

# HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

06/2016

HN 104

*Kartierung in den Fjorden Ost-Grönlands*

## *DHyG Student Excellence Award*

- *Adjustment of backscatter data*
- *Analysis of gas seep activity*
  - *Automatische Erkennung von Objekten*
  - *Durchfahrtshöhen an Kanalbrücken*

*Jens Schneider von Deimling:*

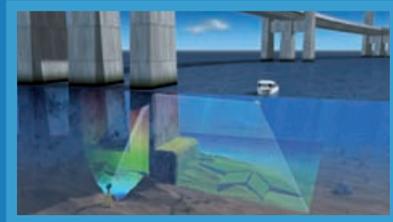
*»Algorithmen durchpflügen die Welt«*



## OCEAN ENGINEERING IN DEPTH

### HYDROGRAPHIC SERVICE

	CONSULTING		MULTIBEAM
	POSITION & MOTION		SIDE SCAN SONAR
	SOFTWARE		INTEGRATION



# Liebe Leserinnen und Leser,

der *DHyG Student Excellence Award* wird in diesem Jahr bereits zum dritten Mal verliehen. Mit dem Preis werden Studierende ausgezeichnet, die sich in einer herausragenden Studienarbeit mit einem beliebigen Thema der Hydrographie auseinandergesetzt haben.

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

Vier Studierende wurden in diesem Jahr von ihren Betreuern für die Auszeichnung empfohlen. Nominiert wurden eine Studentin von der Hochschule Bochum, ein Student aus Hamburg und zwei Studenten aus Kiel.

Die Entscheidung war denkbar knapp. Mit nur einem Punkt Vorsprung fiel die Wahl der Jury auf Oskar Kriwat. Er hat seine Bachelorarbeit zum Thema »Automatische Erkennung von Objekten in der Wassersäule mit Hilfe von Tracking-Algorithmen« an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) geschrieben.

Offenbar werden nicht nur an der HafenCity Universität (HCU) in Hamburg Hydrographen ausgebildet. Auch in Kiel setzen sich die Studierenden mit Fragestellungen der Hydrographie auseinander und sie lernen, wie man mit den Gerätschaften der Hydrographen umgeht.

Was genau an der CAU in Sachen Hydrographie gelehrt wird, erläutert Jens Schneider von Deimling im Wissenschaftsgespräch. Der junge Forscher erzählt im Interview von seinen eigenen Erfahrungen an der Universität – als Student und als Lehrender.

Das vorliegende Schwerpunktheft richtet sich sowohl an Studierende, die ein Interesse an der Hydrographie haben, als auch an Hydrographen, die sich dafür interessieren, was Studierende der Hydrographie heute leisten und wie es jungen Absolventen ergeht. Die Ausgabe beinhaltet neben den Fachbeiträgen der vier für den *DHyG Student Excellence Award* Nominierten auch noch ein paar Kurzportraits von Absolventen der HCU, die erst seit wenigen Jahren im Beruf stehen.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre.  
Ihr

*Lars Schiller*



Lars Schiller

PS: Die nächste *HN*-Ausgabe erscheint erst im November zur HYDRO 2016. Freuen Sie sich auf unsere *Second International Issue*, die wieder komplett auf Englisch veröffentlicht wird.

## Hydrographische Nachrichten HN 104 – Juni 2016

### Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen  
Gesellschaft – DHyG

#### Herausgeber:

Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.

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

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

ISSN: 1866-9204

#### Schriftführer:

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

#### Redaktion:

Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.  
Vasiliki Kekridou, M.Sc.  
Peter Dugge, Dipl.-Ing.

#### Wissenschaftlicher Beirat:

Horst Hecht, Dipl.-Met.

#### Anzeigen:

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

Kontakt: Stefan Steinmetz, E-Mail: [sts@eiva.com](mailto:sts@eiva.com)

© 2016

#### Hinweise für Autoren:

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

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

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

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



# R2SONIC

## Multibeam Echosounder



Sonic 2020



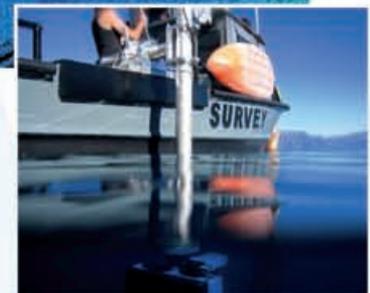
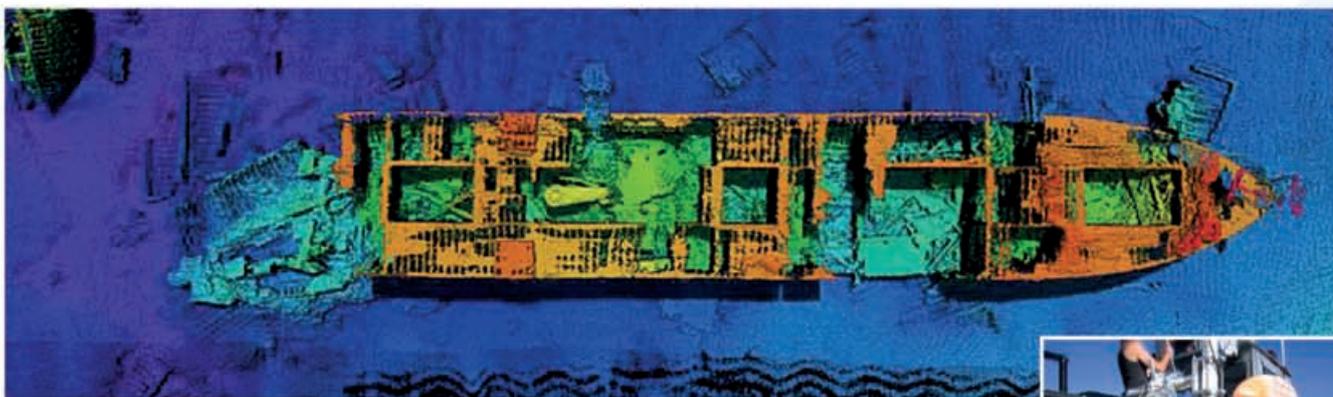
Sonic 2022



Sonic 2024



Sonic 2026



- **Versatile** – Bathymetry with optional TruePix™ Backscatter, Raw Water Column and Forward Looking Sonar imagery
- **Wideband Operation** – Over 20x User Selectable Frequencies from 200 to 400kHz, selectable on the fly, in real-time during survey operations. Optional 700kHz operation with 0.3° x 0.6° beamwidths
- **Highest Resolution & Accuracy** – Focused 0.5° x 1° beamwidths, 60kHz Signal Bandwidth with true range resolution to 1.25 cm
- **Productive** – Selectable swath coverage from 10° to 160°, selectable on the fly, in real-time during survey operations. 1 to 500m range
- **Ease of Operation** – Embedded signal processor and Controller. Sonar user interface from Survey application software PC. Low weight, volume & power consumption (less than 50 Watts).
- **Compelling value** – Latest Advanced Technology. Industry leading 3-year limited warranty. Value priced. Trade-in rebate for older technology systems

■ **R2Sonic** is a leading manufacturer of truly innovative and high quality wideband Multibeam Echosounders with its head office in Austin, Texas. Since first system deliveries in 2009, more than 850 Sonic Multibeam Echosounders have been successfully commissioned to the private and public sectors. That impressively confirms the innovative spirit, superior performance and flexibility of R2Sonic products in general and in particular the appreciation of reliable, light weight, power efficient, and space saving Sonic Multibeam Echosounders by customers all over the world.

■ **Nautilus Marine Service GmbH** based in Buxtehude is the distributor for R2Sonic Multibeam Echosounders in Germany. In addition to sales, Nautilus Marine Service offers assistance to the installation and commissioning of complete hydrographic survey systems including training and maintenance.

## DHyG Student Excellence Award



### Fjordvermessung

6 **Kartierung in den Fjorden Ost-Grönlands**  
 Multibeam-Mapping mit einem Museumsschiff  
 Ein Beitrag von WILHELM WEINREBE



### Laserscanning

25 **Bestimmung von Durchfahrtshöhen an Kanalbrücken mittels Laserscanning**  
 Ein Beitrag von KATHRIN REIFER



### Backscatter-Analyse

11 **Adjustment of backscatter data collected by multi-sector multi-swath multibeam echo sounders**  
 An article by Jean-GUY NISTAD



### Wissenschaftsgespräch

28 **Algorithmen durchpflügen die Welt**  
 Ein Wissenschaftsgespräch mit JENS SCHNEIDER VON DEIMLING



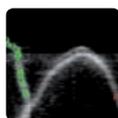
### Gasaustritte

16 **Spatial and temporal analysis of gas seep activity in Eckernförde Bay**  
 An article by ARNE LOHRBERG



### Perspektiven für Berufsanfänger

35 **Life of a young hydrographer**  
 One profession, endless possibilities  
 An article by VASILIKI KEKRIDOU



### Objekterkennung

20 **Automatische Erkennung von Objekten in der Wassersäule**  
 Ein Beitrag von OSKAR KRIWAT

Die nächste Ausgabe der *Hydrographischen Nachrichten* wird im November 2016 erscheinen.  
 Redaktionsschluss: 15. September 2016  
 Anzeigenschluss: 15. September 2016



**HYDRO 2016**  
**ROSTOCK-WARNEMÜNDE**  
**08.-10. NOVEMBER**

Sea you again ...



Join us in Rostock-Warnemünde:  
 exhibition, conference, docksite, hotel  
 – everything is only a few steps away

Three-day conference with leading experts in hydrography

On-site possibility for practical/boat demos

Exhibition with manufacturers and service providers

Workshops and application/product training

Social programme

hydro2016.com

# Kartierung in den Fjorden Ost-Grönlands

## Multibeam-Mapping mit einem Museumsschiff

Ein Beitrag von WILHELM WEINREBE

Eine präzise Kartierung des Meeresbodens in unbekanntem arktischen Gewässern mit driftenden Eisbergen und Schollen ist schon eine Herausforderung an sich. Wenn dann auch noch die Vermessung mit einem Oldtimer-Dreimast-Toppsegelschoner und einem temporär über die Seite installierten Fächerecholot erfolgt, sind Schwierigkeiten zu erwarten. Aber manchmal geht es nicht anders. Wenn kein anderes Schiff zur Verfügung steht, hat man nur die Wahl, es zu versuchen – oder bleiben zu lassen. Auch wenn die Hindernisse groß sind, es kann klappen.

### Autor

Dr. Wilhelm Weinrebe war bis zum Herbst 2013 Wissenschaftler am Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel. Von 2004 bis 2013 war er Mitglied im Beirat der DHyG

wilhelm@weinrebe-kiel.de

**Abb. 1:** Dreimast-Schoner »Activ« vor Anker im Skjoldungen-Fjord, Südost-Grönland



Fächerecholot | SeaBeam 1050 | Fjordvermessung | Multibeam-Kartierung  
Grönland | »Activ« | Timmiarmiut-Fjord | Skjoldungen-Fjord

### Das Projekt

Das Abschmelzen des grönländischen Inlandeises durch die Erwärmung des Klimas hat Auswirkungen weit über das arktische Ökosystem hinaus, es verursacht weltweit Änderungen des Meeresspiegels und beeinflusst die globale thermohaline Zirkulation. Um diese Zusammenhänge besser verstehen zu können, erforscht das »Centre for GeoGenetics« des Naturhistorischen Museums der Universität Kopenhagen im Rahmen des Projektes »Greenland Ice Sheet over the past Millenium« das Verhalten des grönländischen Eisschildes in den vergangenen Jahrhunderten. Dazu werden Bodenproben insbesondere aus Gletscherseen am Rande des Inlandeises, die durch den Rückzug der Vereisung gerade freigelegt wurden, genommen und untersucht. Für die Feldarbeiten wurden bisher Hubschrauber eingesetzt und Camps auf dem Inlandeis angelegt. Hydrographische oder marin-geowissenschaftliche Arbeiten waren bisher für dieses Projekt nicht vorgesehen.

So war es auch für die Feldarbeiten im Sommer 2014 geplant. Doch dann ergab sich für die Projektleitung die Gelegenheit, ein Schiff – die »Activ« – als flexible Basis für die Landarbeiten zu nutzen (Abb. 1). So konnte eine größere Anzahl

Wissenschaftler an den Feldarbeiten teilnehmen und zusätzliche Arbeitsgebiete konnten erreicht werden. Darüber hinaus bot sich die Chance, das Schiff tagsüber, während Probennahmen an Land durchgeführt wurden, für hydrographische und marin-geowissenschaftliche Arbeiten einzusetzen. Die »Activ« verfügt allerdings über kein fest installiertes Fächerecholot. Deshalb war geplant, ein portables System einzusetzen und ein Multibeam-System temporär auf dem Schiff zu installieren. Damit sollten erstmalig Kartierungsarbeiten in den Fjorden durchgeführt und Tiefenkarten erstellt werden. Bis dahin waren für dieses Fahrtgebiet nur vereinzelte Lotungen bekannt.

### Das Arbeitsgebiet

Die Küste Südost-Grönlands gehört zu den unzugänglichsten Landstrichen der Erde. Der Ost-Grönlandstrom, der aus dem Arktischen Meer im Norden entlang der grönländischen Ostküste nach Süden fließt und dabei große Mengen arktischen Wassers und damit riesige Mengen Meereises mit sich führt, verhindert für die meiste Zeit des Jahres die Zufahrt für Schiffe. Deshalb ist dieser Küstenstrich über eine Strecke auf fast 600 km von Tasilaq (Ammassalik) im Norden bis zum Kap Farvel an der Südspitze Grönlands praktisch unbewohnt. Denn auch das Inlandeis reicht in diesem Bereich nahezu überall bis an die Küste und lässt kaum irgendwo einen eisfreien Küstenstrich für die Besiedlung frei. Da der anthropogene Einfluss auf die Umwelt hier sehr gering ist, eignet sich das Gebiet besonders gut für die Probennahmen im Rahmen des Projektes.

Abb. 2 zeigt den Südosten Grönlands mit den Arbeitsgebieten im Timmiarmiut- und Skjoldungen-Fjord. Die Expedition mit der »Activ« startete Anfang Juli 2014 in Reykjavik, Island. Der Fahrtabschnitt, auf dem das Multibeam-System eingesetzt werden sollte, endete Anfang August 2014 im Timmiarmiut-Fjord. Für die danach folgenden Abschnitte waren keine hydrographischen Arbeiten mehr geplant.

## Das Schiff

Die »Activ« wurde 1951 bei der bekannten Segelschiffswerft Ring-Andersen in Svendborg, Dänemark, auf Stapel gelegt. Das Holzschiff aus massiver Eiche wurde in der Grönlandfahrt eingesetzt und war für die Fahrt in Nordsee, Nordatlantik und arktischen Gewässern besonders stark konstruiert und mit Eisschutz versehen worden. Es hatte einen Motor von 250 PS und zwei Masten für das Ladeschirr und die Stützsegel. Nach Beendigung der aktiven Frachtfahrt zwischen Dänemark und Grönland sollte das Schiff Ende der siebziger Jahre abgewrackt werden. Ein Hamburger Architekt kaufte den Rumpf und ließ die »Activ« zu einem originalgetreuen Bramsegelschoner umbauen. Das dreimastige Rigg mit drei Rahsegeln am vorderen Mast und zusätzlicher Breitfock entspricht einer Besegelung, wie sie vor dem Ersten Weltkrieg für Schoner aus dem Ostseeraum mit einem Fahrtgebiet bis nach Südamerika üblich war. Wie damals werden auch heute noch alle 13 Segel allein durch Taljen und von Hand gesetzt.

Die »Activ« hat eine Gesamtlänge von 42 m bei einer Rumpflänge von 30 m, einer Breite von 7,20 m und einem Tiefgang von 3,35 m. Die Segelfläche beträgt 640 m<sup>2</sup>. Das Schiff ist Mitglied im Museumshafen Flensburg. Genutzt wird es überwiegend privat, es wird aber auch verchartert für diverse Aufträge. Berühmt wurde es als Schoner »Pequod« in der Neuverfilmung des Romans *Moby Dick*. Ein Film über eine Expedition von Wissenschaftlern und Künstlern mit der »Activ« nach Nordost-Grönland im Jahre 2011 lief unter dem Titel »Expedition ans Ende der Welt« unter anderem im WDR-Fernsehen.

Aufgrund ihrer massiven Bauweise für die Grönlandfahrt und des verstärkten Rumpfes mit Eisschutz ist die »Activ« zweifellos ein ideales Schiff

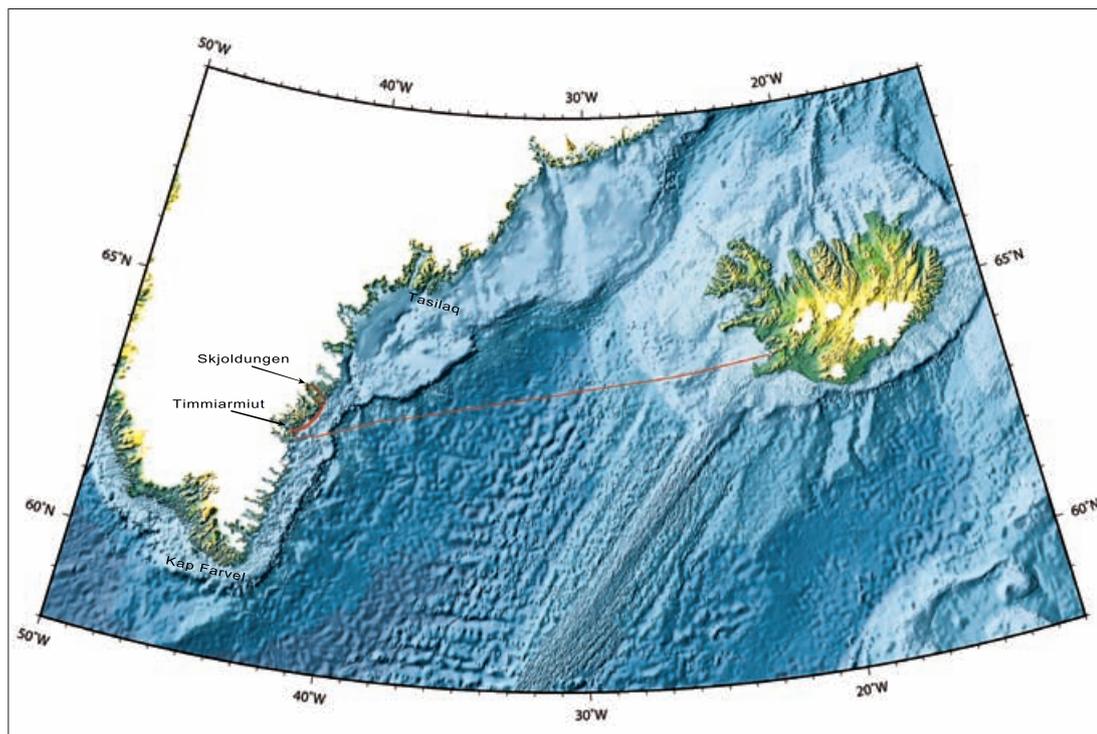
für das Fahrtgebiet dieses Projektes. Für hydrographische Vermessungen oder andere marine-geowissenschaftliche Arbeiten ist die »Activ« allerdings keine ideale Plattform; denn eine dynamische Positionierung, die Fähigkeit zu exakter Profilmfahrt, ausreichende Stromversorgung, genügend Arbeitsplatz: dies alles ist auf der »Activ« nur bedingt verfügbar. Insbesondere aber sind bei Vermessungen oft Geräte über Bord zu bringen und wieder zu bergen. Auf einem Schiff, das keine hydraulischen oder elektrischen Winden besitzt, sondern auf dem alle Arbeiten nur mit Taljen und Bäumen durchgeführt werden, ist das extrem schwierig. Darüber hinaus ist der Freiraum für solche Arbeiten durch die Takelage sehr eingeschränkt. Nun – aber genau dieses und nur dieses Schiff stand für diese Expedition zur Verfügung. Es gab keine andere Wahl.

## Ausrüstung

Nach vorliegenden Informationen war im Arbeitsgebiet mit Wassertiefen von wenigen Metern bis zu mehr als 800 m zu rechnen. Mit einem leichten Flachwasser-Fächerecholot könnte dieser große Bereich nicht abgedeckt werden, dafür müsste ein »Offshore«-System für mitteltiefes Wasser verwendet werden. Zur Verfügung stand beim Geomar ein portables Multibeam von ELAC, das SeaBeam 1050 mit einer Arbeitsfrequenz von 50 kHz. Dieses Gerät war schon mehrfach temporär installiert auf verschiedenen Schiffen eingesetzt worden. Mit 50-kHz-Systemen sind durchaus Wassertiefen von mehr als 2000 m erreichbar, allerdings sind die Schallwandler auch deutlich größer und schwerer als hochfrequente Flachwasserschwinger; beim SeaBeam 1050 wiegen sie inklusive Halterung mehr als 200 kg. Dies macht eine temporäre Installation aufwendig und kompliziert. Die Spezifi-

## Danksagung

Dank an die »Danish Agency for Science, Technology and Innovation« für die Finanzierung der Expedition ACTIV 2014; an Prof. Kurt Kjær vom Naturhistorischen Museum der Universität Kopenhagen für die Einladung zur Teilnahme; an Kapitän Jonas Bergsøe und seine Mannschaft für die sichere und professionelle Durchführung der Fahrt. Das Geomar stellte das Multibeam-System zur Verfügung, Wårtsilä ELAC Nautik die Schwingerhalterung und Caris BV die Software zur Datenbearbeitung. Ein besonderer Dank geht an Kristian K. Kjeldsen und Anders A. Bjørk von der Universität Kopenhagen für die unermüdlige Hilfe bei Installation und Betrieb des Multibeam-Systems.



**Abb. 2:** Übersichtskarte von Südost-Grönland mit dem Kurs der »Activ« und den Arbeitsgebieten Timmiarmiut und Skjoldungen

kationen des Fächerecholotes SeaBeam 1050 sind in der Tabelle aufgeführt.

SeaBeam 1050	
Frequenz	50 kHz
maximale Fächerbreite	153°
Anzahl der Beams	126
Beam-Öffnung	1,5° × 1,5°
maximale Tiefe	3000 m
Puls-Länge	0,15 ms bis 10 ms

Zur Bestimmung von Position, Lage und Kurs wurde ein Bewegungssensor F180R+ der Firma CodaOctopus verwendet. Systemsteuerung, Kontrolle und Datenaufzeichnung mit der Software Hydrostar erfolgten auf einem Standard-Laptop unter Windows XP. Tiefenprofile der Wasserschallgeschwindigkeit wurden mit einer Speichersonde CTD48M der Firma Sea & Sun aufgenommen.

### Installation des Multibeam-Systems

Kritisch für die Funktion eines Multibeam-Systems ist die Anbringung der Schwinger. Bei fest installierten Systemen befinden sich die Schwinger zumeist glatt abschließend unten im Rumpf oder in einer Gondel unterhalb des Schiffes. Für die temporäre Installation wird oft die Variante mit einer Stange (»pole«) über die Seite gewählt; die Schwinger müssen allerdings für die ungehinderte Abstrahlung sowie für den störungsfreien Empfang der akustischen Energie zumindest bis auf die Tiefe des Kiels gebracht werden, das heißt der »pole« wird relativ lang und erfordert eine Fixierung möglichst weit unten am Rumpf, um übermäßige Hebelwirkungen zu vermeiden.

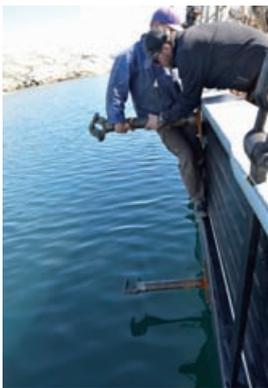
Für den Einsatz auf der »Activ« war zu bedenken, dass die Installation wegen der zu erwartenden stürmischen Überfahrt durch die Dänemark-Straße erst im Arbeitsgebiet erfolgen konnte, also nicht in einem sicheren Hafen an der Pier, sondern schwimmend in einer geschützten Bucht in Grönland. Vor der Überfahrt wurde ein 6 m langer Stab aus massivem Stahlrohr angefertigt. Außerdem wurden zwei Stützen außen am Rumpf angebracht, an die später Haltearme angeschraubt werden konnten (Abb. 3). Am oberen Träger wurde ein Drehgelenk befestigt, sodass die gesamte Konstruktion für Transitfahrten aus dem Wasser gehoben und in eine waagerechte Position gebracht werden konnte (Abb. 4). Der untere Haltearm erhielt eine U-förmige Aufnahme, um das Stahlrohr bei Messeinsätzen in der Vertikalen zu fixieren (Abb. 5). Die Installation der 6 m langen Stange mit den montierten Schwingern vom schwimmenden Schiff aus war eine große Herausforderung, zumal alles nur mit Taljen, Bäumen und Muskelkraft erfolgen musste. Zudem war der Platz an Deck sehr begrenzt und es war schwierig, die sperrige Konstruktion durch die Takelage über die Bordwand an die richtige Position zu bugsieren (Abb. 6). Bei der Vermessung wurden die Schwinger zusätzlich durch zwei Dyneema-Seile gesichert. Die Konstruktion erwies sich während der gesamten Fahrt als ausreichend stabil.

Die Installation der anderen Komponenten war wesentlich einfacher. Der Bewegungssensor des F180R+ wurde in der Nähe der Schwingerhalterung an Deck festgeschraubt. Die zwei GPS-Antennen wurden an einem horizontal ausgerichteten Stab von 2 m Länge weit hinten am Ruderhaus angebracht, um den Einfluss von Masten und Segeln auf den GPS-Empfang zu minimieren. Die Deckseinheit des Multibeam-Systems sowie der Laptop zur Akquisitionskontrolle und zur Datenaufzeichnung wurden in der Kapitänskajüte aufgestellt.

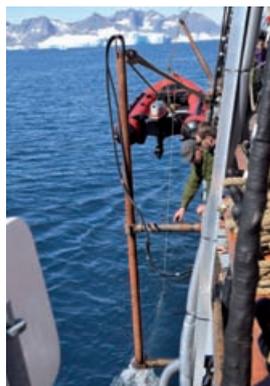
### Multibeam-Kartierungen

Das Multibeam-System konnte auf dieser Expedition an zehn Tagen eingesetzt werden, dabei wurden auf 402 km Profillänge Bathymetriedaten registriert. In den engen Fjorden (Abb. 7) wurde während der Vermessungen nicht gesegelt, sondern mit Motor gefahren, dabei wurde eine Geschwindigkeit von drei bis fünf Knoten eingehalten.

**Abb. 3:** Installation der Multibeam-Schwinger backbord außenbords: Träger mit U-förmiger Aufnahme unten, Träger mit drehbarer Halterung oben



**Abb. 4 (rechts oben):** Multibeam-Schwinger in der Transit-Position



**Abb. 5:** Multibeam-Schwinger im Messeinsatz

**Abb. 6:** Installation der Multibeam-Schwinger-Halterung über die Backbordseite: schwieriger Einbau mit Taljen, Bäumen und Muskelkraft

Zur Kontrolle der Wasserschallgeschwindigkeit wurden an elf Positionen Profile mit der Sea & Sun CTD48M-Speichersonde aufgenommen. Auch wenn es sich bei diesem Gerät um eine relativ leichte und handliche Ausführung handelte, war das Einziehen der Sonde per Hand aus Wassertiefen von bis zu 800 m eine mühsame und zeitraubende Angelegenheit.

Während im südlichen Arbeitsgebiet, dem Timmiarmiut-Fjord, die Eisbedeckung so stark war (Abb. 8), dass nur eine relativ kleine zusammenhängende Fläche von ca. 15 km<sup>2</sup> aufgenommen werden konnte, wurde das nördliche Arbeitsgebiet, der Skjoldungen-Fjord mit dem südlichen und dem nördlichen Arm, nahezu flächendeckend kartiert (Abb. 9). Nur im innersten Bereich des Fjordsystems blieb eine Lücke von ca. 5 km Länge: hier waren die umliegenden Bergwände so steil, dass kein GPS-Signal empfangen werden konnte.

Die Breite des Skjoldungen-Fjords variiert von ca. 500 m bis mehr als 2500 m. Da der Einsatz der »Activ« primär der Unterstützung der Landoperationen diente, war die Profilplanung für die Multi-beam-Kartierung nicht immer optimal. Insgesamt aber konnte das gesamte Fjordsystem mit jeweils drei Fächerlotprofilen vermessen werden, eins näher zum nördlichen, eins näher zum südlichen Ufer und eins in Fjordmitte. So wurde eine komplette Überdeckung bis auf schmale Streifen in unmittelbarer Ufernähe erreicht.

### Erste Ergebnisse

Im Skjoldungen-Fjord waren die Bedingungen für die Kartierung überwiegend gut, nur im inneren Bereich gab es vermehrt treibende Eisschollen, die eine Datenaufnahme erschwerten. Insgesamt war die Datenqualität ausreichend, um Karten mit einer horizontalen Auflösung (Rasterweite) von 5 m x 5 m zu erstellen. Abb. 10 zeigt als Beispielausschnitt aus dem Mündungsbereich des südlichen Fjordarms.

Die Ergebnisse aus dem Skjoldungen-Fjord zeigen deutliche Unterschiede zwischen dem nördlichen und dem südlichen Arm. Während die Wassertiefen im Norden relativ gleichförmig zunehmen von ca. 200 m im inneren Teil bis auf ca. 600 m an der Mündung, ist der südliche Arm geprägt durch einen flachen inneren Teil, der an keiner Stelle mehr als 300 m tief ist, sowie durch einen äußeren tiefen Abschnitt mit Wassertiefen um die 500 m. Etwa in der Mitte zwischen beiden Strecken findet sich ein ausgeprägter Sill.

Die Morphologie des Meeresbodens in den Fjordarmen ist geprägt durch glaziale Abtragungen und Ablagerungen. Besonders interessant in diesem Gebiet ist die Fortsetzung des steilen topographischen Reliefs an Land bis unter Wasser, markiert durch ausgeprägte geologische Strukturen (Abb. 11).

### Probleme und Schwierigkeiten

Natürlich war von vornherein klar, dass bei einem temporär installierten Mittelwasser-Multibeam-



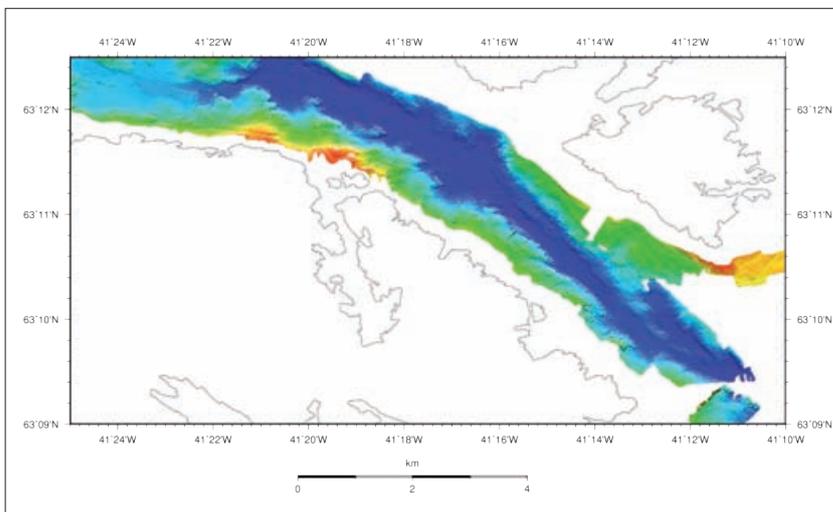
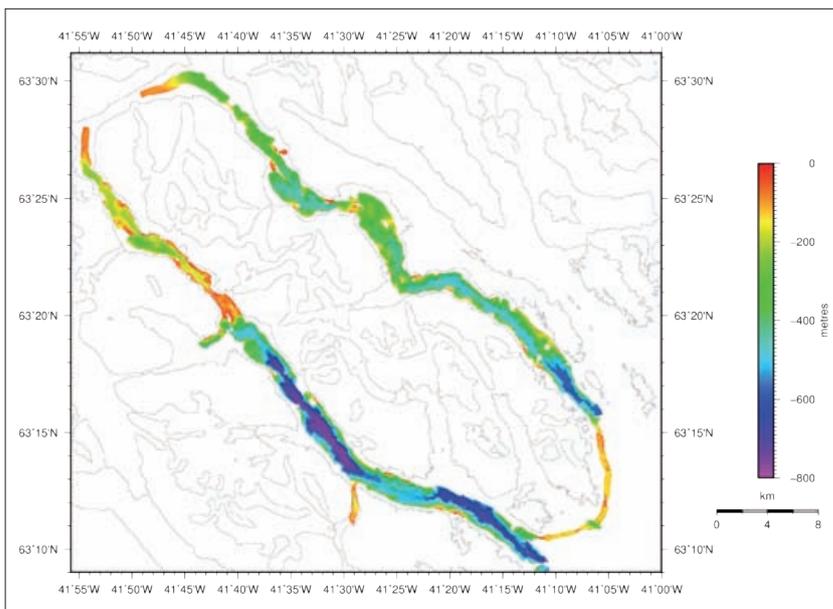
Abb. 7: Schwieriges Manövrieren in eisbedecktem Fahrwasser im Skjoldungen-Fjord

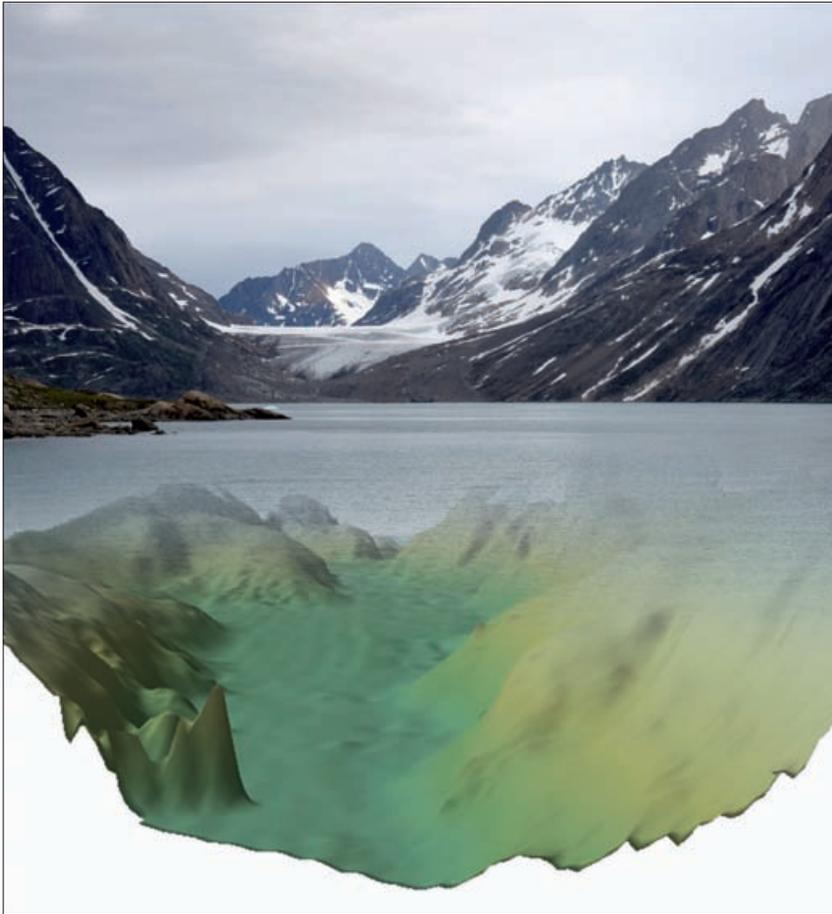


Abb. 8: Dichte Eisbedeckung im Timmiarmiut-Fjord verhindert weiteres Kartieren

Abb. 9: Bathymetrische Karte des Skjoldungen-Fjord-Systems nach den Vermessungen mit der »Activ«

Abb. 10 (unten): Detailkarte vom südlichen Eingang des Skjoldungen-Fjordsystems (Farb-Tiefenskala wie in Abb. 9)





**Abb. 11:** Meeresbodenrelief im Skjoldungen-Fjord kombiniert mit der Landtopographie

System im Vergleich zu einem fest eingebauten Gerät Abstriche an der Qualität der Ergebnisse zu erwarten waren. Darüber hinaus war das Arbeitsgebiet aufgrund der Eisbedeckung extrem schwierig und das Schiff nicht für Vermessungsarbeiten ausgelegt. Die größten Probleme ergaben sich naturgemäß aus der temporären Anbringung der schweren Schwinger am Ende einer 6 m langen Stange. Da die untere Befestigung der Stange nur oberhalb der Wasserlinie möglich war, blieb ein über 3 m langes freies Ende im Wasser; der Wasserdruck auf dieses Ende war auch bei langsamer Fahrt enorm. Dazu kamen Kollisionen mit treibenden Eisschollen im Wasser, die auch bei vorsichtiger Fahrt nicht immer zu vermeiden waren. Folglich wurde nach Abschluss der Arbeiten bei der Demontage eine leichte Verbiegung des Rohres festgestellt, dies hatte sicherlich einen negativen Einfluss auf die Datenqualität.

Aufgrund der Arbeitsweise war zudem ein häufiges Absenken der Schwinger-Konstruktion aus der Transit- in die Messposition bzw. umgekehrt erforderlich. Dies führte wahrscheinlich jedes Mal zu einer leichten Veränderung der Position des Rohres in der Aufnahme. Deshalb hätte eigentlich nach jeder Absenkung eine neue Roll-Kalibrierung durchgeführt werden müssen, dies war aus Zeitgründen jedoch nicht möglich.

Eine ausführliche Kalibrierung des Systems wurde am Beginn der Expedition durchgeführt, allerdings ergaben sich dabei Schwierigkeiten: da die Wassertiefen im gesamten Arbeitsgebiet

bis dahin völlig unbekannt waren, mussten die Kalibrierprofile ohne Wissen auf ihre Eignung festgelegt werden. Es stellte sich heraus, dass die gewählten Profile nicht optimal für eine Kalibrierung waren.

Das Schiff – die »Activ« – war für Vermessungsarbeiten nur bedingt geeignet. Für Kartierungsfahrten wurde zwar mit Motor gefahren und nicht gesegelt, allerdings war eine exakte Profilfahrt durch den Einfluss von Strömungen im Fjord und starken Windböen von den umgebenden steilen Bergen nicht möglich.

Der Eintrag von Gletschereis in den Fjord an manchen Stellen führt zu lokal unterschiedlichen Wasserschallgeschwindigkeiten; leider konnte kein Sensor zur kontinuierlichen Bestimmung der Oberflächenschallgeschwindigkeit eingesetzt werden. Dieser Wert wurde aus den aufgenommenen Schallprofilen übernommen. Allerdings war der Einsatz der CTD-Sonde im Handbetrieb ohne Winde sehr zeitaufwendig.

Weitere Probleme ergaben sich beim Betrieb des Bewegungssensors F180R+. Die Bestimmung von Attitude und Kursrichtung (»Heading«) wird bei diesem Gerät unterstützt durch GPS-Signale, die an zwei Antennen empfangen werden. In den engen Fjorden, umrahmt von steilen, hohen Bergen, war der GPS-Empfang zeitweise nicht möglich. Auch die Kalibrierung des F180R+ war schwierig und letztlich nicht optimal; denn sie erfordert einige Stunden ununterbrochenen Betrieb des Systems. Der schwache Generator des Schiffes fiel jedoch zwischendurch immer wieder aus.

## Fazit

Wenn auch die Qualität der aufgenommenen Daten aufgrund der Umstände und Schwierigkeiten keinen ganz hohen Ansprüchen genügt, so sind doch die erstellten Karten von großem Wert, da die vermessenen Gebiete bisher nahezu unbekannt waren. Zum ersten Mal ist nun eine flächendeckende Aufnahme verfügbar. Die Daten bilden eine hervorragende Basis für weitergehende geologische und glaziologische Interpretationen dieses Gebietes. Aus diesem Grunde werden die Daten an die Pangaea-Datenbank ([www.pangaea.de](http://www.pangaea.de)) übergeben und stehen dann für andere Arbeitsgruppen zur Verfügung.

Zwar war das Schiff für die hydrographischen Arbeiten nicht besonders gut geeignet, was zweifellos zu Schwierigkeiten und Qualitätseinbußen geführt hat. Auf der anderen Seite war die »Activ« ein ideales Schiff für das schwierige Fahrwasser.

Darüber hinaus hat das Fehlen sämtlicher moderner Hilfsmittel, vor allem von hydraulischen oder elektrischen Winden, eindrucksvoll deutlich gemacht, wie hydrographische Arbeiten vermutlich vor hundert Jahren mit viel Muskelkraft durchgeführt werden mussten. Nach dieser Ausfahrt erfahren die Errungenschaften moderner Forschungs- und Vermessungsschiffe eine vollkommen andere Wertschätzung. 

# Adjustment of backscatter data collected by multi-sector multi-swath multibeam echo sounders

An article by JEAN-GUY NISTAD

While technological innovation and good survey practice has rendered bathymetric data collection more efficient and measurements both precise and accurate, so much cannot be said about backscatter data. Indeed, being more sensitive to geometrical, environmental and system-dependent effects, backscatter measurements suffer from

backscatter strength | SonarScope | multibeam echo sounder

## Introduction

Given the capability of modern swath bathymetry multibeam echo sounders to collect co-registered backscatter data of the seabed, it has become a common task for many surveying organisations to collect this information in an opportunistic manner. While technological innovation and good survey practice has rendered bathymetric data collection more efficient and measurements both precise and accurate, so much cannot be said of backscatter data. Indeed, lack of well-established measurement references and data processing standards has led to a situation where backscatter data may not meet precision and accuracy requirements.

A major detrimental component on backscatter measurement is the modulating effect of the echo sounder's transmission sector pattern(s). In post-processing, this modulation cannot be distinguished from the angular dependence of the backscatter strength (BS), a best estimate of the seafloor acoustic reflectivity, itself an inherent property of the seafloor that varies only with the incidence angle to the seafloor for a given acoustic signal frequency. Traditional statistical angular correction methods simply compensate for both effects simultaneously. However, as the BS angular response should be considered the de-facto backscatter measurement reference, there is a need to separate the respective contributions of the BS and the transmission sector pattern(s). Only through a dedicated field calibration procedure can the latter be accounted for and compensated.

While the modulating effect of single-sector multibeam echo sounders is not visibly apparent in real-time backscatter measurements, poorly-compensated or uncompensated transmission sector patterns of multi-sector multi-swath multibeams may be visibly apparent. Such was the case for the Canadian ice-breaker and research vessel Canadian Coast Guard Ship (CCGS) »Amundsen«. Using a field calibration procedure developed by the Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER), an attempt was undertaken to properly

calibrate the transmission sector patterns of the ship's multibeam echo sounder. This article presents the method, analysis and results of this attempt.

## Multi-year surveys in the Canadian Arctic Archipelago

Since the year 2003, the Canadian ice-breaker and research vessel CCGS »Amundsen« has been conducting continuous seabed mapping operations as part of a multi-disciplinary research programme. For seabed mapping operations, the ship is fitted with a Kongsberg Maritime (KM) EM302 30 kHz multibeam echo sounder (MBES). The EM302 is a mid-ocean depth, multi-sector, multi-swath multibeam echo sounder suitable for the depth range of the Canadian Arctic Archipelago (0 to ~3000 metres). Fig. 1 presents 30' longitude by 9' latitude bathymetry and backscatter maps of multibeam data collected on two occasions (September 2nd and 9th, 2014) while the ship was transiting in the southern Beaufort Sea. While the digital terrain model (DTM) of Fig. 1a demonstrates good consistency, the backscatter mosaic of Fig. 1b does not.

The backscatter mosaic of Fig. 1b is the result of the Kongsberg real-time data reduction process, which aims at obtaining a best estimate of the angular compensated BS by accounting for all system-dependent, geometrical and environmental components inherent in a complete transmission-reception cycle. The angular dependence of the BS is removed using a simplified Lambertian decrease model. Given their geometry and orientation, changes in BS values visible in the backscatter mosaic cannot be correlated to changes in the composition of the substrate, but rather to inaccuracies in the Kongsberg real-time data reduction process. These changes occur both between survey lines and within individual survey lines. Being more fundamental, the intra-line artefacts need to be addressed first.

Intra-line artefacts taking the form of along-track bands can easily be traced back to changes

poor quality when the latter effects are not accounted for in data collection and processing steps. A major detrimental component on backscatter measurements is the modulating effect of the echo sounder's transmission sector pattern(s). This effect is clearly seen in backscatter images from echo sounders with multi-sector and multi-swath capabilities.

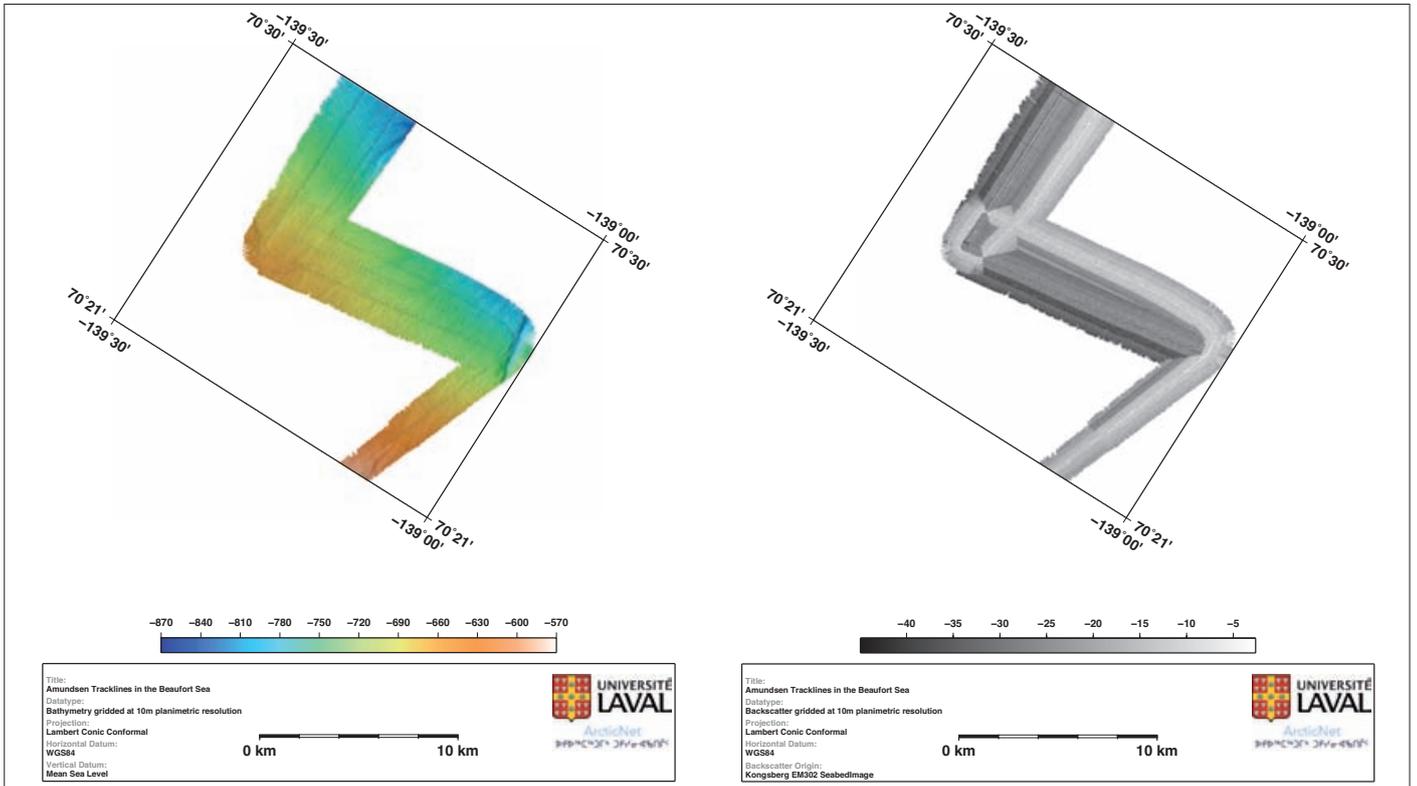
## Author

Jean-Guy Nistad graduated from HCU in Hamburg in 2016 with a M.Sc. degree in Geomatics with specialisation in Hydrography. He is currently employed by the Federal Maritime and Hydrographic Agency (BSH) in Rostock

jean-guy.nistad@bsh.de

Nominiert für den  
DHG Student Excellence  
Award 2016





**Fig. 1:** Basemap tiles of the Canadian Arctic Archipelago from data collected in 2014 with the bathymetric surface (a, left) and the first-order angular compensated BS mosaic (b, right)

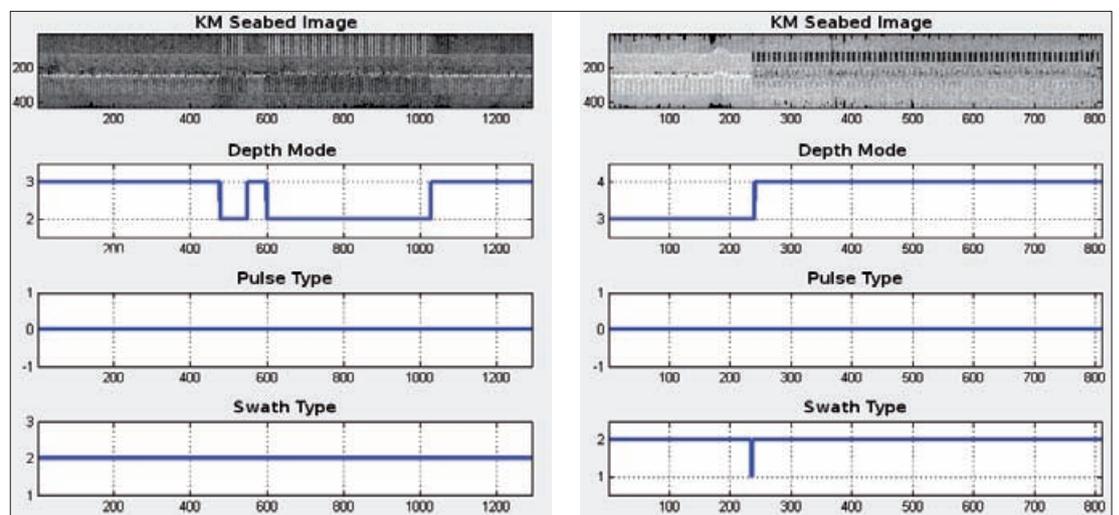
in the echo sounder's runtime parameters. Fig. 2 illustrates the correlation between changes in the BS and changes to the Depth Mode parameter. The Depth Mode, Swath Type and Pulse Type are three parameters that collectively determine the Transmission Mode of the echo sounder. While not depicted in the Fig., changes in Swath Type and Pulse Type are also likely to induce changes to the BS level of survey lines. During normal operation, the EM302 will automatically find the most appropriate combination of Depth Mode, Swath Type and Pulse Type (i.e. Transmission Mode) to fit the current range to the bottom and along-track data density. Each Transmission Mode uses a number of transmission sectors with each sector's pattern possessing a unique signature. EM302 echo sounders actually do compensate in real-time for the sector patterns. However, they utilise default models which do not necessarily reflect the real patterns.

Any discrepancy between the models and reality will lead to residual overprinting visible on the backscatter level of individual survey lines, a situation clearly visible in Fig. 1b. Luckily, the sector pattern models can be adapted by appropriately modifying a configuration file known as the *bscorr.txt* file. With an appropriately configured *bscorr.txt* file, no further modulation of the sector patterns will be visible in the real-time collected data.

### IFREMER backscatter calibration procedure

Attempts to calibrate echo sounder beam patterns are not new. Foote et al. (2005) and more recently Lanzoni and Weber (2010) have detailed procedures to achieve such results under controlled settings. However, these procedures are limited to relatively compact and high-frequency echo sounders. For medium to deep depth echo sounders, this type of

**Fig. 2:** Angular compensated BS images in ping vs beam geometry (direction of travel left to right) and parameter values of the Transmission Modes used in two survey lines (Depth Mode: 2 = Shallow; 3 = Medium; 4 = Deep. Pulse Type: 0 = CW; 1 = FM. Swath Type: 1 = Single; 2 = Dual)



calibrated setup is not possible in a laboratory environment due to the size of the instruments and acoustic range requirements. Deviations from the laboratory measurements are also likely to occur following the final installation configuration on board a ship and due to normal wear and tear of electronic and acoustic components. For these reasons, it is imperative that a field calibration procedure be performed to account for the sector patterns of medium and deep sea multibeam echo sounders.

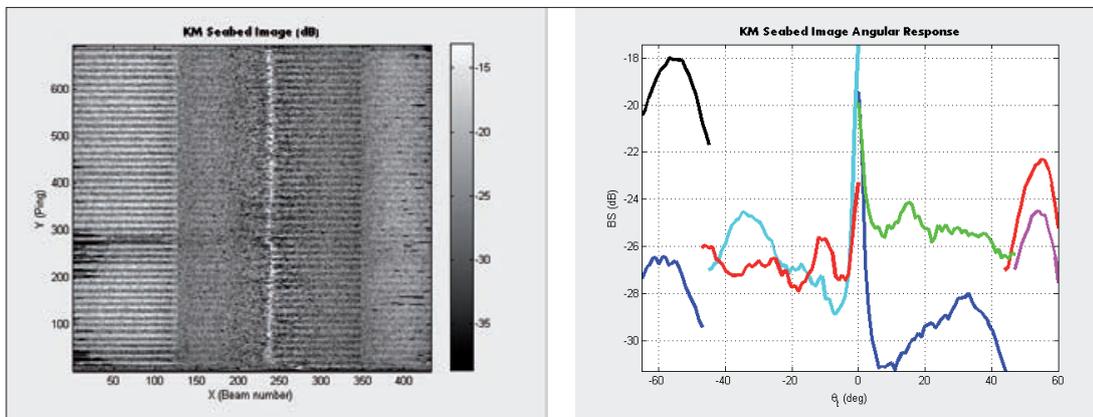
The calibration procedure developed by IFREMER aims at more accurately modelling the sector patterns of multi-sector, multi-swath multibeam by direct analysis on real-time collected backscatter images. To be successfully completed, the procedure requires a calibration survey to be performed and subsequent analysis of the backscatter images using the IFREMER software SonarScope. The calibration survey areas must be chosen carefully in order to optimise the quality of the analysis. Flat,

suitably deep and geologically uniform seabed areas must be pre-selected for the calibration survey. A series of opposite running survey lines are then run for each Transmission Mode.

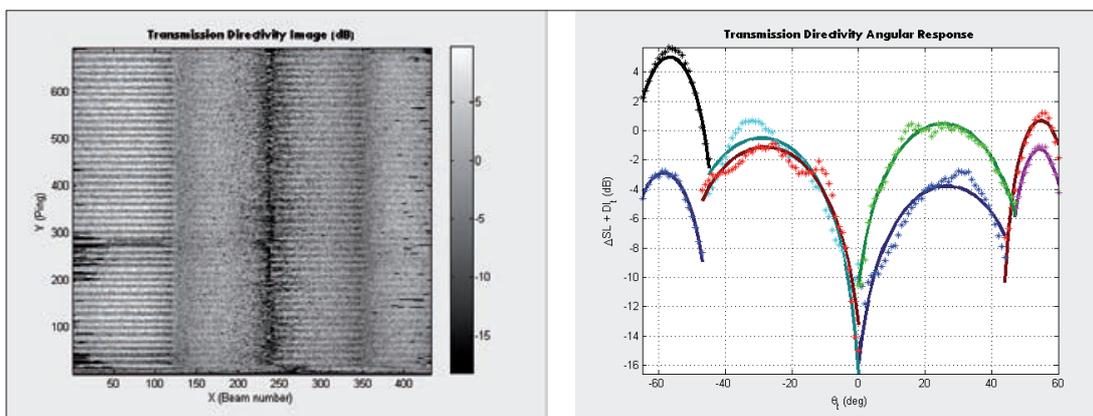
Such a calibration survey and subsequent backscatter data analysis was performed for the EM302 of CCGS »Amundsen«. The figures demonstrate the effectiveness of the procedure. The Shallow, Dual, CW Transmission Mode is used as a case example.

Fig. 3a shows the angular compensated BS image in ping vs beam geometry resulting from the Kongsberg real-time data reduction process for the Shallow, Dual, CW Transmission Mode. Fig. 3b shows the mean BS angular curve obtained from the BS image by averaging the BS values in  $1^\circ$  bins and colour-coding curve segments by unique transmission sector.

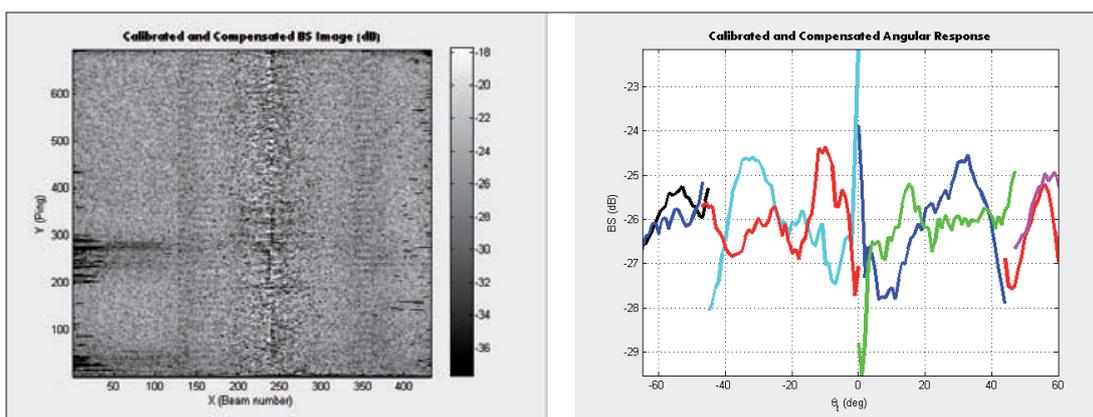
Step 1 of the calibration procedure consists in removing the BS angular response model used in



**Fig. 3:** Angular compensated BS image in ping vs beam geometry (a, left) and corresponding angular response (b, right) for the Shallow Dual CW Transmission Mode



**Fig. 4:** Transmission sector patterns image in ping vs beam geometry (a, left) and corresponding angular response (points) and models (lines) (b, right) for the Shallow Dual CW Transmission Mode



**Fig. 5:** Calibrated and angular compensated BS image in ping vs beam geometry (a, left) and corresponding angular response (b, right) for the Shallow Dual CW Transmission Mode

## References

- Foote, Kenneth G.; Dezhang Chu; Terence R. Hammar; Kenneth Baldwin; Larry A. Mayer; Lawrence C. Hufnagle Jr.; Michael Jech (2005): Protocols for calibrating multibeam sonar; The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 117, No. 4, pp. 2013–2027
- Lamarche, Geoffroy; Xavier Lurton; Anne-Laure Verdier; Jean-Marie Augustin (2011): Quantitative characterisation of seafloor substrate and bedforms using advanced processing of multibeam backscatter – Application to Cook Strait, New Zealand; Continental Shelf Research, Vol. 31, No. 2, pp. 93–109
- Lanzoni, Jose C.; Thomas C. Weber (2010). High-resolution calibration of a multibeam echo sounder; Oceans 2010, IEEE, Seattle, pp. 1–7

the Kongsberg real-time data reduction process from the angular compensated BS image in order to obtain an angular uncompensated BS image.

Step 2 consists in modelling the BS angular dependence visible in the angular uncompensated BS image. The Generic Seafloor Acoustic Backscatter (GSAB) model (Lamarche et al. 2011) is used for that purpose.

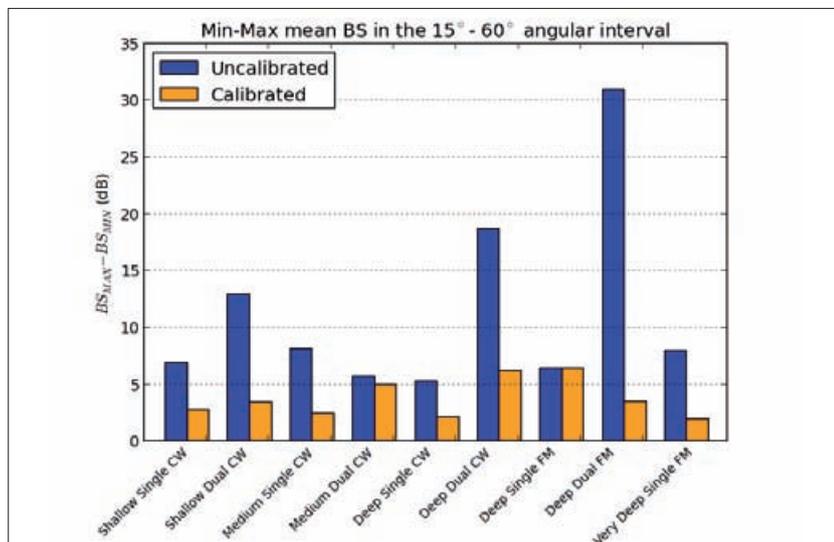
In step 3, the new »best« modelled estimate of the BS angular dependence is applied and the Kongsberg default transmission sector pattern compensation is removed. This process isolates the sector patterns, which can be »seen« in the backscatter image (Fig. 4a).

Finally, step 4 consists in modelling the transmission sector patterns as first-order polynomials, an approximation of the mathematically correct sinc function. Three parameters constitute the variables of the polynomial functions: the source level, the transmission angle and the sector opening angle. Fig. 4b shows the corresponding angular response of the residual colour-coded transmission sector beam patterns. The points represent the mean source level residual per 1° bin and the continuous lines represent the modelling of the transmission sector patterns.

## Results

The newly modelled transmission sector patterns can be applied to the survey data to assess the quality of the calibration. Fig. 5a shows the angular compensated BS image in ping vs beam geometry for the Shallow, Dual, CW Transmission Mode with the new transmission sector patterns and GSAB models applied. Fig. 5b is the corresponding mean BS angular response. While some modulation is still visible in the BS image, especially at the sector boundaries, the overall precision of the mean BS angular response is significantly improved. Fig. 6 illustrates the precision improvements of the angular compensated mean BS in the 15 to 60 degrees angular interval for all operational Transmission Modes. The latter interval is chosen so as to exclude the nadir and grazing angle zones, which always comprise less reliable data.

**Fig. 6:** Precision of the angular compensated mean BS in the 15 to 60 degrees angular interval for all operational Transmission Modes of the EM302 of CCGS »Amundsen«



The modelled transmission sector patterns resulting from the calibration can be utilised in two ways. First, the values of the models can be written in the *bscorr.txt* file and injected to the EM302 echo sounder. This will ensure that all newly collected data will be exempt from any modulating effect due to improperly calibrated transmission sector patterns. Second, the models can be applied to existing backscatter data in order to mitigate the intra-line artefacts. Fig. 7a illustrates the identical mosaic as in Fig. 1b with the transmission sector patterns properly calibrated. Aside from a BS minimum in the nadir area, no further along-track artefacts are visible.

Several attempts were undertaken to discover the reason for the remaining inter-line bias in Fig. 7a. This 10 dB bias between the survey line collected on September 2nd and the one collected on September 9th could not be explained by changes to environmental factors (changes to the seabed type or to the water column properties). The only conclusive explanation stems from the software instabilities experienced during the surveys. These were correlated to an incompatibility between hardware and software versions which necessitated the complete re-installation of the data collection software after the first and before the second survey. This type of problem cannot be accounted for in post-processing other than by applying a statistical angular correction whose result is illustrated in Fig. 7b. Although the backscatter mosaic now appears uniform, one cannot speak of absolute BS levels since a bias has been introduced.

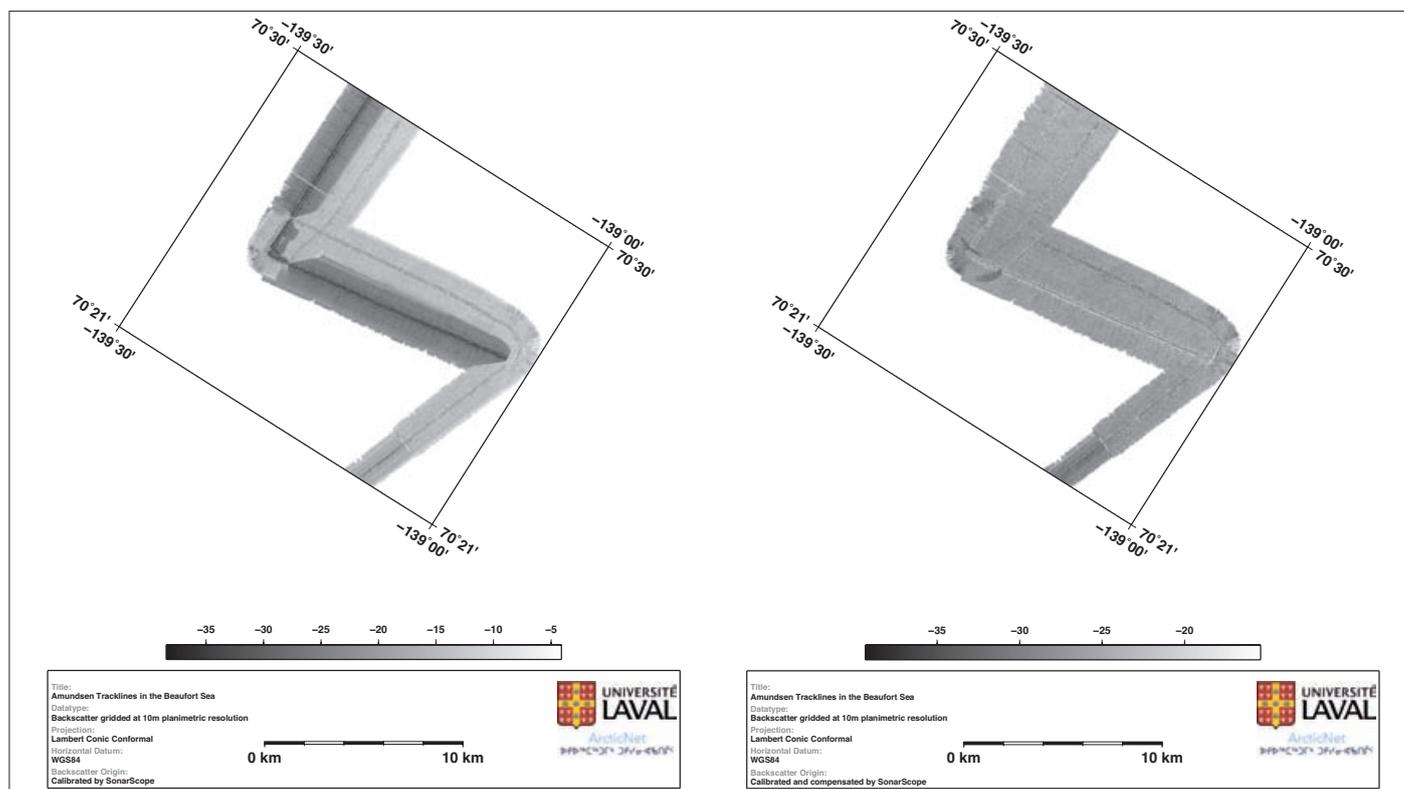
## Discussion and future improvements

While the proper calibration of transmission sector patterns is a step towards absolute and properly referenced backscatter data, transmission sector patterns are not the only factor that needs to be addressed. Other factors include:

- proper compensation for absorption of the acoustic signal in the water column;
- accounting for the topography of the seabed when calculating the ensonified area;
- possible compensation for the receive beam patterns;
- the need for a bathymetry surface except of outliers and biases.

Several of these factors could not be or were simply not fully addressed during the calibration survey and subsequent data analysis. Logistical and time constraints help explain why the calibration survey could not be performed under ideal conditions. Given the multi-disciplinary nature of the research conducted on CCGS »Amundsen«, this is to be expected. Limitations in the workflow used to transfer the raw data collection measurements to a bathymetry processing software and finally to SonarScope are also a root cause for sub-optimal results.

However, the single greatest weakness of the calibration procedure is the reliance on the modelled BS angular response from the empirical data.



**Fig. 7:** Angular compensated BS mosaic following the transmission sector pattern calibration (a, left) and following a statistical compensation to remove the remaining 10 dB inter-line bias (b, right)

The modelling proved quite difficult given the poor quality of the real-time backscatter measurements. A much more successful approach, and one which is currently being investigated at IFREMER, is to use a BS model obtained from another calibrated echo sounder (single-beam or split-beam) mechanically steered at several transmission angles in order to obtain a more realistic BS angular response curve. Nevertheless, the calibration survey and subsequent analysis allowed for a substantial improvement in the precision of the mean BS value of the BS mosaics.

Compared to other multibeam echo sounders previously investigated by the author, the EM302 installed on CCGS »Amundsen« shows very strong transmission sector patterns modulations. Several attempts were made to find the causes of these modulations. During this investigation, it was discovered that some of the transmit channels of the EM302 are in a degraded state. However, the most plausible explanation is the fact that the EM302's transducers are encased behind a titanium enforced polymer protective window which is likely to affect the transmitted source level and sector patterns significantly more than for normal vessels. For operations in ice, this window is however essential to the protection of the transducers.

## Conclusion

This project has focused on the application of a unique calibration procedure dedicated to the compensation of transmission sector patterns of multi-sector, multi-swath multibeam echo sounders. Uncalibrated transmission sector patterns modulate the backscatter response and are visible as intra-line artefacts. The calibration procedure

was applied on backscatter data collected by CCGS »Amundsen«. The procedure included the successful conduct of a calibration survey in the Canadian Arctic and subsequent analysis of the backscatter data using the software SonarScope. The precision of the mean BS value of virtually all Transmission Modes is improved in the 15 to 60 degrees angular range. Residual sector boundary steps remained problematic and visible in the calibrated images, and overall, the calibration could be improved with better estimation of the parameters of the BS model. Indeed, due to the multibeam echo sounder's protective window deteriorating the raw backscatter measurements, the modelling of the BS from empirical data proved difficult.

Several investigations were carried out in order to identify the cause of a remaining inter-sector bias. This led to the discovery of transmission channel problems. However, the cause of the bias was most likely due to a hardware software incompatibility. The fact that this problem did not lead to any discernible artefact on the bathymetry data highlights the fact that backscatter measurements are more sensitive to changes in system-dependent parameters.

Multibeam backscatter offers several applications in seabed classification, habitat mapping and seabed monitoring. These applications can potentially be very beneficial in fundamental sciences such as geology and benthic biology and ecology. Scientists wishing to make use of multibeam backscatter must however be fully aware of the limitations and pit-falls of multibeam echo sounder measurements. Most notably, the status of the instruments should be well understood, the context under which the data was collected and the processing applied prior to delivery should be well controlled. [↕](#)

## Acknowledgements

The author would like to address thanks to the following individuals: Jean-Marie Augustin (IFREMER) for his guidance and for providing a loan of SonarScope for this project; Prof. Harald Sternberg (HCU) for his supervision; Prof. Patrick Lajeunesse (Université Laval) for providing the opportunity to participate on an expedition onboard CCGS »Amundsen«; Gabriel Joyal (Université Laval) for assisting in the data collection.

# Spatial and temporal analysis of gas seep activity in Eckernförde Bay

An article by ARNE LOHRBERG

Highly elevated methane concentrations in Eckernförde Bay bottom waters during a ship cruise with RV »Alkor« (AL447) raised attention. Earlier studies focused on pockmarks and groundwater seepage to be a possible driver controlling methane concentration in the water column. This thesis presents high-resolution bathymetry data for three pockmark clusters, high-frequency sub-bottom profiles for methane-rich sediments, a spatial activity distribution grid of gas seepage and a time series of in situ monitored gas seepage events. It aims to analyse pockmark morphology, estimate the spatial distribution of shallow gas accumulations, examine the spatial and temporal activity of gas seepage, find possible trigger mechanism and estimate a gaseous methane flux to the water column of Eckernförde Bay.

## Author

Arne Lohrberg graduated from Christian Albrechts University, Kiel in 2016 with a M.Sc. degree in Geophysics

alohrberg@geomar.de

Gas seepage | methane | multibeam bathymetry | pockmarks | water column data

## Introduction

The basis for the thesis is a multi data set acquired during research campaign AL447 in 2014, led by Dr. Jens Schneider von Deimling. The campaign was conducted from 20th October to 4th November 2014 using the research vessel RV »Alkor« with a focus on »Controls on methane seepage in the Baltic Sea«. Eckernförde Bay was one of the main study areas as well as the Kattegat (Denmark) and parts of Kiel Bay.

The Eckernförde Bay is one of the most extensively studied shallow water areas in the world. Numerous authors studied characteristics of several aspects of the bay; e.g. pockmarks, shallow gas accumulations and methane flux (Schüler 1952; Whiticar 1978; Bange et al. 2010). Two special research programs (the Coastal Benthic Boundary Layer, CBBL, and SFB95) focused on the sediment-seawater interactions as well as on the seawater-atmosphere interactions.

The Eckernförde Bay is located in the southwestern Baltic Sea, which has been shaped by the last glaciation. It resulted in a system of subglacial channels and semi-enclosed bays forming a large fjord system. The Eckernförde Bay, in particular, is characterised by a landwards advance of an ice tongue, which is divided into a northern and a southern part by the moraine Mittelgrund at the mouth of the bay.

The Coastal Benthic Boundary Layer research program conducted from 1992 to 1998 found several key characterisations of the seafloor of Eckernförde Bay (Richardson 1998):

- The organic flux to the seafloor is highest in late spring and autumn (separated by long periods of low flux).
- Anoxic conditions occur near the seafloor due to the lack of vertical mixing of the water column, which leads to small amounts of benthic fauna. Subsequent very limited mixing of the sediment as well as a high energy potential due to high organic flux to

the seafloor eventually lead to the anaerobic production of methane in near surface sediments due to biochemical processes.

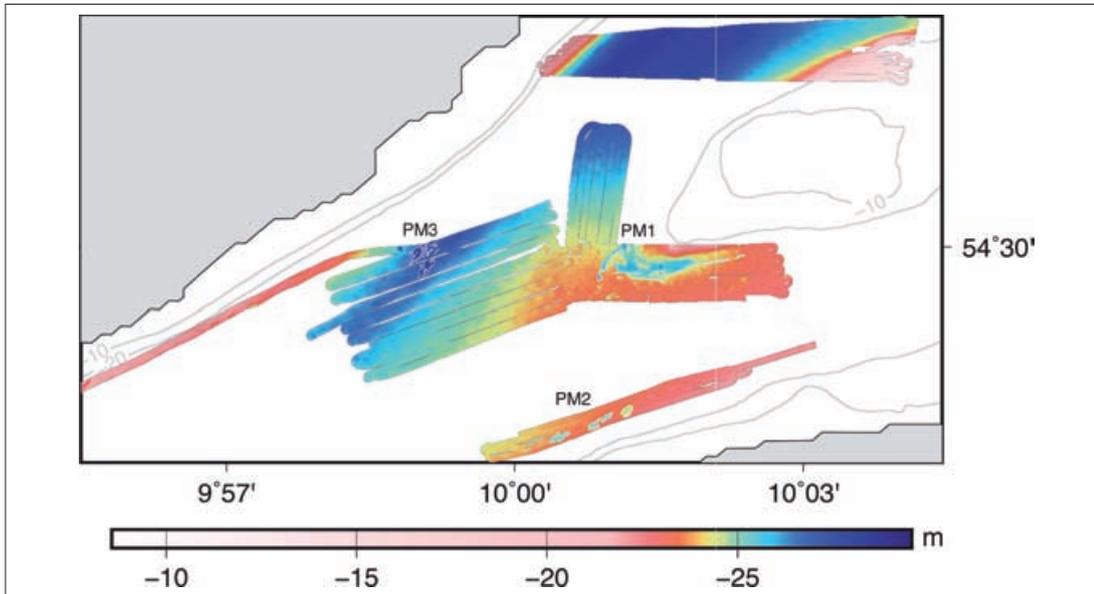
- Stratification of the water column is generally high due to higher salinity higher density oceanic North Sea water at depth overlain by lower salinity lower density Baltic Sea water. It is further enhanced in summer months by the formation of a strong thermocline, thus leading to minimal vertical mixing and sediment transport restricted to storm-induced waves. High organic flux to the seafloor, high rates of sedimentation, slow bottom currents, the net sedimentation environment, occasional anoxic conditions and the shallow depth of bioturbation cause ideal conditions for the production of methane (Richardson 1998). CT-Scans of sediment cores showed the presence of free gas in the porous sediments. Methane gas bubbles are present from 80 cm into the sediment with bubble radii ranging from 0.4 to 5 mm (Abegg and Anderson 1997). The tidal effect is insignificant, while wind, storm surges and baroclinic seiches control the sea level with oscillations of a main periodicity of 26–28 hours, which is called the Baltic Seiche (Richardson 1998).

High-resolution multibeam bathymetry data have been acquired using a fifth generation Kongsberg EM2040c multibeam echo sounder; the water column has been surveyed using a Simrad EK60 single-beam echo sounder; the shallow sub-bottom has been surveyed using an Innomar SES 2000 parametric echo sounder and in situ monitoring has been accomplished using an Imagenex Delta T 837b multibeam echo sounder mounted on a deployment system.

While bathymetry and shallow sub-bottom data processing and visualisation followed standard routines in MB-System and Seismic Unix, water column data and in situ monitoring data evaluation was customised. Water column data has been ana-

Nominiert für den  
DHYG Student Excellence  
Award 2016





**Fig. 1:** Overview map of Eckernförde Bay showing the extent of the grid. Grey areas indicate landmasses; grey lines indicate depth contour lines. Pockmark clusters PM<sub>1</sub> to PM<sub>3</sub> are highlighted with a white contour line

lysed using the Sonar5-Pro fishery research software. Similar to acoustically tracking individual fish this enabled the automation of single gas bubble release detection and distinction from fish based on the tracking of single echo detections (SED) and their evaluation and classification based on characteristics such as the vertical rise velocity and target strength. Scripts have been developed to analyse and visualise the location, target strength and gas bubble releases using Mathworks MATLAB.

In situ monitoring data have been visualised and gas bubble release events have been tracked with high temporal resolution in QPS FMMidwater. The resulting time-series has been analysed to identify potential gas release trigger mechanisms.

**Results**

Bathymetry data show three clusters of pockmarks (Fig. 1):

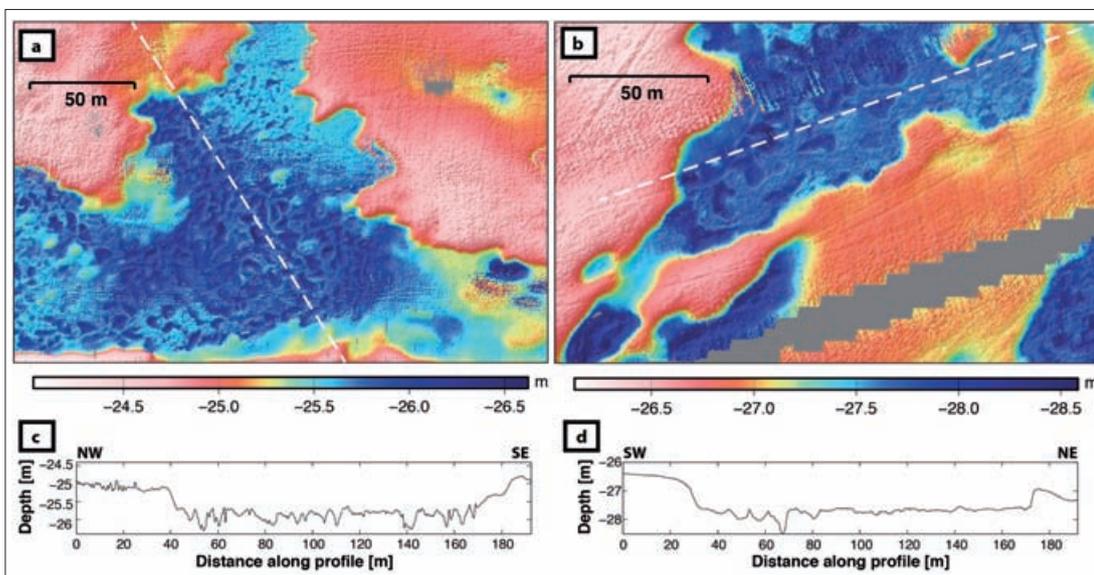
- close to the Mittelgrund shoal, elongated along its flanks (PM<sub>1</sub>);
- close to the southern boundary of the bay,

clustered along a SW-NE direction trend (PM<sub>2</sub>);

- close to the northern shore, with a light tendency of elongation in SW-NE direction (PM<sub>3</sub>).

The pockmark clusters are composed of bigger interconnected and smaller surrounding depressions. They do not exceed 2.5 m depth. Slope angles at the flanks are steep with up to 46°, while no pockmark cluster shows levees. PM<sub>2</sub> shows a cluster of micro-scale depressions right in the vicinity of macro-scale depressions. All pockmark clusters show a sense of elongation. PM<sub>1</sub> elongates around shoal Mittelgrund, while PM<sub>2</sub> as well as PM<sub>3</sub> elongate in a SW-NE direction, which roughly coincides with the direction of the shore. PM<sub>1</sub> is the only pockmark to show megaripple-like features (Fig. 2). PM<sub>3</sub> on the other hand shows rather concentric depressions inside the main depressions, which look like micro-scale pockmarks (Fig. 2).

Shallow sub-bottom data show blurry high amplitudes in very shallow depths due to shallow gas hindering deeper penetration of the signal in most



**Fig. 2:** Close-up of the pockmark floor of main depression of PM<sub>1</sub> (a); southwestern depression of PM<sub>3</sub> (b); profile over PM<sub>1</sub> (c) and profile over PM<sub>3</sub> (d). Dashed white line indicates profile line

References

Abegg, Friedrich; Aubrey L. Anderson (1997): The acoustic turbid layer in muddy sediments of Eckernförde Bay, Western Baltic: methane concentration, saturation and bubble characteristics; *Marine Geology*, Vol. 137, No. 1, pp. 137–147

Bange, Hermann W.; Ulrich Bartell; Spiridon Rapso-manikis; Meinrat O. Andreae (1994): Methane in the Baltic and North Seas and a re-assessment of the marine emissions of methane; *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 8, No. 4, pp. 465–480

Bange, Hermann W.; K. Bergmann; Hans-Peter Hansen; Annette Kock; Regine Koppe; Frank Malien; C. Ostrau (2010): Dissolved methane during hypoxic events at the Boknis Eck time series station (Eckernförde Bay, SW Baltic Sea); *Biogeo-sciences (BG)*, Vol. 7, pp. 1279–1284

parts of the survey area. Lamination of sediments is therefore hidden in most parts of the profiles, which indicates the presence of shallow gas in most areas. This acoustic turbidity hides most features of the sub-bottom, except for very shallow sediments north of PM1. Acoustic turbidity reaches closer to the seafloor inside pockmarks and is encountered deeper in the sediments remote of the pockmarks. This is in accordance with earlier investigations by Abegg and Anderson (1997), who found methane concentrations in very shallow sediments to be higher inside pockmarks than remote of them.

Water column data show three different types of gas bubble seepage:

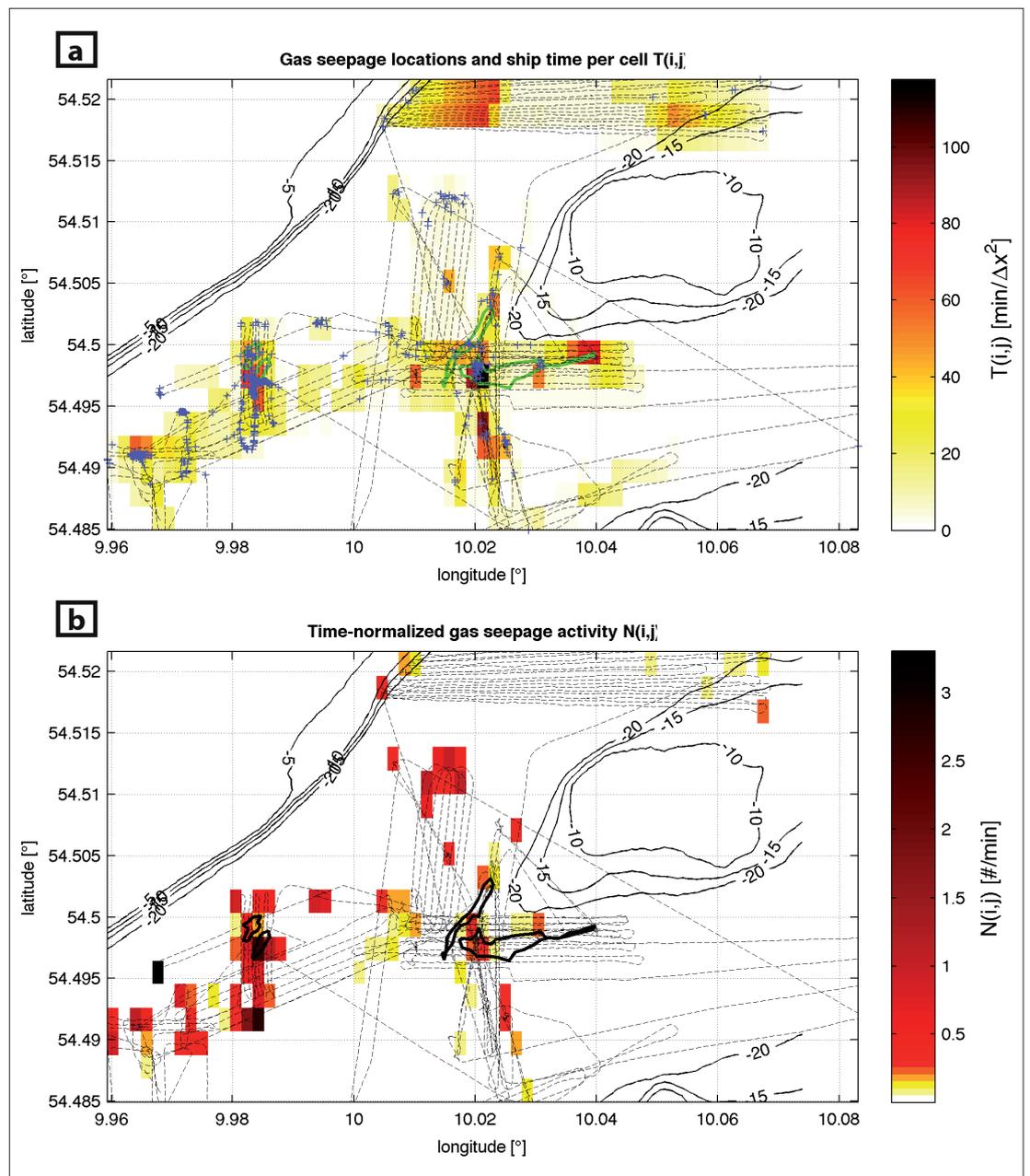
- low spatial density single gas bubble seepage, which can clearly be discriminated against each other,
- high spatial density single gas bubble seepage, where tracking of single gas bubbles is hindered by the high number of gas bubbles,

- multiple gas bubble seepage, where single gas bubbles escape from the seabed in intervals too short for the sonar system to clearly resolve single gas bubbles.

Despite the small footprint of the single-beam echo sounder (roughly 2.5 m for 20 m water depth), gas bubble releases have been found in wide areas of the bay (Fig. 3).

Gas seepage is clearly not restricted to pockmarked areas (Fig. 3a). Gas seepage activity is heterogeneous throughout the bay, but it is increased in the southwest of the survey area and restricted to gas-bearing muddy sediments (Fig. 3b).

Target strengths of single echo detections (SED) of single gas bubbles for different rising heights above the seafloor show an increasing trend for roughly the first metre of their rising height and an overall decreasing trend for maximum tracked rising heights. An inversion of target strengths based on an estimated acoustical backscattering cross-section of near-resonance gas bubbles leads to



**Fig. 3:** Grid showing the ship time spent in each cell  $T(\Delta x = 200 \text{ m})$  and locations of gas seepage (a); probability density distribution of gas seepage activity  $N(\Delta x = 200 \text{ m})$ . Thin black lines indicate depth contours; bold green/black lines indicate pockmark clusters PM1 and PM3; dashed lines represent the ship track; blue crosses indicate gas seepage locations. Note that PM2 is not represented due to the lack of gas seepage in the southern extent of the bay

gas bubble radii ranging from 1.44 mm to 3.51 mm with a mean of  $2.26 \pm 0.53$  mm.

In situ monitoring data show gas bubble ebullition frequencies between approximately 1 to 6 gas bubbles per minute at an active gas seep site. The mean ebullition frequency is  $2.86 \pm 0.91$  min<sup>-1</sup>. Spectral peaks have been found for 21.3, 7.1, 4.7, 3.9 and 1.3 hours, while the 21.3 hours peak shows about two-fold amplitude of the other peaks and is therefore considered the dominant period of gas bubble release (Fig. 4). It shows a strong correlation with the Baltic Seiche main water level oscillation period of 21.8 hours during the time of in situ monitoring.

To investigate the effect of methane flux from the seabed by gas bubble ebullition for a hypothetical stagnant water column, the gas seepage activity  $N(\Delta x = 50$  m) with a grid cell size of 50 m has been used as the basis to estimate the spatial gas seepage activity. The ebullition frequency of single gas bubbles derived from in situ monitoring data in combination with the bubble volume derived from target strength assessment has been used to estimate the methane flux. It is calculated for the time span of one day assuming 100 % methane concentration at initial release of gas bubbles from the seabed.

The low end of methane flux of 3.5 to 20.1  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$  derived for the minimum ebullition frequency for all cells showing seepage is comparable to fluxes of 5 to 20  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$  estimated by Jackson et al. (1998). However, methane fluxes derived for the mean and the maximum ebullition frequency of 9.9 to 142.5  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$  and 20.1 to 289.3  $\mu\text{Mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ , respectively, are considerably higher. The range of derived methane fluxes is large, which is owed to the cubic dependence of bubble volume. However, methane fluxes in this range may well explain highly elevated methane concentrations found in the Eckernförde Bay during the campaign.

Estimating the total methane flux of all gas seepage locations for the mean bubble volume and the mean ebullition frequency for in situ conditions yields 181 L d<sup>-1</sup>, which equals 23 Mol d<sup>-1</sup>. To put this in perspective: one cow emits approximately 200 L d<sup>-1</sup>, which corresponds to 9 Mol d<sup>-1</sup>. Thus, the mean methane emissions derived for all gas seepage locations is about 2.5-fold higher than emissions of one cow. However, the estimations range up to 1185 L d<sup>-1</sup> corresponding to 150 Mol d<sup>-1</sup>. This is about 17-fold higher than emissions of one cow.

Subsequently, the methane emissions derived here can be considered to have an insignificant effect on atmospheric methane emissions. Nonetheless, the number of seepage locations in the Eckernförde Bay may be highly underestimated due to limited coverage.

## Conclusions

Earlier studies focused on pockmarks and acoustic turbidity due to reverberation of resonating gas

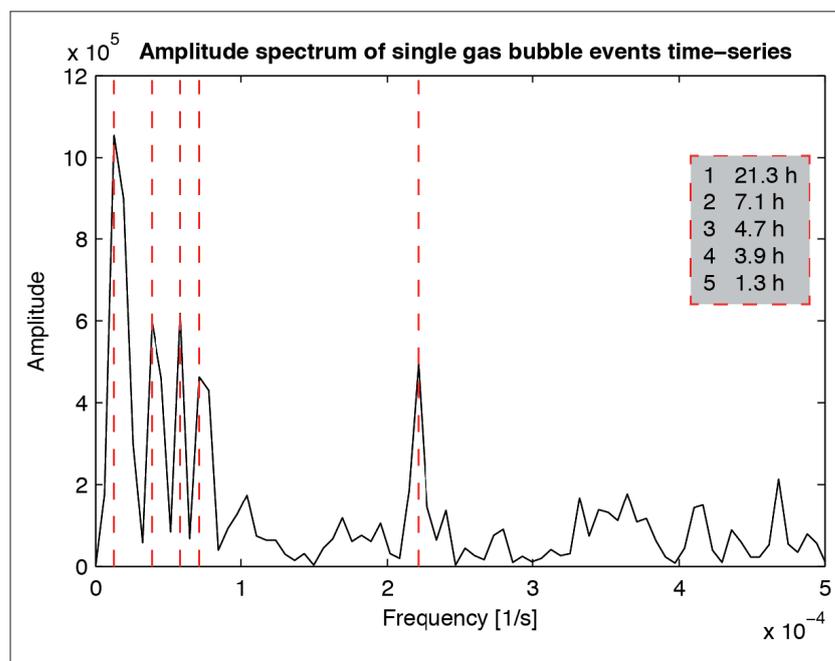


Fig. 4: Amplitude spectrum of gas bubble count time-series

bubbles in the sediment, whereas more recent studies focused on methane flux. Most studies used indirect means to quantify the methane flux to the atmosphere by measuring its concentration in the water column and related parameters (Bange et al. 1994, 2010; Lennartz et al. 2014). Jackson et al. (1998) tried to quantify methane flux to the water column by gas ebullition using a circularly scanning sonar to monitor the water column close to the seafloor. However, their resolution was limited and targets were ambiguous. For the first time, the data acquired during research campaign AL447 visualise gas bubbles rising through the water column with additional target strength information.

The following conclusions can be drawn from the results and discussion presented in this thesis:

- Modern high-resolution broadband multi-beam echo sounding can resolve small-scale ripple-like structures and micro depressions on the pockmark floor.
- High correlation of sea level oscillations and gas seepage activity suggests fluctuations in hydrostatic pressure due to the Baltic Seiche to be a trigger mechanism of gas seepage.
- Gas seepage is widespread and not restricted to pockmarked areas; however, it is restricted to gas bearing muddy sediments and anaerobic methanogenesis due to oxygen depletion during late summer and autumn.
- Gas seepage activity is heterogeneous but is increased in the West of the survey area.
- Derived methane flux from the sediment-water interface in Eckernförde Bay can explain highly elevated methane concentrations in the water column close to the seafloor for typical dissolution rates of gas bubbles. [↕](#)

- ...  
Lennartz, Sinikka T.; Andreas Lehmann; Josephine Herrford; Frank Malien; Hans Peter Hansen; Harald Biester; Hermann W. Bange (2014): Long-term trends at the Boknis Eck time series station (Baltic Sea), 1957–2013: does climate change counteract the decline in eutrophication? *Biogeosciences*, Vol. 11, No. 22, pp. 6323–6339
- Richardson, Michael (1998): Coastal Benthic Boundary Layer: A Final Review of the Program; NRL Memorandum Report, Marine Geosciences Division-Naval Research Laboratory: Washington, DC
- Schüler, Friedrich (1952): Untersuchungen über die Mächtigkeit von Schlickschichten mit Hilfe des Echographen; *Deutsche Hydrographische Zeitschrift*, Vol. 5, No. 5–6, pp. 220–231
- Whiticar, Michael J. (1978): Relationships of interstitial gases and fluids during early diagenesis in some marine sediments; *Sonderforschungsbereich 95, Uni Kiel*
- Schneider von Deimling, Jens (2015): R/V ALKOR cruise report AL447: Controls on methane seepage in the Baltic Sea, 20th Oct.-04th Nov., 2014

# Automatische Erkennung von Objekten in der Wassersäule

Ein Beitrag von OSKAR KRIWAT

Multibeam-Sonare wie die hier verwendeten ELAC SeaBeam 3030 und 3050 werden schon seit Längerem nicht mehr nur zur Bathymetrie, sondern auch zur Speicherung von Daten der Wassersäule (Water Column Imaging – WCI) mit großen Öffnungswinkeln und hoher Auflösung verwendet. Diese Daten eignen sich dazu, Objekte in der Wassersäule aufzuspüren. Da es sehr aufwendig ist, wenn Menschen die Überwachung oder Analyse der Sonardaten durchführen, ist der Bedarf nach einer automatischen Erkennung von Objekten in der Wassersäule groß. Insbesondere die Erkennung von Gasfahnen submariner Gashydrate ist von Bedeutung. Hierzu wurde in der Bachelorarbeit »Automatische Erkennung von Objekten in der Wassersäule mit Hilfe von Tracking-Algorithmen«, die bei Wärsilä ELAC Nautik durchgeführt wurde, eine entsprechende Software maßgeblich entwickelt.

## Autor

Oskar Kriwat studiert Elektro- und Informationstechnik im Master an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

oskar.kriwat@wartsila.com

WCI | Fächerecholote | Gasaustritte | Objekterkennung | Automatic Object Detector | Clustering | Gating

## 1 Einleitung

Gashydrate, insbesondere Methanhydrat, treten vor allem an Kontinentalhängen auf. Sie stellen die weltweit größte Reserve an fossilem Kohlenstoff dar. Da das Methan in einem grenzstabilen Zustand vorliegt, können geringe Temperatur- oder Druckveränderungen bereits einen Zerfall der Hydrate und ein Aufsteigen des Methangases verursachen. Die Methanblasen können Gasfahnen in der Wassersäule bilden, welche als Indikator für Gashydratvorkommen gelten. Diese Fahnen können sich über 100 m in die Höhe erstrecken. Mit Fächerecholoten lassen sich Bilder der Wassersäule aufzeichnen (WCI-Daten), auf welchen diese Gasfahnen zu erkennen sind. Da Gashydrate sehr großflächig verteilt sind, ist es sehr aufwendig, die Vorkommen zu erkunden. Hierfür und für einen eventuellen Abbau als fossile Energiequelle soll eine Lösung geschaffen werden, die automatisiert eine Erfassung von Gasaustritten durchführen kann. So kann eine Kartographierung der Gasvorkommen oder ein Monitoring von eventuellen Gaslecks deutlich erleichtert werden.

Zu diesem Zweck wurde bei Wärsilä ELAC Nautik eine Software zur automatischen Auswertung der WCI-Daten und zum Auffinden von Objekten

in der Wassersäule entwickelt, der Automatic Object Detector (AOD). Eine zentrale Anforderung an den AOD ist, dass er intuitiv von einem Nutzer ohne besondere Vorkenntnisse verwendet werden kann. Insbesondere wurde dafür eine Nutzeroberfläche für alle Einstellungen sowie zum Starten und Beenden des Programms entwickelt. Ein rudimentärer Software-Rahmen, der WCI-Daten und Konfigurationsdaten einlesen konnte, lag zu Beginn der hier vorgestellten Bachelorarbeit bereits vor.

Die Software wurde speziell für Daten der ELAC SeaBeam 3030/3050 Multibeam-Sonare entwickelt. Diese führen eine Yaw-Stabilisierung mittels mehrerer Teilfächer durch, welche unterschiedliche Sendefrequenzen besitzen und damit verschiedene Bereiche beschallen (Abb. 1). Die Teilfächer werden getrennt gespeichert und erst in der Anwendung wieder zusammengefügt.

## 2 Datenaufbereitung

Im Vergleich beispielsweise zu optischen Aufnahmeverfahren sind die Daten von Sonaranlagen stark gestört. Deshalb müssen als Vorbereitung für die eigentliche Objekterkennung Störungen, Artefakte und insbesondere auch Nebenkeulen entfernt werden. Zusätzlich wird das Bodenecho entfernt, um die Erkennung von Objekten zu erleichtern. Ziel ist es, dass während des eigentlichen Lokalisiervorgangs nur noch die gewünschten Objekte in den WCI-Daten vorhanden sind.

### 2.1 Originaldaten

Im Folgenden wird die kartesische Darstellung der WCI-Daten verwendet, bei der Raumwinkel und Entfernung die Koordinatenachsen bilden, was zu einer verzerrten Ansicht des Raumes führt. Diese Darstellung wird verwendet, da sie algorithmisch leichter verarbeitet werden kann und die Sonaranlagen die Daten in dieser Form bereits bereitstellen.

Um Rechenzeit zu sparen, können die Daten auf

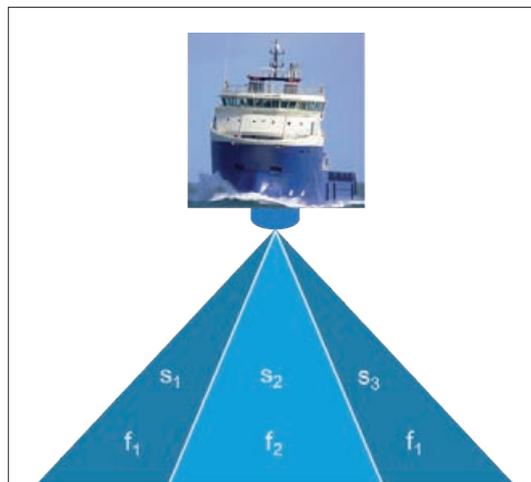


Abb. 1: Veranschaulichung der Beschallung mit drei Sektoren und zwei Frequenzen

einen wählbaren Bereich zugeschnitten werden, in dem Objekte von Interesse erwartet werden.

Abb. 2 zeigt einen Ausschnitt von WCI-Daten, bei denen die oben genannten Teilflächen bei etwa  $35^\circ$  und  $-35^\circ$  zu einem gesamten Fächer mit etwa  $110^\circ$  Fächerbreite zusammengeführt wurden, wodurch im WCI-Bild eine sichtbare vertikale Kante entsteht. Im Bereich um  $40^\circ$  ist eine deutliche Gasfahne zu erkennen.

## 2.2 Nebenkeulenunterdrückung

Nebenkeulen des empfangsseitigen Beamformings stellen eine starke Störquelle dar. Insbesondere nach dem ersten Bodenkontakt machen die Pegel das Erkennen von Objekten deutlich schwieriger. Sie erstrecken sich über alle Werte einer Entfernung (in der kartesischen Darstellung also auf waagerechten Linien, siehe Abb. 2). Die Nebenkeulen lassen sich über geeignete Schwellenwerte reduzieren.

## 2.3 Reduktion von Störungen und Artefakten

Für die Reduktion von weiteren Störungen und Artefakten wurden unterschiedliche Ansätze verfolgt: Anfangs wurden nacheinander alle Werte eines Raumwinkels (Beams) und alle Werte einer Entfernung jeweils durch ihren Mittelwert geteilt (Normalisierung) und verworfen, wenn sie unter einem Schwellenwert liegen. Danach wurde rücknormalisiert, um Amplitudengleichheit zu gewährleisten. Besser bewährt hat sich während der Arbeit jedoch ein LUM-Filter (LUM – Lower Upper Median), welches mehrfach auf jedes WCI-Bild angewendet werden kann. Ein LUM-Filter ist ein erweitertes Median-Filter, welches Amplituden umsortiert und keine neuen errechnet. Nach dem LUM-Filter wird noch ein gleitendes Mittelwertfenster angewendet, welches die Daten weiter glättet.

## 2.4 Entfernung des Bodenechos

Im Rahmen der Arbeit wurde ein vorhandener adaptiver Bodenerkennung in den AOD integriert, der mit den Grenzen seines Suchbereichs dem Bodenprofil folgt. Dieser dient dazu, den Boden möglichst zu entfernen. Hierfür wird eine erwartete Echolänge von der gefundenen Bodentiefe abgezogen. Alle danach aufgenommenen Werte werden entfernt.

## 2.5 Ergebnis der Datenaufbereitung

Das Ergebnis aller vorhergehenden Schritte ist in Abb. 3 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass fast alle Amplituden, die nicht zu der Gasfahne gehören, durch die Aufbereitung entfernt wurden.

## 3 Objekterkennung

Nach der Datenaufbereitung werden Positionen mit erhöhten Amplituden gegenüber dem umgebenden Gebiet als vorläufige Objekte lokalisiert. Die nachfolgende Bearbeitung erfolgt dann auf ei-

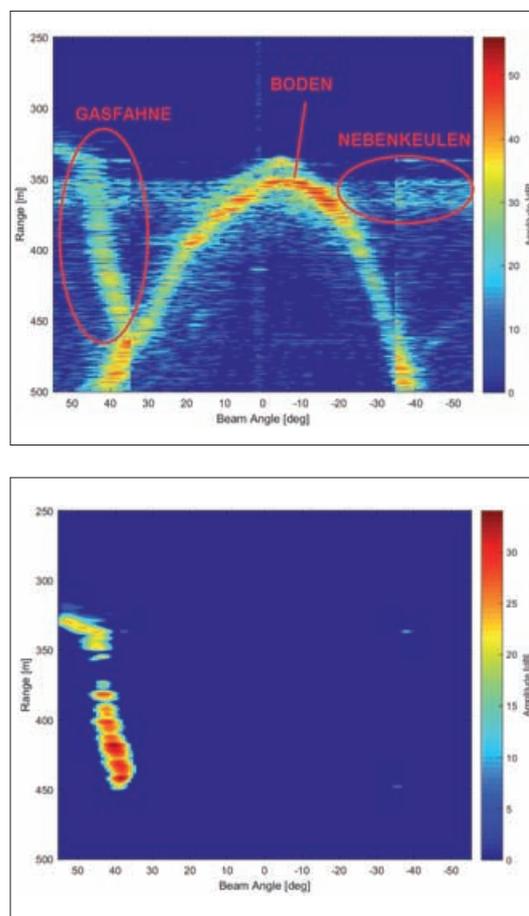


Abb. 2: Ausschnitt aus den WCI-Daten eines ELAC SeaBeam 3050 mit markierten Störungen

Abb. 3: WCI-Daten nach Datenaufbereitung durch den AOD

ner sogenannten Objektebene, das heißt die WCI-Daten werden nicht weiter verwendet.

In der Objektebene werden nur noch Listen mit Informationen über die Objekte wie beispielsweise Position oder Amplitude verarbeitet.

Die vorläufigen Objekte werden durch die folgenden, ebenfalls in der Bachelorarbeit entwickelten Schritte auf Gasfahnen-Eigenschaften untersucht und zusammengefasst.

In den Gasfahnen erzeugen die Schallreflexionen von Gasblasenverbänden benachbarte Flächen mit überhöhten Amplituden. Einzelne Gasblasen werden in der Regel nicht erkannt.

## 3.1 Clustering von Objekten

Gasfahnen sind Aggregationen einer gewissen Anzahl von benachbarten Gasblasenverbänden, die in Bodennähe beginnen und sich nach oben erstrecken. Diese Kriterien werden im Clustering mit einbezogen. Hierbei wird angenommen, dass ganze Gasfahnen auf den WCI-Daten eines Pings vorhanden sind.

Aufgrund der Nähe der benachbarten Gasblasenverbände werden beim Clustering pro Ping die einzelnen Objekte nach dem »Single-Linkage Verfahren« zusammengefasst. Das bedeutet, dass ein Cluster dann vollständig ist, wenn keines der Objekte mehr einen Mindestabstand zu irgendeinem anderen Objekt, das nicht zu dem Cluster gehört, unterschreitet.

Anschließend werden die ermittelten Cluster weiter analysiert und deren Flächen approximiert.

Ausgezeichnet mit dem  
DHyG Student Excellence  
Award 2016



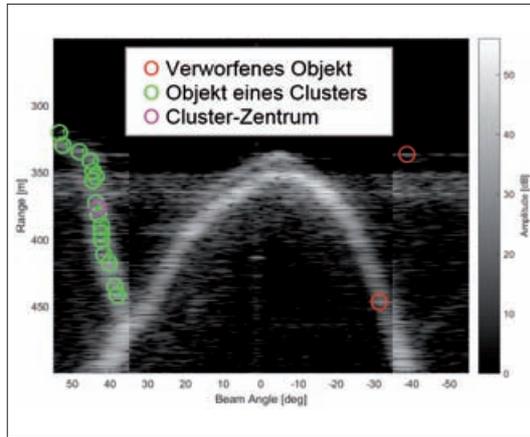


Abb. 4: Ergebnis nach dem Clustering (im Hintergrund schwarz-weiße, originale WCI-Daten)

Hierbei wird jedes Cluster auf bestimmte Eigenschaften untersucht, um andere Objekte oder Reststörungen von Gasfahnen zu trennen. Cluster, die folgende Anforderungen nicht erfüllen, werden verworfen:

- Jedes Cluster muss ein Objekt beinhalten, das nah genug am Boden ist.
- Jedes Cluster muss ein Objekt beinhalten, das eine bestimmte Höhe über dem Boden erreicht.
- Jedes Cluster muss eine minimale Anzahl an Objekten beinhalten.

Die grünen Kreise in Abb. 4 markieren die Positionen von lokalisierten Objekten, die zu einem Cluster zusammengefasst wurden, und zwar mit einer pingbezogenen Cluster-Nummer, die jeweils innerhalb der grünen Kreise platziert ist. Um den Bezug zu den WCI-Daten sichtbar zu machen, sind die Objektpositionen auf den Originaldaten eingetragen. Der purpurne Kreis markiert die Mittenposition des Clusters. Rote Kreise markieren Objekte, die nach dem Clustering verworfen wurden.

Hierbei ist anzumerken, dass die Parameter für

Abb. 5: Verdeutlichung der Schritte des AOD

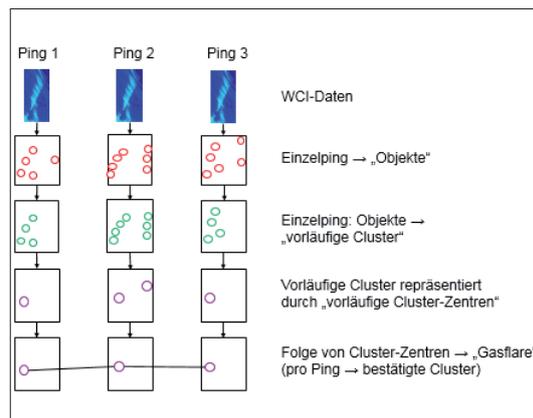
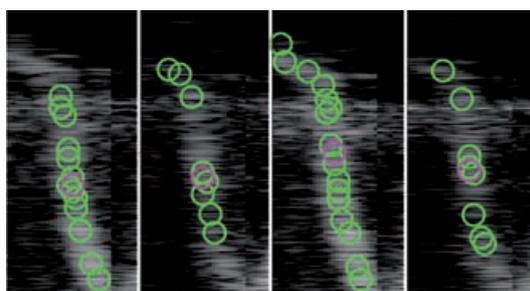


Abb. 6: Tracking-Ergebnis



die Bodennähe und Bodenentfernung so eingestellt wurden, dass Gasfahnen möglichst gut erkannt werden können. Jedoch ist es durchaus möglich, mit angepassten Parametersätzen auch andere Objekte in der Wassersäule zu erkennen und Gasfahnen beispielsweise gezielt auszusortieren.

Die verbleibenden pingbezogenen Cluster werden anschließend im Kontext mehrerer Pings untersucht, wie nachfolgend beschrieben.

### 3.2 Tracking der Cluster-Mittelpunkte

Die Schlüssigkeit der Cluster über mehrere Pings wird mit einem vereinfachten Tracking der Cluster-Mittelpunkte ermittelt. Es wird angenommen, dass das Schiff mit konstanter Geschwindigkeit geradeaus fährt und mit jedem Ping einen gewissen Bodenbereich (»Footprint«) untersucht, wohingegen Gasfahnen stationär sind.

Es wird daher erwartet, dass ein Cluster aufgrund seiner räumlichen Ausdehnung in M aufeinanderfolgenden Pings im Footprint des Sonars liegen muss. Um diverse Störfaktoren zu kompensieren, wird akzeptiert, dass nur in N aus M Pings die Gasfahne tatsächlich zu erkennen ist. Allerdings dürfen dabei nur L aufeinanderfolgende Lücken entstehen. Diese Kriterien werden »M/N/L-Logik« genannt.

Um festzustellen, ob ein Cluster in einem Folgeping wieder gefunden wurde, wird ein Gating durchgeführt. Hierbei wird ein Fenster um die letzte bekannte Position gelegt und in diesem nach einem neuen Cluster-Zentrum gesucht. Ist eins vorhanden, wird angenommen, dass es sich dabei um dieselbe Gasfahne handelt wie zuvor. Werden mehrere Cluster-Zentren gefunden, wird der Track verzweigt und beide Pfade werden weiter verfolgt. Hierdurch wird auch die Notwendigkeit des Clusterings zur Minimierung der zu verfolgenden Objekte begründet, da die Anzahl der Tracks exponentiell mit der Anzahl der zu verfolgenden Objekte steigen kann.

Sind alle Kriterien (M/N/L) erfüllt, werden die Cluster, die bis dahin nur einen vorläufigen Status hatten, als bestätigte Cluster markiert und ihre Positionen vom AOD in eine XML-Datei, das Object Log, geschrieben.

Die einzelnen Schritte von den identifizierten Einzelobjekten bis hin zum Tracking sind in Abb. 5 noch einmal dargestellt.

In Abb. 6 ist das Ergebnis des Trackings für vier Pings dargestellt.

## 4 Bewertung der Ergebnisse

Im Folgenden werden verschiedene Aspekte des AOD wie Benutzbarkeit, Performance und Detektionswahrscheinlichkeit bewertet.

### 4.1 Konfigurationsparameter

Der AOD besitzt ungefähr 80 Konfigurationsparameter. Davon sind ungefähr 15 für allgemeine Programmeinstellungen wie das zu speichernde Bild-

format oder die Farbe der Objektmarkierungen zuständig. Die restlichen 65 sind algorithmische Parameter, die noch nicht abschließend optimiert worden sind und die mitunter erheblichen Einfluss auf den AOD und Wechselwirkungen untereinander haben.

## 4.2 Vereinfachungen

Bei der Entwicklung des AOD wurden mehrere Vereinfachungen vorgenommen: Um die Komplexität des AOD zu begrenzen, wurde in der Entwicklung darauf verzichtet, stark verdriftete Gasfahnen, von denen nur eine Scheibe in einem Ping aufgenommen werden kann, zu detektieren. Außerdem wurde eine konstante Schiffsgeschwindigkeit angenommen, mit der die Tracking-Parameter bestimmt wurden.

Da einzelne Gasblasen im Allgemeinen nicht trennbar sind, werden genau genommen Gasaggregationen detektiert und zu Gasfahnen zusammengefasst, deren Amplituden in den WCI-Daten stark fluktuieren.

## 4.3 Systematische Evaluierung

Für die Optimierung der algorithmischen Parameter ist es erforderlich, eine fundierte Aussage über die Ergebnisse des AOD liefern zu können. In der Bachelorarbeit wurden vier grundlegende Ereignisse für die Evaluierung definiert:

- In einem Ping wurde eine Gasfahne richtig detektiert (True Positive – TP). Dies kann mehrfach pro Ping passieren.
- In einem Ping ohne Gasfahne wurde keine Gasfahne erkannt (True Negative – TN). Dies kann nur ein Mal pro Ping passieren.
- Eine Gasfahne wurde entdeckt, wo tatsächlich keine vorhanden war (False Positive – FP). Dies kann in einem Ping mehrfach auftreten.
- Eine Gasfahne wurde nicht entdeckt (False Negative – FN). Dies kann ebenfalls mehrfach pro Ping passieren.

Zu beachten ist hierbei, dass jeder Ping einzeln ausgewertet wird. Insbesondere die Anzahl der »True Positives« ist nicht direkt mit der realen Anzahl an Gasfahnen verknüpft, da nicht beachtet wird, ob es sich in aufeinanderfolgenden Pings um dieselbe Gasfahne handelt oder nicht.

Basierend auf den obigen Ereignissen lassen sich eine Detektionswahrscheinlichkeit  $P_D$  sowie eine Falschalarmrate FAR berechnen:

$$P_D = \frac{\text{Anzahl der TP}}{\text{Anzahl der TP} + \text{Anzahl der FN}}$$

$$FAR = \frac{\text{Anzahl der FP}}{\text{Anzahl der Pings}}$$

Wärtsilä ELAC Nautik hat basierend auf den Definitionen aus der Bachelorarbeit eine Software zur systematischen Evaluierung des AOD bezüglich der oben genannten Ereignisse entwickelt. In dieser können Object-Log-Dateien, die beispielsweise

vom AOD generiert wurden, mit anderen Object-Log-Dateien abgeglichen werden, wobei eine der beiden Dateien als korrekte Referenz dient. Um Referenzdateien zu generieren, wurden von Hand Tausende Pings auf Gasfahnen untersucht und Object-Log-Dateien erstellt. So eröffnet sich die Möglichkeit einer fundierten Aussage über die Leistung des AOD.

Bei der Entscheidung, welches der oben genannten Ereignisse jeweils vorliegt, werden gewisse Toleranzen im Winkel, in der Entfernung und in Ping-Richtung, also in der Zeit, zugelassen. Mit der Software lässt sich gut systematisch analysieren, wie sich Veränderungen in den Algorithmen des AOD oder in den Parametern auf die Endergebnisse auswirken. Es lassen sich durch die Darstellungen auch direkt Pings identifizieren, in denen der AOD bessere oder schlechtere Ergebnisse erzielt hat, sodass die Ursachen schneller identifizierbar sind.

Im Folgenden werden Daten, die 2010 vom Geomar im Donaudelta aufgenommen wurden, verwendet. Aus diesem Datensatz stammen auch die obigen Auszüge.

Für Abb. 7 wurden 2300 Pings ausgewertet mit hohen Toleranzen innerhalb eines Pings und einem Ping erlaubter Abweichung in Ping-Richtung. Die hohen Toleranzen innerhalb eines Pings wurden zunächst deshalb zugelassen, weil die genaue Lage einer Gasfahne unter dem Schiff weniger wichtig bewertet wurde, als die Information, dass eine Gasfahne in dem überfahrenen Gebiet vorhanden war. Die große Anzahl der »True Positives« in Abb. 7 resultiert daraus, dass oftmals mehrere Gasfahnen auf aufeinanderfolgenden Pings richtig detektiert wurden, wobei jede gefundene Gasfahne auf jedem Ping als »True Positive« zählt.

Aus den Daten wurden für den untersuchten Datensatz mit den untersuchten Parametern eine Detektionswahrscheinlichkeit  $P_D = 84,1\%$  sowie eine Falschalarmrate  $FAR = 0,105$  bestimmt. Die Testergebnisse sind vielversprechend und zeigen, dass der AOD ein hilfreiches Werkzeug zur automatischen Erkennung von Objekten in der Wassersäule ist.

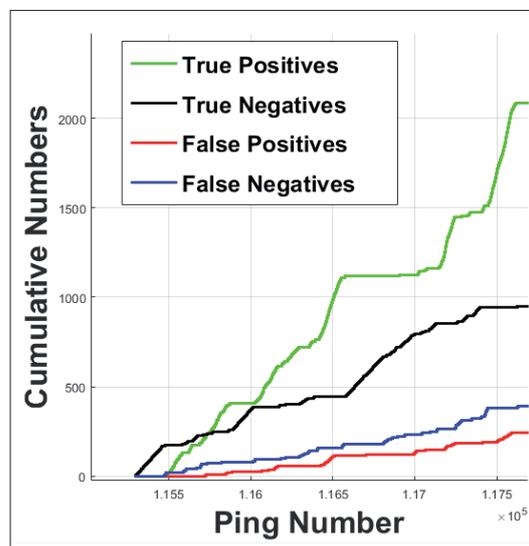


Abb. 7: Darstellung der Ergebnisse der Evaluierung eines AOD-Laufs über etwa 2300 Pings

#### 4.4 Object Log

Die entstehenden XML-Dateien, welche die Lage aller gefundenen Objekte enthalten, sind kompatibel mit dem ELAC WCI Viewer, einem Programm von Wärtsilä ELAC Nautik zur Online- und Offlinedarstellung von hochaufgelösten WCI- und Sensordaten. Sie können von diesem Programm zu Analysezwecken eingelesen und angezeigt werden.

#### 4.5 Stand der Produktentwicklung

Der AOD wurde nach der Bachelorarbeit im Rahmen einer Werkstudententätigkeit weiterentwickelt, und zwar schwerpunktmäßig hinsichtlich der Bedienbarkeit und Performance.

Der AOD ist eine operational anwendbare Software-Applikation, die von Nutzern intuitiv verwendet werden kann. Sie besitzt eine graphische Nutzeroberfläche, über die alle relevanten Informationen dargestellt und alle Parameter eingestellt werden können. Außerdem können Bilder und Videos von Zwischenschritten erstellt werden, was für die Analyse von Algorithmen sehr hilfreich ist. Alle Ergebnisse und die verwendete Konfiguration werden in einem wählbaren Verzeichnis abgelegt.

#### 4.6 Performance

Der AOD ist derzeit noch nicht für Echtzeitanwendungen einsetzbar. Die Laufzeit des AOD wird von Parametern wie dem ausgewählten Lokalisieralgorithmus, der Anzahl der LUM-Filterungen und dem gewählten Ausschnitt aus den Daten maßgeblich mitbestimmt.

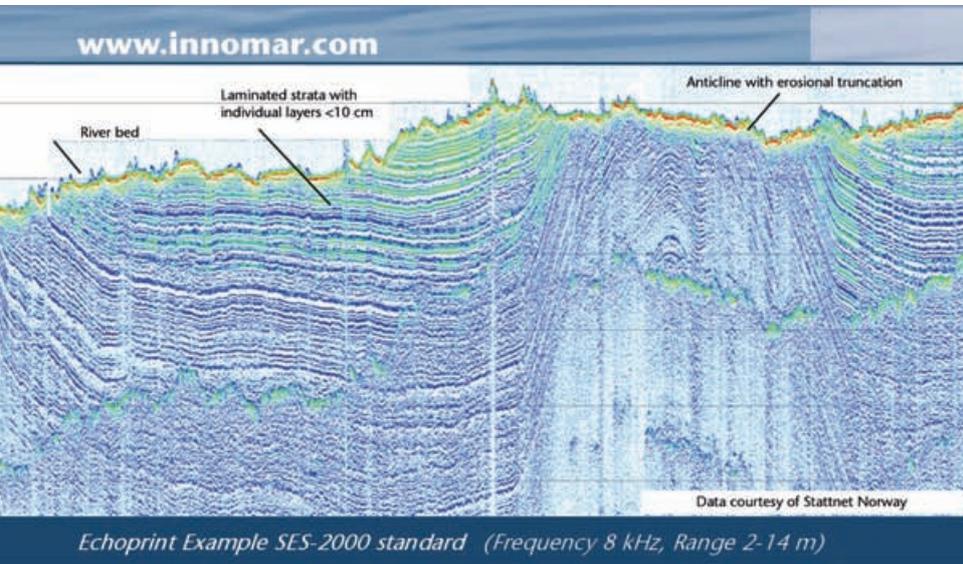
Typischerweise werden Datenverarbeitungsraten von 30 MB/s bis 100 MB/s erreicht, was etwa 3 bis 10 Sekunden pro Ping entspricht.

Zu beachten ist dabei, dass derzeit nur ein Prozessorkern für die Berechnungen benutzt wird, was durchaus Raum für Optimierungen lässt.

#### 5 Ausblick

Für die Zukunft sollen mit Hilfe der oben genannten Evaluierungssoftware die Konfigurationsparameter weiter untersucht und optimiert werden. Gegebenenfalls wird es möglich sein, die Anzahl der einzustellenden Parameter zu reduzieren.

Darüber hinaus sind weitere Performance-Optimierungen des AOD geplant. Es ist das Ziel, unter anderem durch Parallel Processing die Algorithmen so zu beschleunigen, dass die Software online, das heißt während des Aufzeichnens der WCI-Daten, verwendet werden kann. 



### SES-2000 Parametric Sub-Bottom Profilers

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

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

3 m  
5 m  
7 m  
9 m  
11 m  
13 m

SES-2000 compact

SES-2000 standard

SES-2000 AUV/ROV

SES-2000 medium  
SES-2000 deep

Innomar

# Bestimmung von Durchfahrtshöhen an Kanalbrücken mittels Laserscanning

Ein Beitrag von KATHRIN REIFER

Zu den Aufgaben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung zählt die Ermittlung und Dokumentation von maximalen Durchfahrtshöhen an Kanalbrücken. Aktuell werden die entsprechenden Daten vergleichsweise aufwendig und punktuell per Nivellement erfasst. In Kooperation mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt in Duisburg-Meiderich wurde ein Verfahren entwickelt, die Durchfahrtshöhen aus Laserscanningdaten abzuleiten. Zwei unterschiedliche Systeme, ein Zoller + Fröhlich Imager 5010 C sowie eine Leica Nova MS50, wurden verglichen.

Brückendurchfahrtshöhe | Nivellement | Laserscanning | Leica Nova MS50 | Zoller + Fröhlich Imager 5010 C

## Ausgangssituation

Die Bestimmung der Durchfahrtshöhe an Kanalbrücken ist eine wichtige Aufgabe des Wasser- und Schifffahrtsamt Duisburg-Meiderich, denn von ihr hängt ab, ob Schiffe diesen Teil des Kanals befahren können. Bei Kollisionen von Schiffen an Brücken kann es zu erheblichen Sach- und Personenschäden kommen. Die Durchfahrtshöhe der jeweiligen Brücke ergibt sich aus dem niedrigsten Punkt der Konstruktionsunterkante und dem planfestgestellten Wasserstand des Kanals. Zur Bestimmung wird aktuell ein Nivellement durchgeführt. Da das Nivellement in der Höhenbestimmung mehrere Schwächen aufweist, sollte die Bestimmung der Höhen mit terrestrischem Laserscanning erprobt werden.

## Ziel

Ziel der Untersuchung war es, die Durchfahrtshöhe mittels zweier unterschiedlicher Laserscanningssysteme zu bestimmen und den Ablauf der Vorbereitung, Messung und der Auswertung zu beschreiben. Bei diesen Systemen handelte es sich um die Leica Nova MS50 und den Zoller + Fröhlich Imager 5010 C. Die zugehörige Software ist Leica Cyclone und Zoller + Fröhlich LaserControl. Die beiden Systeme wurden hinsichtlich ihres Nutzens für die Bestimmung von Durchfahrtshöhen betrachtet. Außerdem wurden die Systeme mit dem aktuellen Messverfahren verglichen und es wurde eine Gegenüberstellung beschrieben. Abschließend wurde eine Handlungsempfehlung gegeben. Auf diese Weise sollte sich herausstellen, ob ein Umstieg auf das terrestrische Laserscanning sinnvoll ist.

## Nachteile des aktuellen Verfahrens

Bei Brücken, die höher als 5 m sind, kann keine Nivellierlatte mehr angehalten werden. Baulich bedingt ist es bei einigen Brücken schwierig, identische Punkte in der Doppelmessung anzuhalten. Es entstehen Fehler unter anderem durch die Vermessung falscher Konstruktionspunkte, da durch das Nivellement nur eine punktuelle Messung möglich ist und der niedrigste Punkt häufig nur

schwer wiederzufinden ist (Abb. 1). Demzufolge ist das Ergebnis der Messung nicht eindeutig. Da für die Messung ein Schiff benötigt wird, ist ein hoher organisatorischer und personeller Aufwand erforderlich. Da entsprechend dem Strömungsverhalten und der Bootsloge bei einigen Brücken analog gemessen werden muss, entstehen Ablese- und Rundungsfehler. Wenn ein reger Schiffsverkehr auf dem Kanal herrscht, wird der Zeitaufwand für die Messung sehr hoch, da der Kapitän Rücksicht auf passierende Schiffe nehmen und gegebenenfalls an den Rand fahren muss.

## Beschreibung der verwendeten Geräte und Software

Laserscanning ist die dreidimensionale Erfassung von Objektoberflächen mit einem Laserstrahl. Das Ergebnis ist eine Wolke aus Punkten auf der Oberfläche, Punktwolke genannt (Deumlich u. Staiger 2002, S. 403).

Terrestrische Laserscanner lassen sich in unterschiedliche Kategorien unterteilen. Eine grundlegende Einteilung der Messsysteme kann anhand der Punktbestimmung durchgeführt werden. »Bei den terrestrischen Systemen werden die gesuchten zwei- oder dreidimensionalen Größen entweder nach dem Triangulations- oder nach

## Autorin

Kathrin Reifer hat an der der Hochschule Bochum Vermessung studiert. Sie arbeitet für das Wasser- und Schifffahrtsamt Tönning als Sachbearbeiterin Vermessung und Liegenschaften

Kathrin.Reifer@wsv.bund.de

**Abb. 1:** Anhalten eines Punktes auf der Wasserlinie und in der Brückenmitte





**Abb. 2:** Leica Nova MS 50 bei der Messung (links); Zoller + Fröhlich Imager 5010 C bei der Messung, im Hintergrund Papiertargets am Brückenpfeiler (rechts)

dem Polarmessverfahren abgeleitet« (Müller et al. 2012, S. 279).

Auf die Triangulationsscanner wird an dieser Stelle nicht weiter eingegangen. Sie eignen sich für diese Messsituation nicht, da die zu messenden Distanzen zu groß sind.

Die Ableitung der dreidimensionalen Punkte erfolgt beim Polarmessverfahren über gemessene Vertikalwinkel, Horizontalwinkel und Strecken. Dies erfolgt simultan während der Messung. Mit einem Laserscanner mit Panorama-Messbereich lassen sich die meisten Anwendungen abdecken. Die Streckenmessung erfolgt bei den Messsystemen entweder über das Pulslaufzeitverfahren oder das Phasenvergleichsverfahren. Für die Messung wurden das Leica Nova MS50 und der Zoller + Fröhlich Imager 5010C eingesetzt.

### Leica Nova MS50

Die Leica Nova MS50 (Abb. 2) ist ein Tachymeter mit GNSS-Anbindung, hochauflösender Bildtechnik und 3D-Laserscanning. Die Zuordnung der Daten erfolgt simultan während der Messung, wodurch nach einer Stationierung des Gerätes mittels bekanntem Anschluss, gesetzter Orientierung oder freier Stationierung alle 3D-Daten ein-

ander zugeordnet werden. Es verfügt über eine Weitwinkel- und eine Teleskopkamera. Die Streckenmessung der Nova MS50 basiert auf der Wellenform-Digitalisierungstechnologie, das heißt einer speziellen Art eines Laufzeit-Messsystems (Leica 2013). Mit der vom Hersteller angegebenen Strecken-, Vertikalwinkel- und Horizontalwinkelgenauigkeit konnte die 3D-Punktmessgenauigkeit bestimmt werden. Sie beträgt bei der Leica Nova MS50 0,0037 m.

### Zoller + Fröhlich Imager 5010C

Der Imager 5010 C (Abb. 2) der Firma Zoller + Fröhlich (Z+F) ist ein terrestrischer Stand-Alone-Panorama-Laserscanner, der nach dem Phasenvergleichsverfahren misst. Er verfügt über eine integrierte CMOS-Farbkamera (Z+F 2013). Für den Zoller + Fröhlich Imager 5010 C wurde auch die 3D-Punktmessgenauigkeit bestimmt, sie beträgt hier 0,0075 m.

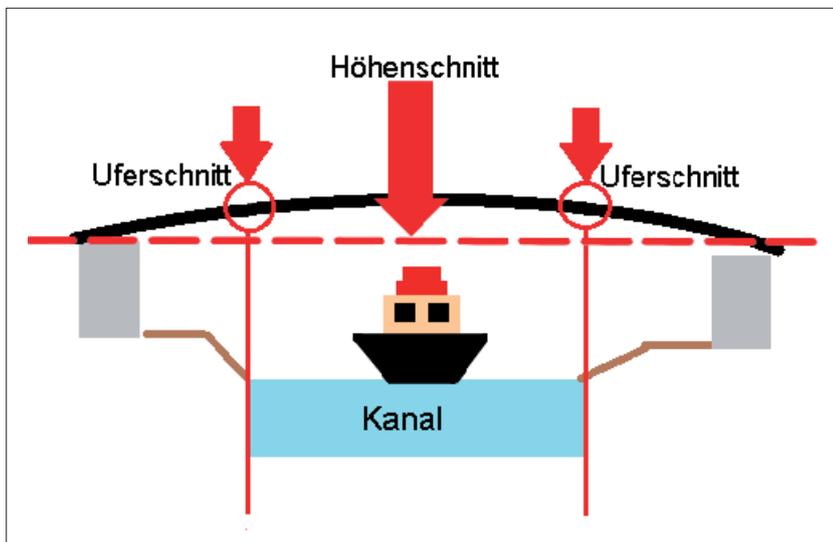
### Messung und Auswertung

Für die Messung wurden die Geräte unter der Brücke auf jeder Uferseite aufgebaut. Für die Messung mit dem Zoller + Fröhlich Imager 5010C mussten zur Registrierung Targets an die Brückenpfeiler geklebt werden. Die Stationierung der Nova MS50 erfolgte über Anschlusspunkte aus dem Festpunktfeld des Wasser- und Schifffahrtsamtes am Kanal. Durch die automatische Zuordnung der Messdaten sind die Scans der Multistation so auch schon registriert (in ein übergeordnetes Koordinatensystem transformiert). Um die Scans des Imager 5010C zu registrieren, wurden vor Beginn der Messung Papiertargets an die Brückenpfeiler geklebt. Die Auswertung der Messdaten erfolgte mit den Programmen Leica Cyclone und Zoller + Fröhlich Lasercontrol.

Für die Bestimmung der Durchfahrtshöhe sind nur Punkte im Wasserbereich des Kanals interessant. Da es weder bei Cyclone noch bei LaserControl eine Möglichkeit gibt, die Punktwolke mittels eines Polygons und der Höhe zu filtern bzw. zuzuschneiden (Abb. 3), wurde im Rahmen der Bachelorarbeit hierfür eine Visual-Basic-Anwendung geschrieben. Durch diese Filterung lassen sich besonders an Bogenbrücken die Messpunkte auf den Wasserbereich reduzieren. So werden gemessene Punkte außerhalb des zu analysierenden Bereiches aus der Auswertung ausgeschlossen. Es ist wichtig, dass das Zuschneiden der Punktwolke nicht händisch abläuft, da sonst das Ergebnis stark variieren kann.

Die Punktwolke wird mit Uferpunkten zugeschnitten, welche aus der Bundeswasserstraßenkarte abgegriffen werden. Um die Filterung der Punktwolke mittels der Uferpunkte zu realisieren, wurde ein Punkt-im-Polygon-Test durchgeführt. Eine Höhenfilterung der Punktwolke wird durchgeführt, um zu verhindern, dass Punkte an vorbeifahrenden Schiffen oder vorbeifliegenden Vögeln, sowie weitere Störfaktoren mit in die Auswertung

**Abb. 3:** Schnitte zur Filterung der Punktwolke



einfließen. Mit der Anwendung ist es möglich, den niedrigsten Punkt der Punktwolke zu bestimmen. Eine maximale Durchfahrtshöhe der Schiffe wird anhand des planfestgestellten Wasserstands berechnet. Als Eingabedatei wird eine ASCII-Datei mit den Koordinaten und der Höhe der Punktwolke benötigt. Die Intensitätswerte oder die RGB-Werte können mit eingelesen und weiter verarbeitet werden. Es ist möglich, mit den gefilterten Punktwolken in Form von Textdateien weiterzuarbeiten. Nach Bestimmung der Durchfahrtshöhe kann mit der Anwendung automatisch ein Formular zur Dokumentation in Word erstellt werden. Zur Darstellung der Punktwolke wurde das freie Programm CloudCompare genutzt (Abb. 4).

### Vergleich Leica Nova MS50 und Zoller + Fröhlich Imager 5010C

Die Bestimmung der Durchfahrtshöhen lässt sich mit der Leica Nova MS50 sicher durchführen. Dies ist allerdings nur mit der eigens hierfür programmierten Visual-Basic-Anwendung möglich.

Das Leica Nova MS50 bietet den Vorteil, die Funktionen eines Tachymeters und eines terrestrischen Laserscanners in einem System zu vereinen, was es auch für andere Anwendungen nützlich macht. Die Scandauer der MS50 ist im Gegensatz zum Imager 5010 C sehr hoch. Allerdings ist die Auswertung der Messdaten deutlich einfacher und schneller. Dies ist auf die geräteinterne Zuordnung der Messdaten zurückzuführen. Hierdurch müssen die Einzelscans nicht in Nachbearbeitung registriert und koloriert werden. Das verhindert auch das Kleben von Targets, welche so nicht mit einem zusätzlichen Tachymeter eingemessen werden müssen. Die von Leica angebotene Software Cyclone reicht zur Vorauswertung der Messdaten aus und beinhaltet – falls die MS50 für andere

Messaufgaben genutzt werden soll – alle nötigen Funktionen.

Die von Zoller + Fröhlich angebotene Software LaserControl reicht bei dieser Aufgabenstellung für die Auswertung der Messdaten des Imager 5010 C nicht aus, was dazu führt, dass eine zusätzliche Software wie Cyclone hinzugekauft werden muss.

### Vergleich Scanning und Nivellement

Die Messung mit der MS50 hat gegenüber der Bestimmung der Durchfahrtshöhen mit dem Nivellement folgenden Vorteil: Es erfolgt eine flächenhafte Messung der Unterseite der Brücke, was dazu führt, dass die niedrigsten Punkte nicht per Sichtprüfung festgestellt werden müssen. Der eindeutig niedrigste Punkt lässt sich durch die Auswertung der Punktwolke in der Visual-Basic-Anwendung feststellen.

Zudem muss bei Verwendung der MS50 bei der Messung kein Schiff zur Hilfe bestellt werden. Dadurch wird der personelle Aufwand reduziert. Dennoch ist die Messung mit der MS50 teurer, da aufgrund der Scandauer die Anzahl der durchführbaren Messungen an einem Tag sinkt. Allerdings ist die Anzahl der Durchfahrtshöhen, die mittels Schiff und Nivellement bestimmt werden kann, relativ, da dies vom Schiffsverkehr und von der Detailliertheit der Brückenunterseite abhängt.

Durch die digitale Messung mit automatischer Zieltechnologie der MS50 lassen sich Ablesefehler ausschließen. Aufgrund der berührungslosen Messung ist die Brückenhöhe für die Messung nicht relevant. Die erstellte Visual-Basic-Anwendung ermöglicht das Filtern der Punktwolke und das Bestimmen der Durchfahrtshöhe; hier sind allerdings Verbesserungen im Ablauf und bei der Anwenderfreundlichkeit möglich. [↕](#)

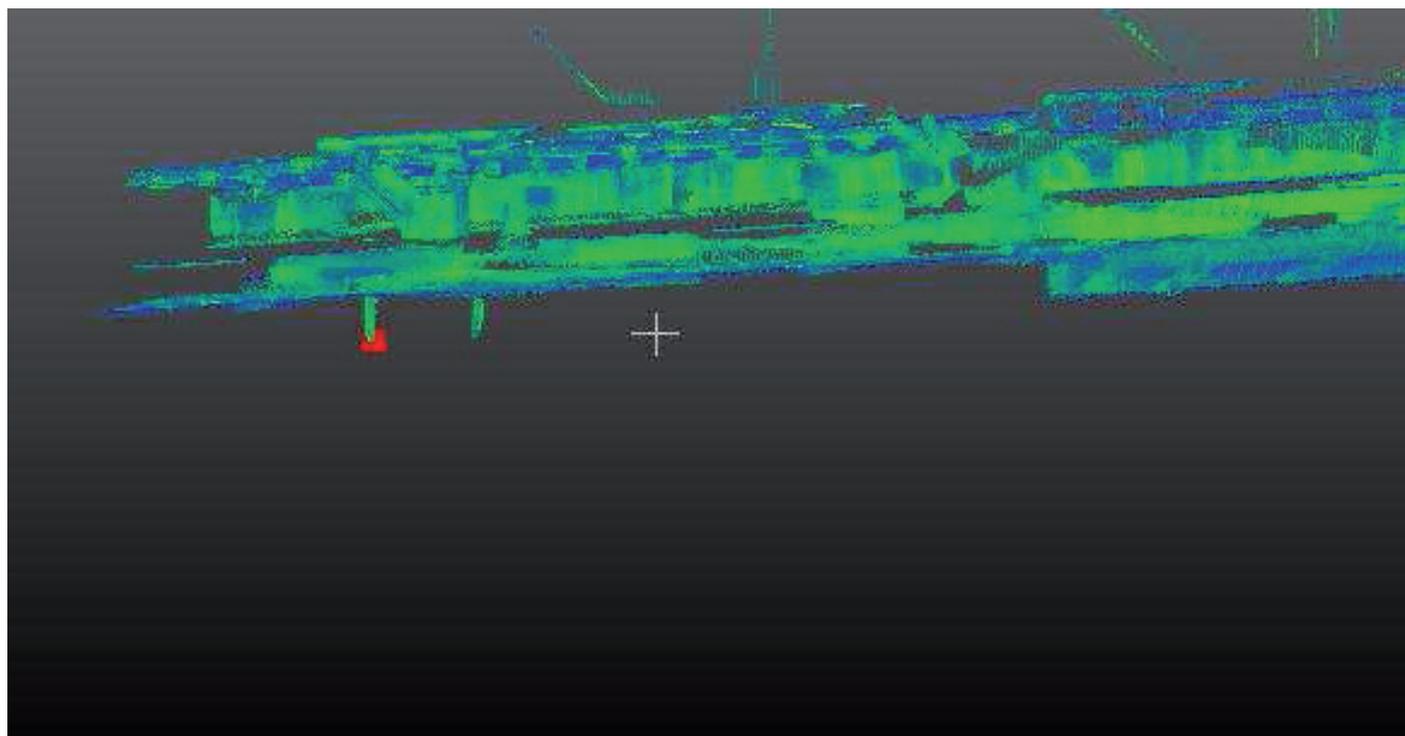
### Literatur

- Deumlich, Fritz; Rudolf Staiger (2002): Instrumentenkunde der Vermessungstechnik, 9. Auflage; Wichmann  
Müller, Gerhard; Georges Müller; Lambert Wanninger; Rudolf Staiger; Harald Schlemmer (2012): Handbuch Ingenieurgeodäsie – Grundlagen; Wichmann  
Leica (2013): Leica Nova MS50 – White Paper; Leica Geosystems AG  
Z+F (2013): Z+F Imager 5010 C; Broschüre, Zoller + Fröhlich GmbH

Nominiert für den  
**DHyG Student Excellence  
Award 2016**



Abb. 4: Darstellung des niedrigsten Punktes in CloudCompare



# »Algorithmen durchpflügen die Welt«

Ein Wissenschaftsgespräch mit JENS SCHNEIDER VON DEIMLING\*

Jens Schneider von Deimling hat Geologie studiert und in Geophysik promoviert. Der 39-jährige Forscher ist Experte für Gasaustritte, die er mit hydroakustischen Methoden detektiert. Nach Stationen am Geomar und am IOW ist er seit Anfang des Jahres an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel beschäftigt. Dort bringt er den Studierenden bei, wie man Fächerecholote verwendet und die Daten ausgewertet. Ein Gespräch über seine Studienjahre, exzellente Forschung und gute Lehre sowie über den Mikrokosmos Forschungsschiff.

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel | Geomar | Gasaustritte | Methan-Seepage | Ozean der Zukunft Lehre | Backscatter-Analyse | Umweltmonitoring | Meeresbodenklassifikation | Peer Review | HYDRO 2016

**HN:** Zum Einstieg: Tragen Sie einen adligen Namen oder war ein Vorfahre von Ihnen der Schneider einer Familie namens Deimling, eben der Schneider von Deimling?

**Jens Schneider von Deimling:** Der Name ist eine Kombination aus dem Namen meines Vaters, Schneider, und dem meiner Mutter, von Deimling. Strenggenommen müsste man den Namen wie jeden Doppelnamen mit Bindestrich schreiben.

**HN:** Wie kommt man aus Freiburg in den hohen Norden nach Kiel?

**Schneider von Deimling:** Nach der Schule hatte ich die Freiheit, entscheiden zu können, wo ich meinen Zivildienst leisten möchte. Bei der Ortswahl war meine Affinität zum Wasser ausschlaggebend. So kam ich nach Kiel, wo ich als Pfleger auf einer Station im Krankenhaus gearbeitet habe.

**HN:** Und wie kamen Sie dann zu Ihrem Studienfach, der Geologie und der Geophysik?

**Schneider von Deimling:** Die Erdwissenschaften haben mich schon vorher fasziniert. Und da in Kiel bekanntlich die Meereswissenschaften sehr stark sind, fiel mir die Entscheidung leicht, hier zu bleiben und zu studieren. Vor Studienbeginn habe ich noch ein Praktikum bei GeCon gemacht, einer Firma für Consulting in der Geophysik. Danach wusste ich, dass ich das studieren will. Vor allem die Kombination aus Feldarbeit und der Auswertung im Büro sprach mich sehr an.

**HN:** Während des Studiums haben Sie Ihr Thema gefunden: Gasblasen und Gasaustritte. Was fasziniert Sie daran? Und warum ist es wichtig, sie zu untersuchen?

**Schneider von Deimling:** Zunächst einmal ist Methan – nach CO<sub>2</sub> – das zweitwichtigste Klimagas, es ist 25-mal potenter als CO<sub>2</sub>. Bisher sind die marinen Methanquellen und die gan-

zen Prozesse rund um Methan-Seepage ziemlich unverstanden. Es handelt sich um einen ganz komplexen Vorgang, wenn die Gasblasen in den Ozean gelangen. Vielleicht transportieren sie Partikel vom Meeresboden mit nach oben, vielleicht befördern sie Bakterien in die Wassersäule. Noch

ist nicht klar, was beim Aufstieg der Gasblasen alles passiert. Man weiß nicht, wie viel Gas am Meeresboden austritt. Und selbst wenn wir es quantifizieren könnten, wir wüssten noch lange nicht, was davon in der Atmosphäre ankommt. Daher interessiert mich der ganzheitliche Blick auf die Methanaustritte – sowohl die geophysikalischen als auch die ozeanographischen Aspekte, und es spielen auch biochemische Faktoren eine Rolle. Beispielsweise gibt es Bakterien, die das Methan auffressen.

Das möchte ich untersuchen, und ich bin bei Feldmessungen immer wieder davon fasziniert, wie sensitiv das Sonar auf Gasblasen reagiert. Es macht einfach Spaß, mit einer Remote-Sensing-Technik zu arbeiten, die so gut funktioniert. Selbst einzelne kleine Gasblasen lassen sich mit Sonargeräten im Wasser detektieren und verfolgen. Damit sind diese Geräte gegenüber optischen Methoden klar im Vorteil.

**HN:** Hat auch das »Teilchendetektions- und Identifikationsverfahren in bekanntem Strömungsmilieu«, das Sie 2009 zum Patent eingereicht haben, etwas mit Gasblasen zu tun?

**Schneider von Deimling:** In der Tat. Es ging darum, Teilchen – in diesem Fall Gasblasen – zu tracken. Mein Ziel war es, einen Algorithmus zu entwickeln, um in Fächerecholotdaten Gasaustritte automatisch zu finden.

**HN:** Was hat Ihr Interesse an Gasblasen ausgelöst?

**Schneider von Deimling:** Der Auslöser war ein Bewerbungsgespräch am Geomar. Ausgeschrieben war eine Doktorarbeit zum Thema Methanaustritte am Meeresboden, die mit neuen Methoden untersucht werden sollten. Meine Aufgabe war es, ein Fächerecholot von ELAC Nautik zu adaptieren und an einer Unterwasserstation zu verankern, um es für das Monitoring von Gasaustritten einsetzen zu können.

**HN:** Hatten Sie während der Promotion ausreichend Zeit, sich auf das Schreiben der Doktorarbeit zu konzentrieren?

**Schneider von Deimling:** Einen Großteil der Zeit habe ich auf Forschungsschiffen verbracht, und da ging es um ganz andere Dinge. Meist stehen einem laut Vertrag 50 Prozent der Zeit für die Ausarbeitung der Doktorarbeit zu. Der Rest der Zeit geht für Projektarbeit drauf, was allerdings

\* Das Gespräch mit Jens Schneider von Deimling führte Lars Schiller am 29. April 2016 in Kiel.

»Man weiß nicht, wie viel Gas am Meeresboden austritt. Und selbst wenn wir es quantifizieren könnten, wir wüssten noch lange nicht, was davon in der Atmosphäre ankommt«

Jens Schneider von Deimling

extrem attraktiv ist, weil man sich dadurch andere Wissensgebiete erschließen kann. Insbesondere die Ausfahrten sind zeitraubend. Man ist zwar nur etwa drei bis sechs Wochen unterwegs, doch es gibt eine sehr lange Vorbereitungsphase, viel Equipment-Logistik muss geklärt werden, und am Ende müssen die Daten auch noch ausgewertet werden. Für diese Tätigkeiten geht ein Löwenanteil der Zeit drauf. Doch das wird erwartet, weil die Erfahrung auf See einfach dazugehört.

Wahrscheinlich hat die normale Wochenarbeitszeit nicht ausgereicht, um die Arbeit zu schreiben. Es blieb nicht aus, auch außerhalb der Arbeitsstätte noch daran zu arbeiten. Doch das fiel mir nicht schwer. Ich war vom Thema gefesselt und habe alles verschlungen. Nach drei Jahren hatte ich dann tatsächlich das Gefühl, auf dem wirklich aktuellen Wissensstand zu sein. Da hatte ich mich durch die vorhandene Literatur durchgearbeitet. Ein Thema komplett zu durchdringen wird ja immer schwieriger, solange die Forschungscommunity weiter wächst und derart viel publiziert wird.

**HN:** Anschließend sind Sie für zweieinhalb Jahre nach Warnemünde zum Leibniz-Institut für Ostseeforschung (IOW) gegangen.

**Schneider von Deimling:** Ich war noch nicht ganz fertig mit der Doktorarbeit, als einer meiner Betreuer, Gregor Rehder, eine Professur in Warnemünde bekommen hat. Er hat mich quasi mitgenommen.

Dann habe ich die Doktorarbeit wegen einer Ausfahrt unterbrochen. Zwei Monate waren wir auf »Sonne« im Okinawa-Trog. Anschließend habe ich zu Ende promoviert, in Kiel, auch wenn ich in Warnemünde angestellt war. Die Bedingungen waren ideal: Mit Oliver Schmale hatte ich einen Kollegen, der am selben Thema gearbeitet hat, aber das Ganze biologisch-chemisch betrachtet hat. Gregor Rehder ist Geochemiker. Und dann kam ich mit der Hydroakustik dazu. Wir bildeten ein schönes Dreiergespann.

**HN:** Was waren Ihre Aufgaben am IOW?

**Schneider von Deimling:** Wir hatten ein EU-gefördertes Forschungsprojekt, Baltic Gas, bei dem es um den Methankreislauf in der Ostsee ging. Man wollte im Verbund mit Geologen, Biologen und Hydroakustikern herausfinden, ob es überhaupt freie Gasaustritte in der Ostsee gibt, die klimarelevant sein können.

**HN:** 2012 sind Sie wieder zum Geomar gewechselt.

**Schneider von Deimling:** Ich hatte Kiel aus privaten Gründen nie ganz aufgegeben und bin immer gependelt. Am IOW habe ich mich sehr wohlfühlt, aber in Kiel lockte das Projekt SUGAR. Dieses große Verbundprojekt passte extrem gut. Letztlich bin ich in Kiel in der Abteilung Geodynamik, die geophysikalische Themen behandelt, fachlich viel besser verankert als in Warnemünde, wo ich in der Abteilung Geochemie war.

**HN:** In Kiel gibt es das Exzellenzcluster »Ozean der Zukunft«, dem auch das Geomar angehört. Was verbirgt sich hinter dem Exzellenzcluster?



**Bisher erschienen:**

Horst Hecht (HN 82),  
 Holger Klindt (HN 83),  
 Joachim Behrens (HN 84),  
 Bernd Jeuken (HN 85),  
 Hans Werner Schenke (HN 86),  
 Wilhelm Weinrebe (HN 87),  
 William Heaps (HN 88),  
 Christian Maushake (HN 89),  
 Monika Breuch-Moritz (HN 90),  
 Dietmar Grünreich (HN 91),  
 Peter Gimpel (HN 92),  
 Jörg Schimmeler (HN 93),  
 Delf Egge (HN 94),  
 Gunther Braun (HN 95),  
 Siegfried Fahrentholz (HN 96),  
 Gunther Braun, Delf Egge, Ingo  
 Harre, Horst Hecht, Wolfram  
 Kirchner und Hans-Friedrich  
 Neumann (HN 97),  
 Werner und Andres Nicola  
 (HN 98),  
 Sören Themann (HN 99),  
 Peter Ehlers (HN 100),  
 Rob van Ree (HN 101),  
 DHyG-Beirat (HN 102),  
 Walter Offenborn (HN 103)

*»Es ist faszinierend, wie sensitiv das Sonar auf Gasblasen reagiert. Selbst einzelne kleine Gasblasen lassen sich detektieren und verfolgen«*

Jens Schneider von Deimling

**Schneider von Deimling:** Im marinen Bereich beinhaltet das Exzellenzcluster die Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und das Geomar. Doch auch das Institut für Weltwirtschaft (IfW) und die Kunsthochschule sind mit involviert. Wir sind Teil der Exzellenzinitiative der Bundesregierung, die vor etwa zehn Jahren gestartet wurde und von der DFG gefördert wird. Das Exzellenzcluster beinhaltet alle marinen Themen, man kann nicht sagen, dass es fachspezifisch ist. Die Biologie, die Geophysik und die Ozeanographie spielen mit hinein. Momentan arbeiten wir an der Fortführung, weil das Exzellenzcluster Ende 2017 ausläuft.

**HN:** Seit Anfang des Jahres sind Sie an der Christian-Albrechts-Universität, wo Sie eine Habilitationsstelle haben und unterrichten.

**Schneider von Deimling:** Seit Januar sitze ich auf einer Drei-plus-drei-Stelle am Institut für Geowissenschaften (IFG). Unser Schwerpunkt liegt in den angewandten und marinen Geowissenschaften. An der Uni kann ich einen Mitarbeiter einstellen, um »Future Ocean«-Themen, die uns noch interessieren, abzuarbeiten. Aber hier habe ich noch andere Aufgaben. Ich arbeite in der Abteilung »Marine Geophysik und Hydroakustik«, die von Professor Krastel geleitet wird. Unsere Arbeitsgruppe beschäftigt sich unter anderem mit der Erforschung mariner Naturgefahren, mit Hangrutschungen und Sedimentationsprozessen.

**HN:** Was ist eine Drei-plus-drei-Stelle?

**Schneider von Deimling:** Die Arbeit an der Uni wird evaluiert. Wenn man nach drei Jahren positiv evaluiert wird, gibt es noch einmal drei Jahre Verlängerung.

**HN:** Welche Fächer lehren Sie?

**Schneider von Deimling:** Ich habe eine Lehrverpflichtung hier in der Geophysik. Zum einen betreue ich ein Feldpraktikum auf dem Forschungsschiff »Alkor«. Bei einer jährlichen Ausfahrt nehmen wir Studenten mit, die die ganze Palette an geophysikalischen und hydroakustischen Methoden lernen, sprich: Seismik, Fächerecholotung, Sub-Bottom-Profiling, Side-Scan-Sonar und Ground Truthing mit der Entnahme von Kernen. Das ist für den Studiengang an der Universität, wird aber auch in Kooperation mit dem Geomar durchgeführt.

Und momentan gebe ich noch einen Kurs zur Fächerecholotung, vor allem zur Auswertung von Daten mit MB-System und auch mit kommerziellen Paketen.

**HN:** Es heißt immer, die Hydrographieausbildung in Deutschland finde in Hamburg statt. Dabei wird die Hydrographie auch an anderen Hochschulen erwähnt. Für den *DHyG Student Excellence Award* gab es in diesem Jahr gleich zwei Nominierungen aus Kiel. Werden auch in Kiel Hydrographen ausgebildet?

**Schneider von Deimling:** Um die Frage zu beantworten, müsste klar sein, was ein Hydrograph ist.

**HN:** Im Grunde jeder, der hydrographische Tätigkeiten erledigt. Mir scheint, in Deutschland wird die Hydrographie meist als Bestandteil des Vermessungs- und Geoinformationswesens angesehen. Dabei könnte man auch argumentieren, dass hydrographische Vermessungen der Geophysik dienen, weshalb der Schluss zulässig ist, dass, wenn Geophysiker selbst diese Arbeiten erledigen, die Hydrographie Bestandteil der Geophysik ist.

**Schneider von Deimling:** In Hamburg liegt der Schwerpunkt auf den Ingenieurwissenschaften. Die Hauptaufgabe ist die Exaktheit der Vermessung der Tiefe. Das ist ein unheimlich wichtiges Feld, und genau darauf liegt momentan der Fokus in der Hydrographie. Aus den Erdwissenschaften habe ich gelernt, dass nicht nur die exakte Tiefenmessung wichtig ist, sondern dass auch die Erkundung des Bereichs knapp über und kurz unter dem Meeresboden attraktiv sein kann. Wenn wir von Umweltaspekten ausgehen, so haben wir Leben kurz unter der Meeresbodenoberfläche und kurz darüber, sprich Vegetation, genau so wie wir das auch vom Terrestrischen her kennen. Wenn wir an Land mit Fernerkundungsmethoden die Landschaft klassifizieren wollten, würden wir ja nicht bei der Morphologie und der Höhe beginnen, denn diese Aspekte bestimmen ja nicht die Klassen, sondern wir würden uns die Vegetation anschauen, wir würden die Erde einteilen in eine Klasse mit Regenwald und in eine mit einer Humusschicht und so weiter. Und daher sehe ich ein großes Erweiterungsfeld neben der reinen Tiefenbestimmung, nämlich den Bereich der Meeresbodenklassifikation. Das ist ein Bereich, der ganz stark aufkommen wird.

**HN:** Sehen Sie dieses Erweiterungsfeld für die Hydrographie oder für die Geowissenschaften allgemein?

**Schneider von Deimling:** Zunächst einmal sind die Hersteller gefragt. Die Fächerecholotsysteme sind in den letzten zehn Jahren bei der Bestimmung der Bathymetrie extrem gut geworden. Die Aufgabe für die nächsten zehn Jahre ist es, die Systeme auf den Backscatter zu optimieren. Früher war bei der Backscatter-Analyse, zum Beispiel bei Side-Scan-Sonar-Aufnahmen, der Expertenblick immer unerlässlich, allein der Mensch mit Erfahrung zählte. Das ist heute häufig sicher immer noch so, aber in Zukunft wird viel mit Algorithmen möglich sein. Die ganze Welt wird von Algorithmen durchpflügt werden.

Noch klafft eine riesige Lücke zwischen Hersteller und Softwaremanufaktur. Gemeinsam könnten die noch wesentlich mehr aus den Systemen raus holen. Momentan ist das Postprocessing nicht optimal auf die verschiedenen Systeme abgestimmt. Die Hersteller implementieren ihre Backscatter-Analysen hauptsächlich mit Geocoder. Doch es gibt Alternativen, die ihren Ursprung in der terrestrischen Fernerkundung und/oder der quantitati-

ven Bildanalyse haben. Vor ein paar Jahren war es sogar noch so, dass, als man ein Firmwareupdate bei Echoloten eines bestimmten Herstellers durchgeführt hat, der Backscatter plötzlich 15 Dezibel höher war. Das zeigt, dass für die Backscatter-Analyse einfach kein wirtschaftlicher Zwang existierte, Backscatter war so nice to have. Aber das ändert sich. Vor allem weil Umweltmonitoring im Zuge von Blue Growth immer wichtiger wird. Bei den Windparks will man inzwischen wissen, wie sich das Habitat in Reaktion auf den menschlichen Einfluss entwickelt. Daher werden Backscatter-Daten immer wichtiger, der wirtschaftliche Druck nimmt zu und die Technik wird besser werden. Das ist zumindest meine Hoffnung.

Und auch bei der Meeresbodenklassifikation gibt es mittlerweile enorme Fortschritte zu verzeichnen. Ich spreche von automatisierter Klassifizierung von Meeresböden. Das wird subsumiert unter Machine Learning Tools. Der Vorteil ist, dass man schnell durch große Datensätze kommt und dass die Klassifizierung nicht der Subjektivität unterliegt. Für den Menschen ist es einfach unglaublich schwierig, in großen Datenmengen komplexe Zusammenhänge überhaupt zu detektieren. Da können Algorithmen eine riesige Hilfestellung sein. Was der Mensch auf die Schnelle einfach nicht erkennt, übernehmen Algorithmen. Mit deren Hilfe lassen sich Variablen finden, die korrelieren.

**HN:** Ein Beispiel bitte.

**Schneider von Deimling:** Zum Beispiel könnte man eine Koralle betrachten, die besonders gerne auf einem kleinen Hügel sitzt, wo sie ein bisschen der Strömung ausgesetzt ist. Würde man sich nur für die Tiefe interessieren, in der die Koralle bevorzugt lebt, dann würde man ausblenden, ob sich der Hügel in einer Senke befindet, oder ob es sich um einen Hügel auf einem Plateau handelt. Doch dieser Unterschied kann entscheidend sein. Daher gibt es zum Beispiel den BPI, den Bathymetric Positioning Index, der den Raumbezug von einzelnen Bereichen am Meeresboden untersucht. Wenn man das mit Ground-Truth-Daten von der Biologie verschneidet, lässt sich lernen, unter welchen Raumvariablen sich dieses ganz spezielle Habitat bildet. Algorithmen können einem helfen, diese Zusammenhänge zu entdecken.

**HN:** Man darf gespannt sein, ob die Hydrographen sich dieser Aufgabe annehmen werden. Doch zurück zur Ausbildungssituation in Kiel: Welche hydrographischen Inhalte stehen noch auf dem Lehrplan?

**Schneider von Deimling:** Neben der Hydroakustik werden insbesondere auch moderne seismische Methoden verwendet. Professor Krastel hält hierzu mehrere Vorlesungen, zum Beispiel »Akustische Abbildung sedimentärer Strukturen«. In unserer Abteilung für terrestrische Geophysik wird sogar der Umgang mit Tachymeter oder Theodolit gelehrt. Wiederum sehr marin ausgelegt ist die Abteilung »Sedimentologie, Küsten- und Schelfgeologie«, in der Klaus Schwarzer

arbeitet. Klaus Schwarzer kartiert und klassifiziert bereits seit Jahrzehnten die Ostsee, insbesondere mit Side-Scan-Sonar. Er ist seit langer Zeit sehr aktiv in der Lehre tätig und hat wohl die meisten Stunden auf dem Forschungskutter »Littorina« auf dem Buckel. Natürlich ist in dieser Abteilung sehr viel Know-how zur Sedimentologie und entsprechender Beprobung vorhanden. Nicht zuletzt deswegen arbeiten wir eng zusammen, und die Lehre ist stark verzahnt mit dieser Abteilung. Ergänzt wird die Meeresbodenbeprobung, das Ground Truthing, durch eine Ausbildung zum Forschungstaucher. Und weil es immer mehr AUV-Einsätze gibt, wird für die Tiefseeforschung und für Arbeiten am Kontinentalhang auch die Flachwasser-Fächerecholot-Technologie zunehmend wichtiger. Darauf reagieren wir und bieten eine entsprechende Ausbildung an.

**HN:** Wenn Sie selbst mit Ihren Studierenden Fächerecholotdaten auswerten, verwenden Sie dann eigene Daten?

**Schneider von Deimling:** Wir nehmen selbstverständlich nur selbst aufgenommene Daten. Es ist doch so, dass man, wenn man die Systeme selbst installiert hat, Probleme weitaus besser erkennt, als wenn man Fremddaten verarbeitet.

**HN:** In Kiel werden also doch Hydrographen ausgebildet! Genauer: Geophysiker, die zugleich Hydrographen sind. Wer lernt, wie man die Systeme aufbaut, wie man sie in Betrieb nimmt und wie man die Daten auswertet, der erledigt doch hydrographische Arbeit.

**Schneider von Deimling:** Das trifft nicht auf alle Studenten zu. Manche arbeiten auf großen Forschungsschiffen, wo Tiefwasserecholote bereits installiert sind, die auch schon kalibriert sind. In den Tiefseedaten sind Fehler kaum sichtbar. Wer hingegen auf »Littorina« oder auf »Alkor« fährt, wo wir ein modernes Flachwasserlot verwenden, der durchläuft in der Tat die ganze Kette. Der weiß, wie man GPS-Daten postprozessiert, und er kennt die vielen Schwierigkeiten im Zusammenhang mit Wasserschallgeschwindigkeitsänderungen hier in der Ostsee, ein schlimmeres Gebiet gibt es fast nicht.

**HN:** Wenn man das Meer erforscht, muss man auch auf dem Meer unterwegs sein. Und nicht nur vor der Haustür in der Kieler Förde. Wie ergeht es Ihnen mit den Fahrten, wochenlang fern von Frau und Kind?

**Schneider von Deimling:** Ich bin teilweise von mir selbst erschrocken, wie schnell man auf dem Schiff in einen eigenen Mikrokosmos eintaucht, insbesondere bei Ausfahrten auf offener See. Kommen noch spannende Forschungsergebnis-

*»Der Schwerpunkt der Hydrographie liegt auf den Ingenieurwissenschaften. Die Hauptaufgabe ist die Exaktheit der Vermessung der Tiefe. Doch auch der Bereich knapp über und kurz unter dem Meeresboden kann attraktiv sein. Meeresbodenklassifikation wird ganz stark kommen«*

Jens Schneider von Deimling

se zustande, vergesse ich die »reale« Welt sehr schnell. Doch die heute vorhandenen E-Mail-Verbindungen und die Telefonate nach Hause erden einen immer wieder; mit kleinem Kind zu Hause ist es noch mal schwieriger. Fahrten von zwei, drei Wochen Dauer mache ich gerne. In jedem Fall fahre ich immer noch liebend gerne.

**HN:** Lässt sich exzellente Forschung – wie hier in Kiel – mit guter Lehre verbinden? Gilt das Humboldtsche Ideal noch?

**Schneider von Deimling:** Ja, definitiv. Solange die Lehrverpflichtung nicht zu groß ist, die Zeit also nicht zu knapp wird, um bei der Forschung am Ball zu bleiben. Die Fragen der Studenten befruchten einen, man hinterfragt die Dinge nochmal anders. Die Forschungsgruppen sind heute sehr groß und aktiv, die Entwicklung ist so rasant, wenn man da nicht ständig auf dem neuesten Stand bleibt, ist der Zug bald abgefahren. Ich finde aber auch, wenn man Forschung und Lehre nicht kombiniert, wird man der Lehre nicht gerecht. Die Studenten müssen den aktuellen Stand kennenlernen, deswegen müssen Forschung und Lehre zusammen stattfinden. Hinzu kommt, dass wir für viele Lehrkonzepte die Ideen auf Konferenzen oder durch die Arbeit an aktuellen Forschungsprojekten bekommen. Die eigene Faszination kann ich nur rüberbringen, wenn es wirklich neu ist. Das merken die Studenten auch, nur so kann der Funke überspringen.

**HN:** Lehren Sie gerne?

**Schneider von Deimling:** Ja, mir macht das Spaß, wobei ich ja erst auf die Zeit seit Januar zurückblicken kann. Bestimmt gibt es auch mal Zeiten, da ich es verfluchen werde.

**HN:** Wie bereiten Sie sich vor?

**Schneider von Deimling:** Noch sehr intensiv, ich habe einen hohen Anspruch an mich selber. Die Studenten sollen verstehen, was ich präsentiere. Ich empfinde die Lehre nicht als lästigen Zusatz, den ich ableisten muss, aber die Zeitbelastung ist natürlich ordentlich, vor allem für die Vorlesungen im Frontalunterricht. Aber es gibt ja auch noch Übungen, bei denen wir dann drei Stunden lang im Rechnerraum die Daten auswerten, und es gibt die Feldarbeit, die Exkursionen.

**HN:** Wie viele Studenten sind bei Ihnen im Kurs?

**Schneider von Deimling:** Momentan sind im Masterkurs »Marine Geosciences« 21 Studierende. In den Bachelorstudiengängen »Geowissenschaften«, »Marine Geosciences« und »Physik des Erdsystems« sind es über 180. Insgesamt haben wir an die 500 Studierende. Die »Geowissenschaften« sind daher seit diesem Jahr sogar mit einem Numerus Clausus zulassungsbeschränkt.

**HN:** Was denken Sie, sollte ein Studium zweckfrei sein oder eine handfeste fachspezifische Ausbildung?

**HN:** Was denken Sie, sollte ein Studium zweckfrei sein oder eine handfeste fachspezifische Ausbildung?

**Schneider von Deimling:** Da bin ich mir nicht ganz sicher. Ich finde, man darf den Markt nicht außer Acht lassen. Es gibt nichts Schlimmeres für die Studenten, die sechs Jahre lang studiert haben, als anschließend keine Anstellung finden, weil es keinen Bedarf gibt. In der Hydrographie – oder nennen wir es hydroakustische Vermessung – gibt es zum Glück viele praktische Anwendungsfelder. Und ich sehe auch, dass viele Studenten da sehr neugierig sind. Natürlich bildet die Uni um der Ausbildung willen aus. Aber nicht jeder möchte nach dem Studium in der Forschung landen, daher ist es immer vorteilhaft, auch andere Möglichkeiten schon während des Studiums aufzuzeigen. Wir haben zum Glück einen guten Draht zu den Firmen, mit denen wir kooperieren. Und auch an den Forschungsprojekten, die wir jetzt durchführen, sind Hersteller häufig stark involviert.

**HN:** Worüber möchten Sie sich habilitieren?

**Schneider von Deimling:** Grob gesagt, geht es um die Bestimmung der ökologisch relevanten Schicht des Meeresbodens, beispielsweise für die Habitatkartierung mit akustischen Methoden.

**HN:** Wie aufwendig ist es, ein Forschungsprojekt zu beantragen?

**Schneider von Deimling:** Ich weiß von Kollegen am Geomar, die dafür ein halbes Jahr abgestellt werden, full time. EU-Projekte beispielsweise sind von der bürokratischen Seite sehr aufwendig. Die Anträge werden nach drei Themenblöcken bewertet. Ein Kriterium ist *scientific excellence*, ein anderes die Durchführung und Koordination, und das dritte Bewertungskriterium ist der sogenannte Impact, der neben wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Aspekten auch den Mehrwert für die Gesellschaft beinhaltet. Nur etwa jeder zehnte Antrag wird bewilligt. Während bei den EU-Projekten immer mehr Wert auf den *public outreach* gelegt wird, bewertet die DFG nur nach Wissenschaftskriterien. Für die reine Forschung ist das wunderbar. Aber eigentlich ist es doch gerade auch attraktiv darüber nachzudenken, worin der *public outreach* besteht. Da schwimmt man mal nicht nur in seinem wissenschaftlichen Sud, sondern macht sich Gedanken darüber, wer von der Forschung profitieren kann. Noch zudem kann man sich bei einem EU-Projekt sehr schön vernetzen.

**HN:** Jetzt lehren Sie an der Universität. Ihr berufliches Ziel ist es sicherlich, Professor zu werden?

**Schneider von Deimling:** Ich bin auch im akademischen Mittelbau sehr glücklich. Die Entscheidung ist noch offen.

**HN:** Sie veröffentlichen in renommierten Zeitschriften wie *Biogeosciences*, *Geophysical Research Letters*, *Limnology and Oceanography* und *Geo-Marine Letters*. Ist das Veröffentlichen in den *HN* überhaupt interessant und relevant?

**Schneider von Deimling:** Interessant ist es schon, in den *HN* zu veröffentlichen, gerade weil die Zeitschrift eine echte Nische abdeckt. Nur leider ist es nicht berufsfördernd.

»Wenn man Forschung und Lehre nicht kombiniert, wird man der Lehre nicht gerecht«

Jens Schneider von Deimling

**HN:** Eine Publikation in den *HN* ist nicht beruflördernd, weil wir keine Peer Review anbieten?

**Schneider von Deimling:** So ist es. Das Maß der Dinge ist der Journal-Impact-Faktor. Die Zeitschriften werden danach beurteilt, wie oft aus ihnen zitiert wird. Je öfter zitiert, desto höher das Ranking. Und daher muss man Studenten leider davon abraten, in den *HN* zu veröffentlichen. Aus wissenschaftlicher Sicht wäre es einfach nicht förderlich; eine Publikation trägt nichts zum persönlichen Punktekonto bei. Das ist ein echtes Problem. Dabei gibt es im Zeitschriftenspektrum im Bereich der Hydrographie wahrlich eine Lücke. Außer der *International Hydrographic Review* gibt es kein *peer-reviewed Journal* mehr. Und das, obwohl das Themenspektrum immer breiter wird. Immer wieder kommen neue Themen hinzu, Blue Ecology, Fish Farming, Offshore-Wind, Marine Growth.

**HN:** Daher haben wir vor allem Artikel von Autoren im Heft, die nicht den Anspruch haben, dass ihr Beitrag vorher beurteilt wird. Das ist in der Branche bislang auch nicht unbedingt üblich. Doch zuweilen veröffentlicht auch jemand zusätzlich bei uns.

**Schneider von Deimling:** Das ist natürlich möglich. Ich selbst habe es gemacht, weil ich die *HN* als Plattform toll finde. Doch durch die Veröffentlichung in den *HN* haben wir eine ziemliche Mehrarbeit.

**HN:** Wie entscheiden Sie sich, wo Sie veröffentlichen?

**Schneider von Deimling:** Meist ist das durch das Thema bestimmt. Bestimmte Journale bedienen bestimmte Themen. Und man kennt in etwa die Leserschaft. Ich glaube allerdings, dass es heute in Zeiten von Google Scholar nicht mehr so entscheidend ist, wo man veröffentlicht, weil die Leute heute anders suchen.

**HN:** Lohnt es sich noch, auf Deutsch zu publizieren?

**Schneider von Deimling:** Nein.

**HN:** Wie lernen die Studierenden das wissenschaftliche Schreiben? Gibt es bei Ihnen an der CAU Übungen?

**Schneider von Deimling:** Professor Krastel bietet dafür ein eigenes Seminar an. Im Masterstudiengang ist das mittlerweile Teil der Studienordnung. Da wird abgehandelt, wie man einen wissenschaftlichen Text verfasst, so wie er später von den Zeitschriften gefordert wird. Das wird von den Studenten gut angenommen.

**HN:** Sie verantworten das Vortragsprogramm für die HYDRO 2016 in Rostock. Welche Vorträge erwarten uns?

**Schneider von Deimling:** Wir werden rund 50 Vorträge zu hören bekommen. Besonders attraktiv ist die Session »Space Hydrography«. Und auch zur Lidar-Technologie, die noch neu ist, aber unheimlich verblüfft, wird es eine Session geben. Insgesamt war ich recht angetan von der Qualität der eingereichten Abstracts; es gab nur ein paar wenige Ausnahmen, Vorträge, die wir ablehnen mussten, weil sie zu sehr den Charakter einer Ge-

rätepräsentation hatten. Offensichtlich hat sich rumgesprochen, dass das bei einer solchen Konferenz nicht erwünscht ist. Stattdessen geben wir den Herstellern ja die Möglichkeit, ihre Produkte in Workshops vorzuführen.

**HN:** Ist Ihnen eigentlich das Wort »Hydrographie« im Studium begegnet?

**Schneider von Deimling:** Durchaus, aber in einem anderen Kontext. Bei uns beschreibt zum Beispiel ein hydrographisches Setting die Art und Weise, wie die Wassersäule aufgebaut ist, also Temperatur- und Salinitätsverteilung. Das verstehen manche Communities als Hydrographie. Die denken überhaupt nicht an die Messung mit Akustik.

**HN:** Das ändern Sie bestimmt, wenn Sie lehren, oder?

**Schneider von Deimling:** Noch verwenden wir den Terminus »Hydroakustik«. Damit beschäftigt sich ja auch die Arbeitsgruppe hier mit Professor Krastel, mit Hydroakustik und Seismik.

**HN:** Sie engagieren sich sehr für die Hydrographie, wie die DHyG sie versteht. Fühlen Sie sich auch ein wenig als Hydrograph?

**Schneider von Deimling:** Mittlerweile schon, ja.

**HN:** Was bringt die Zukunft an spannender Technologie?

**Schneider von Deimling:** Ich denke, in den nächsten Jahren werden wir verstärkt die Unmanned Surface Vehicles (USV) und die Unmanned Aerial Vehicles (UAV) sehen. Gerade bei UAVs ist mit der Miniaturisierung von Lidar-Systemen auch Extrem-Flachwasserhydrographie möglich. Das ist ein spannendes Feld. Aber auch mit Stereokameras kann man auf einer Drohne viel machen. Oder man bestückt die Drohne mit chemischen Sensoren, um Treibhausgasen nachzuspüren.

**HN:** Und dann lässt man die Drohne auf den offenen Ozean fliegen?

**Schneider von Deimling:** Ich sehe die Anwendung eher an der Küste. Oder aber in Kombination mit einem Forschungsschiff.

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

**Schneider von Deimling:** Jede Menge. Zuallererst die freie Rede. Und dann habe ich vor Kurzem mit dem Gitarrespielen angefangen, das ist ein ganz tolles Mittel der Entspannung. Leider merke ich, dass ich nicht mehr so schnell lerne. Ich würde gerne noch mal so schnell lernen können, mich mit viel Zeit in neue Themen einarbeiten können, wie die jungen Leute.

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

**Schneider von Deimling:** Dass das Ende der Fahnenstange bei den Fernerkundungsmethoden noch nicht ansatzweise erreicht ist. Außerdem bin ich mir sicher, dass uns intelligente Algorithmen bei der Datenauswertung noch sehr weit bringen werden. 🍷

*»Auf dem Schiff taucht man schnell in einen Mikrokosmos ein, insbesondere auf offener See. Die »reale« Welt ist da schnell vergessen. Doch die Telefonate nach Hause erden einen immer wieder.«*

Jens Schneider von Deimling

Apogee Series

NEW

# SURVEY IN ALL SEA CONDITIONS

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

## HIGH ACCURACY INS/GNSS

- » 0.005° Roll & Pitch
- » 2 cm Delayed Heave
- » 0.02° Heading
- » 1 cm Position

*PPK accuracy*

Operational up to 200 m depth



OFFICIAL DISTRIBUTOR




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

**TEL** +49 (0)431 535 500 70  
**FAX** +49 (0)431 535 500 99

**MAIL** info@m-b-t.com  
**WEB** www.m-b-t.com



# Life of a young hydrographer

## One profession, endless possibilities

An article by VASILIKI KEKRIDOU

The HafenCity University of Hamburg is offering the opportunity to people with studying background in geodesy or geosciences to continue their education with the program of Master in Geomatics with specialisation in Hydrography. The international character of the program, as the courses are in English, as well as the fact that it is internationally certified by the FIG/IHO/ICA with Category A makes it very popular in the last years. Therefore, students from all over the world attended the Master program and graduated. As in every profession, the first career steps after the university are usually the most difficult but also the most exciting ones. We had the pleasure to contact four

### Iwona Bialas

For Iwona Bialas the career path in hydrographic surveying started from the Agricultural University of Kraków where she studied geodesy and cartography. After she finished her Bachelor degree, she was looking for a way to continue her studies in a more extended direction but also still including land surveying. The answer was found during a meeting of the International Geodetic Student Organization (IGSO) she attended. Fellow students informed her about the Master program in Geomatics with specialisation in Hydrography of HCU. The facts that the course language is English and there is no studying fee were also strong reasons to apply for the Master course in Hamburg.

One of the most positive things for Iwona was that during her studies and right after she finished, she was able to have a job in the field of hydrography. As a student, she worked for Hamburg Port Authority (HPA) in data processing and later on for SevenCs in data management and updating of bathymetric charts. After she finished her studies, the next step in her career path was in the Netherlands and more specifically in the company

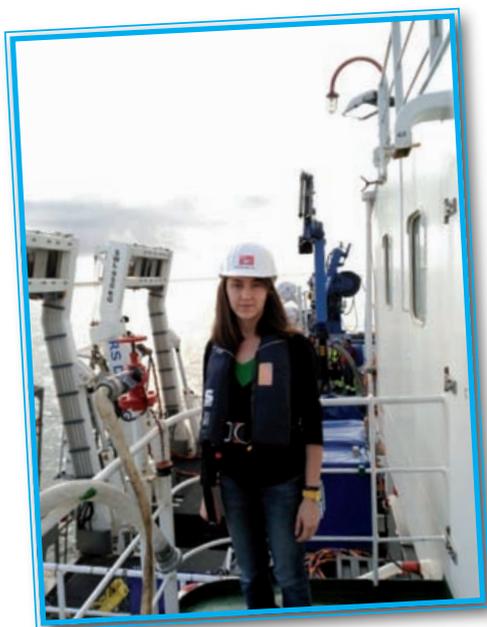
Braveheart Marine. Her position there was junior hydrographic surveyor and included hydrographic survey and mobilisation of survey vessels.

The current job status of Iwona is surveyor for Geoinfos in Wilhelmshaven. This position includes inland and offshore projects as well as chart production. Iwona finds her current job interesting as she can still do land surveying and keep in touch with her background but also learn new things and work in different kind of projects.

The biggest challenge for Iwona in the beginning of her career was that the companies have high expectations about knowledge in a variety of software. The university cannot always provide trainings in every software as it is difficult to keep up to date. The software used in hydrographic survey and data processing is developing rapidly and new releases with new features are released often.

Another everyday challenge in her current job is to be responsible for the safety of the equipment as well as for her own safety under difficult conditions, and sometimes without been provided with safety equipment or a special training for it.

The balance between private life and work is also difficult and more challenging in an older age. On the other hand, Iwona enjoys to work outdoors, changing colleagues and projects instead of the office job monotony. As she said, every new day brings new problems and challenges and you always have to be innovative and keep trying.



### Diego Munoz Rosales

The Technical University of Madrid was the starting point in the career of Diego Munoz Rosales, where he attended the Bachelor program in geodesy and cartography. During his studies in Madrid, Professor Volker Böder, who was the head of the Master course in Hydrography, visited the university and offered a two-day course on the basics of hydrographic surveying. Diego found the course interesting and later on attended the Hydrographic Summer Camp close to Hamburg. After the camp he decided to follow the Master course in HCU.

young hydrographers who all attended the Master program started in autumn of 2012, successfully graduated and now are working as hydrographic surveyors.



Diego is very satisfied with the fact that he could find a job in the field of hydrography during his studies and right after he finished the course. His first step in his career was with the company SevenCs, where he was developing and testing Electronic Chart Display Information Systems (ECDIS). After he finished his Master degree and till now, he is working as surveyor for Geoinfos where he is mostly occupied with offshore projects like wind farms in the North Sea. He is also responsible for mobilisation of survey vessels as well as survey data processing.

The offshore projects are always an extra challenge, as he said, because of the direct contact with the client and the time pressure. A negative side of the profession, according to Diego, is that you are always weather dependent and as a result the planning is very difficult.

Diego's career expectations are matched to his current job even if you have to travel a lot and be very flexible. He prefers the inland projects as you can get easily support from your colleagues.

Last but not least, Diego highly recommends the profession to people who seek for adventure and international experiences as during his career he was happy to see different locations and meet people from all over the world.

Diego's career expectations are matched to his current job even if you have to travel a lot and be very flexible. He prefers the inland projects as you can get easily support from your colleagues.

### Annette Hadler

Right after finishing school, Annette Hadler started with a Bachelor in surveying and geoinformation at the HTW Dresden. During her Bachelor studies, she was informed by KonVerS (Konferenz der Vermessungsstudierenden) about an international

Hydrographic Summer Camp, organised by Professor Volker Böder and decided to attend it. During this camp she had a lot of fun and learned interesting facts about hydrography, for example its usage in archeology and discovering underwater ruins. Afterwards, she used her practical semester of

her Bachelor program to gain another sight into hydrography while working for Hamburg Port Authority (HPA). During this experience, she learned about bathymetric data acquisition and use as well as more about the harbour environment itself. This helped her to make a final decision and proceed to start the Master in hydrography.

During her studies, Annette used the semester breaks to gain work experience in the field. She started with a trip on the »Maria S. Merian« with the Alfred Wegener Institute (AWI) helping the bathymetry team to log and process data. This also gave her an insight into related seismic and geological methodologies and the variant use of bathymetric data. One of the funniest part was getting dirty by working with the samples the geologists were examining on board.

Her second experience was with Fugro OSAE on board the »Victor Hensen«, processing bathymetric data. As she said, she found it interesting to see the difference between scientific and commercial surveys and she found herself hardened with rough weather in a small vessel. During her Master course, she also worked for HPA, mainly processing bathymetric data and creating charts. This work experience was the key in gaining her current job in LINZ (Land Information New Zealand) as she delved into using CARIS software.

Her current job position is nautical cartographer and as she explained, it was difficult to find a job in New Zealand related to her studies. She is very satisfied working for LINZ as she always liked cartography. Her work so far, includes notices to mariners which teaches her about encoding ENCs and the creation of certain features on paper charts, creation of new ENCs based on paper charts and more tasks related to data management and hydrographic survey work that keep her very busy.

One of her best experiences while working for LINZ was a mobilisation to the Bay of Islands. It was during her first weeks in New Zealand and a great opportunity to explore more of it. She also had the opportunity to see how surveys are carried out in New Zealand and visualising features charted on maps.

In the question if Annette would recommend to someone the profession was a loud »Yes«. She finds it great to work in an international level, and she thinks there are many possibilities than would someone think for a specialised profession as hydrographic surveyor. It gives you the opportunity to travel in different places and she believes it is fun to work in the marine sector. From her experience, the profession is in high demand and still developing new methodologies and you can be part of defining new ways of surveying or charting the oceans.

### Pavel Kapricheski

Trained as an army engineer, Pavel Kapricheski holds a Master of technical sciences in Construction Engineering from the University of Kiril and



Metody of Macedonia. He started his career in Macedonia as IT and GIS expert. As he explained, hydrography was the missing link between his studying background and working experience. Good IT knowledge is extremely important for understanding hydrography and becoming the most valuable person on the survey vessel, he added. Therefore, he decided to follow the Master program in hydrography of HCU.

In February 2013, still as a student, he started working as hydrographic surveyor and multi-beam system integrator for Embient GmbH, a company located in Hamburg. During this year, he had the opportunity to work on several projects with successful results. By the end of 2013, the company was acquired by Kongsberg, one of the biggest corporations worldwide producing hydrographic equipment and other hydrographic sensors.

His current position is Product and Applications Manager (Kongsberg Maritime SuMo). His main responsibility is managing one of Kongsberg's products, the »K-Observer«. His current job status is not directly related to hydrography but more to product life cycle management, product marketing and supporting sales managers. Previously, he was partly involved in the development of the »K-Observer«, as part of his Master thesis project. The focus was on automated bathymetric data

processing for the same product.

»K-Observer« is a fully autonomous monitoring, analysis and reporting system, supporting the integration of any underwater sensor for continuous and long-term subsea monitoring applications. As he explained, it is designed for operations near to the surface, as the system fuses all sensor data to fulfil new customer requirements, while maintaining a cost efficient operation by providing intelligent system control and advanced data processing capabilities.

From his experience till now, he would say that his expectations matched more than he expected to reality, as it has been a great journey for him and he would like to see more of it. He is satisfied with his current job and he would like to focus even more in product management for underwater monitoring systems. As he said, he sees hydrography as a door to even more adventure in his life and lots of travelling.



# 40+

## YEARS OF HYDROGRAPHIC EXPERIENCE

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

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

Fugro OSAE GmbH  
+49 4212 239150  
info@fosae.de  
www.fugro.com  
www.fosae.de

The most tough part of his job is when the weather conditions are rough and he has to be on board a vessel. He gets sea-sick easily and it is always painful for him to have to solve problems while being sick. But he likes the adventure while being in the open sea as there are always unpredictable problems and you are the one to find a solution and make things work.

Pavel suggests to young people to follow the profession of hydrographer as it is worldwide highly demanded, especially for experienced hydrographers. »You might have a chance to have some adventures, see different places and meet new people«, he added.

### Vasiliki Kekridou

At last, I would like to share also my experience after the Master in Hydrography in HCU. I first studied geology in the Aristotle University of Thessaloniki in Greece. During my studies in Greece, I had the chance to get to know cartography but more specialised to mapping geological forms. I also get my first contact to GIS and I always found it exciting. After the end of my studies, I tried to find a job in the field of geosciences but with no success. While looking for a job in a more expanded field, I get to know the term of hydrography and its applications.

The Master program in Hydrography of HCU appealed to me as a challenge for many reasons. It was a chance to live and study far from home, learn a new language and last but not least to learn about survey and general and more especially hydrographic survey. I was always fascinated by the sea and the ships and found it very interesting to become an important part of the production of nautical charts for different uses.

During my studies in HCU, I had the opportunity to learn about all the different sensors and echo

sounders that are used for bathymetric data acquisition. The last semester, while writing my Master thesis in the Alfred Wegener Institute of Polar and Marine Research (Bremerhaven), I had the opportunity to use bathymetric data combined with seismic data and go one step further to data analysis. I also had the opportunity to use my knowledge from my Bachelor in geology something that made me realise the connection between geoscience and hydrography.

Just before I finished my studies in HCU, I started working as surveyor for Boskalis. I first got in touch with the company through a presentation they performed in HCU. I found it a great opportunity to start my career as trainee surveyor and have the opportunity to work in projects in all over the world and learn more about land surveying, hydrographic survey and data analysis.

After I finished the training program, the company had a pleasant surprise for me. I was offered a position in a daughter company, Heinrich Hirdes, which has its main office in Hamburg. I accepted and it has been one year now that I live and work in Hamburg.

My current job allows me to work in many different projects, mostly in North Germany, where I have several responsibilities. My main job includes installing positioning systems on cranes, used for dredging and UXO clearance projects. I am also busy with hydrographic surveying, data processing and the production of charts that are used for the ship dredgers. Two of the main projects I work for are the Elbe maintenance and also maintenance of the port of Emden. I am satisfied in my current job, as I have the chance to work inside and outside the office and sometimes be on board the survey vessels and the dredger ships. I get to know many people and never get in a routine.

The most difficult part of my job is the stress when things do not work as you expect and you have to find a solution under time pressure. It is difficult to be innovative when everyone is waiting for you to be ready so the project can begin. It also needs very good managing and organisation skills as you have to deal with many projects at the same time.

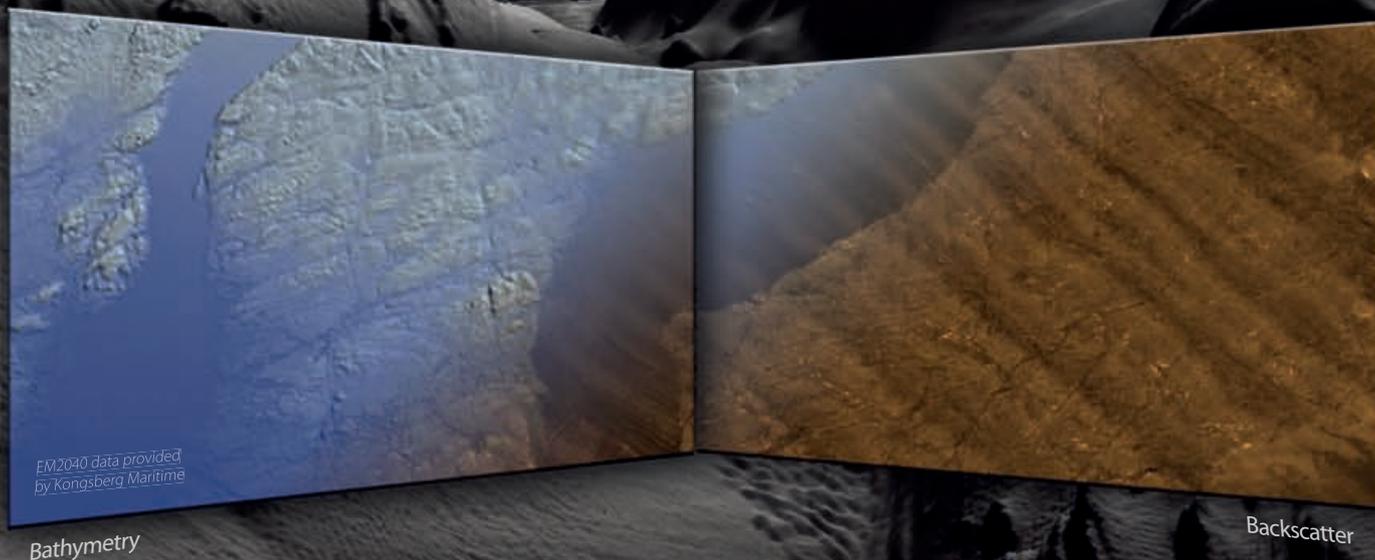
I would never change my experience as Hydrographic surveyor with anything as it gave me the opportunity to live and work in an international level and meet and cooperate with people with different backgrounds. During the last years, I had many adventures, and even the most difficult moments are those that give you valuable experiences and lessons for the future. The pleasure when everything works and you see a project finished, is very big.

As a closure, I would like to invite you to get to know hydrography and join our profession circle as it is full of possibilities and the world of surveying is waiting for new people to open new doors to the future. ⚓



# Decoding Backscatter

## CARIS HIPS and SIPS 9.1



**Built on decades of expertise and proven algorithms CARIS HIPS and SIPS™** is the leading hydrographic data processing system capable of integrating bathymetry, seafloor imagery and water column data processing in a single application.

Through continuous development HIPS and SIPS has become the most trusted data processing system for hydrographic surveys around the world.

**The latest version of CARIS' flagship product** focuses on backscatter processing with a brand new engine based on documented and proven algorithms, the workflow has been tightly

integrated with the guess work and confusion removed.

- Direct integration with CARIS tools provides simplified configuration
- Parameters used in acquisition are read directly by the CARIS backscatter engine
- Temperature and salinity characteristics are taken into account
- New beam pattern correction calculated for the entire dataset
- Intensity values are normalized by using the bathymetry data
- Simple, efficient and repeatable mosaic creation process

CARIS HIPS and SIPS is a component of the Ping-to-Chart™ solution, allowing users to seamlessly process data from the sonar ping through to chart production and web discovery.

Ask us about our lease-to-own option. Contact us at [info@caris.com](mailto:info@caris.com).

[info@caris.com](mailto:info@caris.com) | [www.caris.com](http://www.caris.com) | [www.caris.com/hipsandsips/](http://www.caris.com/hipsandsips/)



**TELEDYNE  
CARIS**  
Everywhereyoulook™

# Präzise 3D Positionierung

## .. mit GNSS und Polarmessverfahren

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

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

Instrumenten sind Sie für Ihre 3D Gewässervermessung bis **über das Jahr 2020 hinaus für die Zukunft gerüstet ohne weitere Investitionsmittel einplanen zu müssen.**

Die MS60 **MultiStation** und die TS16 **Totalstation** sind Polarmesssysteme für höchste Präzision und Leistung bei voller Automatisierung der Messabläufe. Der revolutionäre Distanzmesser vereint die Vorteile des Phasenmessprinzips mit den Vorteilen der Zeitmessung. Die Messzeiten sind bis zu 50% schneller, was eine Datenrate bis zu 20 Hz ermöglicht.

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



**Leica**  
Geosystems