy, need on PNT relevant services, consolidation of PNT relevant data formats and contents, as well as the enhancement of PNT relevant alarm management under consideration of actual requirements originating from service area and high-priority navigation tasks. The developed initial PNT Unit demonstrates the feasibility that such an enhanced data processing layer is able to detect and compensate external and internal sources of disturbances, malfunctions and breakdowns in parts of the PNT system.

As shown in Fig. 4 improved position results are only achieved, if applied integrity monitoring techniques (RAIM, innovation filtering) enable the error detection and uncorrelated data sources (GPS and IMU) ensure their compensation. Continuing developments are in preparation to clarify the need, role and benefits of PNT relevant services (e.g. future role of PNT relevant Maritime Safety Information, MSI) taking into account the diversity of accuracy and integrity requirements and inhomogeneity coming from scalable carriage requirements. For this purpose the PNT Unit will be upgraded with further processing chains utilising the advance in services, sensors and data processing techniques.

**Fig. 3:** Horizontal position errors and protection levels gathered during a 12 h trial run in October 2013: left graphic from GPS L1 (SPP with RAIM) and right graphic from loosely coupled GPS L1 (SPP with RAIM) and IMU



tion. Measured distances and bearing angles are analysed by RADAR to determine the position of targets relative to the own position. However, the RADAR based identification and tracking is complicated by signal propagation effects as well as the absence of reliable methods to separate between traffic participants, obstacles and artefacts. Similarly, the quality of AIS based target identification varies in dependence on the capability and resilience of PNT and AIS equipment and communication.

Initial investigations of the project MTE confirmed that neither the automatic acquisition of RADAR targets using ARPA (automatic RADAR plotting aid) nor AIS alone are able to provide reliable and complete traffic pictures. In case of AIS it was shown that at the Baltic Sea 3% of AIS data includes default and 1% inconsistent values. Default values are defined in the AIS standard. Values are considered as critical, if increased deviations between successive positions and assigned speed and course indications are observed. Therefore it is also plausible that the sum of default and inconsistent AIS data increases up to 20% in harbour areas as a result of slowly moving and mooring vessels.

In the MTE project a method was developed to associate targets identified by AIS and RADAR (Heymann et al. 2013). It was found (Fig. 5), that in open water (in this case the Baltic Sea) nearly 90% of AIS targets can be associated with a RADAR target, whereas in harbour areas the association rate drops below 50%. The observed distance between associated AIS and RADAR targets is in the order of 140 m up to 160 m for open sea and harbour areas and is compliant to the accuracy specifications of both systems (Fig. 5). The RADAR performance slightly decreases in harbour areas which can be explained with impaired RADAR signal propagation conditions.

An improved description and monitoring of traffic situation can only be achieved by fusion of traffic relevant data coming from different sources such as RADAR and AIS. For this purpose it is evident that each data source supports an automatic target detection and time synchronisation. Due to existing technical gaps in the case of RADAR, the MTE project realised initial investigations, how well astronomical methods can be used for automatic target identification based on raw RADAR images. First trials have shown that automatic target identification becomes possible and opens the door to separate between static and dynamic targets. Additionally it becomes possible to extract information of the target dimension for ongoing analysis. ⚓

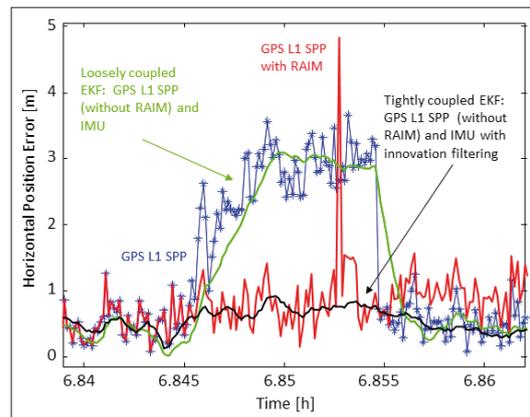
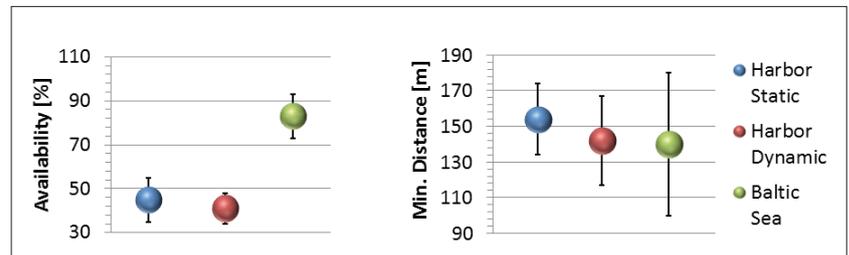


Fig. 4: Error compensation by PNT Unit V1.0 (EKF: Extended Kalman Filter)

Fig. 5: Availability of targets identified by RADAR and mean distance between associated AIS and RADAR targets



## Hydrographische Nachrichten HN 98 – Juni/Juli 2014

### Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen  
Gesellschaft e. V. – DHyG

#### Herausgeber:

Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.

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

Internet: [www.dhyg.de](http://www.dhyg.de)  
E-Mail: [dhyg@innomar.com](mailto:dhyg@innomar.com)  
Telefon: (0381) 44079-0

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

ISSN: 1866-9204

#### Schriftleiter:

Lars Schiller  
E-Mail: [lars.schiller@dhyg.de](mailto:lars.schiller@dhyg.de)

#### Redaktion:

Hartmut Pietrek, Dipl.-Ing.  
Prof. Markéta Pokorná, Ph.D.  
Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.  
Vasiliki Kekridou, B.Sc.

#### Wissenschaftlicher Beirat:

Prof. Dr.-Ing. Delf Egge  
Horst Hecht, Dipl.-Met.

© 2014. Die HN und alle in ihnen enthaltenen  
Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich  
geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen  
Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zu-  
stimmung der Redaktion unzulässig und strafbar.

#### Anzeigen:

Ganze Seite (210 mm × 297 mm): 300 Euro;  
auf dem Umschlag, innen: 400 Euro.  
Halbe Seite (210 mm × 148 mm): 200 Euro.  
Kontakt: Stefan Steinmetz, E-Mail: [sts@eiva.com](mailto:sts@eiva.com)

#### Hinweise für Autoren:

Der eingereichte Fachaufsatz muss in dieser Form  
noch unveröffentlicht sein. Bitte stellen Sie Ihrem  
Beitrag in deutscher oder englischer Sprache eine  
Kurzzusammenfassung von maximal 15 Zeilen vor-  
an und nennen Sie fünf Schlüsselwörter. Reichen  
Sie Ihren Text bitte unformatiert und ohne einge-  
bundene Grafiken ein. Die beigefügten Grafiken  
sollten eine Auflösung von 300 dpi haben. In der  
Textdatei sollte die automatische Silbentrennung  
ausgeschaltet sein; auch manuelle Trennungen  
dürfen nicht enthalten sein.

Über die Annahme des Manuskripts und den Zeit-  
punkt des Erscheinens entscheidet die Redaktion.  
Nachdruckrechte werden von der Redaktion gegen  
Quellennachweis und zwei Belegexemplare ge-  
währt. Für unverlangte Einsendungen, einschließ-  
lich Rezensionsexemplaren, wird keine Gewähr  
übernommen. Manuskripte und Bildvorlagen wer-  
den nur auf besonderen Wunsch zurückgeschickt.  
Die Verfasser erklären sich mit einer nicht sinnent-  
stellenden redaktionellen Bearbeitung ihres Manu-  
skripts einverstanden. Die mit vollständigen Namen  
gekennzeichneten Beiträge geben nicht unbedingt  
die Meinung der Redaktion wieder.

# Produktion von maßgeschneiderten elektronischen Seekarten für die deutschen Lotsen

Ein Beitrag von *Friedhelm Moggert-Kägeler*

2008 waren maßgeschneiderte elektronische Seekarten noch reinen Spezialanwendungen mit besonders hohen Genauigkeitsanforderungen vorbehalten. Doch in den letzten Jahren haben sich die bathymetrischen elektronischen Seekarten (bENCs) und Port ENC (PENCs) immer weiter verbreitet. Die Lotsenbrüderschaften auf Elbe, Weser und Nordostseekanal nutzen diese maßgeschneiderten Karten auf ihren Portable Pilot Units (PPUs). Der Artikel gibt einen Überblick über Entwicklung und Einsatz der maßgeschneiderten elektronischen Seekarten in Deutschland.

## Autor

Friedhelm Moggert-Kägeler arbeitet als Produktmanager bei der SevenCs GmbH in Hamburg

## Kontakt unter:

mo@sevencs.com

Elektronische Seekarte | ENC | ECDIS | bathymetrische ENC | bENC | Port ENC | PENC | PPU | Lisy | Lotsen

## Hintergrund

Unter dem Titel »Herstellung maßgeschneiderter elektronischer Seekarten für die hochpräzise Navigation« erschien im Oktober 2008 ein Beitrag, in dem es um die Herstellung von Spezialkarten für Anwendungen mit besonderen Genauigkeitsanforderungen ging (Anette Freytag u. Friedhelm Moggert-Kägeler, HN 82). Damals wurden offizielle ENC (elektronische Seekarten) in erster Linie für die Benutzung in ECDIS-Systemen hergestellt. Maßstab und Detailgrad wurden dabei so gewählt, dass die ENCs für eine sichere Navigation von Hafen zu Hafen benutzt werden können. Immer häufiger kamen Navigationssysteme zum Einsatz, die mit Hilfe von modernster Sensortechnik eine hochpräzise Positionsbestimmung ermöglichten. Solche Systeme werden eingesetzt, wenn es darum geht, Schiffe in engen oder flachen Gewässern sicher zu manövrieren; Beispiele sind tragbare Lotsensysteme (PPUs) und Schiffsüberführungssoftware.

Da reguläre ENCs nicht dafür produziert werden, in solchen Spezialanwendungen zum Einsatz zu kommen, ist es sinnvoll, sie mit maßgeschneiderten Seekarten zu ergänzen. Letztere erfüllen die hohen Genauigkeitsanforderungen und können in entsprechend großen Maßstäben hergestellt werden, die für die computergestützte hochpräzise Navigation erforderlich sind.

2008 sind maßgeschneiderte elektronische Seekarten nur vereinzelt zum Einsatz gekommen – z. B. bei diversen Überführungen von Kreuzfahrtschiffen, die in der Meyer Werft gebaut wurden. Um die Ems sicher passieren zu können, wurden von SevenCs großmaßstäbige Spezialkarten mit hochgenauen Tiefeninformationen angefertigt.

Welche Bedeutung maßgeschneiderte elektronische Seekarten in Zukunft haben würden, war 2008 noch nicht abzusehen. In diesem Beitrag wird die Entwicklung seit 2008 näher beschrieben.

## Historie

Bereits vor 2008 wurde von SevenCs das Konzept der bathymetrischen ENC (bENC) entwickelt. Hierbei geht es darum, Tiefeninformationen die aus aktuellen Peilungen stammen, in spezielle S-57-Datensätze zu konvertieren. Diese bathymetrischen Daten können optional zu den regulären ENCs einblendend werden. Sie bereichern das Kartenbild

der Navigationssoftware mit detaillierten Tiefeninformationen in Form von zusätzlichen Konturen, farbigen Tiefenflächen und Tiefenzahlen an.

## 2009: bENC-Produktion, WSA Cuxhaven

Im Jahre 2009 hat das WSA Cuxhaven damit begonnen, für den gesamten Zuständigkeitsbereich des WSA Hamburg und des WSA Cuxhaven bENCs nach dem von SevenCs erarbeiteten Konzept zu erstellen. An diesem Projekt waren außerdem die Lotsenbrüderschaft Elbe (LBE), die WSV und das BSH maßgeblich beteiligt. Seitdem werden bENCs im wöchentlichen Rhythmus aktualisiert. Die bENCs wurden anfangs nur probeweise in den PPU-Systemen ORCA Pilot benutzt. Heute werden die bENCs von allen LBE-Nutzern der neuen PPU-Software Lisy (Lotseninformationssystem) eingesetzt.

## 2009: bENC-Produktion, HPA

In dem von der EU geförderten Projekt EFFORTS (Effective Operations in Ports), das von 2006 bis 2009 durchgeführt wurde, hatte HPA (Hamburg Port Authority) die leitende Rolle des Arbeitspakets WP 1.3 Port ECDIS. Untersucht wurde, inwieweit elektronische Seekarten, die für die maritime Schifffahrt (ENCs) und für die Binnenschifffahrt (IENCs) angefertigt wurden, den Anforderungen an die Navigation in Häfen und engen bzw. flachen Gewässern gerecht werden.

Man kam zu dem Schluss, dass die zugrundeliegenden Standards erweitert werden müssten. Als Ergebnis wurde ein Entwurf einer Port-ENC-Spezifikation präsentiert. Elektronische Seekarten, die nach diesen Maßgaben erstellt werden, basieren auf lagemäßig hochgenauen topographischen Informationen. Sie werden als großmaßstäbige Karten produziert und können mehr Informationen enthalten, als sich in ENCs oder IENCs abbilden lassen. Das erwähnte bENC-Konzept wurde als eine Möglichkeit zur Anreicherung der PENC-Daten mit aktuellen Tiefeninformationen übernommen.

Seit Ende dieses Projekts 2009 werden von HPA bENCs produziert, die in regelmäßigen Abständen kurz nach Abschluss der jeweiligen Peilungen aktualisiert und unter anderem den Hafenslotsen und den Elblotsen zur Nutzung in ihrer PPU-Software (z. B. Lisy) zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus produzierte HPA schon vor 2009 großmaß-

stäbige ENC's, die Genauigkeitsanforderungen erfüllen, wie sie für den Entwurf der Port-ENC-Spezifikation festgelegt worden sind.

**2011: bENC- und PENC-Produktion für NOK**

Nach der Einführung des PPU-Systems ORCA Pilot bei der Lotsenbrüderschaft Nord-Ostsee-Kanal 1 kam der Wunsch nach maßgeschneiderten hochgenauen elektronischen Seekarten auf. Daraufhin wurden im Jahre 2011 von SevenCs/Chartworld im Auftrag von NOK 1 elektronische Seekarten nach PENC-Spezifikation und bENCs für den Nord-Ostsee-Kanal erstellt. Als Grundlage dienten Daten der Digitalen Bundeswasserstraßenkarte (DBWK2) im Maßstab 1 : 2000. Neben der hohen Genauigkeit enthalten die Karten speziell von den Lotsen geforderte Informationen (z. B. Tafelzeichen, angepasste Symbole), die in regulären ENC's nicht zu finden sind. Auch diese Karten werden mittlerweile von den NOK-1-Lotsen in der PPU-Software Lisy benutzt.

**2013: PENC-Produktion für LBE**

Bei der Lotsenbrüderschaft Elbe ist die PPU-Software Lisy ebenfalls seit 2013 im Einsatz. Auch hier sah man es als erforderlich an, großmaßstäbige Karten zu verwenden, wenn mit der PPU-Software in großen Zoombereichen gearbeitet wird. Die LBE hat SevenCs/Chartworld 2013 beauftragt, elektronische Seekarten in Form von Port ENC's auf Grundlage der DBWK2 zu produzieren. Diese Karten und die vom WSA Cuxhaven produzierten bENCs der Elbe ergänzen die offiziellen ENC's des BSH.

**2013: bENC-Produktion, WSA Bremerhaven**

2013 hat auch das WSA Bremerhaven nach Abstimmung mit dem WSA Cuxhaven und Unterstützung von SevenCs damit begonnen, bENCs für die Weser zu produzieren und laufend zu halten. In diesem Bereich werden die bENCs zusammen mit den offiziellen ENC's des BSH für den Einsatz in Lisy von der Lotsenbrüderschaft Weser2/Jade benutzt.

**Zusammenfassung**

Die Karte in Abb. 1 zeigt einen Überblick der norddeutschen Wasserstraßenabschnitte, für die be-

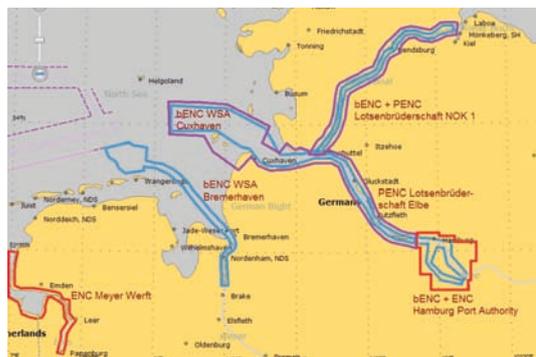


Abb. 1: Maßgeschneiderte elektronische Seekarten für norddeutsche Wasserstraßen

reits maßgeschneiderte elektronische Seekarten hergestellt werden.

Es wird deutlich, dass der Bedarf an maßgeschneiderten elektronischen Seekarten in den letzten Jahren enorm gestiegen ist. Dies ist in erster Linie auf den vermehrten Einsatz des PPU-Systems Lisy seitens vieler deutscher Lotsenbrüderschaften zurückzuführen.

Heute werden maßgeschneiderte elektronische Seekarten in Form von bENCs, PENCs und großmaßstäbigen ENC's hergestellt. Es besteht eine Abhängigkeit zwischen den PPU-spezifischen Funktionen und der Verfügbarkeit der oben genannten Spezialkarten. Hierzu zählen unter anderem:

- Nutzung großmaßstäbiger Zoombereiche,
- zuverlässige Abstandsangaben,
- Nutzung des Docking-Modus (Abb. 2),
- Darstellung detaillierter Tiefeninformationen,
- Anzeige verfügbarer Wassertiefen in potenziellen Ausweichbereichen,
- Anzeige der Tiefenangaben unter Berücksichtigung des tatsächlichen Wasserstandes,
- Integration von Pegelonline (www.pegelonline.wsv.de) (Abb. 3),
- Darstellung zusätzlicher Informationen.

Ohne die Verfügbarkeit von maßgeschneiderten elektronischen Seekarten wären viele der Funktionen, die das Gesamtpotenzial von PPU-Software erst ausmachen, nicht realisierbar. Voraussetzung hierfür ist nicht zuletzt auch die enge Kooperation aller oben genannten Beteiligten. ⚓

Abb. 2: Docking-Modus mit genauer Abstandsanzeige zum Terminal

Abb. 3: Integration von Pegelonline zur Darstellung des tatsächlichen Wasserstandes



# eLORAN – Renaissance eines Ortungsverfahrens

## Teil II – Ein Blick voraus auf eLORAN\*

Ein Beitrag von *Manfred Bauer*

Wer heutzutage das Stichwort »Navigation« hört, denkt an satellitengestützte Systeme, namentlich an GPS. Vorbei sind die Zeiten der astronomischen Navigation mit Hilfe von Sextanten, vorbei auch die Zeiten der Hyperbelnaviationsverfahren wie LORAN-C oder Decca. Dachte man. Doch seit sich die Meldungen über die Verwundbarkeit von GPS häufen, erinnert man sich an die alten Funkortungsverfahren zurück. Einige Länder planen, eine verbesserte Version – das sogenannte eLORAN – als zusätzliches System für den Fall der Fälle einzuführen.

### Autor

Manfred Bauer war Professor für Geomatik an der HCU; er ist Autor von »Vermessung und Ortung mit Satelliten«

### Kontakt unter:

m.bauer-hh@t-online.de

\* Teil I – »Ein Blick zurück auf die Grundlagen von LORAN-C« ist in den HN 97 erschienen (S. 17–21)

eLORAN | LORAN-C | Hyperbelnavigation | Funkortung | Primary Factor | Secondary Factor | PF | SF | ASF

## 5 eLORAN

### 5.1 Grundprinzipien

Die Grundprinzipien von eLORAN sind:

- eLORAN ist ein differenzielles Verfahren. Es werden Daten zur Verbesserung der Signallaufzeiten zur Verfügung gestellt, die auf differenziellen eLORAN-Referenzstationen in Echtzeit gewonnen und zur Verfügung gestellt werden.
- eLORAN bestimmt die Empfängerposition durch Trilateration unter Auswertung aller Signale der im Empfangsbereich des Empfängers liegenden eLORAN-Stationen.

Zur Durchführung dieser Grundprinzipien müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Die ASFs der eLORAN-Sender, die in dem Bereich der vorgesehenen eLORAN-Ortung genutzt werden sollen, müssen durch vorangehende, einmalig durchzuführende Messungen bestimmt worden sein (siehe Kap. 5.2).
- In den eLORAN-Sendern muss eine geeignete Technik für hochgenaue Zeitmessung mit einheitlicher Zeitskala vorhanden sein (siehe Kap. 5.3).
- Es muss eLORAN-Referenzstationen geben, auf denen in Echtzeit temporäre ASF-Variationen bestimmt werden (siehe Kap. 5.4).
- Es muss einen Kanal geben (eLORAN-Datenkanal), über den die Korrekturdaten in Echtzeit ausgestrahlt werden können (siehe Kap. 5.5).

### 5.2 ASF-Bestimmung für eLORAN

Mit differenziellem GPS als hochgenauem Ortungssystem und mit der Verfügbarkeit von preiswerten, kleinen, hochgenauen Frequenznormalen liegen die Voraussetzungen dafür vor, ASF-Bestimmungen für eLORAN ausschließlich durch direkte Messungen durchzuführen. Hargreaves beschreibt

ausführlich, wie dies von der für die Navigation in englischen Gewässern zuständigen Behörde General Lighthouse Authority (GLA) umgesetzt wird (Hargreaves 2010).

Zur Durchführung der ASF-Bestimmung benutzt die GLA das eLORAN-ASF-Messungssystem der holländischen Firma Reelektronika (Abb. 17). Das System besteht unter anderem aus folgenden Hardwarekomponenten:

- eLORAN-Empfänger,
- DGPS-Empfänger,
- GPS-kontrolliertes Rubidium-Frequenznormal (Atomuhr),
- Prozessor zur Erzeugung von Zeitmarken (time tags).

Mit dem DGPS-Empfänger wird die »wahre« Position bestimmt (ground truth); mit dem mit einer Atomuhr ausgestatteten eLORAN-Empfänger wird die UTC-Ankunftszeit der eLORAN-Signale gemessen. Unter Verwendung der DGPS-Position und Kenntnis der Senderpositionen werden die Zeiten berechnet, die die Signale für die Pfade über See- wasser theoretisch benötigen. Da die Zeiten, zu denen die Signale von den Sendern ausgestrahlt wurden, bekannt sind und die Ankunftszeiten der Signale gemessen wurden, kennt man die tatsächliche Laufzeit der Signale. Diese tatsächliche Laufzeit wird in Relation gestellt zu der theoretischen Laufzeit – unter Berücksichtigung der PFs und SFs – und leitet daraus die ASFs ab. Die Realisierung dieses Grundprinzips ist insbesondere im Hinblick auf die Anforderung an die Genauigkeit der Zeitmessung nicht einfach (vgl. Hargreaves 2010).

Um die ASFs für ganze Messgebiete zu gewinnen, wird das Messgebiet in der bei hydrographischen Vermessungen üblichen Weise durch ca. 500 m nebeneinander liegende Linien erfasst. Durch von Hargreaves entwickelte Interpolationsverfahren (ebd.) entstehen bei der GLA aus den so gemessenen ASFs im Postprocessing 500 m × 500 m große Raster gleicher ASFs (ASF-Karten), überwiegend als digitale Karten zur späteren Verwendung in den eLORAN-Empfängern (Abb. 18).

### 5.3 eLORAN-Zeitreferenzsystem

Im eLORAN-Definitionsdocument (International Loran Association 2007) wird für eLORAN ein Zeit-

**Abb. 17:** eLORAN-ASF-Messungssystem der Firma Reelektronika



referenzsystem vorgeschrieben, das folgenden Kriterien genügt:

- Vollständige Unabhängigkeit von den GNSS.
- Öffentlich zertifiziertes System.
- UTC-Zeitskala.
- Qualität von Mehrfach-Cäsium-Uhren oder alternativer Methode gleicher Qualität.

Bei Erfüllung dieser Kriterien steht mit eLORAN ein Zeitmesssystem der Genauigkeit von 50 Nanosekunden zur Verfügung, was einer Distanz von 15 Metern entspricht.

Für die nordwesteuropäischen LORAN-C-Ketten (Northwest European Loran-C System, NELS) liegen diese Voraussetzungen durch die im Rahmen des Eurofix-Projekts durchgeführten Modernisierungen der LORAN-C-Ketten schon seit 1999 vor (Jorgensen 2000).

### 5.4 eLORAN-Referenzstationen

eLORAN verwendet Referenzstationen (Abb. 19). Die auf Punkten bekannter Koordinaten errichteten Stationen bestehen aus eLORAN-Empfängern mit Telemetrieeinrichtungen zur Übertragung von Korrekturdaten. Die Standorte der Referenzstationen liegen in der Nähe der Gebiete, in denen mit eLORAN navigiert werden soll.

Im eLORAN-Empfänger der Referenzstation wird laufend dessen Position aus den Signalen von mindestens drei eLORAN-Sendern abgeleitet (siehe Kap. 5.7). Da dabei auch der Uhrenfehler des eLORAN-Empfängers bestimmt wird, liegen im Empfänger die UTC-Empfangszeiten der eLORAN-Signale vor.

Aus den bekannten Koordinaten der eLORAN-Referenzstation und der eLORAN-Sendestationen, aus den bekannten Sendezeiten für die eLORAN-Signale sowie den bekannten, vorab bestimmten ASFs aller eLORAN-Sender im Gebiet der Referenzstation lassen sich die theoretischen Laufzeiten der eLORAN-Signale und damit deren theoretische Signalankunftszeiten berechnen. Die Differenzen zwischen theoretischen Signalankunftszeiten und gemessenen Signalankunftszeiten sind auf jahreszeitliche, tageszeitbedingte und wetterbedingte Abweichungen der aktuellen ASFs von den vorab bestimmten ASFs zurückzuführen. Diese Abweichungen werden modelliert und als Korrekturwerte in die eLORAN-Nachricht übernommen.

Die auf den eLORAN-Referenzstationen laufend durchgeführten Positionsbestimmungen dienen nicht nur zur Bestimmung der Korrekturdaten. Sie tragen gleichzeitig zur Integrität der eLORAN-Ortung bei.

Voraussetzung für die Verwendung der Korrekturdaten ist, dass sie auf geeignetem Weg den Empfängern zur Verfügung gestellt werden. Dazu gibt es bei eLORAN auf den ausgesandten Signalen einen Datenkanal – den eLORAN-Datenkanal (siehe Kap. 5.5).

### 5.5 eLORAN-Datenkanal

Die auf dem eLORAN-Datenkanal zu übertragenden Daten, müssen dem eLORAN-Signal mit Hilfe eines Modulationsverfahrens aufmoduliert werden. Es werden unterschiedliche Verfahren angewendet, andere werden diskutiert. Einen Überblick über mögliche Verfahren findet man bei Boyer (Boyer 2000). In den nachfolgenden Ausführungen wird auf die Verfahren eingegangen, die nach derzeitigem Stand realisiert sind oder aber realisiert wurden.

#### Eurofix-Modulation

Bei diesem Verfahren werden die Pulse 3 bis 8 – also sechs Pulse – des LORAN-Signals moduliert

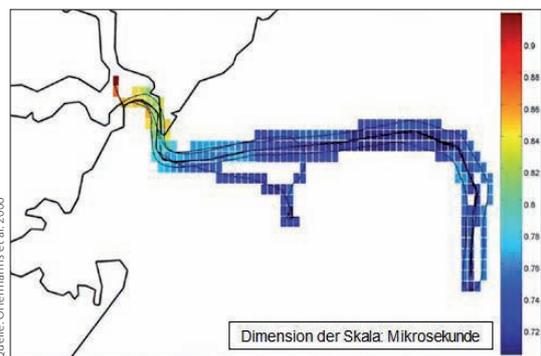


Abb. 18: ASF-Karte (Sender Lessay) für den Hafeneingang von Harwich

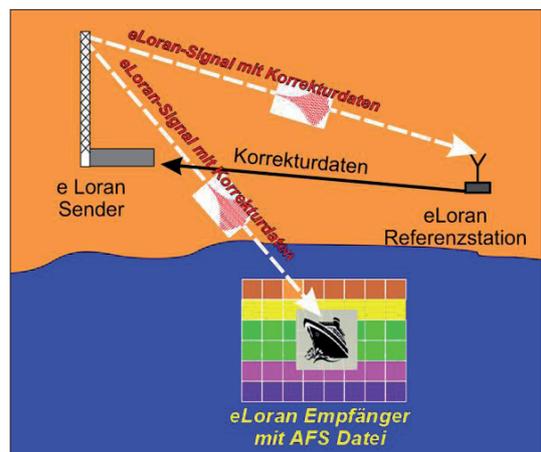


Abb. 19: Arbeitsweise einer eLORAN-Referenzstation

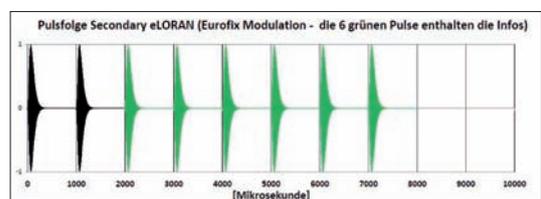


Abb. 20: Eurofix-Modulation (Modulation der Pulse 3 bis 8)

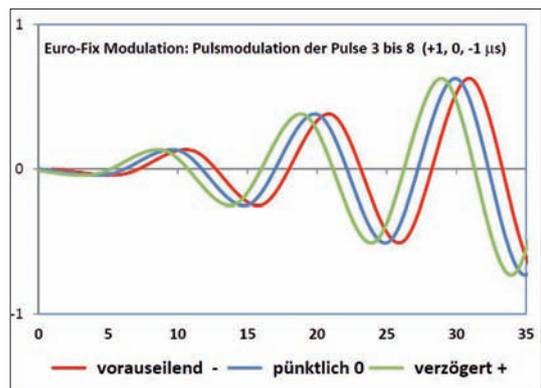


Abb. 21: Vorausseilender, pünktlicher, verzögerter eLORAN-Puls

(Abb. 20). Das Verfahren ist durch RTCM und ITU (International Telecommunication Union) standardisiert (Offermanns 1977).

Die Modulation erfolgt durch Zeitverschiebungen der LORAN-Pulse. Insgesamt sind drei verschiedene Zustände zur Modulation der Pulse definiert (Abb. 21):

- um 1  $\mu$ s vauseilender Puls (Bezeichnung: +),
- pünktlicher Puls (Bezeichnung: 0),
- um 1  $\mu$ s verzögerter Puls (Bezeichnung: -).

Da eine Zeitverschiebung der Pulse die Zeitmessung beeinflusst, ist vereinbart, dass die Modulationen nur so durchgeführt werden, dass die Anzahl verzögerter und vauseilender Impulse gleich ist.

Daraus lässt sich die theoretisch mögliche Anzahl ausgewogener Modulationsmuster bestimmen.

Gesamtzahl von ausgewogen Modulationsmustern				
Kombination von Modulationsmustern		Beispiel	Anzahl der Kombinationen	
6 x null	0 x plus	0 x minus	0 0 0 0 0 0	1
4 x null	1 x plus	1 x minus	0 0 + 0 - 0	30
2 x null	2 x plus	2 x minus	0 + - + 0 -	90
0 x null	3 x plus	3 x minus	+ + - - - +	20
				gesamt: 141

Von diesen 141 ausgewogenen Modulationsmustern sind 128 Muster ausgewählt worden, die sieben Datenbits repräsentieren. Der Übergang von der 6-Puls-Modulation zu den 7-bit-Symbolen wird durch eine Nachschlagetabelle (look-up table) durchgeführt.

Bei dem Modulationsverfahren werden abhängig von den Gruppenfolgeintervallen der Ketten Datenraten zwischen 70 und 175 Bits pro Sekunde erreicht (Offermanns 1977).

### Neunter-Puls-Positionsmodulation

Bei der Neunter-Puls-Positionsmodulation wird zur Informationsübertragung den acht Pulsen der Sekundärstationen ein neunter Puls hinzugefügt, die Masterstationen erhalten einen zusätzlichen Puls zwischen ihrem achten und neunten Puls (grüne Pulse in Abb. 22).

Die neunten Pulse werden 1000  $\mu$ s nach dem achten Puls zuzüglich einer individuellen Verzögerung übersandt (Abb. 24 und Abb. 25). Diese Verzögerungen enthalten die Informationen. 32 verschiedene Zustände sind für die Position des neunten Pulses definiert. Demnach können 5 bits ( $2^5 = 32$ ) in einer einzigen Pulsgruppe übermittelt werden.

In der Tabelle sind die individuellen Verzögerungen für jedes Symbol aufgelistet.

i	$\mu$ s	i	$\mu$ s	i	$\mu$ s	i	$\mu$ s
0	0	8	50,6	16	101,2	24	151,8
1	1,2	9	51,8	17	102,6	25	153,2
2	2,6	10	53,2	18	103,8	26	154,4
3	3,8	11	54,4	19	105,0	27	155,6
4	5,0	12	55,6	20	106,2	28	156,8
5	6,2	13	56,8	21	107,6	29	158,2
6	7,6	14	58,2	22	108,8	30	159,4
7	8,8	15	59,4	23	110,0	31	160,6

Abb. 24 zeigt die ersten acht Verzögerungen. In Abb. 25 sind alle 32 möglichen Verzögerungen dargestellt. Man erkennt sehr gut die je 50,6  $\mu$ s versetzten Verzögerungsgruppen. Die Neunter-Puls-Positionsmodulation wurde in den USA entwickelt und in den dortigen LORAN-Ketten erprobt.

Bei dem Modulationsverfahren werden abhängig von den Gruppenfolgeintervallen der Ketten Datenraten zwischen 50 und 125 Bits pro Sekunde erreicht (Dykstra u. Peterson 2006).

Abb. 22: Neunter-Puls-Positionsmodulation

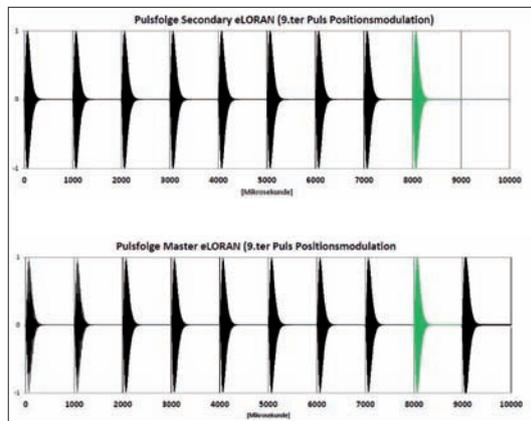


Abb. 23: Pulsfolge der Neunter-Puls-Positionsmodulation

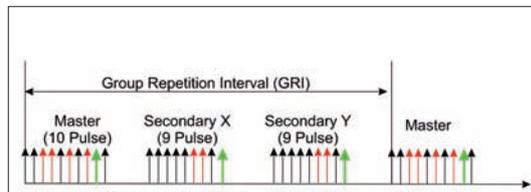


Abb. 24: Die ersten acht Verzögerungen der Neunter-Puls-Positionsmodulation

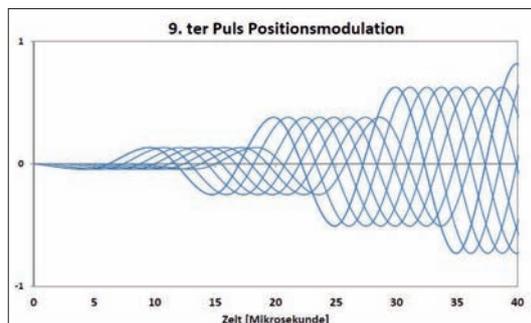
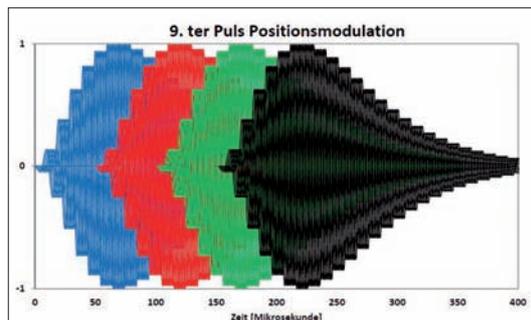


Abb. 25: Die 32 Verzögerungen der Neunter-Puls-Positionsmodulation



## 5.6 eLORAN-Nachricht

In dem eLORAN-Definitionsdocument (International Loran Association 2007) wird ausgeführt:

Zu den in der eLORAN-Nachricht zu übermittelnden Daten gehören mindestens:

- die Identität der Station, ein Almanach der LORAN-Sender und der Monitorstationen,
- absolute Zeit, basierend auf der UTC-Skala, Schaltsekunden-Offsets zwischen eLORAN- und UTC-Zeitsystem,
- Warnungen über anomale Radio-Ausbreitungsbedingungen, einschließlich früher Raumwellen, Warnungen über Signalausfälle zur Maximierung der Integrität des Systems,
- Nachrichten, die es den Nutzern erlauben, die eLORAN-Signale als echt zu erkennen,
- differenzielle LORAN-Korrekturen zur Maximierung der Genauigkeit,
- differenzielle GNSS-Korrekturen.

Im RTCM Paper 005-2010-SC127-07 gibt es für die Eurofix-Modulation eine Beschreibung der Formate, in dem diese und weitere Daten ausgesendet werden (Offermann 2010). Für die nicht standardisierte Neunter-Puls-Positionsmodulation findet man eine Beschreibung der Datenformate bei Dykstra u. Peterson (2006).

## 5.7 eLORAN-Ortung

Das klassische LORAN-Ortungsverfahren ist die Hyperbelortung. Im Gegensatz dazu kann in eLORAN-Ketten die Ortung durch Trilateration durchgeführt werden, in der LORAN-Terminologie als RHO-RHO-Ortung bezeichnet.

Da alle eLORAN-Sender auf einen gemeinsamen öffentlich zertifizierten hochgenauen Zeitstandard synchronisiert sind, liegen die Voraussetzungen dafür vor, dass ein eLORAN-Empfänger die Laufzeiten aller von eLORAN-Stationen ausgesandten Signale – in Bezug auf die Uhr im Empfänger – messen kann und aus den so gewonnenen Pseudostrecken seine Position ableiten kann (All-in-View-Konzept). Da zwei Koordinatenunbekannte und ein Empfängeruhrenfehler bestimmt werden müssen, werden mindestens drei Pseudostrecken benötigt. Die Empfänger arbeiten standardmäßig in einem »All-in-View-Modus«, sie verarbeiten also alle empfangbaren eLORAN-Signale. Dies erhöht die Genauigkeit, vor allem aber die Zuverlässigkeit der Positionsbestimmung.

Der größte Genauigkeitserfolg, der bei eLORAN im Vergleich zu LORAN-C erreicht wird, ergibt sich durch die eLORAN-Referenzstationen, auf denen die temporären ASF-Variationen ermittelt und als Korrekturen bereitgestellt werden.

Damit wird mit eLORAN eine Positionsgenauigkeit von 10 m (95 %) und besser erreicht. Die Minimum Performance Specifications des RTCM SC 127 für die Einfahrt in Seehäfen (harbour entrance approach) werden so eingehalten.

## 6 Geplante eLORAN-Realisierungen

### 6.1 England

England ist der erste Staat weltweit, der eLORAN eingeführt hat. Seit Mai 2010 wurde durch die zuständige Behörde ein Prototyp von eLORAN betrieben. Der Betrieb galt als »Prototyp«, da er das Konzept von eLORAN demonstrierte. Dabei wurden existierende LORAN-C-Stationen sowie eine neue Station (Anthorn) benutzt (Abb. 26) (Williams u. Hargreaves 2013).

Zu dem voll ausgebauten System gehören sieben eLORAN-Referenzstationen. Mit zwei eLORAN-Referenzstationen (Dover, Harwich) ist derzeit ein Teilbetrieb (initial operational capability, IOC) realisiert. Der Vollbetrieb mit fünf weiteren eLORAN-Referenzstationen (full operational capability, FOC) soll Ende 2014 erreicht werden. Dann wird in etwa 20 englischen Häfen eLORAN zur Verfügung stehen.

### 6.2 Südkorea

Südkorea hatte bisher zwei LORAN-C-Stationen in Pohang und Kwangju (Dykstra u. Peterson 2006). Diese Stationen sollen zu eLORAN-Stationen aufgerüstet werden und durch drei weitere Stationen ergänzt werden (Abb. 27).

Diese fünf eLORAN-Stationen sollen durch 43 eLORAN-Referenzstationen ergänzt werden (Abb. 28).

Im Jahr 2016 soll das koreanische eLORAN-System in einem Teilbetrieb aufgenommen werden (IOC), im Jahr 2018 voll betriebsbereit sein (FOC) (Seo u. Kim 2013). Korea hat sich bezüglich des Datenkanals noch nicht für ein Modulationsverfahren entschieden. Angestrebt wird ein Verfahren, welches eine Datenrate von mindestens 1000 Bits



### Literatur

- Boyer, James M. (2000): High Speed Loran-C Data Channel Communications; Loran Meetings, Washington, 12. – 15. November 2000
- Dykstra, Ken; Ben Peterson (2006): The Loran Data Channel: Progress to Date and Future Plans; Loran Meetings, Groton, 23. – 25. Oktober 2006
- Hargreaves, Chris (2010): ASF Measurement and Processing Techniques, to allow Harbour Navigation at High Accuracy with eLoran; Masterarbeit an der Universität Nottingham
- International Loran Association (2007): Enhanced Loran (eLoran) Definition Document
- Jorgensen, Terje H. (2000): Loran-C/Eurofix in Europe – A NELS Status Report; Loran Meetings, Washington, 12. – 15. November 2000
- National PNT Advisory Board (2010): White Paper on GPS Jamming; 4. November 2010
- Offermans Gerard (1977): The technical implementation of Eurofix; Reelelektronika B V
- Offermans Gerard (2010): Eurofix Message Format; Plutargus, RTCM Paper 005-2010-SC127-073
- Offermans, Gerard; Arthur Helwig; Paul Williams; Wouter Pelgrum (2006): Differential eLoran trials in Harwich harbour; Loran Meetings, Groton, 23. – 25. Oktober 2006
- Offermans, Gerard; Arthur Helwig; Jean-Francois Grall; Thierry Denaes (2011) Differential (e)Loran in France; European Navigation Conference, November-Dezember 2011
- Seo, Jiwon; Mincheon Kim (2013): eLoran in Korea – Current Status and Future Plans; eLoran Technologies
- Seo, Jiwon (2014): Persönliche Mitteilung
- United States Government Accountability Office (2013): GPS Disruptions – Efforts to Assess Risks to Critical Infrastructure and Coordinate Agency Actions Should Be Enhanced; Report to Congressional Requesters, November 2013
- Williams, Paul; Chris Hargreaves (2013) Making Europe's Seaways Safe for eNavigation; GPS World, 1. April 2013

Abb. 26: Geplante eLORAN-Konfiguration für England

pro Sekunde ermöglicht und das kompatibel mit Eurofix- und Neunter-Puls-Positionsmodulation ist (Seo 2014).

### 6.3 Andere Länder

#### Niederlande

Im Januar 2014 meldete Insidegnss, dass in den Niederlanden eLORAN erfolgreich getestet wurde ([www.insidegnss.com/node/3838](http://www.insidegnss.com/node/3838)). Es wurden Messungen in Seegebieten und im Hafengebiet von Europort (Rotterdam) durchgeführt. Die erreichten Genauigkeiten lagen im Fünf-Meter-Bereich.

#### Frankreich

Im Jahr 2011 testete die zu 74 % in französischem Staatsbesitz befindliche Firma DCNS (Direction des Constructions Navales) eLORAN in Brest (Seo u. Kim 2013). Die im Wesentlichen von der US-amerikanischen Firma UrsaNav durchgeführten Experimente entsprachen dem, was von eLORAN unter den dort herrschenden suboptimalen Versuchsbedingungen zu erwarten war (Genauigkeit 27 m (95%)).

#### USA

In den USA wurden die LORAN-C-Ketten beginnend ab ca. 2000 modernisiert. Ab 2005 hat die US-amerikanische Küstenwache LORAN-C durch Einführung des LORAN-C-Datenkanals zu einem eLORAN-System aufgerüstet. Dies mündete darin,

dass 2008 das Department for Homeland Security (DHS) vorschlug, eLORAN als Backup zu GPS zu etablieren. Aus finanziellen Gründen wurde dies aber nicht umgesetzt. Ab dem Jahr 2010 wurde in den USA der Betrieb der LORAN-Ketten eingestellt.

Diese Maßnahme blieb nicht ohne Widerspruch. Schon im November 2010 wies das »National PNT Advisory Board« – ein offizielles Beratungsgremium der US-amerikanischen Regierung – darauf hin, dass die USA in bedenklicher Weise von GPS abhängig sind, und dass GPS sehr leicht gestört werden kann (National PNT Advisory Board 2010). Das Gremium gab den dringenden Rat, eLORAN als Backup für eLORAN zu implementieren. Wörtlich formulierte das Gremium: »We strongly recommend that the previously announced decision (to deploy eLoran as the primary Alternate PNT) should be reconfirmed and quickly implemented«.

Im November 2013 veröffentlichte das United States Government Accountability Office – der Rechnungshof der USA – einen Bericht mit dem Titel »GPS Disruptions – Efforts to Assess Risks to Critical Infrastructure and Coordinate Agency Actions Should Be Enhanced« (GAO 2013).

In dem Bericht wird kritisiert, dass die Pläne zum Aufbau von eLORAN aufgegeben wurden. Unter anderem wird auf Seite 24 des Berichts ausgeführt: »Offizielle des Department of Transportation (DOT) haben festgestellt, dass das Abschalten von LORAN-C ein Verlust für GPS-Backup-Fähigkeiten ist, insbesondere im Hinblick darauf, dass DOT und Department of Homeland Security (DHS) die Umwandlung von LORAN-C in eLORAN als nationales GPS-Backup-System unterstützt haben.«

Im Februar 2014 fand im Ausschuss für Transport und Infrastruktur des US House of Representatives – des US-amerikanischen Abgeordnetenhauses – ein Hearing zum Thema »Die Zukunft der föderalen Navigationsprogramme« statt. In einem der dort gehaltenen Vorträge wurde der als Vater des GPS bezeichnete Dr. Brad Parkinson mit den Worten zitiert. »Das Vertrauen auf Satellitennavigations- und Zeitsysteme ist zu einer Bruchstelle für Amerika geworden und ist unser größtes nicht bedachtes kritisches Infrastrukturproblem.«

Auch beim »3rd Meeting of the National Space-Based Positioning, Navigation, and Timing (PNT) Advisory Board« (3. und 4. Juni 2014) wurde die GNSS-Verwundbarkeit diskutiert. Gleich in verschiedenen Vorträgen wurde unter dem Akronym »PTA« (Protect, Toughen, Augment) gefordert, sich mehr als bisher um dieses Thema zu kümmern. Nach Beratungen im US-amerikanischen Repräsentantenhaus liegt dem US-Senat seit dem 2. April 2014 der »Coast Guard and Maritime Transportation Act of 2014« vor. In diesem Gesetzentwurf werden der US-Küstenwache bis auf weiteres Aktivitäten zum Abbau und zur Beseitigung des LORAN-Systems untersagt.

Ob die geschilderten und andere Initiativen zur Wiederimplementierung von eLORAN in den USA führen werden, bleibt abzuwarten. ☺

Abb. 27: eLORAN-Sender in Südkorea



Abb. 28: 43 eLORAN-Referenzstationen für Südkorea (die Kreise haben einen Radius von 30 km)



# Untersuchung Inertialer Navigationssysteme

## Positionsgenauigkeit und Effektivität im Vermessungseinsatz

Ein Beitrag von *Stefan Benecke*

Inertiale Navigationssysteme sind für die hochgenaue Navigation im Vermessungseinsatz nicht mehr wegzudenken. Doch halten die Systeme, was sie versprechen? Fünf Systeme wurden systematisch untersucht, unter anderem unter erschwerten Bedingungen in der Hamburger Speicherstadt. Untersucht wurde, was bei einem Verlust

Inertiale Navigationssysteme | INS | iXBlue HYDRINS | iXBlue PHINS | Kongsberg Seapath 330+ Applanix POS MV 320 | Applanix POS MV WaveMaster | loosely coupled | tightly coupled

Eine sichere und genaue Navigation ist heutzutage von größter Bedeutung. Nicht erst in jüngster Zeit, schon seit dem Zeitpunkt, da die Menschheit begann, Wasserstraßen als Transportwege zu nutzen. Navigation beinhaltet das Wissen über die eigene Position und die Position des Zielortes sowie die Kenntnis über die Beschaffenheit der Wasserstraße, um eine sichere Ankunft gewährleisten zu können.

Im Laufe der Jahrtausende entwickelte die Menschheit verschiedenste Hilfsmittel, um die Herausforderungen zu meistern. Rund 4000 v. Chr. nutzte man die Sichtnavigation und beobachtete das Verhalten von Vögeln in Küstennähe. Im Laufe der Zeit entwickelten sich diese Hilfsmittel ständig weiter. Bald wurden sie durch Sextanten und Kompass ersetzt. Diese Navigationshilfen hatten aber nur einen gewissen Grad an Genauigkeit und Zuverlässigkeit, was zu einer Weiterentwicklung führte. So kam es dazu, dass ab ca. 1900 zunächst die Funknavigation und im Laufe des 20. Jahrhunderts die Satellitennavigation zu Zwecken der Orientierung und Positionierung genutzt wurden.

Die heutzutage zur exakten Positionierung fast ausschließlich genutzte Satellitennavigation steht in verschiedenen Genauigkeitsklassen zur Verfügung. Diese richten sich danach, welche Instrumente bzw. Messverfahren zum Einsatz kommen. Daher können diese auch für verschiedenste Anforderungen genutzt werden.

Bei der Bestimmung exakter Tiefenwerte für Wasserstraßen ist eine bestmögliche und höchstgenaue Positionierung erforderlich, um die besten Resultate gewährleisten zu können. Diese Ergebnisse sollen für den Anwender flächenhaft zur Verfügung stehen.

Da die Satellitennavigation jedoch keine kontinuierlichen Ergebnisse liefern kann, sondern exakte Positionen nur in bestimmten Zeitintervallen zur Verfügung stehen, bedarf es weiterer Hilfsmittel, um diese kontinuierliche Positionierung zu ermöglichen. Zu diesem Zweck wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte Inertiale Navigationssysteme entwickelt, die die Positionierung zwischen den einzelnen Positionen aus der Satellitennavigation unterstützen.

In den Inertialen Navigationssystemen sind Kreisel und Beschleunigungsmesser verbaut, die an drei rechtwinklig zueinander ausgerichteten

Achsen montiert sind. Diese übernehmen die Bestimmung der Positionsänderung zwischen den einzelnen Positionen aus der Satellitennavigation, um kontinuierliche Ergebnisse zu erhalten.

### Untersuchte Systeme

Da es eine Unzahl von verschiedenen Herstellern gibt, die sich alle damit rühmen, die besten Systeme herzustellen, sollten einige marktübliche Systeme genauer untersucht werden. Dies wurde in enger Zusammenarbeit mit der Hamburg Port Authority (HPA) realisiert.

Folgende Systeme wurden untersucht (Abb. 1):

- iXBlue HYDRINS,
- iXBlue PHINS,
- Kongsberg Seapath 330+,
- Applanix POS MV 320 und
- Applanix POS MV WaveMaster.

Alle Systeme wurden in ihren zur Verfügung stehenden Messmodi untersucht, um die besten Resultate zu erreichen und um dem Anwender eine bestmögliche Arbeitsanweisung zu empfehlen. Dies beinhaltete auch die Verwendung eines zusätzlichen ADCP. Der iXBlue PHINS war das einzige System in dieser Untersuchung, das in der Lage war, diese Zusatzinformation zur Positionsstützung bei Satellitenverlust zu nutzen. Daher wurde der PHINS sowohl mit als auch ohne ADCP unter-

des Satellitensignals passiert, z. B. bei einer Brückendurchfahrt. Auch wurde analysiert, ob ein Postprozessieren der Daten nachträglich noch zu Verbesserungen führt. Richtig überzeugen konnte kein System.

#### Autor

Stefan Benecke hat an der HCU Hydrographie studiert

#### Kontakt unter:

stefan-benecke@web.de

Abb. 1: Untersuchte Inertiale Navigationssysteme



sucht, um den eventuellen Nutzen des ADCP zu definieren.

Zudem boten die iXBlue-Systeme – im Gegensatz zu den anderen Systemen – verschiedene Einstellungen an, die der Anwender nutzen kann und sollte, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erhalten. Dazu gehört das manuelle Abschalten der Verwendung von Satelliteninformation, bevor sich ein Vermessungsschiff in kritische Bereiche der Satellitenpositionierung begibt. Dies kann die Durchquerung von Brücken oder das Passieren von hohen Objekten sein. Daher wurden diese Systeme sowohl mit als auch ohne Verwendung dieser Funktion untersucht, um den jeweiligen Einfluss dieser Funktion auf die Ergebnisse zu bestimmen.

### Untersuchte Gebiete

Um eine möglichst genaue und verlässliche Aussage über die Systeme treffen zu können, mussten diese mit den verschiedenen Messeinstellungen in möglichst anspruchsvollen Umgebungen untersucht werden. Drei verschiedene Szenarien bzw. Umgebungen wurden untersucht. Dies war zum einen ein experimenteller Teil, den die Systeme unter verschiedensten äußeren Bedingungen zu bewältigen hatten. Zum anderen wurden die Systeme noch in zwei Umgebungen untersucht, die einen größeren Bezug zur Praxis darstellten: die Hamburger Speicherstadt und das Sperrwerk Billwerder Bucht (Abb. 2).

Die Hamburger Speicherstadt ist in diesem Zusammenhang wohl die größte Herausforderung für alle Inertialen Navigationssysteme. Dies hängt mit der weltweit einzigartigen Umgebung zusammen. Das Besondere an der Speicherstadt ist die große Anzahl von sehr hohen Gebäuden, zwischen denen kleine Wasserstraßen verlaufen. Diese Situation führt zu sehr schlechten Bedingungen, wenn es darum geht, die Inertialen Navigationssysteme mit verlässlichen Satelliteninformationen zu unterstützen. Daher war es interessant und von großer Bedeutung zu sehen, wie sich die verschiedenen Systeme unter diesen Bedingungen schlagen.

Der zweite praktische Teil, den die Systeme zu bewältigen hatten, war anwendungsbezogener. Untersucht wurde, wie sich die einzelnen Systeme bei der Durchquerung »normaler« Brücken verhalten. Daher wurden die Systeme im Sperrwerk Billwerder Bucht näher betrachtet. Dieses Sperrwerk wurde gewählt, weil es den normalsten Fall einer Brückendurchfahrt repräsentiert.

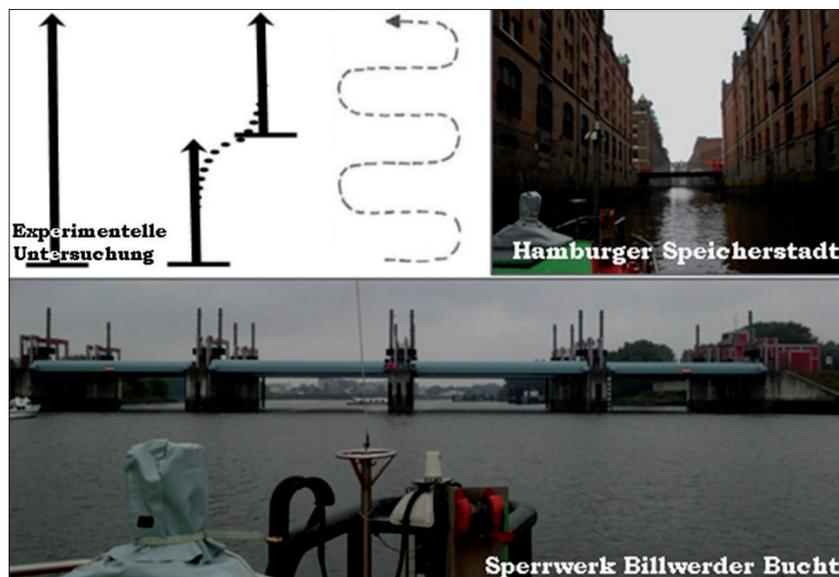
Die Auswahl der praxisorientierten Untersuchungsgebiete hängt auch mit den verschiedenen Prozessierungsalgorithmen der Systeme zusammen. So arbeiten die Applanix-Systeme im Tightly-Coupled-Modus, wobei alle anderen Systeme im Loosely-Coupled-Modus arbeiten. Der Unterschied dieser beiden Algorithmen liegt darin, dass bei Loosely-Coupled-Systemen die bestimmte Position und Geschwindigkeit aus der Satelliteninformation und aus der Inertialen Messeinheit direkt in den Kalman-Filter geleitet werden, um die Trajektorie der einzelnen Systeme zu bestimmen. Dagegen werden bei Tightly-Coupled-Systemen die reinen Beobachtungen in den Kalman-Filter geleitet. Dies sind die Code- und Phasenbeobachtungen aus den Satellitendaten und die Beschleunigungs- und Drehratenbeobachtungen aus der Inertialen Messeinheit.

Der Vorteil bzw. Unterschied, der dabei zu betrachten ist, ist, dass Tightly-Coupled-Systeme im Gegensatz zu Loosely-Coupled-Systemen auch die Satelliteninformationen verarbeiten können, wenn weniger als vier Satelliten sichtbar sind, und damit die Positionierung unterstützen. Für Loosely-Coupled-Systeme werden immer mindestens vier sichtbare Satelliten benötigt, um deren Informationen in die Positionsberechnung mit einfließen zu lassen. Mit Bezug auf diesen Hintergrund sollten die Applanix-Systeme rein theoretisch die besseren Ergebnisse in der Speicherstadt erzielen können. Für die anderen Szenarien war dieser theoretische Vorteil allerdings nicht mehr vorhanden.

### Erstes Szenario: Experimentelle Fahrt

Der dritte Untersuchungsfall wurde durch einen experimentellen Teil realisiert. Bei der experimentellen Untersuchung wurden die Systeme auf vier verschiedenen Strecken unter verschiedenen äußeren Bedingungen untersucht. Die vier Strecken waren zum einen zwei Geraden, eine Linie mit einem Versatz von 50 m innerhalb der Linie und eine Schängellinie, die im Grunde nur aus Kurvenfahrten bestand. Des Weiteren wurden all diese Linien mehrmals mit vier verschiedenen Einstellungsmöglichkeiten befahren, um die besondere Leistungsfähigkeit der einzelnen Systeme beurteilen zu können. Die Strecken wurden dabei sowohl mit konstanter Geschwindigkeit als auch mit Beschleunigung des Schiffes während der Datenaufzeichnung abgefahren. Zudem wurden diese beiden Geschwindigkeiten zum einen mit zur Verfügung stehender gelöster Satelliteninformation untersucht und zum anderen, indem die Einspeisung der Satelliteninformation unterbrochen wurde.

Abb. 2: Untersuchte Gebiete und Szenarien



Der Gedanke hinter dieser besonderen Auswahl ist, die Systeme zum einen unter normalen guten Satellitenbedingungen zu untersuchen, wobei der Einfluss von Richtungs- und Geschwindigkeitsänderungen im Vordergrund stand. Zum anderen sollte das Verhalten der einzelnen Systeme näher betrachtet werden, wenn keine Satelliteninformation unter diesen Bedingungen zur Verfügung stand und die Berechnung der Trajektorien allein auf den inertialen Komponenten beruhte.

Daneben wurden die Echtzeitergebnisse betrachtet sowie die postprozessierten Ergebnisse, wenn ein entsprechendes Postprozessieren der Systemdaten angeboten wurde.

Um die Resultate ausreichend bewerten zu können, wurde bei allen experimentellen Untersuchungen die Position der gefixten Satellitenlösung der Bordanlage mit aufgezeichnet. Zu dieser Position wurden anschließend alle von den Systemen bestimmten Positionen verglichen. Da diese gefixte Satellitenposition aber nur eine horizontale Auflösung von ca. 3 cm und eine vertikale Auflösung von 5 cm leistet, wurden die entsprechenden Genauigkeitsanforderungen daran angepasst. So sollten unter guten Satellitenbedingungen alle Systeme eine horizontale Abweichung von 6 cm und eine vertikale Abweichung von 10 cm nicht überschreiten. In den Fällen, in denen das eingespeiste Satellitensignal unterbrochen wurde, wurden auch die Anforderungen erhöht. Unter diesen Umständen sollte ebenfalls eine maximale Höhenabweichung von 10 cm nicht überschritten werden. Die erlaubten Lageanforderungen waren dafür aber etwas größer. Diese wurden mit maximal 30 cm Abweichung nach 60 Sekunden ohne Satellitensignal definiert.

Das Fazit aus den Ergebnissen der experimentellen Untersuchung ist, dass alle Systeme verlässliche und ausreichend genaue Resultate in Echtzeit geliefert haben, wenn die gefixte Satellitenposition zur Verfügung stand. Zudem konnte bei den iXBlue-Systemen eine weitere Steigerung der Genauigkeit durch das Postprozessieren festgestellt werden. Dies war allerdings nicht der Fall für die Applanix-Systeme. Auch wenn die Satellitenposition in Echtzeit zur Verfügung stand, konnte bei den Applanix-Systemen eine Genauigkeitssteigerung durch das Postprozessieren nicht kontinuierlich erzielt werden. In einigen untersuchten Linien wurden die Resultate – wie zu erwarten war – gesteigert. Aber es wurde auch detektiert, dass das Postprozessieren in einigen Fällen zu einer Verschlechterung der Ergebnisse führte. Diese Verschlechterungen traten in Form von Versätzen in einer gewissen Größenordnung auf. Obwohl in diesen Linien die gefixte Satellitenposition in Echtzeit zur Verfügung stand, konnten diese durch das Postprozessieren bis zu 15 cm groß sein.

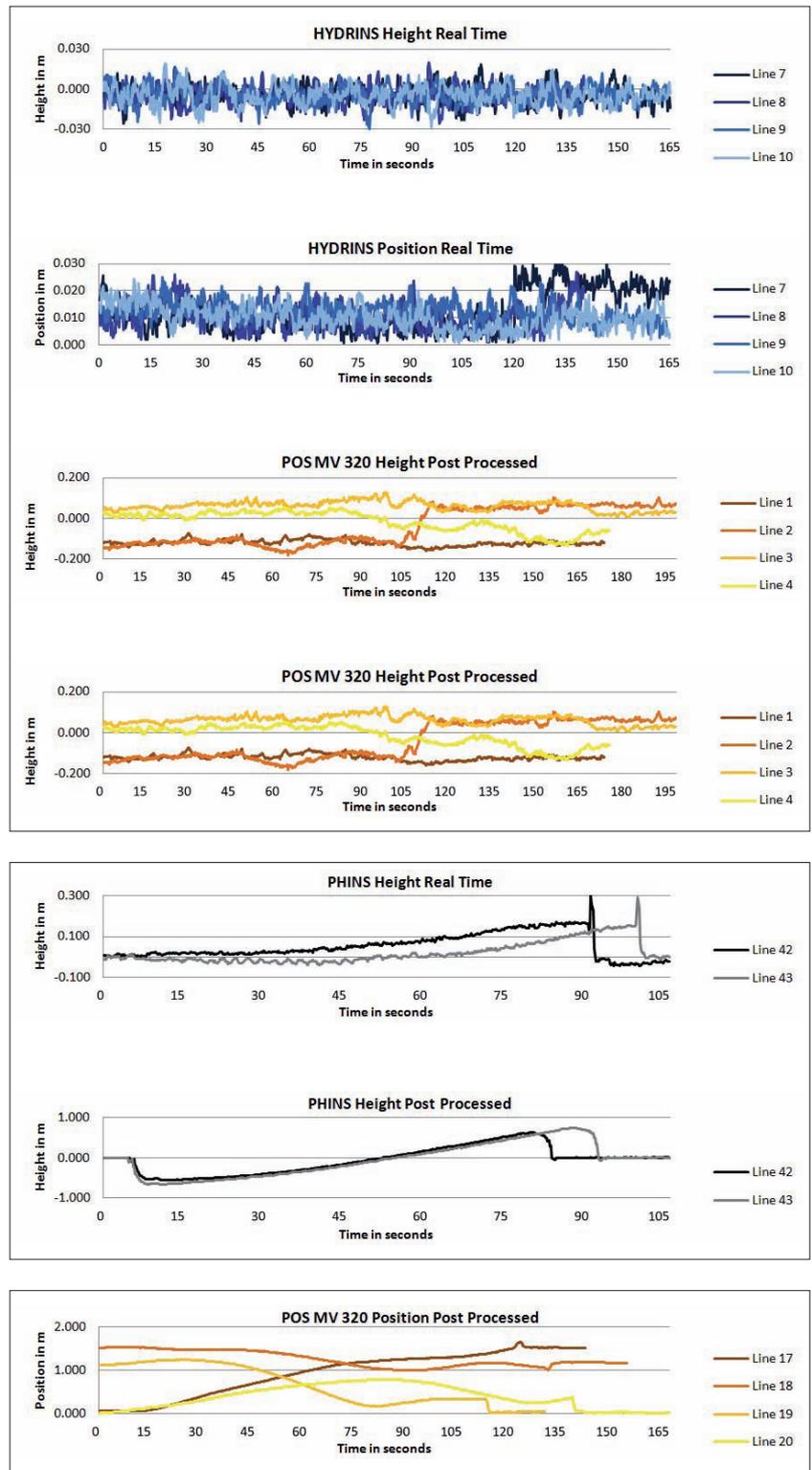
In Abb. 3 sind die Echtzeitergebnisse des iXBlue HYDRINS und die postprozessierten Ergebnisse des Applanix POS MV 320 für eine gerade Linie dargestellt.

Weitere wichtige Erkenntnisse, die aus dieser Untersuchung abgeleitet werden konnten, sind, dass der iXBlue PHINS beim Postprozessieren erhebliche Schwierigkeiten hat, wenn in Echtzeit zusätzlich ein ADCP genutzt wird und im gleichen Schritt das externe Satellitensignal manuell abgeschaltet wird. Wenn dies der Fall ist, sehen die Ergebnisse des Höhenverlaufs für eine gerade Linie aus wie in Abb. 4. Zum einen sind dabei Sprünge in der Höhe erkennbar, wenn das Satellitensignal wieder eingeschaltet wird, und zum anderen ist erkennbar, dass durch das Prozessieren der Echtzeitdaten ein unnatürlicher und unverlässlicher Höhenverlauf erzeugt wird.

**Abb. 3:** Echtzeitergebnisse des iXBlue HYDRINS und postprozessierte Ergebnisse des Applanix POS MV 320

**Abb. 4:** Postprozessierte Ergebnisse des iXBlue PHINS, wenn in Echtzeit zusätzlich ein ADCP genutzt wurde

**Abb. 5:** Kontinuierliche Versätze in Bezug auf die gefixte Position bei den Applanix-Systemen



Das Kongsberg-System hatte in dieser Untersuchung als einziges System keine Option für ein Postprozessieren im Angebot. Daher wurden für dieses nur die Echtzeitergebnisse betrachtet.

Zusammenfassend kann man nach der Analyse der experimentellen Untersuchung zu dem Schluss kommen, dass unter guten Satellitenbedingungen alle Systeme akzeptable Resultate abliefern. Diese werden aber durch Änderung der Geschwindigkeit und der Richtung negativ beeinträchtigt. Daher wird aufgrund dieser Ergebnisse empfohlen, bei jeder Messung möglichst ohne starke Richtungsänderungen zu agieren, und dies mit einer möglichst konstanten Geschwindigkeit.

Im Falle eines simulierten Satellitenausfalls durch Unterbrechen des eingespeisten Signals konnte allerdings keines der Systeme die gewünschten Anforderungen erfüllen. Weder in Echtzeit noch nach dem Postprozessieren. Obwohl bei der Prozessierung der iXBlue-Systeme eine Leistungssteigerung zu erkennen war, war dies für die Applanix-Systeme kaum der Fall. Eher ist es so, dass diese Resultate fast kontinuierlich »verschlimmbessert« wurden. So konnten im Globalen über die ganzen untersuchten Linien Verbesserungen festgestellt werden. Diese Verbesserungen waren aber nur bis zu einem bestimmten Maße glaubhaft und vertrauenswürdig. So entstanden bei beiden Applanix-Systemen kontinuierlich Versätze in Bezug auf die gefixte Position. Diese Versätze sind beispielhaft in Abb. 5 aufgezeigt.

### Zweites Szenario: Speicherstadt

Der experimentelle Teil der Untersuchung gab einen ersten Anhaltspunkt über das Leistungsvermögen der einzelnen Systeme. Da diese Ergebnisse alleine aber nicht ausreichend genug waren, wurden alle Systeme zudem noch in der Speicherstadt untersucht. Dabei wurden für jede zur Verfügung stehende Einstellmöglichkeit die Daten von vier verschiedenen Fahrten aufgezeichnet und untersucht.

Ein markantes Problem, was hier im Gegensatz zur experimentellen Untersuchung auftrat, ist, dass dabei die gefixte Satellitenposition nicht mehr als Referenz herangezogen werden konnte. Um das Verhalten der Systeme dennoch beurteilen zu können, musste eine andere Möglichkeit gefunden werden, die bestimmten Trajektorien miteinander zu vergleichen.

Um dies zu realisieren, wurde auf dem Vermessungsschiff zusätzlich ein Laserscanner installiert. Mit dessen Hilfe und mit den entsprechenden Inertialen Navigationssystemen wurde die Nordwand des Kehrwiederfleets gescannt (Abb. 6). Von dieser konnte eine Punktwolke generiert werden.

Diese Fläche wurde zudem auch von Land aus gescannt und konnte somit als Referenzfläche herangezogen werden.

Anschließend wurde eine Vielzahl von Referenzpunkten in den erzeugten Punktwolken digitalisiert. Durch diese war es möglich, die Trajektorien miteinander zu vergleichen. Aufgrund der besonderen Verhältnisse wurden die an die Systeme gestellten Anforderungen angepasst. Alle Systeme sollten eine maximale horizontale und vertikale Abweichung von 15 cm in Bezug auf die Referenzfläche nicht überschreiten, um als ausreichend genau für solch eine Umgebung benannt werden zu können.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung für die Speicherstadt lässt sich jedoch ableiten, dass diese Anforderungen von keinem System erfüllt werden konnte. Sehr wohl aber kann man zwischen genaueren und weniger genauen und zwischen verlässlichen und weniger verlässlichen Systemen unterscheiden.

Die besten Ergebnisse, die hierbei erzielt wurden, kamen ebenso wie bei den experimentellen Untersuchungen von den iXBlue-Systemen. Dabei ist aber zu erwähnen, dass diese Ergebnisse nach dem Postprozessieren am genauesten und zuverlässigsten sind und wenn die Systeme in Echtzeit im Always-True-/Always-False-Modus bedient wurden. Für den iXBlue HYDRINS konnte in diesem speziellen Fall eine maximale Höhenabweichung von 20 cm und eine maximale Positionsabweichung von 50 cm detektiert werden. Die maximale Differenz für den iXBlue PHINS liegt bei 17 cm in der Höhe und bei 70 cm in der Lage. Dafür musste dieser aber ohne das zusätzliche ADCP gesteuert werden. Die Ergebnisse für die Positionsabweichungen dieser beiden System sind in Abb. 7 dargestellt.

So konstant und kontinuierlich wie die Ergebnisse dieser Systeme waren die der anderen Systeme nicht. Obwohl die Ergebnisse der Applanix-Systeme in einigen untersuchten Linien den Anforderungen entsprechen, ist doch auch zu erkennen, dass diese Echtzeitergebnisse teilweise weit außerhalb der Anforderungen lagen. In einem Bereich, der bis zu 50 m in der Höhe und 45 m in der Lage von der Referenz abweicht. Dieses nicht zuverlässige Verhalten dieser Systeme führt dazu, dass diese im Vergleich zu den anderen Systemen schlechter

**Abb. 6:** Gescannte Nordseite des Kehrwiederfleets in der Speicherstadt



abgeschnitten haben. Wie schon bei der experimentellen Untersuchung konnte dieses Verhalten auch hier durch eine nachträgliche Prozessierung gesteigert werden. Wobei die bereits detektierten Versätze auch hier wieder auftreten. Dies führt zu dem Schluss, dass diese Systeme in Bereichen wie der Speicherstadt nicht die bestmöglichen Resultate erzielen.

Und obwohl die Ergebnisse, die durch die Verwendung des Kongsberg Seapath 330+ erzielt werden konnten, bei weitem nicht an die Performance der prozessierten Daten der iXBlue-Systeme heranreichen können, bieten diese doch eine gewisse Verlässlichkeit für den Nutzer.

Die Abweichungen bei diesem Navigationssystem lagen bei maximal 7 m sowohl für die Höhe als auch für die Position.

### Drittes Szenario: Sperrwerk

Das dritte Szenario, welches bei dieser Untersuchung mit in Betracht gezogen wurde, war das Sperrwerk Billwerder Bucht. Dieses Szenario sollte neben dem experimentellen Teil und der höchst anspruchsvollen Speicherstadt den »normalen« Anwendungsfall im Alltag eines Hydrographen repräsentieren. Dies war möglich, da das Sperrwerk durch seine Charakteristik wie eine übliche Brücke betrachtet werden kann.

Mit seiner geringen tideabhängigen Durchfahrts Höhe und einer Länge von ca. 50 m entspricht es der üblichen Durchfahrt unter eine Brücke (Abb. 2).

In dieser besonderen Umgebung wurden wiederum alle zur Verfügung stehenden Systeme mit den verschiedenen Einstellmöglichkeiten untersucht. Die Methode, die hierbei zur Bewertung der einzelnen Systeme herangezogen wurde, ist eine Kombination aus der experimentellen Untersuchung und der Untersuchung der Speicherstadt. Dies bedeutet im Detail, dass die Trajektorien vor und nach der Durchfahrt mit der gefixten Satellitenposition verglichen wurden, während direkt im Sperrwerk wiederum der Laserscanner zum Einsatz kam. Da das gefixte Satellitensignal bei der Einfahrt in das Sperrwerk aber durch Störeinflüsse verfälscht wird, ging man dazu über, die letzten fünf Sekunden dieses Signals vor der Einfahrt nicht mit als Referenzposition heranzuziehen.

Da für die Auswertung diese Kombination genutzt wurde, wurden die Anforderungen, die die Systeme zu erfüllen hatten, ebenfalls angepasst. Die speziellen Anforderungen waren eine maximale horizontale und vertikale Abweichung von 10 cm innerhalb des Sperrwerks.

Die Ergebnisse, die hierbei herausgefiltert werden konnten, bestätigen zum großen Teil die Ergebnisse aus den vorherigen Untersuchungen. So liefern die iXBlue-Systeme nach dem Postprozessieren wiederum die besten Ergebnisse – sowohl im Vergleich zu den Echtzeitergebnissen als auch im Vergleich zu den anderen untersuchten Systemen. Hinzu kommt, dass die Einstellungen, welche

die besten Ergebnisse in der Speicherstadt lieferten, auch hier wieder die besten Resultate erbrachten. So wurden beide iXBlue-Systeme wieder mit der Always-False-/Always-True-Funktion bedient, wobei der PHINS nicht durch das ADCP gestützt wurde. Für den HYDRINS konnten somit maximale Abweichungen von 6 cm in Höhe und Position ermittelt werden (Abb. 8).

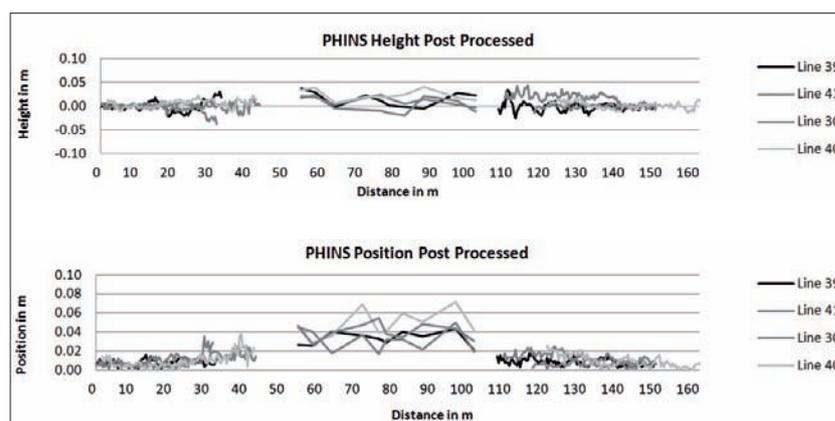
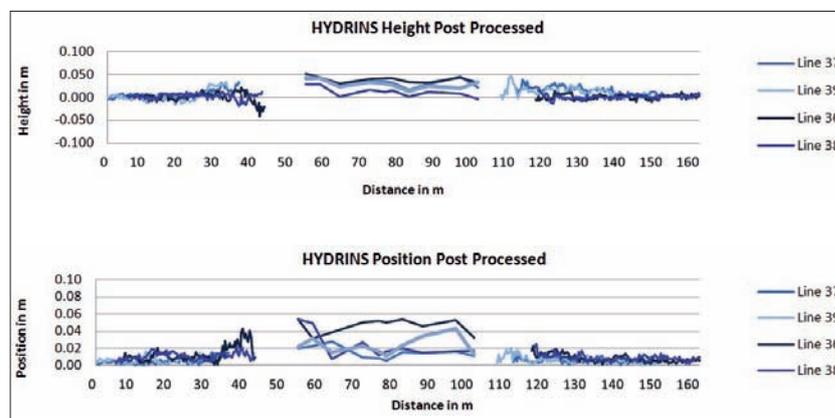
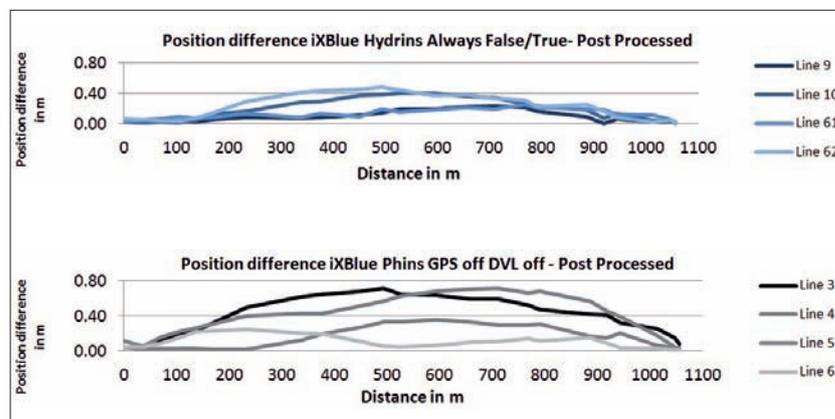
Für den PHINS waren die erzielbaren Ergebnisse in der gleichen Größenordnung. Wobei aber zu erwähnen ist, dass der zeitliche Aufwand wesentlich geringer ist, um solche Ergebnisse zu erhalten (Abb. 9).

Die Ergebnisse, die für die Durchfahrt des Sperrwerks von den Applanix-Systemen abgeliefert wurden, entsprachen wie schon zuvor in keinem Fall den gewünschten Anforderungen. Ermittelt werden konnte, dass die Echtzeitdifferenzen auf bis zu 1 m direkt im Sperrwerk anstiegen und danach teilweise – wenn auch nur im Ausnahmefall – wei-

Abb. 7: Positionsabweichungen für den iXBlue PHINS und den iXBlue HYDRINS

Abb. 8: Maximale Abweichungen in Höhe und Position für den iXBlue HYDRINS

Abb. 9: Maximale Abweichungen in Höhe und Position für den iXBlue PHINS



**Abb. 10:** Maximale Abweichungen in Höhe und Position für den Applanix POS MV 320

**Abb. 11:** Maximale Abweichungen in Höhe und Position für den Applanix POS MV WaveMaster

**Abb. 12:** Maximale Abweichungen in Höhe und Position für den Kongsberg Seapath 330+ bei der Sperrwerksdurchquerung

ter bis auf 7 m stiegen, obwohl die gefixte Satellitenposition schon über einen Zeitraum von einer Minute zur Verfügung stand. Daher nimmt die Verlässlichkeit dieser Systeme sehr stark ab. In diesem speziellen Untersuchungsgebiet war eine gewisse Unzuverlässigkeit abermals zu erkennen. Dies bezieht sich sowohl auf die Echtzeit als auch auf die prozessierten Ergebnisse. Denn obwohl die Echtzeitergebnisse weit außerhalb der Anforderungen lagen, konnte eine globale Genauigkeitssteigerung erkannt werden. Dabei konnten die zuvor bereits detektierten Versätze abermals entdeckt werden. Diese führten mit einer bestimmten Kontinuität dazu, dass von der Verwendung dieser Systeme abgeraten wird. Die entsprechend prozessierten Ergebnisse der Applanix-Systeme für das Sperrwerk sind in Abb. 10 und Abb. 11 dargestellt, wo die Versätze fast mustergültig zu erkennen sind.

Neben diesen vier Systemen nahm der Kongsberg Seapath 330+ mit seiner Performance auch

hier wieder den mittleren Platz ein. Obwohl das Leistungsvermögen des Seapath nicht in vollem Umfang den Anforderungen entsprechen konnte, wies dieses System doch einen gewissen Grad an Genauigkeit und Zuverlässigkeit auf. Denn für dieses System konnte festgestellt werden, dass direkt im Sperrwerk die Höhenabweichungen konstant kleiner als 10 cm waren, wobei die Positionsabweichungen stets kleiner als 20 cm waren. Aber auch für dieses System ist zu erkennen, dass die Positionsabweichungen weiter angestiegen sind – nach der Sperrwerksdurchquerung bis auf 35 cm. Diese Abweichung konnte aber spätestens 10 Sekunden nachdem das gelöste Satellitensignal wieder zur Verfügung stand wieder auf akzeptable Abweichungen von 3 cm reduziert werden. Die Ergebnisse der Sperrwerksdurchquerung sind in Abb. 12 zu sehen.

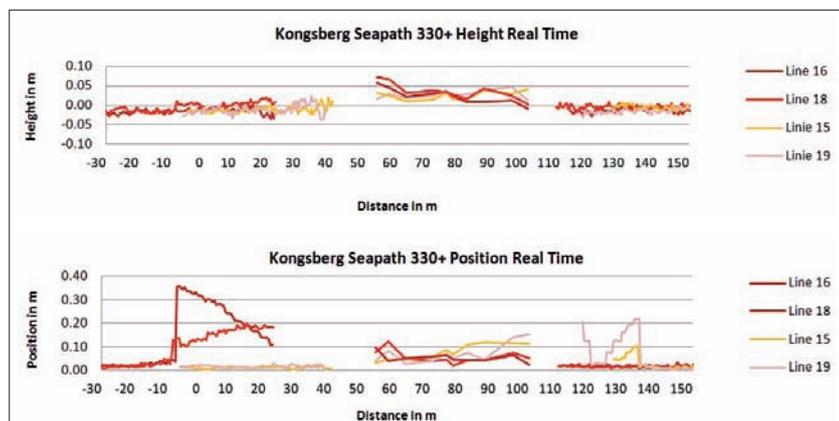
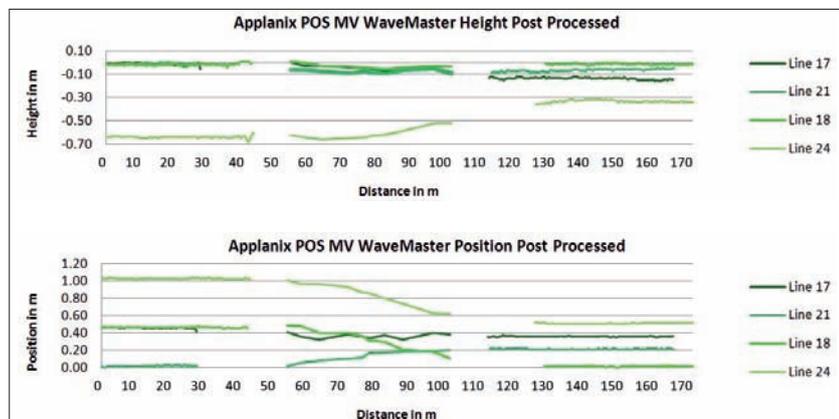
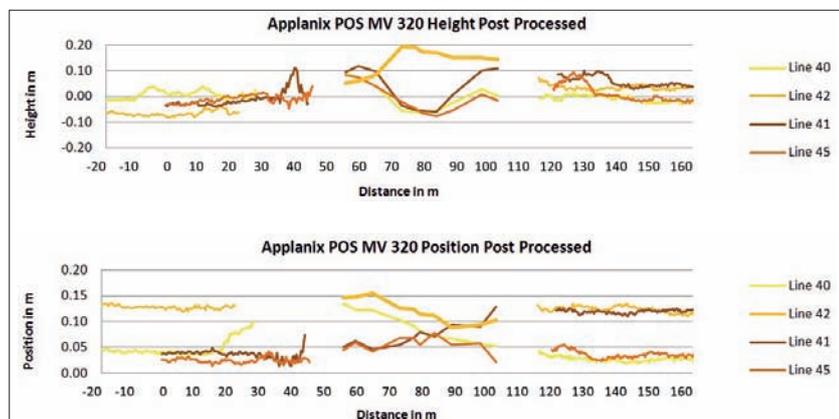
### Resümee

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen dieser speziellen Untersuchung zunächst einmal ableiten, dass es sehr wohl gute und verlässliche Systeme gibt. Daneben gibt es aber auch einige Systeme, die nur bedingt von Nutzen für den Einsatz in der Hydrographie sind.

Unter der besonderen Konstellation, dass die gelöste Satelliteninformation für die Systeme zur Verfügung stand, lieferten alle Systeme gute Leistungen ab, die den geforderten Ansprüchen entsprachen. Bei den ixBlue-Systemen war durch zusätzliches Postprozessieren sogar eine weitere Leistungssteigerung zu erkennen. Dieses Postprozessieren bieten zwar auch die Applanix-Systeme, deren Ergebnisse wurde dabei aber nur teilweise verbessert, was mit einer gewissen Unzuverlässigkeit gepaart war.

Bei den speziellen praktischen Untersuchungen muss man stark zwischen den äußeren Verhältnissen differenzieren. So genügte in der Speicherstadt keines der untersuchten Systeme den Anforderungen. Einige Systeme waren aber besser als andere. Und unter bestimmten Einstellungen lieferten sie durchaus genaue und zuverlässige Ergebnisse. Dagegen offerierten andere Systeme nicht ausreichend zuverlässige und reproduzierbare Ergebnisse in Echtzeit, und auch nicht, nachdem die Daten postprozessiert wurden.

Für das Untersuchungsgebiet des Sperrwerks Billwerder Bucht stellt sich dies ein wenig anders dar. In diesem Szenario konnten einige Systeme den gewünschten Anforderungen in Gänze entsprechen. Dies war allerdings nur mit bestimmten Echtzeit-Einstellungen und anschließendem Postprozessieren möglich. Andere Systeme lieferten zwar ebenfalls gute und verlässliche Ergebnisse, diese lagen aber leicht außerhalb der gewünschten Genauigkeitsgrenzen. So bleibt es jedem selbst überlassen, das richtige Navigationssystem auszuwählen. Konkrete Anforderungen und die Ergebnisse dieser Untersuchungen können dabei helfen. ⚓



# Projekt GeNeSee

## Bestimmung der Mächtigkeit und Verteilung des Schlammkörpers des Steppensees »Neusiedler See« mittels hydroakustischer und bodenphysikalischer Messsysteme

Ein Beitrag von *Erwin Heine, Ilse Kogelbauer, Thomas Zechmeister und Willibald Loiskandl*

Die hydrographische Vermessung des Neusiedler Sees, basierend auf Echolotmessungen mit Einzelstrahlecholot, Sub-Bottom-Profilern und Seitensichtsonar, liefert die Basisdaten für die Generierung der Seeboden- und Schlammoberflächenmodelle. Zur Validierung der Echolot-Schallausbreitungswerte für Schlamm und zur Bodenbeschreibung der Uferzone wurden Einzelpunktmessungen mit einem adaptierten bodenphysikalischen Messsystem durchgeführt.

Neusiedler See | Fertő | Schlammkörper | Schlammmächtigkeit | Sediment | Sub-Bottom-Profiler | SBP CSPA | Bodenphysik | Hydra Probe | Penetrometer | Schallausbreitungsgeschwindigkeit | Coresampler

### Einleitung

Seichte, endorheische Gewässer wie der Neusiedler See sind besonders anfällig (gefährdet, verwundbar), wenn klimatische Parameter sich ändern. Bereits ein geringer Temperaturanstieg aufgrund einer globalen Erwärmung würde zu einer signifikanten Veränderung der Wasserflächenausdehnung führen; und die durch den Wind beeinflusste Umlagerung von Sedimenten vom Umland in das Seebecken (Schlammablagerung) führt zu einer Reduktion des Wasservolumens im See. Eine Veränderung des Wasserhaushaltes mit unabsehbaren Auswirkungen auf das Ökosystem, aber auch auf den Tourismus und die angrenzende Landwirtschaft, sind die Folge (Soja et al. 2013; Bácsatyai et al. 1997).

Für Untersuchungen zur Verwundbarkeit des Gesamtsystems und zur Risikobewertung, aber insbesondere für die Optimierung des Wassermanagements ist es notwendig, realistische Wasserspiegelszenarien zu entwickeln (Schönerklee et al. 2006, S. 45 ff).

Ziel des im Jahr 2011 gestarteten österreichisch-ungarischen Kooperationsprojekts GeNeSee (»Geodätische Neuerfassung des Systems Neusiedler See – Hanságkanal«) ist die Bereitstellung einer homogenen topographischen Datenbasis des Beckens des Neusiedler Sees – Fertő und des Hanságkanals. Die Bestimmung der Mächtigkeit und die Verteilung des Schlammkörpers der offenen Wasserflächen wurden dabei mittels hydroakustischer und bodenphysikalischer Messsysteme vorgenommen.

Wie in diversen Studien zur Anwendung von hydroakustischen Verfahren für die Bestimmung von Schlammschichten im Flachwasser nachgewiesen wurde (Buchanan 2005, Schrottke et al. 2006, Missiaen et al. 2008), stellt insbesondere die Bestimmung des Schallgeschwindigkeitsverlaufes aufgrund der nicht konsolidierten, in der Wassersäule suspendierten Sedimentstoffe sowie der darunter liegenden konsolidierten Bodenschichten eine große Herausforderung dar.

### Der Neusiedler See

Der Neusiedler See (ungarisch: Fertő) ist mit rund 320 km<sup>2</sup> der größte See Österreichs und der west-

lichste Steppensee Europas. Der See liegt auf einer Seehöhe von 115,8 m ü. A. und gehört nicht nur den zwei Staaten Österreich und Ungarn, sondern zeigt als natürlicher Grenzraum auch Einflüsse verschiedenster Landschaftsräume (pannonische, alpine, asiatische, mediterrane und nordische), was eine große Vielfalt an Pflanzen- und Tierarten bewirkt. Sein Schilfgürtel ist der größte Mitteleuropas und bedeckt mit 180 km<sup>2</sup> mehr als die Hälfte der Seefläche. Der See hat eine durchschnittliche Tiefe von 1,0 m und wird zu 80 % durch Niederschlag und zu knapp 20 % durch oberirdische Zuflüsse gespeist. Seit rund 100 Jahren ist der See durch einen künstlichen Kanal zur Wasserstabilisierung bei Hochwasser mit dem Donausystem verbunden. Der dominierende Faktor für den Wasserhaushalt stellt aber mit fast 90 % die Verdunstung dar. Ein Anstieg der Lufttemperatur von 0,7 °C im Zeitraum von 1991 bis 2004 führte zu einer Erhöhung der Verdunstung um fast 10 % (Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel 2012).

Das Wissen über Verfrachtungen und Anlandungen von Sediment und Schlamm spielt einerseits eine große Rolle für den Wassersporttourismus, den Fährverkehr zwischen den Anrainergemeinden und die Erreichbarkeit der mehreren 100 Seehöhlen der jeweiligen Badestandorte. Andererseits ist es entscheidend für die Verlandungsprognosen im Zuge des Klimawandels und trägt zum Gesamtverständnis der langjährigen Veränderungen in der Fauna und Flora sowie der Limnologie und Hydrologie entscheidend bei.

### Hydroakustische Vermessung

Für die genannte Aufgabenstellung und unter den gegebenen Rahmenbedingungen wurde die Messkampagne in folgender Form konzipiert und durchgeführt (Details siehe Heine et al. 2013):

#### a) Messlinienanordnung und Messfahrten

Die Vermessung erfolgte entlang von vordefinierten Profillinien (Querlinien mit 100 m Abstand; Längslinien mit 500 m Abstand) (Abb. 1, links) sowie Freifahrtlinien (Abb. 1, rechts) entlang der Uferlinien (inkl. Inseln) von insgesamt mehr als 2000 km. Die Befahrung der Messlinien erfolgte

#### Autoren

Prof. Erwin Heine, Ilse Kogelbauer und Prof. Willibald Loiskandl sind bei der Universität für Bodenkultur in Wien beschäftigt, Dr. Thomas Zechmeister ist Leiter der Biologischen Station Neusiedler See in Illmitz

#### Kontakt unter:

erwin.heine@boku.ac.at  
ilse.kogelbauer@boku.ac.at  
willibald.loiskandl@boku.ac.at  
post.bs-illmitz@speed.at

Das Projekt mit dem Akronym »GeNeSee« wurde vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im Programm zur grenzüberschreitenden Kooperation Österreich – Ungarn 2007–2013 (Reg. Nr. L00130) gefördert.

**Literatur**

Bácsatyai, László; Elmar Csaplovics; Istvan Márkus; Adele Sindhuber (1997): Digitale Geländemodelle des Neusiedler See-Beckens; Burgenländisches Landesmuseum, Eisenstadt

Bradford, Joe M. (1986): Penetrability; in: Arnold Klute: Methods of Soil Analysis, Part 1, S. 463–478

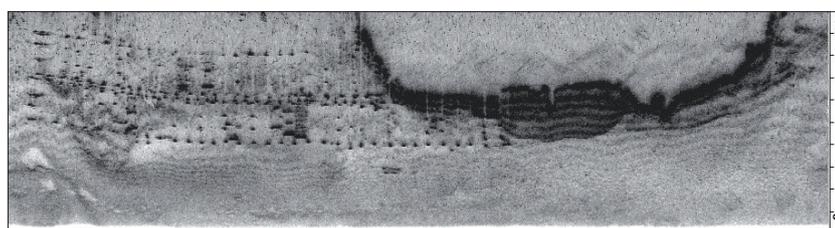
Buchanan, Larry (2005): Surveying in Fluid Mud; Hydro International, Vol. 9, No. 6, July/August 2005

D'Amboise, Christopher (2012): Development of Profile Measurements Using a Frequency Domain Reflectometry Sensor in a Soft Sludge and Calibration for Use in the Neusiedlersee; M.Sc. Thesis, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

Heine, Erwin; Andreas Prokoph; Ilse Kogelbauer; Willibald Loiskandl (2013): Hydroakustische Erfassung der Morphologie und Sedimentschichtung des Neusiedler Sees; in: Klaus Hanke; Thomas Weinold (Hrsg.): 17. Internationale Geodätische Woche Oberurgl, Wichmann, 2013

...

**Abb. 1:** Messlinienausrichtung (links) und Detailansicht der Messfahrten im Seepark Weiden (rechts)



nicht chronologisch, sondern nach wetterbezogenen Bearbeitungsgebieten. Je nach vorherrschenden Windrichtungen, entwickeln sich auf dem See Zonen mit unterschiedlichem Wellengang. Dadurch kam es zwar oftmals zu Anfahrtszeiten von über einer Stunde, da man die Zone mit hohem Wellengang erstmal durchqueren musste, doch konnte die gesamte Echolotmessung ohne längere Unterbrechung in weniger als drei Monaten durchgeführt werden.

**b) Seitensichtsonaraufnahmen**

Um zusätzliche Information über die Morphologie des Seebodens zu erhalten, wurden die Bereiche links und rechts der Messprofile mittels zweier am Bug angebauter Side-Scan-Sonare Kongsberg 200-0.5/49 aufgenommen (Abb. 2).

**c) GNSS-RTK-Positionierung und Motion-Sensorik (IXSEA Octans III)**

Die häufig auftretenden Starkwinde und die geringe Wassertiefe verursachen starken Wellengang und führen in der Folge zu nicht zu vernachlässigbaren Rollbewegungen des eingesetzten Flachwasserbootes. Durch die GNSS/INS-Positionierung wurde nicht nur das Genauigkeitspotenzial der Echolotsensorik bestmöglich genutzt, sondern die Vermessungsarbeiten konnten in effizienter Weise – nicht nur an Tagen mit ruhiger See – durchgeführt werden.

**d) 710-kHz-Einzelstrahlecholot**

Zur Erfassung der Topographie der großräumigen Flachwasserzonen mit weniger als 1 m Wassertiefe wurde ein Single-Beam-Echolot Kongsberg EA400 eingesetzt. Einerseits konnten dadurch die ufernahen Bereiche bereits ab einer Wassertiefe von 40 cm vermessen werden, und andererseits dienten die Daten zur Qualitätskontrolle

für die 100-kHz-Sub-Bottom-Profilermessung der Schlammoberfläche.

**e) Parametrisches Sedimentecholot**

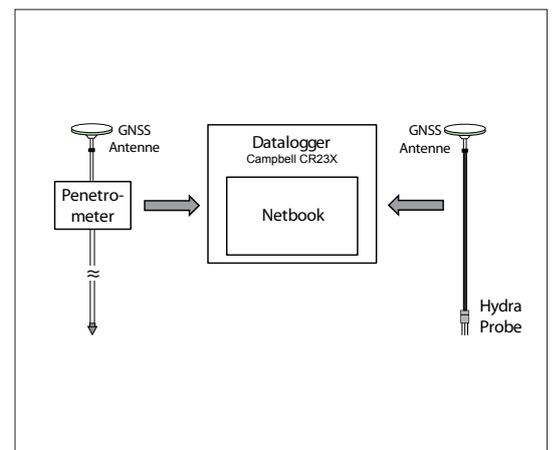
Um die Schlammverteilung und den Schichtaufbau des Seebodens zu bestimmen, wurde ein Sub-Bottom-Profilier (SBP) vom Typ Innomar SES 2000 eingesetzt. Das Gerät nutzt den parametrischen Effekt, um aus zwei Primärfrequenzen um 100 kHz eine tiefe Frequenz von 10 kHz zu erzeugen. Eine Primärfrequenz wurde zur Detektion der Schlammoberfläche genutzt. Die Sekundärfrequenz von 10 kHz dringt weiter in das Sediment ein und zeigt auch Reflexionen von tiefer liegenden Schichten auf. Das Digitalisieren der tiefen Frequenz ist äußerst aufwendig und muss größtenteils von Hand erledigt werden, da der Verlauf der Sedimentschichten nicht stetig verläuft und von Fall zu Fall unterschiedlich interpretiert werden kann.

Um eine korrekte Interpretation der Sedimentschichtung und insbesondere eine genaue Höhenzuordnung der Sedimentlayer zu erzielen, wurde eine »Kalibrierung« und Validierung der angewandten SBP-Auswertung durch bodenphysikalische Messungen der vertikalen Bodenschichtung durchgeführt.

**»Kalibrierung« und Validierung mittels bodenphysikalischer Messungen**

**a) Kombiniertes bodenphysikalisches Messsystem (CSPS)**

Als Referenz für die hydroakustische Schlamm- und Seebodendetektierung (mittels Sub-Bottom-Profilier) wurde in Testregionen mit spezifischen Bodenstrukturen der Profilaufbau des Seebodens mit einem adaptierten Messsystem aus der Bodenphysik bestimmt. Dieses kombinierte bodenphysikalische Messsystem (CSPS) besteht aus



**Abb. 3:** Schema des kombinierten bodenphysikalischen Messsystems CSPS

**Abb. 2:** Seitensichtsonaraufnahme in der Hafeneinfahrt des Seeparks Weiden

einem kapazitiven Sensor, einem Penetrometer, und einer zentimetergenauen, satellitengestützten Verortungseinheit (GNSS-RTK) (Abb. 3). Eine eigens entwickelte Software synchronisiert auf Basis des GNSS-Zeitsignals alle Sensordaten und ermöglicht somit eine dynamische Messung von Schlammprofilen mit hoher Verortungsgenauigkeit. Das CSPS detektiert die Schlammoberfläche, den konsolidierten Seeboden und weitere seichte, konsolidierte Sedimentschichten. Die Vorteile des angewendeten Systems sind In-situ-Bodenparametermessungen ohne aufwendige Probenentnahme, die Aufzeichnung eines kontinuierlichen Profils mit Ausweisung signifikanter Schichtungen und die Ausgabe von reproduzierbaren physikalischen Werten.

Im Detail besteht das System aus vier Komponenten:

- der Hydra Probe (Stevens Water Monitoring System), einem kapazitiven Sensor basierend auf »Frequency Domain Reflectometry« (FDR, 50 MHz), der über die dielektrische Primitivität indirekt den volumetrischen Wassergehalt  $\theta$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) anzeigt;
- einem modifizierten Penetrometer (Eijkelpomp), der den Eindringwiderstand in den Boden misst;
- einer GNSS-RTK-Positionierung;
- einem Datenlogger (CRX23, Campbell) und einer C#-Software, welche die Sensormessdaten mit den GNSS-RTK-Positionsdaten synchronisiert, speichert und weiterverarbeitet.

Die Hydra Probe misst direkt den Realteil der temperaturkorrigierten relativen, komplexen dielektrischen Primitivität  $\epsilon_{r\text{corr}}$ . Der signifikante Unterschied der dielektrischen Primitivität in den Medien Luft–Wasser–Sediment erlaubt eine eindeutige Bestimmung der Schichtgrenzen, d. h. der Wasseroberfläche und der Schlammoberfläche.  $\epsilon_r$  in Luft ist 1 %, im Wasser des Neusiedler Sees 70 % bis 80 %, und im Sediment 4 % bis 7 %. Anhand von  $\epsilon_{r\text{corr}}$  wird über eine Kalibrierfunktion der volumetrische Wassergehalt  $\theta$  ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ ) ausgegeben. Die Kalibrierfunktion wurde im Labor anhand von Schlammproben aus dem Neusiedler See ermittelt. Ein Polynom 3. Grades wurde durch Korrelation vom gemessenen  $\epsilon_{r\text{corr}}$  und dem gravimetrisch ermittelten vol.  $\theta$  angepasst ( $R^2=0,9877$ ) (D'Amboise 2012). Der Hydra-Probe-Messfehler beträgt  $\pm 1,5$  % für  $\epsilon_{r\text{corr}}$ .

$$\theta = -0,087968 + 0,027307 \epsilon_r - 0,000356 \epsilon_r^2 + 2,34 \cdot 10^{-6} \epsilon_r^3$$

Der zweite angewendete bodenphysikalische Sensor, der Penetrometer, gibt den Eindringwiderstand  $PR_x$  – als erforderliche Kraft zum Eindringen in den Boden – wieder. Die Laborkalibrierung ergibt ein lineares Verhältnis der abgelesenen Ausgangsspannung  $y$  der Penetrometer-Kraftzelle mit dem aufgebrachten Gewicht (Kogelbauer et al. 2013). Die

Basisspannung  $y_0$ , aus dem Mittel der Nullmessungen, wird von der Ausgangsspannung abgezogen. Die lineare Kalibrierfunktion wurde um den variablen Faktor des Stangengewichts  $R_{p,x}$  korrigiert.  $A_{p,x}$  ist die Querschnittsfläche des Konus und der Faktor 0,09807 ergibt sich aus der Umrechnung von mV zu MPa laut Bradford (1986).

$$PR_x = ((y - y_0 + R_{p,x}) / (29,82 \cdot A_{p,x})) \cdot 0,09807$$

## b) Adaptierung der Systemsensorik und Messablauf

Die beiden bodenphysikalischen Sensoren, die Hydra Probe und der Penetrometer, wurden für das außergewöhnliche Einsatzgebiet am See modifiziert. Der zylindrische Körper der Hydra Probe und die GNSS-Antenne wurden jeweils an einem Ende einer Teleskopstange fixiert. Der Penetrometer wurde modifiziert, indem die Kraftmesszelle direkt mit dem Datalogger verbunden wurde, das Messgestänge auf 5 m Gesamtlänge variabel kombinierbar verlängert wurde, und die GNSS-Antenne an einem Alurahmen zentrisch über der Konusspitze angebracht wurde. Die Detektierung von seichtgründigen Sedimentschichten ist eingeschränkt durch die Gestängelänge, durch die laterale Biegung des Gestänges, den Gestängedurchmesser und durch die manuell aufzubringende physische Kraft.

Das CSPS wurde für folgende Messaufgaben am See eingesetzt:

- auf der freien Seewasserfläche als Referenz zu den Echolotmessungen,
- in ufernahen Flachwasserbereichen mit einer Wassertiefe kleiner 0,5 m zur Beschreibung der Ufertopographie,
- in Braun- und Freiwasserflächen innerhalb des Schilfgürtels,
- im Schilf.

Der Messablauf war bei allen Messgebieten gleich. Die Hydra-Probe-Messung startete oberhalb der Wasseroberfläche mit den Hydra-Probe-Messstäben noch in der Luft. Danach wurde der Sensor langsam ins Wasser eingetaucht und kontinuierlich tiefer versenkt, bis ein weiteres Eintauchen aufgrund der angetroffenen kompakten Schlammsschicht nicht mehr möglich war. Die Penetrometer-Messung startete im Wasser oder im losen Schlamm, wo kein oder nur minimaler Eindringwiderstand aufgezeichnet wurde. Ab diesem Initialisierungspunkt wurde der Penetrometer kontinuierlich weiter eingetaucht bzw. in die Schlamm- und Bodensedimentschicht mit Muskelkraft hineingepresst. Stieg der Eindringwiderstand an einer bestimmten Tiefe rapide an, so wies dies auf eine dort vorherrschende konsolidierte Sedimentschicht hin. Ist diese Schicht von nur geringer Mächtigkeit, so wird diese durchstoßen und es kann eine Messung der darunter liegenden Schichten erfolgen. Um die Variabilität innerhalb der Schlammsschicht und der Seeboden-

- ...  
Kogelbauer, Ilse; Erwin Heine; Christopher D'Amboise; Christoph Müllerbner; Wolfgang Sokol, Willibald Loiskandl (2013): Adaptation of Soil Physical Measurement Techniques for the Delineation of Mud and Lakebed Sediments at Neusiedler See; Sensors 13  
Missiaen, Tine; Evert Slob; M.E. Donselaar (2008): Comparing different shallow geophysical methods in a tidal estuary, Verdrongen Land van Saeftinge, Western Scheldt, the Netherlands; Netherlands Journal of Geosciences, Nr. 87, S. 151–164  
Nationalpark Neusiedler See – Seewinkel (2012): www.nationalpark-neusiedlersee-seewinkel.at, Abruf vom 10.02.2014  
Schönerklee, Monika; Paul Kinner; Gerhard Heiss; Gerhard Soja; Wolfgang Friesl; Roland Treitler; Julia Schindler; Anna Kleissner (2006): Neusiedler See – Tourismus mit Zukunft; Wissenschaftliche Untersuchung zur Auswirkung des Wasserstandes des Neusiedler Sees innerhalb der Region Neusiedler See. Austrian Research Center Report U-0222  
Schrottke, Kerstin; Marius Becker; Alexander Bartholomä; Burghard Flemming; Dierr Hebbeln (2006): Fluid mud dynamics in the Weser estuary turbidity zone tracked by high-resolution side-scan sonar and parametric sub-bottom profiler; Geo-Marine Letters 26(3), S. 185–198  
Soja, Gerhard; Johann Züger; Markus Knöflacher; Paul Kinner; Anna-Maria Soja (2013): Climate impacts on water balance of a shallow steppe lake in Eastern Austria (Lake Neusiedl); Journal of Hydrology, Vol. 480, S. 115–124



**Abb. 4:** Beispiel der Layervalidierung durch den Vergleich des SBP-Echogramms (rechts) mit den Messungen des CSPS am Referenzpunkt P47. Die ausgewiesenen Schichtgrenzen im Echogramm stimmen sehr gut mit den detektierten Schichtgrenzen der bodenphysikalischen Messungen überein

**Abb. 5:** Das zweite Beispiel der Layervalidierung am Punkt P111 vergleicht das SBP-Echogramm (rechts) mit den Messungen des CSPS (links), wobei beide eine geringmächtige Schlammauflage und eine stark konsolidierte, seichtgrünliche Sedimentschicht zeigen

topographie zu berücksichtigen (wie eingebettete Steine oder Wurzelstücke im vertikalen Messprofil), wurden mit jedem Sensor mindestens drei Messungen in Folge innerhalb eines Radius von rund einem Meter durchgeführt.

Zur Validierung der angewendeten Echolot-Schallausbreitungswerte für Schlamm (Sub-Bottom-Profiler) wurden an 61 vorab festgelegten Punkten CSPS-Messungen durchgeführt. Als Messplattform diente dabei eine Arbeitszelle, welche an den Messpunkten für die Zeit der Messung stabil verankert wurde. Um die Schlamm- und Seebodentopographie am Übergang vom Schilf zum See zu beschreiben, wurden im Uferbereich kurze, orthogonal auf die Uferlinie verlaufende Transekte gemessen. Dabei wurde im Schilf, an der Schilfkannte und auf der freien Seewasserfläche gemessen. Zusammen mit den Side-Scan-Sonar-Daten kann damit die Topographie des Uferbereichs beschrieben werden.

Schlamm- und Sedimentkerne wurden an den vordefinierten Referenzpunkten mit einem Coresampler gezogen, indem ein PVC-Rohr in den Schlamm gedrückt und in Lage und Höhe verortet

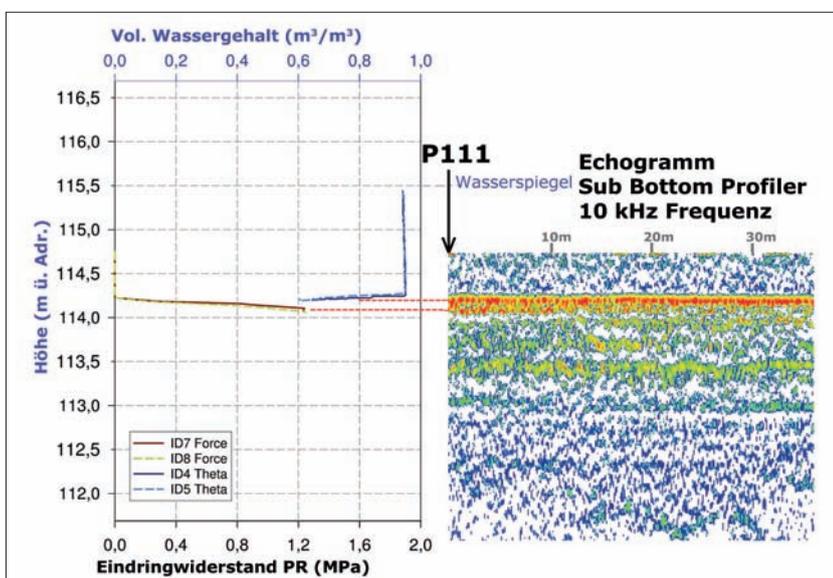
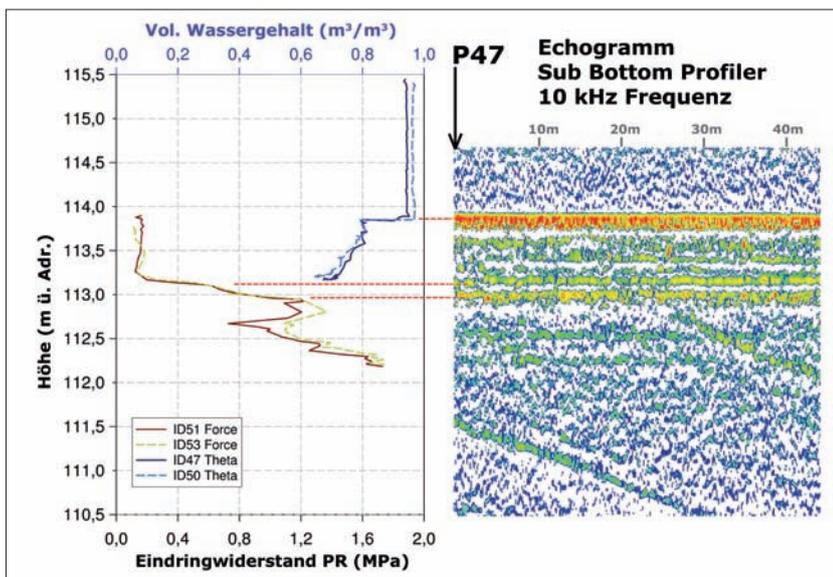
wurde. Diese Kerne wurden qualitativ (Farbe, Wurzeln) und quantitativ (Korngrößenverteilung, Textur, gesamter und anorganischer Kohlenstoff, Stickstoff, pH, elektrische Leitfähigkeit und Mineralogie) für die Kalibrierung der CSPS-Sensoren analysiert. Die Kornverteilung der gezogenen Cores an zwei ausgewählten Referenzpunkten (siehe Tabelle) zeigt generell einen sehr hohen Schluff- (0,002 mm bis 0,05 mm) und Tonanteil (kleiner 0,002 mm).

	Höhe / m ü. A.		p[S] / %	p[U] / %	p[C] / %
<b>P47</b>	113,40	113,56	5,6	54,6	39,8
	113,56	113,64	1,6	45,1	53,3
	113,64	113,72	2,2	41,9	55,9
<b>P111</b>	114,19	114,23	1,4	47,1	51,5
	114,23	114,28	4,1	44,5	51,4

**c) Gegenüberstellung CSPS-Daten und 10-kHz-Sub-Bottom-Profiler-Daten für die Bestimmung der Schlammmächtigkeit**

Im Vorfeld der SBP-Auswertung, also der Digitalisierung der Schichtlayer, erfolgte eine Überprüfung und iterative Anpassung der Schallgeschwindigkeitswerte an 61 Messpunkten verteilt auf zehn charakteristische Schlammdickenregionen im See. Dabei wurden sowohl die numerischen Tiefendaten von SBP und CSPS gegenübergestellt als auch die an den Messpunkten vorliegenden Echogramme von Längs- und Querfahrt visuell mit den Vertikalprofilen der CSPS-Messungen abgeglichen.

Die CSPS-Messungen (linker Teil in Abb. 4 und Abb. 5) zeigen ein vertikales Profil von Wasser-Schlamm-konsolidiertem Seeboden. Die Hydra Probe misst im Wasser einen nahezu konstanten vol.  $\theta$  von 0,95, und beim Übergang von Wasser auf Schlamm fällt der Wert rapide auf ein vol.  $\theta$  von 0,80. Aufgrund der Elektrodenlänge des Hydroprobe-Sensors von 5,6 cm erfolgt der Werteübergang nicht sprunghaft, sondern schleifend, bis die Messspitzen völlig im neuen Medium eingetaucht sind. Beim weiteren Eindringen in der Schlammschicht sinkt der Wert für vol.  $\theta$  stark ab, bis ein weiteres Eindringen der Hydra Probe durch den bereits hohen Verdichtungsgrad des Schlammes nicht mehr möglich ist (vol.  $\theta \sim 0,6$ ). Ab diesem Bereich erhöhter Verdichtung beginnt der Messbereich des Penetrometers, der hier erste signifikante Signale aufgrund des Eindringwiderstandes liefert. Durch Kombination der beiden Sensoren ist somit ein durchgehender vertikaler Wasser-Schlamm-Sediment-Profil Datensatz gewährleistet. Beispielhaft seien hier die Profile an zwei Orten mit unterschiedlichem Bodenaufbau angeführt. Am Referenzpunkt P47 detektiert der Penetrometer unter der Schlammschicht zwei Layer im Bereich des Seebodens, welche auch im Echogramm sehr deutlich zu erkennen sind (Abb. 4). Dabei handelt es sich um eine kompakte, noch nicht vollständig konsolidierte bodennahe Schicht. Am Referenzpunkt P111 verhindert die starke Konsolidierung der ersten Schicht ein weiteres Eindringen des Penetrometers, welche auch im Echogramm auf-



grund der starken Signalreflexion in rot-gelber Farbe erkennbar ist (Abb. 5).

### Ergebnisse und Diskussion

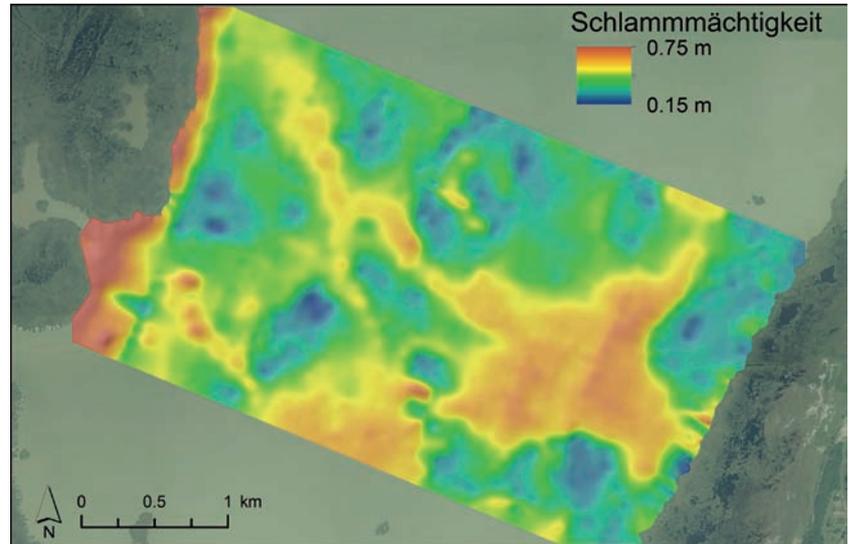
Gezeigt werden konnte, dass durch den kombinierten Einsatz von SBP- und CSPS-Messungen eine Bestimmung der Mächtigkeit und Verteilung des Schlammkörpers in seichten Seen flächendeckend und mit einer Genauigkeit im Subdezimeterbereich in effizienter Weise möglich ist.

Das parametrische Sedimentecholot lieferte ab einer Wassertiefe von einem Meter verlässliche Informationen über die Sedimentschichtung des Seebodens. Schlammstichtdicken im Meterbereich sowie nachfolgende Bodensedimentstrukturen von mehreren Metern sind in den Echogrammen in hochauflösender Form enthalten. Das auf einem kapazitiven Sensor und einem Penetrometer in Kombination mit einer RTK-GNSS-Einheit basierende bodenphysikalische Messsystem lieferte in situ georeferenzierte, dynamische Vertikalprofile von der Wasser-Schlamm-Seebodensedimentschichtung. Die Ergebnisse an über 50 Referenzpunkten zeigen eine sehr gute Übereinstimmung in der Detektion der Schichtungen zwischen den beiden Systemen. Durch Anpassung (»Kalibrierung«) der Sedimentschallgeschwindigkeit mittels der metrisch korrekten CSPS-Schichttiefeninformationen in den jeweiligen Seebodenzonen ist

eine Genauigkeit der SBP-Tiefendigitalisierung von besser als  $\pm 10$  cm möglich.

Durch die Kombination von hydroakustischen Messmethoden mit bodenphysikalischen Messungen ist es beim GeNeSee-Projekt gelungen, einen vollständigen, qualitativ hochwertigen Datensatz höchstmöglicher Auflösung zur Generierung Digitaler Geländemodelle (DGM) der Schlammoberfläche und des Seebodens – und somit zur Bestimmung der Schlammverteilung innerhalb des Sees – zu erzeugen (Abb. 6). ↕

Abb. 6: Verteilung der Schlammmächtigkeit im Neusiedler See



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

**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 150 m (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

SES-2000 compact

SES-2000 standard

SES-2000 light plus

SES-2000 medium  
SES-2000 deep

# Internetportal für bathymetrische Daten der Ostsee

Ein Beitrag von *Thomas Dehling*

Die Baltic Sea Hydrographic Commission (BSHC) hat im letzten Jahr ein Internetportal lanciert – die Baltic Sea Bathymetry Database (BSBD) –, in dem man sich am Schreibtisch die Beschaffenheit des Meeresbodens der gesamten Ostsee ansehen kann. Mit einer Auflösung von 500 Metern oder feiner übertrifft die Datenqualität alle bisher öffentlich zugänglichen Darstellungen. Entsprechend positiv sind die Reaktionen der Wissenschaftler und der anderen Nutzer auf die Initiative.

Ostsee | Baltic Sea Hydrographic Commission | Baltic Sea Bathymetry Database | Web Mapping Service

## Einleitung

Die Baltic Sea Hydrographic Commission (BSHC) der Internationalen Hydrographischen Organisation (IHO) hat ein Internetportal entwickelt, das die Tiefendaten der Ostsee in einer bisher nicht öffentlich zugänglichen Datenqualität zeigt. In einer Auflösung mit einem Raster von 500 Metern oder besser werden die bathymetrischen Informationen der Ostseerainer dargestellt (Abb. 1). Unter bestimmten Voraussetzungen können die Darstellungen sogar heruntergeladen werden. Damit werden bisherige Tiefenmodelle für wissenschaft-

liche Fragestellungen (z. B. IOW TOPO) deutlich übertroffen.

Auf der BSHC-Konferenz im Juni 2014 in Riga wurden weitere Beschlüsse gefasst, das Portal zu verbessern.

## Zielsetzung

Eine Arbeitsgruppe der BSHC wurde beauftragt, ein homogenes bathymetrisches Modell der Ostsee aus den Tiefendaten der Mitgliedsländer Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Lettland, Polen, Russland und Schweden sowie dem assoziierten Mitglied Litauen zu erstellen. Zur Aufgabe gehörte insbesondere, Spezifikationen für die Daten zu erarbeiten, das Webportal zu entwickeln und die Daten von den Mitgliedsländern zu sammeln und zu prozessieren.

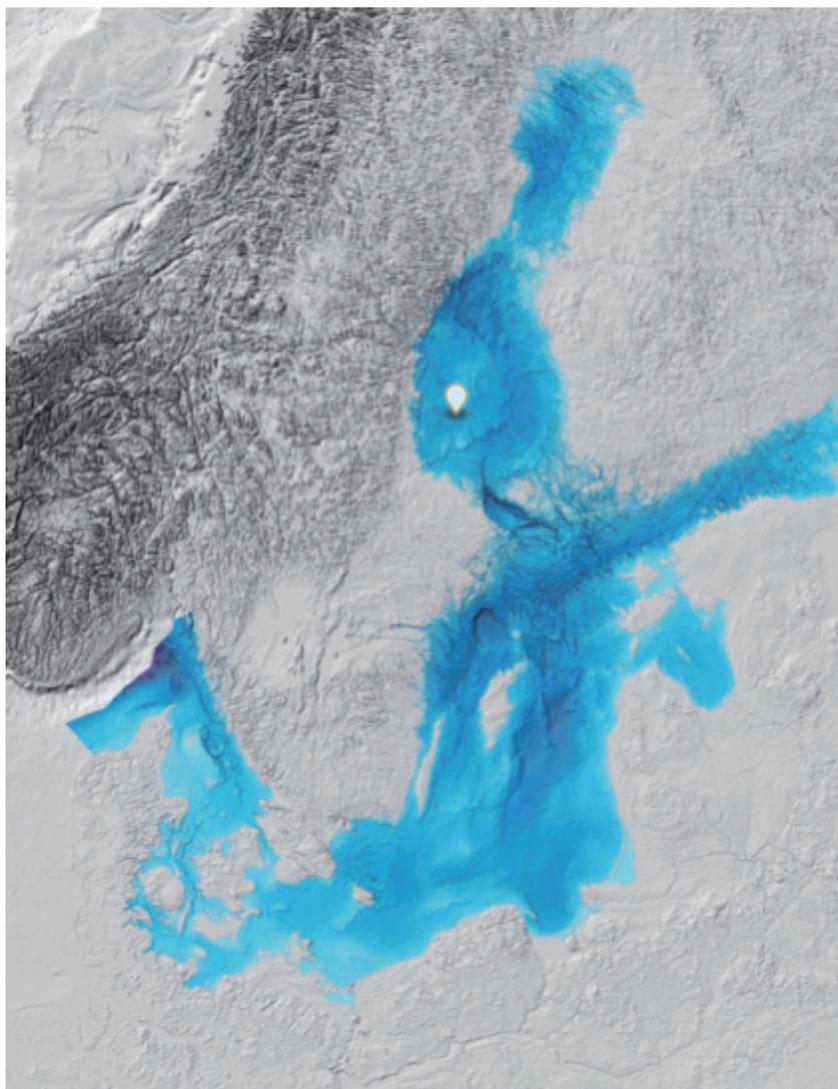
Seevermessungsdaten sind traditionell von hoher Bedeutung und gerade detailliertere Informationen unterliegen vielfach Zugangsbeschränkungen. Hauptgründe für den eingeschränkten Zugang sind vor allem wirtschaftliche Interessen oder Schutzbedürfnisse (z. B. verteidigungspolitischer Natur).

Eine wesentliche Herausforderung besteht daher darin, eine möglichst hochauflösende Bathymetrie bereitzustellen, sodass alle Hydrographischen Dienste der Ostsee einverstanden sind. Die Datenpolitik ist hierbei sehr unterschiedlich. Deutschland stellt Daten auf der Grundlage des Geodatenzugangsgesetzes in einer Auflösung von üblicherweise 50 Meter frei zur Verfügung, ohne die Nutzung einzuschränken. Dänemark gibt solche detaillierte Daten nur für nichtkommerzielle Zwecke ab. Andere Länder geben Daten maximal bis zu einer Datendichte von 500 Metern heraus. Dieser Wert ist damit zwar nur der kleinste gemeinsame Nenner, dennoch stellt er eine erhebliche Verbesserung gegenüber den bisher verfügbaren Modellen dar.

## Sachstand

Das Webportal wurde durch den schwedischen Hydrographischen Dienst (Swedish Maritime Administration) entwickelt und steht seit letztem Jahr für Verfügung. Es ist erreichbar über die Webseite der BSHC ([www.bshc.pro](http://www.bshc.pro)); unter dem Menüpunkt

**Abb. 1:** Gesamtdarstellung der Ostsee



### Autor

Thomas Dehling leitet das Referat Seevermessung und Geodäsie beim BSH in Rostock

### Kontakt unter:

[thomas.dehling@bsh.de](mailto:thomas.dehling@bsh.de)

»Services« findet sich der Eintrag »Baltic Sea Bathymetry Database«.

Das Portal läuft bislang mit den Grundfunktionen und wird noch weiter fortentwickelt. Die Daten liegen noch nicht von allen Anrainern in der gewünschten Auflösung vor (Russland, Litauen); dahingegen haben ein paar andere Länder sogar höhere Datendichten bereitgestellt (Abb. 2). Seit Dezember 2013 sind neuere Daten aus Finnland und Polen enthalten.

## Nutzung der Daten

Ein Web Mapping Service (WMS) ist eingerichtet worden, dessen Nutzung kostenfrei ist. Zunächst war nur die nichtkommerzielle Nutzung erlaubt. Mittlerweile wurde aber die Lizenzierung geändert; jetzt ist auch die kommerzielle Nutzung gemäß der »Creative Commons Attribution 3.0 license« erlaubt (siehe: [creativecommons.org/licenses/by/3.0](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0)). Allerdings gibt es zusätzliche Einschränkungen hinsichtlich der Navigation; es wird darauf hingewiesen, dass die Daten nicht für die Navigation geeignet sind.

Seit der Einrichtung des Angebots im letzten Jahr haben bereits viele Nutzer den Web Mapping Service genutzt und Daten heruntergeladen. Allerdings liegt dabei Deutschland bisher nur auf dem dritten Rang – die Zugriffszahlen aus Schweden und Dänemark sind höher.

Die Daten können auch auszugsweise vom Portal heruntergeladen werden (Abb. 3). Der Umfang der Funktionalitäten zur Auswahl und zum Speichern der Daten wird in der nächsten Zeit noch erweitert.

## Entwicklungen

Das Portal wurde im Rahmen eines EU-Projektes aufgebaut und zur Hälfte von Schweden finanziert. Die weitere Finanzierung für die nächsten vier Jahre scheint gesichert zu sein.

Im Wesentlichen sind zunächst noch folgende Weiterentwicklungen geplant:

- Ein 3D-Viewer ist in Arbeit; durch ihn soll die Anwendung noch plastischer gestaltet werden.
- Die Datenqualität soll weiter verbessert werden.
- Die Abdeckung soll um die norwegischen Teile des Skagerraks erweitert werden.
- Die Funktionalitäten des Portals sollen weiter verbessert und ausgebaut werden.
- Die Produktionstools und die Dokumentation sollen optimiert werden.
- Die Gebietsnamen der Ostsee sollen ergänzt werden.
- Zusätzliche bathymetrische Layer mit einer höheren Auflösung sollen für Gebiete berechnet und bereitgestellt werden, wo die Nutzungsregelungen dies erlauben (Deutschland und Estland).
- Die Darstellung der Küstenlinie im Portal soll verbessert werden.

## Zusammenarbeit und Ausblick

Die Arbeitsgruppe der BSHC arbeitet mit den Gremien von GEBCO und EMODNet zusammen.

Mit der General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) wurde vereinbart, dass die Daten in das neue 0,5-Grad-Modell von GEBCO eingebaut werden.

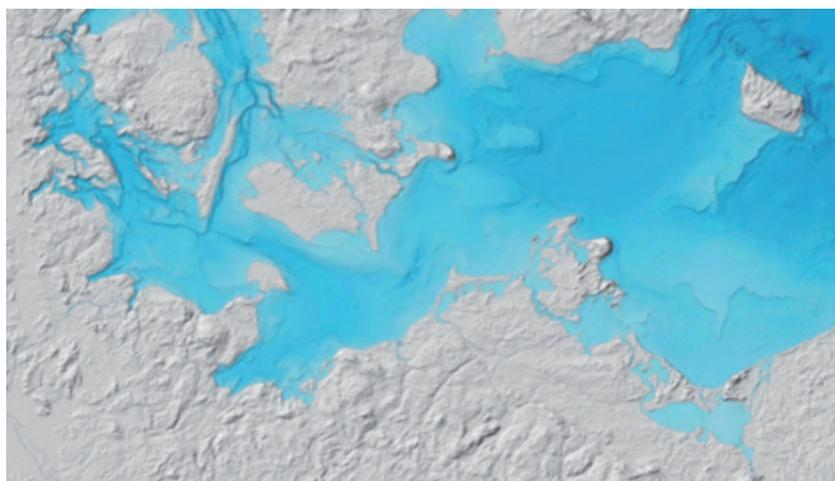
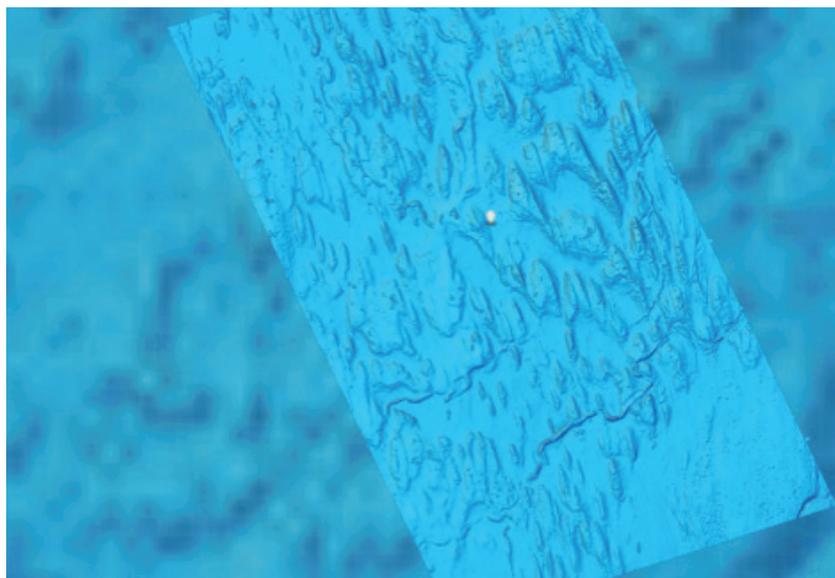
Mit dem Projekt »European Marine Observation and Data Network« (EMODNet) der Generaldirektion Mare der EU gab es Abstimmungsgespräche. Diese werden fortgesetzt, denn die Anforderungen im Bereich der Hydrographie überschneiden sich. Im Rahmen von EMODNet 2 soll eine Modellauflösung von 1/8 Bogenminute erreicht werden.

Bisher erweist sich das Internetportal für bathymetrische Daten der Ostsee als eine sehr erfolgreiche Initiative der Baltic Sea Hydrographic Commission. Es findet sehr positive Resonanz bei Wissenschaftlern und anderen Nutzern. Gleichzeitig zeigt es die Probleme auf, hochauflösende Tiefendaten zur Verfügung zu stellen. Aber auch hier hat die Initiative erste Erfolge gezeigt. Es gibt noch genügend Spielraum für weitere Entwicklungen. Vor allem aber ist es wichtig, das Erreichte noch mehr der Öffentlichkeit bekannt zu machen, denn es handelt sich um ein anschauliches Beispiel für die Arbeit der Hydrographie. ⚓

43

**Abb. 2:** Schwedisches Hochauflösungsbeispiel (Markierung aus Abb. 1) mit umgebendem 500-Meter-Gitter

**Abb. 3:** Darstellung der südlichen Ostsee mit der deutschen Küstenlinie



# »Wir waren schon überall«

Ein Wissenschaftsgespräch mit *Werner* und *Andres Nicola*\*

Bereits 1971 hat Werner Nicola seine erste Firma gegründet, die zunächst nur in der Landvermessung tätig war. Vor vierzig Jahren, 1974, kam es dann zur Gründung des Vermessungs- und Ingenieurbüros Werner Nicola, das sich ganz der Hydrographie verschrieben hat. Die vermehrten Auslandsaktivitäten führten Ende 1982 zur Gründung der unabhängigen Ingenieurgesellschaft Nicola Engineering GmbH. Seit 2009 ist Sohn Andres Nicola in der Geschäftsführung des Unternehmens. Der HN-Redaktion stehen die beiden Geschäftsführer Rede und Antwort.

Nicola Engineering | Binnengewässervermessung | »DHyG-Anerkannter Hydrograph« | HCU Category A | HOAI | Alstervermessung | Rheinvermessung | »Poseidon« | »Level-A« | Wetter

**Hydrographische Nachrichten:** Herr Nicola, eine Frage haben wir bisher noch bei jedem Wissenschaftsgespräch gestellt, sie lautet: Fühlen Sie sich als Hydrograph? Bei Ihnen erübrigt sich die Frage wohl. Seit 40 Jahren sind Sie als Hydrograph tätig. Die viel interessantere Frage ist daher: Wie sind Sie zur Hydrographie gekommen?

**Werner Nicola:** Ich war in Bremerhaven in einem Ingenieurbüro beschäftigt. Man hat mich auf eine Baustelle geschickt, das Großdock in Kiel, um dort mit einer ganz neuen automatischen hydrographischen Erfassungsanlage die Nassbaggerarbeiten vermessungstechnisch zu betreuen. Als ich da 1973 hin musste, hab ich erst einmal in mein Kolleg geschaut. Dadrin stand: »Bei der Seevermessung werden Echolote benutzt.« Mehr Informationen hatte ich nicht. Das war für mich der Einstieg – und meine Lehrzeit. Ich musste eine ganze Menge reinstecken, um das Ganze zu kapiern.

**HN:** »Als ich da hin musste«, sagten Sie, das »musste« lässt mich hellhörig werden.

**Werner Nicola:** Bis dahin war ich in Bremerhaven nur ganz am Rande mit Gewässervermessung beschäftigt. Ich hatte schon Baggergerüste in der Weser abgesteckt, aber eben mit terrestrischen Geräten und Methoden. Dass die ARGE, in der wir waren, plötzlich den Auftrag im Großdock bekommen hat, war überraschend. Und ohne mich großartig zu fragen, fiel das Los dann auf mich. Einer musste es halt machen.

**HN:** Aber das neue Umfeld am Wasser hat Ihnen dann doch gut gefallen.

**Werner Nicola:** Ja. Dadurch, dass ich in Bremerhaven geboren und aufgewachsen bin, hatte ich schon immer Kontakt mit dem Wasser. Vor allem aber war die Arbeit in Kiel total interessant. Hinzu kam, dass ich frei schalten und walten konnte. Ich hatte einen Ponton mit einem Schottelantrieb, da drauf haben wir eine Gartenbude gesetzt; sogar Blumenkästen, die an einer Seite angebracht waren, haben nicht gefehlt. Ich konnte mir alles selber einrichten. Und obwohl die Aufgabe sehr zeitintensiv war – teilweise haben wir, wie das auf Baustellen so üblich ist, Tag und Nacht gearbeitet –, hat die Arbeit mir sehr viel Spaß gemacht.

**HN:** Sie erzählten, dass Sie bei einem Ingenieurbüro in Bremerhaven beschäftigt waren, für das Sie in Kiel waren. Aber hatten Sie nicht schon seit 1971 Ihre eigene Firma?

**Werner Nicola:** Ja, die Firma »Wolfgardt – Nicola«. Die haben wir für ein Bauvorhaben in Stotel gegründet. Tagsüber habe ich für das Ingenieurbüro gearbeitet, nach Feierabend haben wir dann für unsere eigene Firma gearbeitet.

**HN:** Welche Berufsausbildung haben Sie?

**Werner Nicola:** Ich war Lehrling in Bremerhaven, danach bin ich nach Berlin gegangen. Das war so üblich, die Bremerhavener Vermessungstechniker sind alle zum Studium nach Berlin. Da war alles für uns vorbereitet, sogar die Unterkunft hat man uns besorgt. Am letzten Tag der Lehre habe ich meine Prüfung abgelegt, in der Nacht bin ich nach Berlin gefahren, und am nächsten Tag fing das Studium an.

Besser hätte es nicht organisiert sein können. Nur hatte man in Berlin halt nichts mit Hydrographie im Sinn.

**HN:** Ihre Ingenieure sind sowohl auf dem Land als auch auf dem Wasser tätig. Wie ist das gewichtet?

**Andres Nicola:** Vielleicht fünf Prozent des Umsatzes machen wir mit Landvermessung, mehr nicht. Und diese Arbeiten fallen meist bei Baustellen an, bei denen wir Böschungen bearbeiten, wo wir uns von beiden Seiten nähern, vom Land und vom Wasser aus.

**HN:** Die Landvermessung findet also vor allem im direkten Umfeld der Gewässer statt, Sie vermessen nicht nur die Gewässer, sondern auch die Küsten- und Uferbereiche?

**Werner Nicola:** Genauso ist es, wir machen beispielsweise Kajenaufmäße. Aber in der klassischen technischen Vermessung sind wir nicht direkt tätig.

**HN:** Welche Schwerpunkte haben Sie bei der hydrographischen Vermessung?

**Andres Nicola:** Wir vermessen überwiegend Flüsse, Seen und küstennahe Wasserbereiche, vor allem Häfen. Auf diese Gewässer sind wir mit unseren mobilen, kleineren Booten spezialisiert. Auf

\* Das Interview mit Werner und Andres Nicola führte Lars Schiller am 15. Mai 2014 in Halstenbek



den Offshore-Zug hingegen sind wir bislang noch nicht aufgesprungen.

**Werner Nicola:** Die Grenze ist Helgoland, bis dahin fahren wir noch mit. Mit gecharterten Schiffen kommen wir dann sogar noch etwas weiter raus, bis zur Sandbank 24 zum Beispiel, diesem Offshore-Feld an der Grenze zwischen Dänemark und Deutschland.

**HN:** Auch im Ausland sind Sie tätig. In den siebziger Jahren waren Sie viel in Nigeria, später dann in benachbarten europäischen Ländern, sogar in Kolumbien haben Sie vermessen. Täuscht es, oder haben Sie in den letzten Jahren das Auslandsgeschäft zurückgefahren? Warum?

**Werner Nicola:** Zwischen 1975 und 83 waren wir in der ganzen Welt tätig, einmal quer rüber, Kolumbien, Togo, Nigeria, Ägypten, auch in Abu Dhabi waren wir und dann haben wir auch noch den Tigris vermessen. Damals hatten wir zeitweise über vierzig Mitarbeiter, plus das seemännische Personal vor Ort. Mit den damals noch tätigen Nassbaggerfirmen – Bilfinger + Berger und Holzmann zum Beispiel – sind wir immer mit marschiert. In deren Schlepptau ließ es sich gut leben, die haben uns immer beauftragt. Später dann wurden die ganzen Nassbaggerfirmen verkauft. Aber kurz darauf, 1989/90, begann der große Run auf den Osten. Von da an waren wir viel in den neuen Bundesländern tätig.

**Andres Nicola:** Momentan sind wir mit den Aufträgen aus dem Inland gut ausgelastet. Wir beschränken uns zurzeit auf die angrenzenden Nachbarländer, die Niederlande, Dänemark, Österreich. Auch hier erhalten wir die Aufträge vor allem von den Baufirmen, die uns aus Deutschland kennen. Im Ausland sind wir also schon noch tätig, im europäischen Ausland, nicht aber auf anderen Kontinenten.

**Werner Nicola:** Kürzlich hatten wir noch eine Anfrage aus Nigeria. Aber da würde ich nicht mehr hinfahren, das ist einfach zu gefährlich. Das möchte ich meinen Mitarbeitern nicht zumuten.

**HN:** War das denn reizvoll im Ausland?

**Werner Nicola:** Das muss ich schon sagen, ja. Vor allem die ganze Vorbereitung und Logistik. Wenn ich allein daran denke, wie wir unsere Schiffe nach unten gebracht haben, teilweise mit Autotransportern, aber auch mal auf einem großen Seeschiff.

**HN:** Das Wort Hydrographie wird oft nur mit dem Meer assoziiert. Sie vermessen aber überwiegend Binnengewässer. Was ist das Besondere an der Binnengewässervermessung?

**Werner Nicola:** Der Unterschied besteht in der Größe der Boote, die sind eben nur sechs bis acht Meter lang. So lassen sie sich noch komfortabel mit einem Geländewagen und einem Trailer trans-

portieren. Innerhalb von acht Stunden sind wir in Deutschland überall.

**Andres Nicola:** Ein anderer Unterschied liegt darin, dass man bei der Flussvermessung unabhängig von der Tide arbeiten kann. An der Küste hingegen muss man aufgrund des Tide- oder Wettereinflusses schon häufiger mal den ganzen Wochenplan umschmeißen. Hinzu kommen die Bauten, die Brücken und Bühnenfelder in den Flüssen, oder das Verhalten von Kolken. Diese Fragestellungen sind schon sehr interessant, vor allem dann, wenn man auf den Plänen nach der Auswertung richtig etwas sehen kann.

**HN:** Sie vermessen in ganz Deutschland, in zahlreichen Häfen führen Sie Verkehrssicherungsmessungen durch. Gibt es ein Bundesland, in dem Sie noch nichts vermessen haben?

**Werner Nicola:** Gute Frage ... Ich glaube fast, wir waren schon überall. Es konzentriert sich natürlich auf den Norden, vielleicht zu 65 Prozent. Der Rest findet im Süden statt, wo wir sehr viele Kontrollmessungen durchführen, vor allem an Dückern.

**Andres Nicola:** Süden heißt, dass wir zum Beispiel den Rhein bis Mainz vermessen. Da sind wir in jedem Jahr für bestimmt zwei bis drei Wochen. Oft haben wir auch Permanentbaustellen, wo wir für Baufirmen dauerhaft ein Peilboot mit einem Ingenieur vor Ort haben. Zurzeit ist einer unserer Mitarbeiter an der Donau in Österreich, davor war jemand längere Zeit in Kopenhagen, die nächste Station wird an der Weser sein.

**HN:** Der Ingenieur ist dann die ganze Woche vor Ort?

**Andres Nicola:** Ja, oft bezieht ein Mitarbeiter eine Ferienwohnung, wo er unter der Woche lebt und

*»In den siebziger und achtziger Jahren ließ es sich im Schlepptau der Baggerfirmen gut leben. Danach begann der Run auf den Osten«*

Werner Nicola

Werner Nicola, 68



Foto: privat

arbeitet; der fährt dann nur am Wochenende nach Hause. Manchmal wechseln sich zwei Kollegen auch ab, dann bildet sich meist ein Zwei-Wochen-Rhythmus heraus.

**HN:** Wie finden die Mitarbeiter das?

**Andres Nicola:** Man muss dafür geboren sein. Das ist echt typbedingt. Ein Familienmensch mit Frau und Kindern ist sicherlich nicht so gerne zwei Wochen lang unterwegs. Andere Mitarbeiter haben richtig Spaß daran und gehen in ihrer Aufgabe auf, wenn sie die Verantwortung für das Boot und das Projekt übertragen bekommen.

**Werner Nicola:** Vermessung ist nun mal mit Außendienst verbunden!

**HN:** Wenn man an Gewässervermessung in Hamburg denkt, denkt man vor allem an die Elbe und den Hafen. Sie aber haben sogar die Alster – sowohl die Binnen- als auch die Außenalster – vermessen und sogar den Stadtparksee. Waren das besondere Projekte?

**Werner Nicola:** Die Alster vermessen wir alle fünf Jahre mit all ihren Zuflüssen. Bis hoch zur Schleuse in Ohlsdorf, auch die ganzen Kanäle, das ist so ein richtiges Spinnennetz. Bei einer Alstervermessung haben wir in der Mitte des Sees so eine Art Pfähle gefunden, die im Abstand von 70 Metern im Fünfeck angeordnet sind. Aber niemand weiß, was das ist. Vielleicht hängt es damit zusammen, dass die Alster im Krieg verbrettert worden ist. Wir warten noch darauf, dass die Behörde bei der nächsten Alsterräumung ein paar Taucher runterschickt.

**HN:** Bei der Vermessung eines Sees inmitten einer Großstadt gibt es sicherlich viele Zuschauer.

**Werner Nicola:** Die haben uns aber nicht wirklich wahrgenommen. Und so dicht kommen wir auch gar nicht ans Ufer, um angesprochen werden zu können.

**Andres Nicola:** Die Hamburger sind Schiffe gewohnt, die schauen da nicht hin. Und auch die Presse ist noch nicht auf uns aufmerksam geworden.

**HN:** Wie lange dauert es, das gesamte Alstergewässernetz aufzunehmen?

**Werner Nicola:** So vierzehn Tage brauchen wir dafür. Seitdem wir die Fächerecholote einsetzen geht das so schnell. Früher, als wir mit Einzelechloten unterwegs waren und teilweise noch Peilstangen eingesetzt haben, waren wir deutlich über einen Monat damit beschäftigt.

**HN:** Sie haben ganze sieben Messschiffe. Kommen die alle zum Einsatz? Auch gleichzeitig?

**Werner Nicola:** Die setzten wir je nach Aufgabenstellung ein. Aber alle sieben gleichzeitig bekommen wir nicht hin, so viel Mann haben wir nicht.

**Andres Nicola:** Zwei unserer Boote sind sehr universell einsetzbar, die erwirtschaften etwa 70 Prozent des Umsatzes.

**HN:** Ihr Team besteht zurzeit aus elf Personen. Wie ist die Aufgabenverteilung?

**Werner Nicola:** Im Prinzip machen alle alles. Jeder macht seine Messung und jeder macht seine Auswertung, völlig unabhängig vom Standort. Dann haben wir zwei Mitarbeiter fest im Büro, die rein für die Planung und Auswertung der Projekte zuständig sind. Hinzu kommt eine Mitarbeiterin für die Kalkulation und das Rechnungswesen.

**HN:** Dafür, dass nur ein kleiner Teil der Belegschaft im Büro arbeitet, ist das Platzangebot aber sehr großzügig.

**Andres Nicola:** Die Hälfte der Halle ist Stellfläche für die Boote. Jahrzehntlang mussten die Boote draußen stehen. Ich fand es immer erstrebenswert, eine Unterstellmöglichkeit zu haben. Vor zwei Jahren bot sich die Gelegenheit, hierher zu ziehen. Und einen Neubau entwirft man ja nicht für die Anzahl der Mitarbeiter, die man gerade hat, sondern man lässt etwas Luft nach oben.

**HN:** War der Platzaspekt der einzige Grund, weshalb Sie von Bönningstedt, wo rund 30 Jahre Ihr Firmensitz war, nach Halstenbek umgezogen sind?

**Werner Nicola:** Der Startschuss war letztlich, dass Andres bereit war, die Firma zu übernehmen. Noch ein paar Jahre zuvor hat er gesagt: »Ich würde das schon gerne machen, aber ohne die ganzen Sorgen.« Damals dachte ich schon darüber nach, die Firma zu verkaufen. Aber jetzt hat er sich doch entschlossen einzusteigen. Daraufhin wollten wir auch ein anständiges Firmengebäude hinstellen.

**Andres Nicola:** Es hatte schon seinen Grund, warum ich so lange gezögert habe, in die Firma einzusteigen. In den Ferienpraktika hat mein Vater mir immer die Landvermesserjobs gegeben. Das war nicht sonderlich spektakulär. Erst später kam ich auf die Schiffe. Für die Sensorik auf einem Schiff kann ich mich richtig begeistern. Außerdem braucht es manchmal etwas Zeit, bis es klick macht und man bereit ist, Verantwortung zu übernehmen.

**Werner Nicola:** Das war gerade zu dem Zeitpunkt, als der Bebauungsplan für das Grundstück hier in Halstenbek herauskam. Schon vor 25 Jahren hatte ich ein Auge auf diesen Bauplatz geworfen. Aber jetzt erst sollte es dazu kommen. Für mich ist der Standort optimal, weil ich direkt im Ort wohne. Nicht zuletzt hat die Firma in Halstenbek begonnen, hier waren wir zuerst, erst danach gingen wir nach Bönningstedt.

**HN:** Nachdem die Nachfolge geregelt ist, ziehen Sie sich mit 68 Jahren allmählich aus dem Geschäft zurück?

**Werner Nicola:** So ist es. Ab und an komme ich zu Besuch vorbei und hole mir meinen Kaffee ab. Auch kann ich durchaus noch ein wenig beraten. Und auch bei den großen Angeboten fragt man

*»Vermessung ist nun mal mit Außendienst verbunden«*

Werner Nicola

mich noch gerne, dort kann ich meine Erfahrung einbringen.

**Andres Nicola:** Momentan profitieren alle von der Situation. Zwar ist mein Vater seltener im Büro als vorher, er ist aber jederzeit abrufbereit, wenn wir ihn bei einem kniffligen Projekt brauchen oder Not am Mann ist. Natürlich kann er jederzeit rüber kommen und sich beschäftigen, wobei wir von seiner Anwesenheit immer profitieren.

**HN:** Während Sie als verantwortlicher Geschäftsführer wahrscheinlich eine 50-Stunden-Woche haben, sind Sie noch wie viele Stunden in der Firma?

**Werner Nicola:** Vielleicht so ungefähr 15 Stunden im Monat.

**Andres Nicola:** Die Prioritäten verschieben sich. Er kümmert sich um seinen Enkel und lässt sogar zu, dass in seinem Büro eine Modelleisenbahn aufgebaut wird.

**HN:** Angenommen, Sie stellen heute einen neuen Mitarbeiter ein, wie würde sein Tagesgeschäft aussehen?

**Werner Nicola:** Das ist eine einfache Frage, wir haben nämlich gerade jemanden eingestellt.

**Andres Nicola:** Noch schreibt er seine Masterarbeit an der HCU, ab August ist er dann bei uns. Sein Tagesgeschäft wird so aussehen, dass er sich am Vortag auf die Messung vorbereitet, er organisiert, wie er mit dem Schiff ins Wasser kommt, was genau gemacht werden muss, wer informiert werden muss. Am Messtag reist er morgens gemeinsam mit einem erfahrenen Kollegen an, zu zweit verbringen sie zwei bis vier Stunden mit Messungen auf dem Wasser, und am Nachmittag gehts wieder nach Hause. Sicherlich muss er auch mal zwei, drei Tage am Stück vermessen. Aber als Berufsanfänger erwartet ihn noch keine Permanentbaustelle. Im Innendienst bringen wir ihm in den ersten Monaten bei, wie *wir* auswerten und wie *wir* Pläne erstellen.

Nun haben wir glücklicherweise gerade jemanden gefunden, aber zurzeit ist es sehr schwierig, geeignetes Personal zu finden.

**Werner Nicola:** Von den 3000 Leuten, die Prof. Andree mal auf den Markt schmeißen wollte, haben wir noch nicht viel gesehen.

**HN:** Würden Sie auch einen reinen Vermessungsingenieur oder -techniker einstellen?

**Andres Nicola:** Das haben wir im letzten Jahr gerade gemacht, wir haben einen Vermessungsingenieur eingestellt, der von Seevermessung gar nichts wusste. Den bilden wir jetzt nebenher aus. Aber das ist schon ein langer Prozess, bis der auf demselben Level ist wie ein ausgebildeter Hydrograph.

**Werner Nicola:** Zuerst statten wir jeden Mitarbeiter mit einem Sportbootführerschein aus. Jeder bei uns ist in der Lage, das Schiff in jeder Situation

und überall zu führen. Wenn er das kann, lernt er den Rest auch.

**HN:** Wie wichtig ist Ihnen bei der Einstellung neuer Mitarbeiter eine abgeschlossene Hydrographieausbildung nach Category A?

**Andres Nicola:** Das ist höchst wünschenswert. Schließlich ist es eine riesige Zeitersparnis, wenn wir nicht alles von Grund auf erklären müssen. Die Absolventen von der HCU bringen einfach das richtige Verständnis für die Aufgaben mit. Nach zwei, drei Monaten können wir sie alleine losschicken.

**Werner Nicola:** Seit die Studenten an der HCU auch endlich die üblichen kommerziellen Auswerteprogramme kennenlernen, ist das noch besser geworden. Früher hatten sie ja nur ihre selbst programmierte Software für die Erfassung und Auswertung. Theoretisch waren die richtig fit. Aber die heutige Generation kann gleich loslegen, weil

sie die Programme, die wir nutzen, schon aus der Praxis kennt.

**HN:** Fehlt den Absolventen, die frisch von der Uni kommen, etwas? Kommen in der Ausbildung bestimmte Aspekte zu kurz? Welche Wünsche haben Sie an das Curriculum?

**Werner Nicola:** Ein Manko ist ganz generell die Massenberechnung, das können die einfach nicht. Dabei ist das eine ganz praxisrelevante Fragestellung, zum Beispiel am Deich, wo verschiedene Schichten aufgesetzt und miteinander verschnitten werden müssen. Damit tun die sich alle unheimlich schwer.

**Andres Nicola:** Das ist natürlich auch bei der Baggerei relevant. So ein Kubikmeter Schlamm hat seinen Preis. Wenn man sich da vertut, kommen ganz

*»Category A ist höchst wünschenswert. Die Absolventen von der HCU bringen einfach das richtige Verständnis für die Aufgaben mit«*

Andres Nicola

Vater und Sohn,  
Werner und Andres Nicola



Foto: privat

schön hohe Summen zusammen. Ein Kollege sagt dann immer, eine Massenberechnung könne man eben nicht auf Knopfdruck machen. Da muss man doch nachdenken.

Ein ganz anderer Punkt ist die Rauheit auf einer Baustelle, da herrscht halt ein etwas anderer Ton vor. Das sollte man abkönnen. Ist wohl aber eher nichts, was man im Studium lernen kann.

**HN:** Sie bieten Praktikanten regelmäßig die Chance, erste Berufserfahrung zu sammeln. Was bewegt Sie dazu?

**Werner Nicola:** Irgendwie müssen wir ja für den Nachwuchs sorgen. In der Landvermessung gibt es die Lehre, etwas Vergleichbares gibt es bei uns nicht. Da bleibt nur das Praktikum. Und so stellen wir immer wieder Werkstudenten ein.

**Andres Nicola:** Wir versuchen, jedes Jahr einen Praktikanten zu beschäftigen; es ist immer davon abhängig, was wir gerade zu tun haben. Die Praktikanten von der HCU, die oft nur Englisch können, haben es manchmal schwer, weil auf den Baustellen halt nur Deutsch gesprochen wird. Vielleicht ändert sich die Einstellung der Bauleiter ja mal.

**HN:** Wie viele Absolventen der HCU bzw. der Vorgängereinrichtungen HAW und FH waren bei Ihnen eigentlich angestellt?

**Werner Nicola:** Von der aktuellen Belegschaft kommen fünf von der HCU. Aber wir haben in den letzten Jahren auch manchen Mitarbeiter verloren, an die HPA oder andere Büros. Insgesamt werden es so 15 bis 20 gewesen sein.

**HN:** Haben Sie eigentlich auch an der HCU studiert?

**Andres Nicola:** Ganz und gar nicht. Ich habe eine Ausbildung zum IT-Systemelektroniker bei Sie-

*»Von den 3000 Leuten, die Prof. Andree mal auf den Markt schmeißen wollte, haben wir noch nicht viel gesehen«*

Werner Nicola

mens gemacht. Danach habe ich ein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens an der HAW Hamburg begonnen. Und dann bin ich quer hier in die Firma eingestiegen. Erst seitdem habe auch ich was mit Gewässervermessung zu tun.

**HN:** Vermessen Sie auch praktisch?

**Andres Nicola:** Zwei-, dreimal im Jahr fahre ich mit raus. Aber ich bin nicht der, der das Projekt leitet, sondern eher der Gehilfe. Ich schaue mir das Ganze an, begutachte den Zustand unserer Schiffe und der Ausrüstung. Die meiste Zeit verbringe ich im Büro.

**HN:** Sie haben vorhin ein Wort besonders betont. In

Bezug auf die neuen Mitarbeiter sagten Sie, Sie zeigen denen, wie *wir* – das »wir« war betont – auswerten und Pläne erstellen. Warum haben Sie das so betont? Machen Sie etwas anders?

**Andres Nicola:** Ich beschäftige mich nicht so sehr mit anderen Ingenieurbüros und kann daher gar nicht beurteilen, ob wir etwas anders machen. Aber es gibt genau einen Weg, wie wir das machen. Und ich möchte schon, dass jeder von uns gleich vorgeht. Auch dass das Erscheinungsbild immer gleich ist.

**HN:** Welche Projekte laufen gerade? Wer sind Ihre Auftraggeber?

**Werner Nicola:** Das geht querbeet, fängt bei der Bundesbehörde an, geht über die Landesbehörde, über Kommunen bis hin zu Privatleuten und die ganze Bauwirtschaft.

**Andres Nicola:** Die meisten Aufträge erhalten wir von Baufirmen und Energieversorgern. Auch Yachthäfen und gewerblich genutzte Häfen vermessen wir viel.

**Werner Nicola:** Eigentlich sollen diese Häfen ja zweimal im Jahr vermessen werden. Es gab da mal ein schönes Urteil ...

**Andres Nicola:** Gerade haben wir die Vermessung des Tegernsees abgeschlossen, wo wir die Erdgasleitung erforscht haben. Das nächste Großprojekt wird voraussichtlich an der Weser stattfinden. Da werden wir dann zwei Jahre lang ein Schiff mit Personal vor Ort haben.

**Werner Nicola:** Und dann haben wir noch viele kleinere Aufträge im Köcher. Nach einer Ausschreibung ist es ja in der Regel so, dass sich einer ärgert. Der fängt dann an zu klagen. Das geht hin und her, das haben wir jetzt schon ein paar mal gemacht ...

**Andres Nicola:** ... nee, wir haben das nicht gemacht!

**Werner Nicola:** Wir nicht, aber die Baufirmen, die uns beauftragen. Da vergeht immer Zeit. Nach anderthalb oder zwei Jahren geht es dann endlich los. Und dann kann es schon passieren, dass gleich mehrere Aufträge auf einmal reinkommen.

1973, bei der Vermessung des Großdocks in Kiel: Selbst die Blumenkästen fehlten nicht



Und schon sind wir wieder an der Grenze der Kapazität.

**Andres Nicola:** So sind halt die Spielregeln.

**HN:** Vorhin sprachen Sie die »Sorgen« an, die Ihren Sohn zögern ließen, das Geschäft zu übernehmen. Was muss ich mir vorstellen?

**Werner Nicola:** Zum Beispiel die Geschichte mit der Vermessung in Abu Dhabi, wo wir jahrelang auf unser Geld warten mussten. Im Endeffekt ist es plus minus null ausgegangen. Unser Auftraggeber, ein Baukonzern, hatte sich mit dem Prinzen von Abu Dhabi angelegt, hat ihn schlecht behandelt, ihn in einem minderwertigen Hotel auf der Reeperbahn untergebracht. Das haben wir danach alles zu spüren bekommen. Wir mussten wirklich mehrere Jahre um das Geld kämpfen.

**Andres Nicola:** Natürlich läuft eine Firma nicht immer hundertprozentig rund. Das habe ich als Jugendlerner schon manchmal mitbekommen. Und da habe ich mir schon Gedanken über die Verantwortung gemacht, die da auf einem lastet. Auch hat mich beschäftigt, dass man als Geschäftsführer ja nicht gerade um 16 Uhr den Stift fallen lässt und abschaltet. Ich erinnere mich daran, dass ich, als ich noch recht jung war, meinem Vater einen Zettel geschrieben habe, auf dem stand, dass sein Chefsein und die Firma vor der Haustür enden.

**HN:** Offenbar hat er sich manchmal Arbeit mit nach Hause gebracht. Wie gelingt Ihnen die Trennung zwischen Beruf und Familie?

**Andres Nicola:** Das ist schwer. Heutzutage ist man ja rund um die Uhr erreichbar. Manchmal erwische ich mich dabei, wie ich vorm Fernseher sitze und meine E-Mails durchlese. Aber wenn ich nach Hause komme, bringt mich mein zweijähriger Sohn erst einmal auf andere Gedanken.

**HN:** Haben Sie es irgendwann bereut, sich selbstständig gemacht zu haben?

**Werner Nicola:** Ich wollte schon immer selbstständig arbeiten – nur nicht so früh. Nach der Ausbildung wäre ich gerne für längere Zeit ins Ausland gegangen. Aber das habe ich nicht geschafft.

**HN:** Werden Ihre Leistungen eigentlich fair bezahlt? Herr Jeuken von Fugro OSAE meinte im Wissenschaftsgespräch vor fünf Jahren, die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) würde in der Branche nicht eingehalten (siehe HN 85). Ist das auch Ihre Erfahrung?

**Werner Nicola:** Das ist teilweise leider so. Wir haben Aufträge verloren, wo sie kräftig unterschießen. Dagegen kommt man bei seriöser Kalkulation nicht an. Und Kampfpreise machen wir nicht.

**Andres Nicola:** Das ist ein echtes Problem, wenn man sich die Gehaltsstrukturen anschaut und was man in der Branche verdienen kann. Ein Schülerpraktikant fragte einmal einen Kollegen, was man verdient. Und der Kollege antwortete: »Man muss für den Beruf geboren sein, reich wird man nicht.«

**Werner Nicola:** Wir sind ja jetzt im Prinzip aus der HOAI raus und können in den § 100 reingehen, der besagt, dass das Honorar für sonstige vermessungstechnische Leistungen frei vereinbart werden kann. Das ermöglicht es uns manchmal, die Preise etwas nach oben anzupassen.

Es soll ja vorkommen, dass manchmal gar nicht alle Leistungen erbracht werden, die in der Ausschreibung gefordert waren. In der Ostsee zum Beispiel wurde ein Gebiet mit einem Einzelechot vermessen, obwohl eine Fächerlotmessung gefordert war. Die haben einfach ein Raster gelegt und mit einer guten Software interpoliert. Doch dass es da nicht mit rechten Dingen zuging, konnten wir zeigen. Denn ein durchaus vorhandenes Loch im Meeresboden haben die mit ihrer Methode nicht gefunden.

**HN:** Wie sehr sind Sie bei der Vermessungstätigkeit eigentlich vom Wetter abhängig?

**Werner Nicola:** Grundsätzlich sind die Bedingungen so, dass wir über Windstärke 4 und Wellenhöhe 1,5 Meter hinaus nicht messen dürfen. Hinzu kommt die Richtung des Winds. Selbst wenn die Windstärke gar nicht so groß ist, kommt es mal vor, dass wir abtreiben oder fast senkrecht in der Welle stehen.

**Andres Nicola:** Manche von unseren Booten sind ja auch offen. Da sollte es nicht gerade in Strömen regnen.

**HN:** Was ist, wenn die Gewässer in einem milden Winter nicht zufrieren? Sind Sie dann auch im Winter auf dem Wasser – mit der Folge, dass organisatorische Aufgaben, die man im Saisongeschäft gern in den Winter verlegt, liegenbleiben?

**Andres Nicola:** Im letzten Winter war das in der Tat sehr blöd. Eigentlich hätten wir uns freuen sollen. Aber uns ist im letzten Jahr ein Schiff gesunken. Daraufhin mussten wir ein neues Schiff kaufen, und wir haben noch ein weiteres bauen

Vergangenheit und Zukunft  
zugleich: Ferngesteuerte  
Plattform zur Flussvermessung



lassen. Ich hatte mir erhofft, dass wir im Winter in aller Ruhe die Schiffe fertig machen können. Aber jetzt erst, im Mai, bauen wir die letzten Gerätschaften ein.

Vom Grundsatz aber ist ein milder Winter für uns Geld wert, weil die Baufirmen durcharbeiten können und wir messen können.

**HN:** Die Geschichte, warum das Schiff gesunken ist, müssen Sie jetzt aber noch erzählen.

**Werner Nicola:** So genau wissen wir das nicht.

**Andres Nicola:** Es war in Kopenhagen an der Kaje festgemacht. Der Tidenhub beträgt da nur 40 oder 50 Zentimeter. Im Gutachten steht, dass sich

der Motorschutzbügel an einer Leiter verfangen hat. So wurde bei steigendem Wasserspiegel das Heck unter Wasser gedrückt. Dabei ist das Schiff vollgelaufen.

**Werner Nicola:** Das Schiff ist gar nicht komplett gesunken, es hatte ja Auftriebskörper drin. Aber das Wasser ist bis zu den Sensoren reingelaufen. Zum Glück hat die Versicherung den Schaden bezahlt, wir hatten also keinen wirtschaftlichen Verlust.

**Andres Nicola:** Na, bis auf den Ausfall. Wenn eine von fünf Messeinheiten ausfällt, reißt das schon ein ganz erhebliches Loch. Da waren unsere Mitarbeiter ganz schön am Rotieren.

**HN:** Wann ist das passiert?

**Werner Nicola:** Natürlich am Wochenende, an einem Freitagabend. Letztes Jahr im Juli.

**Andres Nicola:** Wir sind gleich am nächsten Tag hingefahren. Sie glauben gar nicht, wie schnell Sachen rosten. In nur einer Nacht.

**HN:** Noch so eine Schiffsgeschichte, bitte: Wie war das eigentlich mit der »Poseidon«?

**Werner Nicola:** Das ist eine Geschichte, die mich traurig macht. Ich habe der Hochschule das Schiff geschenkt. Hätte ich gewusst, dass Herr Andree gleichzeitig an der »Level-A« baut, hätte ich das gestoppt. Aber das hat er mir nicht verraten. Das Geld – immerhin 48 000 Euro für Schiff und Ausstattung – hätten wir besser investieren können. Zum Beispiel in Softwarelizenzen für die Studenten.

**HN:** Die »Level-A« gibt es ja nun leider Gottes nicht mehr, was ist mit der »Poseidon« geschehen?

**Werner Nicola:** Die wurde nach Holland verkauft, für die Hälfte des Werts. Die Hochschule war da unerbittlich.

**HN:** Wenn Sie zurückschauen auf die letzten vierzig Jahre im Beruf, was hat sich in der Berufspraxis geändert? Was waren die markantesten Änderungen?

*»Spätestens seit dem »Level-A«-Unglück ist bei uns niemand mehr allein auf dem Rhein unterwegs. Einer muss sich ausschließlich auf den Verkehr konzentrieren. Die großen Schiffe nehmen uns nicht ernst«*

Andres Nicola

**Werner Nicola:** Die Entwicklungen bei den Orungsverfahren haben sich vor allem auf das Personal ausgewirkt. Seit es GPS gibt, brauchen wir an Land niemanden mehr. Früher standen da immer zwei Mann am Ufer. Die nächste gravierende

Änderung kam mit der Umstellung vom Einzelecholot zum Fächerecholot. Damit ging alles viel schneller. Und natürlich die Auswertung, durch die Automatisierung wird heute nichts mehr von Hand gezeichnet, sondern alles geplottet, wenn überhaupt, das meiste geht digital raus.

**HN:** Wohin geht der Trend in der Gewässervermessung Ihrer Meinung nach?

**Andres Nicola:** Das weiß ich nicht. Von Google ist zu lesen, dass eines Tages selbstfahrende Autos kommen. Ähnliches kann man sich auf dem Wasser vorstellen. Wir planen gerade ein ferngesteuertes Boot, das wir auf 20 Meter breiten Flüssen einsetzen können. Ein grobes Konzept ist bereits fertig.

**Werner Nicola:** Die Idee ist aber eigentlich alt. Ein kleines Modell, das wir vom Ufer aus steuern konnten, hatten wir schon früher einmal. Das Boot war so klein, dass man es alleine ins Wasser heben konnte. Das hat sich echt bewährt.

**Andres Nicola:** Sicher wird es nicht mehr so große personelle Einschnitte geben. Solange Menschen die Boote steuern, werden wir immer zwei Mann an Bord haben. Gerade auf den befahrenen Wasserstraßen ist es zwingend notwendig, dass man zu zweit ist, sich einer also ausschließlich auf den Verkehr konzentrieren kann. Spätestens seit dem »Level-A«-Unglück ist bei uns niemand mehr allein auf dem Rhein unterwegs. Auch wenn das theoretisch möglich wäre. Aber ganz egal, wie das Schiff angestrichen ist, welche Blinker dran sind, welche Zeichen gesetzt sind, man nimmt uns nicht ernst. Für die großen Schiffe sind wir nur ein kleines Sportboot, ein Hindernis.

**Werner Nicola:** Das ist echt gefährlich auf dem Rhein, die sind uns auf die Außenborder gefahren. Fast hätten sie uns versenkt. Schlimm ist, dass das zuständige WSA nicht einmal bereit ist, eine Durchsage zu machen und auf die Vermessungsarbeiten hinzuweisen. Das haben wir mit den zuständigen Stellen sehr kontrovers diskutiert.

**HN:** Sie haben sich im Jahr 2011 als »DHyG-Anerkannter Hydrograph« zertifizieren lassen. Hat Ihnen das Siegel bisher irgendetwas gebracht?

**Werner Nicola:** Ich glaube nicht. Ein positives Echo habe ich noch nicht erfahren. Ich bin auch Anerkannter Markscheider. Auch danach hat nie jemand gefragt.

**HN:** Streben Sie dennoch die Rezertifizierung an?

**Werner Nicola:** Ja, das schon. Einmal verlängere ich auf jeden Fall. Oder es macht ein anderer Mitarbeiter.

**Andres Nicola:** Wir verwenden das Siegel bei all unseren Angeboten. Aber unser Eindruck ist, dass die kaufmännische Abteilung sich überhaupt nicht dafür interessiert, solange nur technisch alles in Ordnung ist.

Insgesamt halte ich das Siegel für eine tolle Sache. Gerade wenn man bedenkt, dass mein Vater ja gar kein ausgebildeter Hydrograph ist, ist das schon eine bedeutende Auszeichnung. Auch für jemanden persönlich ist es doch schön zu erleben, dass die jahrelange Berufserfahrung anerkannt wird.

**HN:** Die DHyG ist gerade 30 Jahre alt geworden. Noch im Gründungsjahr, 1984, sind Sie Mitglied geworden. Da waren Sie allerdings schon seit zehn Jahren in der Gewässervermessung aktiv. Welche Erinnerung haben Sie an die Anfänge der DHyG? Wann wurden Sie auf den Verein aufmerksam?

**Werner Nicola:** Zu der Zeit war Axel Wrang noch als Geschäftsführer bei uns. Ich glaube, er hat von der Vereinsgründung Wind bekommen und sich darum gekümmert. Und daraufhin sind wir gleich Mitglied geworden. Vor 1984 habe ich nichts von der Bewegung mitbekommen.

**HN:** Was möchten Sie gerne besser können?

**Werner Nicola:** Zwei Punkte fallen mir ein. Erstens möchte ich gerne mehr in den Offshore-Bereich vordringen. Und zweitens beschäftigt mich die Bodenerkundung, zum Beispiel bei Kontrollen an Dückern. Da fehlt es uns noch am richtigen Gerät. Das ist ein schwieriger Fall.

**HN:** Eigentlich war die Frage eher privat gemeint.

**Werner Nicola:** Privat bin ich zufrieden.

**HN:** Dann knüpfe ich an die Einschätzung an. Decken sich die Äußerungen Ihres Vaters mit Ihren Vorstellungen von der Zukunft der Nicola Engineering GmbH?

**Andres Nicola:** Auf jeden Fall. Mehr offshore zu arbeiten, ist das Ziel. Zwar sind uns andere Firmen da doch voraus. Aber wir sind am Ball.

Ich habe es mir gerade zur Aufgabe gemacht, die Strukturen in der Firma zu straffen. Momentan führen wir ein Qualitätsmanagementsystem ein. Mich stören die kleinen Dinge, zum Beispiel dass es gleich mehrere Varianten unseres Nicola-Logos gibt, oder dass wir bei manchen Aufträgen, die uns so auf Zuruf ereilen, keine Auftragsbestätigung schreiben. Das will ich gerne ordnen. Alles andere läuft ja schon gut.

**HN:** Letzte Frage: Was wissen Sie, ohne es beweisen zu können?

**Werner Nicola:** Gute Frage. Wir sind ja mit unseren Vermessungen oft dazu da, Beweise zu liefern. ☺

## DISCOVER THE UNKNOWN



**SURVEY SYSTEMS | NAVAL ACOUSTICS | NAVIGATION SYSTEMS**

**ELAC Nautik**

L-3 ELAC Nautik develops and manufactures state-of-the-art units and systems for precise charting of the seafloor topography for customers in the field of hydrography, for survey of harbors, rivers and lakes as well as for oceanography, marine geology and biology.

Scientific systems on modern research vessels require complex sensor and data management systems. L-3 ELAC Nautik fulfills these requirements from single components to complete turnkey solutions. In close cooperation with hydrographic institutes and scientific authorities as well as commercial survey companies worldwide, L-3 ELAC Nautik produces well-proven multibeam and single beam systems, hydrographic survey sounders as well as customer-specific hard- and software solutions.

# Hydrographie und Hanse

Auf dem 28. Hydrographentag in Lübeck wurde der *DHyG Student Excellence Award* vergeben

Ein Beitrag von *Lutz Christiansen*

Vom 2. bis zum 4. Juni fand in Lübeck der 28. Hydrographentag statt. Über 120 Teilnehmer kamen in die Hansestadt, um hochkarätige Vorträge zu hören. Die als Ehrengast anwesende Stadtpräsidentin zeigte sich überrascht über die vielfältigen Themen der Hydrographie. Doch nicht nur gestandene Wissenschaftler und Praktiker kamen zu Wort, auch dem Nachwuchs wurde eine Session eingeräumt. Dabei wurde der *DHyG Student Excellence Award* verliehen.

## Die Eröffnung

In Lübeck trafen Historie und Moderne aufeinander – Hanse und Hydrographie. Das moderne Tagungszentrum direkt am Ufer der Trave, die *media docks*, kontrastierte mit den zwei benachbarten historischen Hafenschuppen, das ehemalige Feuerschiff »Fehmarnbelt« mit der »Capella« des BSH.

Schon bei der Eröffnung des Hydrographentags zeigte sich die enge Verbindung zwischen Hydrographie und Hanse. Während der DHyG-Vorsitzende Holger Klindt in seiner Eröffnungsansprache an die 3. Maritime Konferenz 2003 in Lübeck erinnerte, die das Thema Hydrographie bereits einmal in die Stadt getragen hat, berichtete die Stadtpräsidentin Gabriele Schopenhauer in ihrem Grußwort vom soeben zu Ende gegangenen 34. Internationalen Hansetag, der 2014 in Lübeck stattfand.

## Das Vortragsprogramm

In der Eröffnungssession beschrieb Holger Klindt den Stellenwert der Hydrographie als eine Basistechnologie im Rahmen des Nationalen Masterplans Maritime Technologien, einer Initiative von Wirtschaft, Forschung und Politik, um die Präsenz, Wahrnehmung und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Meerestechnik auf den nationalen und internationalen Märkten zu erhöhen.

Dr. Mathias Jonas stellte das internationale universelle hydrographische Datenmodell S-100 vor,

das künftig bei der Herstellung der Seekarten als Basis dienen soll. S-100 schafft den Anschluss an moderne Softwarearchitekturen in technisch und inhaltlich vernetzten Geoinformationssystemen (siehe den Beitrag ab S. 6).

Bildgebende Verfahren waren das erste Thema in der zweiten Session. Ed Cheesman zeigte Möglichkeiten der Bauwerksüberwachung mit heutiger Sonartechnik auf. Anschließend stellte Pavel Kapricheski die Unterwasser-Bauwerksinspektion in höchster Auflösung unter Nutzung von Multi-beam und Sonartechnik in den Mittelpunkt.

Dass der Aufbau eines Munitionskatasters – und insbesondere das Zusammenführen historischer Informationen mit aktuellen Ergebnissen der Hydrographie – eine besondere Herausforderung darstellt, erläuterte Jann Wendt in seinem Vortrag über den derzeitigen Stand bei der Datenerhebung über Munitionsaltlasten in Schleswig-Holstein.

Die dritte Session – am nächsten Morgen – beschäftigte sich mit »GNSS & Navigation«. Zunächst rief Prof. Manfred Bauer die Renaissance der Hyperbelortungsverfahren aus. eLORAN scheint sich als unterstützendes Ortungsverfahren zu entpuppen, um technische und politische Störungen in der Satellitennavigation zu erkennen und zu überbrücken (siehe den Beitrag ab S. 26).

Anschließend stellte Prof. Jörg Reinking ein Verfahren zur ozeanweiten Messung von Meeresoberflächen aus GNSS-Messungen vor unter Einbeziehung der Schifffahrt.

Ein Vergleich von technischen Möglichkeiten zur Erfassung von Wasserspiegelmessungen für die Randwerte hydrodynamischer numerischer Modelle in der Deutschen Bucht war Thema des nächsten Vortrags von Dorothea Koller und Christian Maushake.

Danach ging es um die Leistungsfähigkeit von Inertialsystemen. Thomas Thies stellte eindrucksvoll den Bedarf bei der Vermessung der Speicherstadt in Hamburg dar (siehe den Beitrag ab S. 31).

Zu Beginn der vierten Session zeigte Jens-Georg Fischer Ergebnisse der ozeanographischen Begleitforschung hinsichtlich der Auswirkungen von Strömung und Seegang im ersten Offshore-Windpark alpha ventus im Rahmen des RAVE-Messserviceprojekts auf.

Dr. Christian Reimers stellte anschließend die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie der EU vor und zeigte am Beispiel der Ostsee Ergebnisse zur Mee-

Die *media docks* am Ufer der Trave, die »Capella« und Boote der Produktdemos



resbodenklassifizierung. Es fehlen allerdings Klassifizierungssysteme auf dem Markt.

Im Mittelpunkt der fünften Session stand die Technik. Dr. Martin Gutowski stellte eine Kombination aus bildgebendem Sonar und Fächerlot vor.

Dr. Lars Tiepolt zeigte verschiedene Messtechniken zur Datenerfassung über und unter Wasser für Fragestellungen des Küstenschutzes in Mecklenburg-Vorpommern. Er erwähnte auch den Einsatz von Drohnen.

Anschließend stellte Prof. Erwin Heine die Schwierigkeiten bei der Erfassung des Schlammkörpers im nur anderthalb Meter flachen Neusiedler See vor, bei der hydroakustische und bodenphysikalische Messsysteme zum Einsatz kamen (siehe den Beitrag ab S. 37).

In der sechsten Session – am dritten Tag – nahm sich Claus Jendrissek der Frage an, ob die Eichmessung zur Überprüfung des Schiffsheadings genau genug ist, wenn das Schiff unter beengten Bedingungen in einem Trockendock liegt. Verfahren aus dem Markscheidewesen kamen hier zum Einsatz.

Anschließend stellte Friedhelm Moggert-Kägel die Anforderungen an maßgeschneiderte elektronische Seekarten vor, die insbesondere für deutsche Lotsen gefertigt werden (siehe den Beitrag ab S. 24).

In der siebten Session betrachtete Thomas Dehling die aktuellen Entwicklungen beim Capacity Building, der Hilfe zur Selbsthilfe beim weltweiten Aufbau Hydrographischer Dienste.

Den Schlusspunkt setzte Lars Schiller, der erklärte, warum Bedienungsanleitungen zwingend zu jedem Produkt gehören und dass vielfältige Normen und Gesetze den Herstellern einen klaren Rahmen für die Dokumentation vorgeben.

## Die Fachausstellung

Parallel zum Vortragsprogramm zeigten Firmen ihre Produkte und Dienstleistungen in der Fachausstellung. Auf der Trave und am Ufer fanden Demos statt. An allen drei Tagen waren insgesamt fünf Boote, die mit verschiedensten Messtechniken ausgerüstet waren, unterwegs. Das Interesse bei den Teilnehmern an diesen Demos war groß.

## Der DHyG Student Excellence Award

Höhepunkt des Hydrographentags war die erstmalige Verleihung des *DHyG Student Excellence Award* für eine herausragende Studienarbeit.

Preisträger wurde Oliver Kümpel, der an der HCU eine Masterarbeit zum Thema »Comparison of Subsea Power Cable Tracking Systems and accuracy investigation of the Teledyne TSS 350« vorgelegt hat.

Aufgrund seiner beruflichen Tätigkeit konnte er der Einladung nach Lübeck nicht folgen. Er wurde per Videotelefonie aus Saudi Arabien zugeschaltet und konnte so seinen Applaus entgegennehmen.

Eine Zusammenfassung seiner Arbeit wurde stellvertretend von Manfred Stender vorgetragen. Er zeigte auf, dass es einen großen Bedarf an Wei-

terentwicklungen der derzeit verfügbaren Systeme zur Erfassung von Offshore-Stromleitungen unter Wasser gibt.

Mit dieser Arbeit schickt die DHyG Oliver Kümpel ins Rennen um den *IFHS Student Award*, der auf der Hydro-Konferenz in Aberdeen verliehen wird.

Nur knapp unterlegen war Theresa Maierhofer mit ihrer Bachelorarbeit an der Uni Wien zum Thema »Erkundung von Sedimentrippeln im niederländischen Wattenmeer im Bereich des Marsdiep Beckens durch Multibeam«.

Auch sie wurde zum Hydrographentag eingeladen und stellte ihre Arbeit vor. Das anwesende Vorstandsmitglied der Hydrographic Society Benelux (HSB), Rob van Ree, lud sie daraufhin spontan zum nächsten Hydrographentag ein, der im kommenden Frühjahr gemeinsam mit der HSB und der DHyG auf Terschelling stattfinden wird.

## Die Mitgliederversammlung

Die Mitgliederversammlung der DHyG wählte sowohl den Vorstand als auch den Beirat. Für den verstorbenen Prof. Volker Böder wurde Prof. Markéta Pokorná von der HCU als fünftes Vorstandsmitglied gewählt. Alle anderen Gremienmitglieder wurden im Amt bestätigt.

## Das Rahmenprogramm

Nach der Icebreakerparty am ersten Abend führte die Abendveranstaltung am zweiten Tag die Teilnehmer auf den »Amazonas des Nordens«, wie die Wakenitz genannt wird, die von Lübeck bis in den Ratzeburger See führt.

Reizvolle Seegrundstücke und naturbelassene Auenwälder am Ufer zeichnen diesen in Teilen ehemaligen Grenzfluss aus. Die über vierstündige Fahrt flussauf- und -abwärts mit einem Sonnenuntergang auf dem Ratzeburger See führte zu einer wunderbaren Entschleunigung, wie die Teilnehmer meinten. ⚓

Per Skype hinzugeschaltet:  
Oliver Kümpel, der Preisträger  
des erstmals vergebenen  
*DHyG Student Excellence Award*



# CARIS 2014 legt Schwerpunkt auf »Blue Economy«

Ein Bericht von *Erin Roberts* und *Ottokarl Büchschütz-Nothdurft*

Vom 2. bis 5. Juni fand in Brest (Frankreich) die 15. Internationale CARIS-Nutzerkonferenz statt. Etwa 170 Anwender von CARIS-Software kamen in der Bretagne zusammen – so viel wie nie zuvor. Teilnehmer aus mehr als 25 Ländern und von 70 verschiedenen Organisationen waren vertreten. Durch seine maritime Geschichte, die Nähe zur See und die exzellenten Beziehungen zu den marinen Wissenschaften bot Brest den perfekten Austragungsort für *CARIS 2014*.

In den zwei Tagen vor Beginn der eigentlichen Konferenz wurden kurze Schulungen (Boot Camps) zur Datenprozessierung in CARIS HIPS and SIPS angeboten. Zum ersten Mal war auch S-100 ein Thema, um den Teilnehmern ein besseres Verständnis für bereits bestehende und für künftige Möglichkeiten zu vermitteln. Gleichzeitig fanden sich auf Einladung des französischen Hydrographischen Dienstes SHOM erfahrene Nutzer verschiedener CARIS-Anwendungen (HIPS and SIPS, Bath DataBASE und HPD) in User-Group-Meetings zusammen, um Erfahrungen auszutauschen und ihre Wünsche für die Zukunft zu formulieren.

Am Mittwoch, dem 4. Juni, startete dann die eigentliche Konferenz unter dem Thema »Developing the Blue Economy«. Gleich drei hochrangige Referenten sorgten dafür, dass die Teilnehmer an beiden Veranstaltungstagen wichtige Leitgedanken zu hören bekamen.

Bruno Frachon, Allgemeiner Direktor von SHOM, eröffnete die Konferenz. Er betonte die Wichtigkeit hydrographischer Daten für die nachhaltige Nutzung der Ozeane und beschäftigte sich mit aktuellen Herausforderungen für die Industrie. Besondere Aufmerksamkeit lenkte er auf die Notwendigkeit, einmal aufgenommene Vermessungsdaten möglichst vielseitig wiederholt nutzen zu können, um so auch der Industrie mit Ihren Fragestellungen zur Hilfe zu kommen.

Der zweite Konferenztag wurde von Wendy Watson-Wright eröffnet, die bei der Intergovernmental Oceanographic Commission der UNESCO (IOC-UNESCO) Executive Secretary and Assistant Director General ist. Sie betrachtete die »Blue Economy« aus der Sicht eines Ozeanographen. Und sie unterstrich die Wichtigkeit einer fortlaufenden Zusammenarbeit zwischen IOC und

der hydrographischen Gemeinschaft, damit den bathymetrischen Daten als wichtiger Faktor für alle wissenschaftlichen Beobachtungen und Dienste endlich die Rolle zukommt, die ihnen gebührt.

An beiden Konferenztagen ging es um die Themen Datenprozessierung, bathymetrisches Datenmanagement, Kartenproduktion, Law of the Sea (UNCLOS) und Marine Geodateninfrastruktur. Zusätzlich gaben Bill Lamey, Research & Development Project Manager bei CARIS, und Mark Masry, Senior Development Manager, Ausblicke auf die Ausrichtung der zukünftigen Entwicklungen bei CARIS.

Gilles Bessero, einer der IHO-Direktoren, beendete die Konferenz mit seinen Schlussbemerkungen. Er arbeitete die Perspektive der IHO auf die Konferenzthemen heraus und kam zu dem Schluss, dass die Entwicklung der »Blue Economy« ein essenzielles Element für eine nachhaltige Zukunft unseres Planeten und seiner Bewohner ist.

Parallel zur Konferenz fand eine Industrieausstellung statt. Alle Teilnehmer hatten die Chance, sich über die neuesten Entwicklungen anderer Firmen zu informieren. Außerdem wurden Poster ausgestellt, auf denen Studenten und Wissenschaftler ihre Projekte vorstellten. Ein Schwerpunkt war dabei die Erforschung des Meeresbodens.

Nach Abschluss der Konferenz lud SHOM interessierte Teilnehmer zu einer Besichtigung der Einrichtungen in Brest am Freitagmorgen ein.

Sowohl die Teilnehmer als auch CARIS selbst stuften *CARIS 2014* als erfolgreiche Zusammenkunft ein, um die verschiedensten Themen zu diskutieren und Erfahrungen aus dem täglichen Arbeitsalltag auszutauschen.

Die nächste CARIS-Konferenz wird 2016 in Washington D.C. stattfinden. ☺

## Autoren

Erin Roberts ist Marketing-Coordinator bei CARIS in Kanada, Ottokarl Büchschütz-Nothdurft ist Support & Training Manager bei CARIS in den Niederlanden

## Kontakt unter:

erin.roberts@caris.com  
ottokarl.buechschuetz-nothdurft@caris.nl

Teilnehmer beim Vortrag und bei der Posterausstellung



# Besuch der Oceanology International 2014

Ein Bericht von *Markéta Pokorná*

Seit 1969 hat sich die Oceanology International (OI) zur größten Weltausstellung der Meereswissenschaften und neuer Technologien in diesem Umfeld entwickelt. Die Ausstellung bietet ein globales Diskussionsforum, wo sich Vertreter aus Industrie, Wissenschaft und Behörden über unterschiedlichste Marinetechнологien austauschen

Dieses Jahr gab es auf der Oceanology International (OI), die vom 11. bis zum 13. März stattfand, einen neuen Besucherrekord mit insgesamt 8400 Teilnehmern. In der ExCeL-Ausstellungshalle in London präsentierten sich mehr als 500 Firmen aus 35 Ländern auf den unterschiedlichsten Ständen. Zum Dock »Royal Victoria« mit insgesamt dreizehn modernen Vermessungsschiffen wurde insgesamt 148 Mal in drei Tagen übergesetzt. An Bord der Schiffe konnten sich tausende von Besuchern im Stundentakt über Neuerungen informieren. Was es dort zu sehen gab, war selbst für erfahrene Hydrographen bemerkenswert. Es war ein wahres Feuerwerk neuer Entwicklungen zu bestaunen.

Nebenbei gab es zahlreiche Vorträge und Diskussionen zu folgenden Themen:

- Autonome Unterwasserfahrzeuge,
- Unterwassersicherheit,
- Untersuchungen zu erneuerbaren Meeresenergien,
- Installation und Wartung,
- Unterwasserpositionierung und Metrologie,
- Unterwasserkommunikation,
- Hydrographie und Geophysik,
- Offshore-Standorterkundung,
- Betrieb von Ozeanbeobachtungssystemen in Extremumgebungen.

Es wurden auch Podiumsdiskussionen zu zukunfts-trächtigen Themen wie Aquakultur, Ballastwasser und Unterwasserbergbau angeboten. Ein Teil der Ausstellung war traditionsgemäß der Öl- und Gas-Plattform SPILLEX gewidmet. Der Austausch hierüber ist notwendig, weil sich die Untersuchungen in immer unwegsamere Gebiete auf dem Meeresboden ausweiten.

Einige Neuigkeiten auf der Ausstellung waren:

- DeepOcean UK und Maersk Supply Services werden in Kooperation ein Kabelverlegeschiff der neuesten Generation bauen.
- Zupt, LLC Houston, TX und Sagem (Safran) werden für die Unterwasser-Hydrographie sowie den Öl- und Gas-Markt BlueNaute-Produkte entwickeln.
- Fugro hat ein neues Meerestrainingscenter auf dem Fluss Helford in Cornwall eingerichtet.
- Teledyne Marine hat auf einer Pressekonferenz seine 13 Firmen vorgestellt und hat während der Ausstellung neue Produkte in Betrieb genommen, z. B. das Saturn Attitude and Heading Reference System und das Inertial Navigation System.
- AutoNaut ist ein neu eingeführtes autonomes Wellenantriebsboot für Ozeanforschung von MOST.
- Kongsberg GeoAcoustics verkaufte Geo-Swath Compact 500 kHz an GSE Rentals.
- RS Aqua hat ein neues Modell des SV3-Wellenleiters angekündigt.
- Teledyne Webb Research hat sechs Slocum Turbulence-Gleiter an das NOC Liverpool, das Helmholtz-Zentrum Geesthacht und die New York University geliefert.
- Deekay Marine Services (Indien) hat das neu vorgestellte Bathymetrysystem EdgeTech 6205 bestellt.

In den drei Tagen können unmöglich alle Neuerungen im Detail erkundet werden. Zu viel wird geboten.

Die nächste OI ist für den März 2016 geplant. Wer neue Kontakte knüpfen möchte oder Inspiration sucht, sollte hingehen, zumal der Eintritt frei ist. 📍

Das übergeordnete Ziel ist es, Strategien für Vermessungen und Exploitationen zu entwickeln sowie den Schutz der Meere und den Schiffsbetrieb auf den Ozeanen zu verbessern.

## Autorin

Markéta Pokorná ist Professorin für Hydrographie an der HCU in Hamburg

## Kontakt unter:

marketa.pokorna@hcu-hamburg.de



Die ExCeL-Ausstellungshalle (links) und die Royal Docks

# Atlas der abgelegenen Inseln

Judith Schalansky erzählt von Inseln, auf denen sie nie war und nie sein wird

Eine Rezension von *Lars Schiller*

Niemand weiß, wie viele Inseln es auf der Erde gibt. Über 100 000 sollen es sein. Manche behaupten gar, wenn man auch die kleinsten Eilande mitrechne, übersteige ihre Zahl eine Million. Forschern der Uni Göttingen zufolge gibt es etwa 18 000 Inseln, die größer sind als ein Quadratkilometer. Fünfzig davon hat sich Judith Schalansky im Atlas ausgeguckt. Auf diese Inseln hat sich die Autorin geträumt. Und zu jeder Insel erzählt sie eine kurze Geschichte.

Judith Schalansky hat fünfzig Kurzgeschichten über fünfzig Inseln geschrieben. Doch auf keiner dieser Inseln ist sie je gewesen. Und so erzählt sie keine eigenen Inselerlebnisse, sondern übt sich in der Kunst des Geschichtenerzählens, indem sie nacherzählt, was andere erlebt haben. In vier Inselportraits streift sie Themen des Vermessens und der Hydrographie.

## Bouvetinsel

In der Geschichte über diese im Atlantischen Ozean liegende unbewohnte Insel, die heute zu Norwegen gehört und dem Land ganze 49 km<sup>2</sup> hinzufügt, geht es um eine jahrzehntelange Suche und eine große Enttäuschung.

»Südlich von Kapland dehnt sich ein weites Meer, ozeanografisch noch unerforscht. Gleich hinter der Agulhas-Bank brechen alle Lotungen ab. Mit weißem Tropenanstrich steuert die *Valdivia* nach Süden, nimmt einen Kurs, den seit mehr als 50 Jahren kein Schiff wählte. Auf den britischen Seekarten ist es eine unbeschriebene Fläche, mit nur einer einzigen unsicheren Angabe: ein kleiner Archipel unterhalb des 54. Breitengrades, von Bouvet gesichtet, der es für ein Kap des Südkontinents hielt. Weder Cook noch Ross, noch Moore fanden es wieder. Nur zwei Kapitäne von Walfischfängern haben die Inseln gesehen, doch ihre Positionen abweichend bestimmt.«

Am 1. Januar 1739 ist die Insel von Jean-Baptiste Charles Bouvet de Lozier gesichtet worden. Am 10. Dezember 1825 wurde das Land von George Norris betreten. Im November 1898 nun ist die »Valdivia« in der Region unterwegs, »in der die Admiraltätskarten drei Inseln verzeichnen: Bouvet, Lindsay, Liverpool«. Doch die Inseln sind nicht am Horizont auszumachen, obwohl die Lotungen Hinweise auf »einen unterseeischen Rücken« geben.

»Am Mittag des 25. November 1898 kommt der erste große, majestätisch glänzende Eisberg in Sicht. 30 Minuten nach drei Uhr schreit der Erste Offizier *Die Bouvets liegen vor uns!* Doch was erst in verschwommenen, bald in deutlich hervortretenden Umrissen nur sieben Seemeilen rechts vor ihnen liegt, ist keine Inselgruppe, sondern ein einziges steiles Eiland in wilder Pracht, mit schroffen Eismauern und bis zum Meeresspiegel abfallenden Gletschern, ein gewaltiges Feld aus Firn. Das ist sie, die Bouvetinsel, von drei Expeditionen vergeblich gesucht, seit 75 Jahren verschollen.«

Enttäuschung macht sich breit, so hat sich die Besatzung der »Valdivia« die Insel nicht vorgestellt. Lohnt es sich eigentlich, wird sich manch einer gefragt haben, nach Inseln zu suchen?

## Campbell-Insel

Die Geschichte, die auf dieser 113,3 km<sup>2</sup> großen und unbewohnten, zu Neuseeland gehörenden Insel im Pazifischen Ozean spielt, handelt von der Diskrepanz zwischen Aufwand und Nutzen von Expeditionen. Und davon, dass auch Kleinigkeiten die ganze Show vermasseln können.

Nur viermal in 243 Jahren lässt sich von der Erde aus beobachten, wie die Venus die Sonne passiert. Im Jahre 1874 sollte wieder mal eine Venus-Passage beobachtet werden können. Ein geeigneter Ort, um am 9. Dezember den Venus-Transit zu beobachten, war gefunden worden. Die Académie des sciences hatte beschlossen, auf der Campbell-Insel ein Observatorium für das astronomische Ereignis zu errichten.

»(...) und so verließ am 21. Juni eine mit reichlich Regierungsmitteln ausgestattete Expedition unter Leitung des Hydrografen Anatole Bouquet de la Grye den Hafen von Marseille.«

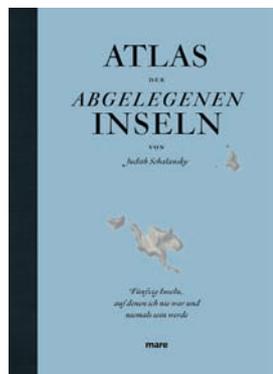
Was befähigte ausgerechnet einen Hydrographen, diese Expedition zu leiten? Wir erfahren es nicht. Aber wir können mutmaßen. Zur damaligen Zeit waren Hydrographen geübt in astronomischer Ortsbestimmung. Sie konnten mit wertvollen Messgeräten umgehen. Und außerdem musste das Schiff ja erst einmal ankommen.

Letztendlich aber war auch diese Expedition eine Enttäuschung. Zwar konnte Bouquet beobachten, wie die Venus am Sonnenrand eintrat. Doch dann verdeckte eine mächtige Wolke das Schauspiel. Gerade einmal 20 Sekunden lang ließ sich alles gut und klar beobachten. Erst als die Venus sich längst im Taghimmel versteckte, klarte es wieder auf.

## Pitcairn

Diese Geschichte aus dem Paradies, angesiedelt auf einer gerade einmal 4,5 km<sup>2</sup> großen Insel im Pazifik, auf der heutzutage dennoch 48 Einwohner des Vereinigten Königreichs heimisch sind, erinnert daran, dass Menschen gewalttätig werden, wenn sie auf zu engem Raum zusammenleben.

Im April 1789 kam es zur berüchtigten Meuterei auf der »Bounty«. Nach einer Irrfahrt steuerten die



Cover: © Mare Verlag

Judith Schalansky  
*Atlas der abgelegenen Inseln;*  
144 S., Mare Verlag, Hamburg  
2009, 34 €

Meuterer im Januar 1790 die Insel Pitcairn an und besiedelten sie. Dort währten sie sich sicher.

»Es gibt kein besseres Versteck als diese Insel, fernab von den Handelsrouten, falsch verzeichnet auf den Karten der Admiralität. Sie haben gemeutert, ob zu Recht, darüber soll die Nachwelt richten. Eine Heimkehr gibt es nicht – nicht für diese Männer, nicht für ihre von Tahiti verschleppten Frauen. In England würde man sie einsperren, auf Pitcairn aber sind sie ausgesperrt.«

Die Position der Insel war in den damaligen Seekarten tatsächlich um etwa 180 Seemeilen verkehrt eingezeichnet. Eine ganze Tagesreise. Doch dieser Umstand bewahrte die Meuterer nur vor dem Entdecktwerden, rettete ihnen aber nicht das Leben. Sie brachten sich im Paradies gegenseitig um.

### Semisopochnoi

In der Geschichte von dem auch Ratteninsel genannten Vulkanland im Beringmeer, das zu den Vereinigten Staaten gehört und 221,7 km<sup>2</sup> groß ist, wird deutlich, dass nicht jeder Ort auf der Erde wirklich ist. Der Zweitname benennt, wer allein dort heimisch ist.

»Ein Silbenklang wie eine Zauberformel, ein russischer Name für amerikanisches Land: Semisopochnoi – vielleicht der westlichste Punkt der Vereinigten Staaten. Niemand will es genau herausfinden. Nichts ist hier wirklich wichtig. Niemand lebte hier jemand – jemals. Es gäbe auch keinen Grund dafür. Nur manchmal kommen ein paar Experten, sammeln Steine, vermessen die Krater und machen Panoramafotos, auf denen die Höhenzüge aussehen wie im Kino.«

Immerhin, auch dieses Land ist vermessen worden. Mag es noch so unwirtlich sein, durch die Darstellung in den Karten, genau verortet und im Detail erfasst, ist es wirklich geworden.

Zweifellos handelt es sich beim *Atlas der abgelegenen Inseln* um eines der schönsten Bücher, wunderbar ausgestattet, typografisch ganz eigen. Ob aber die Geschichten im Buch Bestand haben, ist eine ganz andere Frage. Sie sind immer nur angerissen, können sich nicht entfalten, denn gleich auf der nächsten Seite beginnt eine neue Erzählung. Und so ist alles gleich wieder vergessen. †

#### Bisher erschienen:

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

## The IHO-IOC GEBCO Cook Book

Eine Rezension von Hartmut Pietrek

Im November 2013 erschien das *GEBCO Cook Book* als IHO-Publikation B-11. Das über 300 Seiten starke Lehrbuch beinhaltet Rezepte zum Erstellen bathymetrischer Rastermodelle. Die Rezepte wurden von Experten unterschiedlicher Institutionen zusammengetragen. Bei dem kostenlos erhältlichen Buch handelt es sich um ein lebendes

Dokument, das erweitert werden soll, sobald neue Entwicklungen es erfordern.

Das *GEBCO Cook Book* beschreibt im Wesentlichen die verschiedenen Möglichkeiten, bathymetrische Raster (Modelle) aus bathymetrischen – hydrographischen? – Messungen zu erstellen. Nun könnte man im ersten Anflug denken: »Das ist doch schon alles längst erledigt.« Doch ist es das wirklich?

Die Rezepte scheinen klar zu sein: Man nehme eine unregelmäßige oder, wenn vorhanden, eine regelmäßige Punktemenge von zunächst unspezifizierter Größe. Die »pumpe« man durch die bekannten Softwareprodukte aus dem Bereich der Hydrographie und Geoinformation – und fertig ist das Rastermodell.

Doch ist das wirklich schon alles?

Ich glaube nicht. Mithin ist das Buch eine wertvolle Hilfe für all diejenigen, die sich mit der Erstellung solcher Rastermodelle beschäftigen müssen.

Das Buch teilt sich in drei Hauptabschnitte: Nach einer ersten Einführung folgen im ersten Hauptabschnitt Beispiele zur Rasterung (Gridding Examples) unter Anwendung verschiedener Softwarelösungen.

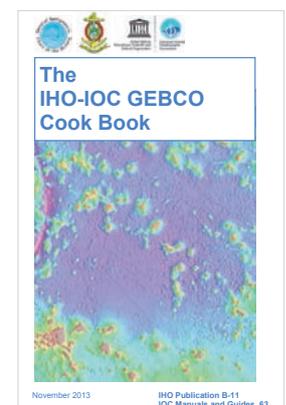
Im zweiten Hauptabschnitt sind Grundlagen (Fundamentals) mit weitergehenden Ansätzen zur Aufbereitung, Verarbeitung und Erstellung von gerasterten Koordinatentripeln beschrieben. Dazu

werden noch Hinweise gegeben, welche Software geeignet erscheint und woher diese bezogen werden kann.

Schließlich lenkt der dritte Hauptabschnitt das Augenmerk auf die erweiterten Aspekte (Advanced Topics). Die aktuellen praktischen Ansätze der zuvor im Überblick in den ersten beiden Hauptabschnitten theoretisch dargestellten Methoden werden diskutiert. Hier sind leider noch nicht alle Texte vollständig, allerdings gibt es den einen oder anderen Hinweis, wo weitere Quellen zu einzelnen Punkten vorab erhältlich sind. Den Abschluss bildet eine recht ausführliche Handlungsanweisung zur Erstellung von bathymetrischen Daten aus den Daten des NOAA-Landsat-Satellitensystems.

In den Anhängen findet sich dann eine hilfreiche Auflistung der weltweit zugänglichen Datenquellen für Fächerlotvermessungen sowie weiteren Quellen für bathymetrische Daten. Hilfreich dürfte auch eine Übersicht der verwendeten Begrifflichkeiten des S-44 sein.

Alles in allem ist das *Cook Book* ein nützliches Werk, in dem manche Handlungsweise genauer erläutert wird und das vieles klarstellt. Und das Ganze umsonst, wenn auch nur in englischer Sprache. †



IHO/IOC  
*The IHO-IOC GEBCO Cook Book*; 311 S., IHO Publication B-11, Monaco 2013, 0 €

# MB-System: Entwicklertreffen in Moss Landing

Ein Beitrag von *Hartmut Pietrek*

MB-System ist die einzige kostenfrei erhältliche Software, die es ermöglicht, hydrographische Daten zu verarbeiten. Um die Leistungsfähigkeit von MB-System noch weiter auszubauen, wurden Anfang 2012 die künftigen Anforderungen an das Programm definiert. Daraufhin bewilligte die National Science Foundation (NSF) eine Förderung für die anstehenden Arbeiten. Vom 18. bis zum 20. Februar 2014 fand nun das Entwicklertreffen am MBARI (Monterey Bay Aquarium Research Institute) in Moss Landing statt, wo über die neue Version von MB-System beratschlagt wurde.

Im August 2013 wurde die Förderung für MB-System durch die National Science Foundation (NSF) für weitere fünf Jahre genehmigt (siehe HN 96, S. 35). Im Februar fand nun in Moss Landing am MBARI das erste Entwicklertreffen statt. Verschiedene Institutionen waren vertreten, darunter auch je ein Mitarbeiter vom MARUM und vom GEOMAR.

Das Programm war recht anspruchsvoll. Die Agenda gab für jeden Tag eine Aktivität vor.

zu geben, welchen Aufwand es bedarf, ein neues Format bzw. einen neuen Sensor (Fächerecholot) in MB-System zu implementieren. Nun setzten sich die Teilnehmer in Theorie und Praxis mit der Thematik auseinander.

## Erstellen einer neuen Anwendung

Am zweiten Tag erstellten die Teilnehmer eine neue Anwendung direkt innerhalb von MB-System.

## Anforderungen an die Version 6

Am letzten Tag beschäftigte man sich mit den Entwicklungsanforderungen an die Version 6 von MB-System. Insbesondere ging es um das Ziel, Laserscanning-Daten zu integrieren – letztendlich ist Laserscanning in gewisser Weise verwandt mit dem Prinzip einer Fächerecholotvermessung.

Im Weiteren ging es auch um die Integration von GMT in Version 5; bisher wird für die grafische Darstellung immer noch GMT 4.5.9 verwendet. Darüber hinaus war die GDAL-Bibliothek Thema sowie die Public Domain Variante von CUBE, genannt CHRT, sowie eine Vielzahl weiterer Verbesserungen und Erweiterungen, die im Förderantrag angekündigt wurden.

## Nach dem Entwicklertreffen

Nach dem Entwicklertreffen sind seither zwei neue Datenformate in MB-System eingeflossen. Zum einen das Datenformat des WASSP-Fächerecholotes aus Neuseeland, das mittlerweile nach Bekunden des Herstellers auch die Qualität nach S-44 erfüllt. Zum anderen das Datenformat des SEA SWATH PDB-Systems, mittlerweile umbenannt in Bathyswath und bei der französischen Firma Itier beheimatet.

Vielleicht gibt es ja in absehbarer Zeit einen ähnlichen Beitrag für das GeoSwath-Plus-System von KM GeoAcoustics. Dies würde den Umweg über das GSF-Format ersparen.

Aktuell wird die Festlegung des künftigen Dokumentationssystems innerhalb der Entwicklergemeinschaft diskutiert.

Bleibt zu hoffen, dass die geplanten Maßnahmen nicht an Schwung verlieren und die Weiterentwicklungen für die geplante neue Version vorschreiten.

Die vollständige Dokumentation des Entwicklertreffens kann auf den Webseiten von MB-System als PDF-Dokument heruntergeladen werden. 

### MB-System technical planning auf YouTube

Die wichtigsten Diskussionen der Veranstaltung wurden aufgezeichnet.

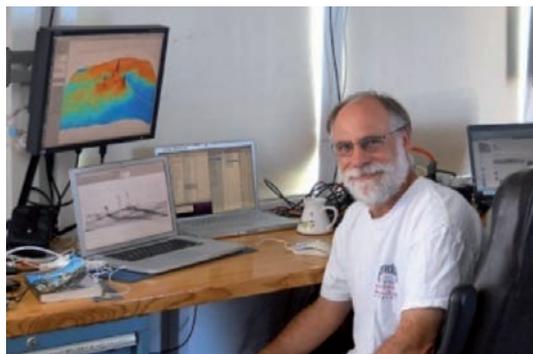
**Part 1:** [www.youtube.com/watch?v=GqMgQ-y1ASo](http://www.youtube.com/watch?v=GqMgQ-y1ASo)

**Part 2:** [www.youtube.com/watch?v=mzbBbUsMOXo](http://www.youtube.com/watch?v=mzbBbUsMOXo)

**Part 3:** [www.youtube.com/watch?v=otESgsBvhQE](http://www.youtube.com/watch?v=otESgsBvhQE)

**Part 4:** [www.youtube.com/watch?v=7IT\\_6tGHdjI](http://www.youtube.com/watch?v=7IT_6tGHdjI)

Monterey Bay Aquarium  
Research Institute (MBARI)  
in Moss Landing



David Caress, Entwickler von  
MB-System am MBARI



Dale Chayes, Entwickler von  
MB-System am LDEO (links),  
mit dem Autor

# HCU kooperiert mit Firmen und Instituten

Der Einblick in die Berufspraxis – besser noch: konkrete Praxiserfahrungen – sind für die Studierenden von immenser Bedeutung. Daher knüpfen und pflegen die Professoren der HCU Kontakte zu Behörden, Instituten und Firmen. Durch die Kooperation erhalten die Studenten Gelegenheit, praktische Erfahrungen zu sammeln. Bereits im Wintersemester waren die Masterstudenten auf Einladung des Instituts für Küstenforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG) an Bord der »Ludwig Prandtl«, wo sie verschiedene ozeanographische Sensoren im Einsatz erlebten. Im Mai waren die Stu-

denten zu Besuch bei SevenCs, um an einem Workshop zu S-57 teilzunehmen. Und noch im selben Monat führte sie ihr Weg zur MSG MarineServe GmbH, wo sie an einem ENC-Training teilnahmen. Mit den kurzen Berichten danken die Studenten den Partnern für die kooperative Zusammenarbeit.

## Studentische Fahrt auf der Elbe zwischen Ochsenwerder und Zollenspieker

Ein Bericht von *Markéta Pokorná*

Im Rahmen der Veranstaltung »Physikalische Ozeanographie« wurde den Studenten der Hafen-City Universität erneut die Möglichkeit gegeben, praktische Erfahrungen im vielfältigen Feld der Hydrographie zu sammeln. Prof. Burkard Baschek, Leiter des Bereichs »Operationelle Systeme« des Instituts für Küstenforschung am Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG), hat es der HCU ermöglicht, das Forschungsschiff »Ludwig Prandtl« zu Zwecken der Ausbildung zu nutzen. Gemeinsam mit dem Wissenschaftler Wolfgang Schönfeld (Fernerkundung) und dem Ingenieur Marius Cysewski (Radarhydrographie) wurden im Elbgebiet Oortkaten verschiedene ozeanographische Geräte eingesetzt. Die Studenten erhielten so die Möglichkeit, aktiv mit den neuesten Messgeräten ihre theoretischen Kenntnisse in der Praxis zu erproben.

Mit mehr als 900 Mitarbeitern in den unterschiedlichen Instituten und Städten konzentriert sich das HZG auf Hochleistungswerkstoffe für Autos und Flugzeuge von morgen, auf umweltschonende Technologien, auf Zukunftsmaterialien für die Medizin, auf Klimavorhersagen und auf das Verständnis der natürlichen Prozesse und anthropogener Veränderungen der Küsten- und Meeresumwelt. Ihre Mission lautet: »Wissenschaft nutzen«.

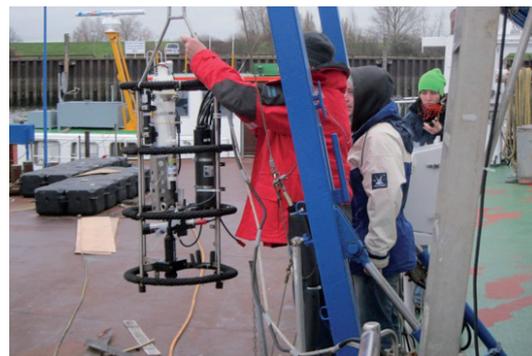
In Geesthacht, etwa 30 km von Hamburg, ist der Schwerpunkt Material- und Küstenforschung angesiedelt. Die Küstenforschung widmet sich den drei großen Themenbereichen »Systemanalyse und Modellierung«, »Entwicklung operationeller Systeme« und »Biogeochemie im Küstenmeer«. Unter der Leitung von Prof. Baschek wird unter anderem das Verständnis der Zusammenhänge von kleinskaligen Prozessen (z. B. Fronten oder Wirbeln), die integrativ einen entscheidenden Einfluss auf den globalen Energiehaushalt und die Mikroalgenproduktion haben, erforscht.

Die HCU hat nach dem Unfall mit der »Level-A« im Moment kein eigenes Schiff, aber ein starkes Interesse an Kooperationen mit der Wirtschaft und mit Behörden, welche Schiffe besitzen, damit die Studenten ausreichend praktische Erfahrungen in ihrem späteren Arbeitsumfeld machen können. Deswegen wurde das HZG angesprochen.

In den flachen Gewässern nahe der Küste wirken Strömungen und Seegang auf den Meeres- bzw. Flussboden. Diese bestimmen die Bewegungen und die Bildung der Sanddünen und Rippel. Im Wasser schweben Partikel (Tonmineralen, biologische Materialien), die umgelagert und transportiert werden. Die physikalischen Kräfte wechseln sich mit biologischen Vorgängen in der Wassersäule und am Meeresgrund ab. Heftige Sturmfluten können innerhalb eines Tages so viel Material verfrachten, wie sonst bei ruhigem Wetter nur über viele Monate hinweg bewegt wird. Für das nötige Verständnis ist es daher erforderlich, physikalische und biologische Messgrößen in engem Zeittakt über einen langen Zeitraum hinweg zu messen und die Kräfte zu beobachten, die Erosion, Transport und Ablagerung von Sand bewirken können.

### Das gewählte Gebiet

Als Grenzen des Untersuchungsgebiets waren Zollenspieker und Ochsenwerder gewählt, wo sich die Elbe in die Norder- und die Süderelbe teilt. Da-



Messgeräte auf der Rosette



Secchi Disk



mit bietet dieses 14 km lange Messgebiet einige interessante Messstellen, wo man Variationen der Strömungsrichtung und des -betrags aufgrund von Querschnittsänderungen oder Hafeneinfahrten vorfindet. Die durchschnittlichen Wassertiefen betragen ca. 6 m und der wellige Untergrund ist meistens sandig.

### Verlauf

Die beiden Fahrten wurden jeweils eintägig organisiert. Am Morgen des 29. November 2013 hat die »Ludwig Prandtl« den Hafen Oortkaten in aller Frühe verlassen. Der Himmel war bedeckt und es gab kaum Wellengang. Durch eine starke Strömung driftete das Schiff leicht während der Stationsmessungen. Die vorher konfigurierte Rosette zum Halten der Messsonden wurde von Herrn Schönfeld besetzt und bei der Fahrt auf Anweisung mit dem Kran hochgezogen und runtergelassen. Das Schiff wurde ebenfalls mit Messgeräten ausgestattet, die während der Reise automatisch die Wasserdynamik analysieren.

Folgende Geräte wurden näher kennengelernt und in der Praxis erprobt:

#### *Auf der Rosette angebracht:*

- CTD-Sonde,
- Fluoreszenzsonde,
- Turbiditätssonde,
- Altimetersensor.

#### *Auf dem Schiff angebracht:*

- ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler),
- SBP (Sub-Bottom-Profiler).

#### *Manuell am Seil befestigt:*

- geologischer GrabCorer,
- Secchi Disk.

### Zusammenfassung und Ergebnisse

Auf der Fahrt wurden sechs CTD-Stationen protokolliert und mehrere ADCP-Profile gesammelt. Damit wurden die Wassersäule und die Dynamik untersucht, vor allem wurden die Strömungsgeschwindigkeiten und die Durchmischung gemessen. Bei den ADCP- und CTD-Messungen konnten keine signifikanten Schichten in der Wassersäule identifiziert werden. Dafür gewannen die Studenten ein Bild über kleinskalige Prozesse auf der Elbe innerhalb von nur wenigen Kilometern und Zeitskalen von wenigen Stunden in der Wintersaison.

Der Einfluss von Geräteeinbaufehlern, Schallgeschwindigkeiten, Geschwindigkeitsreferenzen, die im ADCP wählbar sind, wurde demonstriert. Die Studenten haben gelernt, Artefakte (z. B. den Nebenkeuleneffekt) von realen Strömungen zu unterscheiden, und sie haben den Einfluss des transportierten Sediments auf die ADCP-Messung kennengelernt.

Die Stationen wurden protokolliert, die Messgeräte und -methoden in den Übungsberichten beschrieben. Die Temperaturen und andere Messwerte in der Wassersäule an verschiedenen Stationen wurden grafisch dargestellt und verglichen. Der Pegel wurde verglichen und geplottet. Die Daten wurden bereinigt, nach Flusskilometer geographisch sortiert und geglättet.

Die Messungen dienten auch als Input für die Doktorarbeit von Herrn Cysewski, der das ADCP als Kalibrierungs- und Validierungsinstrument bei der Entwicklung des Messsystems Radar Doppler Current Profiler einsetzt. Diese Entwicklung entsteht am HZG und wird an der HafenCity Universität von Prof. Harald Sternberg und Prof. Delf Egge mitbetreut und begutachtet. Der Arbeitstitel lautet: »Kartierung der Oberflächenströmung mit zwei schiffsgestützten Doppler-Radargeräten«. 

## S-57 workshop at SevenCs

### An article by *Vasiliki Kekridou*

During their studying life, the master students of HCU, specialised in hydrography, had the chance to expand their knowledge by some parallel activities. It is worthwhile to go a bit back, on 5th of May, and have a look on the visit to the company SevenCs and specifically to its office in Hamburg.

The office is part of a nice building at the area St. Pauli, on one of the top floors, from where one can have the view of the whole city centre. After a quick look to the company, the students followed some presentations in order to get familiar with the activities of the company. They also got an overview to the world of Electronic Navigation Charts. And then they started to work on the S-57 workshop.

The S-57 workshop was a course that provided the students with an introduction on how to produce S-57 data by means of SevenCs ENC Tools. Furthermore, through a short training, the students had the opportunity to learn how to make ENC products by themselves.

Jochen Rudolph, managing director of SevenCs and Chartworld, and Professor Markéta Pokorná from HCU, both expressed their good feelings on this meeting. From the side of the company, it was mentioned that the interaction with students gives the chance for exchanging information and the contact with HCU is always a gate to the world of cartography in maritime navigation. From the side of HCU, the cooperation between

company and university can be motivating for the students.

Last but not least, SevenCs is giving the opportunity to the students to use the SevenCs software, in case of personal further research and academic purposes.

The result of the visit was another proof that cooperation between companies and universities can provide the students with up to date tools for

their academic life, as well as an insight to the career paths they could follow.

The next trip of the future hydrographers will be a bit more far. The plan includes Norway and specifically the company Kongsberg Maritime, which has a leading role in providing high-technology systems in the field of oil industry and hydrographic surveying. We are looking forward to have the feedback from their trip. ⚓

## ENC training at MSG MarineServe GmbH

An article by *Babajide Maiyegun*

As a hydrographer it is important to be conversant with navigation and nautical charts. It is for this reason that the course »Navigation Science« is part of the M.Sc. hydrography curriculum at HCU. This course includes various training sessions, one of which is the Electronic Nautical Chart (ENC) and its application on an Electronic Chart Display and Information System (ECDIS).

The company MSG MarineServe and its sister company Safebridge – due to their magnanimity and their support towards the development of the hydrography profession – have been making their facilities available to students for the training on Electronic Nautical Charts (ENC) for some years now.

The students attended such an ENC training on the 16th of May 2014.

The training commenced at about 9 am. We were warmly received by management and staff of MSG/Safebridge. A welcome address was delivered by the managing director of MSG – Professor Ralph Becker-Heins. He gave us an insight into activities of MSG and Safebridge.

MSG is a recognised maritime training institute with a special focus on ECDIS training. ECDIS uses ENCs for database reference. Holding official approvals of the leading ECDIS manufacturers, MSG and Safebridge are acting as training agents on behalf of these manufacturers for currently 14 ECDIS models.

Whereas MSG delivers ECDIS training in physical attendance classes (classroom, onboard, on-site), Safebridge offers e-learning via internet.

The lecture was handled by an authority on Nautical Science in the person of Bernhard Berking – Professor (ret.) for Technical Navigation at ISSUS, Visiting Professor at the World Maritime University and Chairman of the WG ECDIS of DGON (German Institute of Navigation).

Students were first introduced briefly to the user interface to familiarise them with ECDIS and the ENC software before the hands-on training started. The training was by demonstration and exercises and do-it-yourself procedures. The students

performed a variety of navigational functions at their various individual workstations. It was a very interactive session.

The lecture classroom was equipped with comprehensive hardware (ECDIS stations, display tools) for proper training. The ambience was conducive for learning.

At the end of the course, students were able to perform various tasks on the ECDIS such as create waypoints, plan a route, create objects, perform simple queries, change parameter settings, perform calculations, make navigation decisions amongst many other things.

Students had a better understanding and appreciation of the task and responsibility of being a hydrographic surveyor or a navigation officer on a research vessel because the data being relied on by the mariner is actually collected by the hydrographer and it could create a catastrophe if the hydrographer does not do a good job.

When the lecture ended at about 5 pm the students were more enlightened about the ECDIS/ENC system. And they were glad to have had the opportunity to undergo such a valuable training at a reputable company.

The ECDIS course at MSG was – as all courses since 2012 – a great success. It is highly recommended that it will be an integral part of the syllabus of HCU hydrography students. ⚓

Die Gruppe der Studenten mit Prof. Ralph Becker-Heins (ganz rechts), Prof. Markéta Pokorná und Prof. Bernhard Berking



# Neues HCU-Gebäude direkt am Wasser

Ein Beitrag von *Markéta Pokorná* und *Delf Egge*

Am 1. Januar 2006 wurde von der Freien und Hansestadt Hamburg die HafenCity Universität (HCU) gegründet. Vier Fachbereiche – Architektur, Bauingenieurwesen, Geomatik und Stadtplanung – aus drei Hamburger Hochschulen wurden zusammengeführt, um eine in Europa einzigartige Universität für Baukunst und Metropolentwicklung zu schaffen. Acht Jahre später endlich ist die Universität in die HafenCity direkt ans Wasser gezogen.

Nach dem Umzug von der City Nord in die HafenCity ist die Hydrographieausbildung der HafenCity Universität (HCU) Hamburg jetzt endlich direkt am Wasser beheimatet.

Seit April 2014 hat die HafenCity Universität eine neue Adresse. Direkt im Herzen Hamburgs an der Elbe mit Sicht auf den Containerhafen und die Innenstadt und mit einer eigenen U-Bahn-Station.

Das Gebäude ist architektonisch äußerst interessant. Von außen weiß und weithin sichtbar, prägt es das Bild der HafenCity in beeindruckender Weise mit. Ein monumentales verglastes Foyer, welches den Überblick über alle Etagen ermöglicht, erwartet einen gleich hinter dem Eingang.

Das zweiteilige Gebäude ist mit einer mittigen Treppe verbunden. Der Universitätsneubau ist Bestandteil von Europas größtem innerstädtischem Stadtentwicklungsprojekt.

Die HCU begreift sich als Forum für den öffentlichen Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und den Bürgern der Stadt. Die Räume bieten eine schier unendliche Fläche für Ausstellungen und Diskussionen – im Auditorium, in der Bibliothek oder in der Mensa.

Das Gebäude wurde umweltschonend errichtet. Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung sind wesentliche Merkmale, die diesen Bau prägen. Die Energiesparverordnungen der Stadt Hamburg wurden deutlich unterschritten. Das goldene Umweltsiegel wurde diesem Gebäude verliehen und

somit ist es ein Vorbild und Vorreiter für Energieeffizienz und Nachhaltigkeit.

Dazu beigetragen haben folgende Faktoren:

- Wärmeabfuhr über gesteuerte nächtliche Fensterlüftung,
- Nutzbarmachung von Erdwärme,
- Aktivierung der Betondecken zur Kühlung besonderer Räume,
- Tageslicht und anwesenheitsabhängige Steuerung der Raumbeleuchtung,
- Einsparung von Heizenergie durch Dreifachverglasung,
- Einsparung von Trinkwasser durch wassersparende Sanitäreinrichtungen,
- Einsparung von Heizenergie durch gesteuerte Abschaltung der Heizkörper bei geöffneten Fenstern,
- in den Fassaden integrierte Photovoltaik zur Stromerzeugung,
- Ausnutzung solarer Energie zur Wärme- und Kälteerzeugung,
- Ersatz einer strombetriebenen Lüftungsanlage durch windangetriebene Lüfter.

Dieser Neubau bietet den auf Hydrographie spezialisierten Studierenden der HCU die perfekte Gelegenheit, das Geschehen am Wasser vor der HCU live zu erleben und die Umgebung als »Labor vor der eigenen Haustüre« zu nutzen. Die Hydrographie der HCU hat damit ein einzigartiges neues »Heim« erhalten. ♪

## Autoren

Markéta Pokorná und Delf Egge sind Professoren für Hydrographie an der HCU in Hamburg

## Kontakt unter:

marketa.pokorna@hcu-hamburg.de  
delf.egge@hcu-hamburg.de

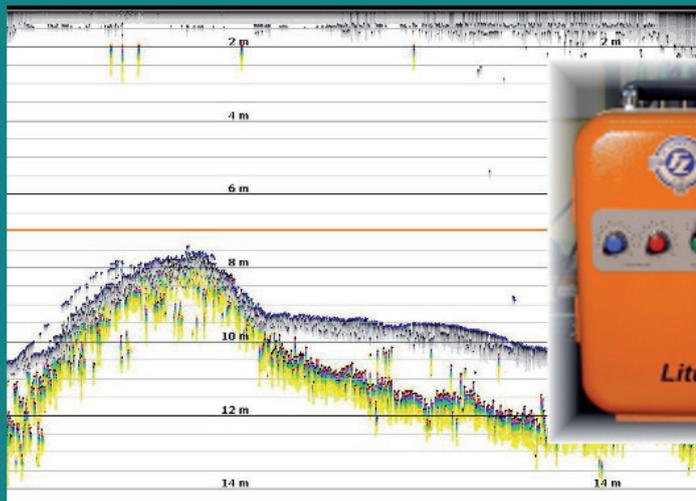
Die weithin sichtbare Fassade des neuen HCU-Gebäudes und das verglaste Foyer





# Echolote - Echographen für alle hydrographischen Vermessungsaufgaben

Lotelektroniken für Computersysteme



Dr. Fahrentholz GmbH & Co. KG, Grasweg 4-6, D-24118 Kiel  
Phone ++49 431 542049    fz@fahrenheitz.de    www.fahrenheitz.de

## Hydro14 | energy & enterprise

28-30th October 2014

Aberdeen Exhibition and Conference Centre, United Kingdom



organised by The Hydrographic Society UK

Visit the website for further information about:

- Conference
- Exhibition
- Student Presentations
- Social Programme
- Delegate Registration
- Hotel Accommodation
- IHO Stakeholder Forum
- Workshops & Technical Visits
- Sponsorship Opportunities
- Travel
- and much more...

[www.hydro14.org.uk](http://www.hydro14.org.uk) | [hydro14@ths.org.uk](mailto:hydro14@ths.org.uk)



