

Journal of Applied Hydrography

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

06/2025

HN 131

Ausbildung mit Inhalten
der Hydrographie



AquapHOx Loggers & Transmitters

for optical oxygen sensors



Compact Underwater Solution for:

- ultra-high speed & ultra-trace O₂
- long-term logging & monitoring
- fast water column O₂ profiling
- Aquatic Eddy Covariance measurements

Liebe Leserinnen und Leser,

diese Ausgabe zeigt, wie es um die Hydrographieausbildung im deutschsprachigen Raum und um den Berufsnachwuchs bestellt ist.

Wir haben eine Umfrage aus dem Jahr 2013 wiederholt, um herauszufinden, an welchen Hochschulen Hydrographie im Studium gelehrt oder zumindest erwähnt wird (Seite 6). Sie erfahren, welche Überlegungen das IBSC anstellt, um die Hydrographieausbildung weiterzuentwickeln (Seite 10). Sie erhalten Argumente, weshalb sich eine persönliche Zertifizierung mit HPAS für Sie lohnt (Seite 14) – wenn Sie schnell sind, übernimmt die DHyG sogar die Gebühren für Sie.

Wir stellen mehrere Ausbildungsstätten vor (ab Seite 18). Im Wissenschaftsgespräch verrät Professor Erwin Heine, wie man Studierenden Hydrographie schmackhaft macht, obwohl diese gar nicht auf dem Lehrplan steht (Seite 32). Vor allem aber

lassen wir die Studierenden in sechs Fachbeiträgen und zwei Berichten selbst zu Wort kommen (von Seite 36 bis 75).

Für den DHyG Student Excellence Award gab es in diesem Jahr fünf Nominierungen. Leider dürfen wir nur vier Fachbeiträge abdrucken. Ausgerechnet der Beitrag der Gewinnerin, Isabella Metz, unterliegt noch einem Sperrvermerk. Wir werden den Beitrag hoffentlich bald nachreichen.

Außerdem haben wir mehrere Hydrographie-Studierende an der HCU gefragt, was sie an der Hydrographie fasziniert. Die Antworten finden Sie im Heft verteilt, gleich auf dieser Seite sowie auf den Seiten 31, 45, 70 und 78. Alle Studierenden vereint ein ähnlicher Antrieb: Sie wollen die Hydrographie und ihre breiten technischen Anwendungen nutzen, um unsere Unterwasserwelt weiter zu erforschen sowie um sie zu schützen.



Lars Schiller

Impressum

Journal of Applied Hydrography
HN 131 – Juni 2025

HYDROGRAPHISCHE NACHRICHTEN

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen
Gesellschaft – DHyG

Herausgeber:

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

ISSN: 1866-9204

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

Redaktion:

Dipl.-Ing. Peter Dugge; Dipl.-Met. Horst Hecht;
Ellen Heffner, M.Sc.; Dipl.-Phys. Holger Klindt;
Friederike Köpke, M.Sc.; Dr. Jens Schneider von Deimling;
Dipl.-Ing. Stefan Steinmetz; Dr.-Ing. Patrick Westfeld

Hinweise für Autoren und Inserenten:

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



© 2025

Ausblick

Küstenzone

HN 132 (Oktober 2025)

Archäologie

HN 133 (März 2026)

Optische Aufnahme unter Wasser

HN 134 (Juni 2026)

Shantonu Sarkar, 34

4. Semester, aus Indien

What fascinates you about hydrography?

I love how hydrography brings together technology, the ocean and real-world problem solving. There's something incredibly exciting about mapping the seafloor and working with data that not only supports navigation but also helps us understand and protect the marine environment.

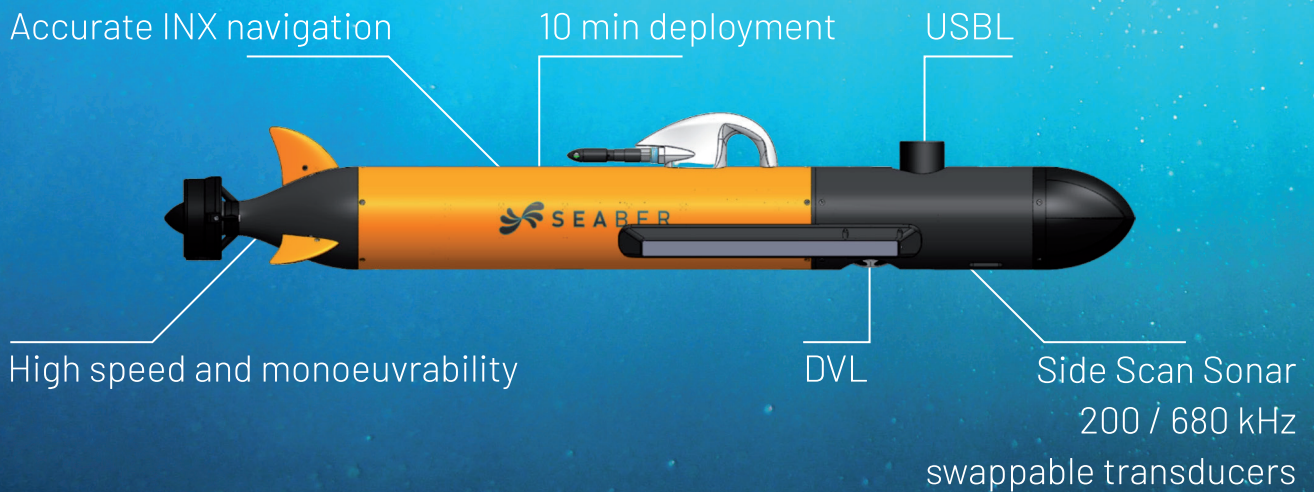
How did you become interested in hydrography?

My background is in geoinformatics engineering, and I spent over a decade working at Esri in various roles – from customer support to real-time GIS projects. That experience gave me a strong foundation in spatial data, but I have always been fascinated with the ocean. When I discovered hydrography, it felt like

the perfect way to combine my skills with something I've long been curious about.

Where do you want to work later?

Ideally, I would like to work on international projects, maybe in offshore surveying or marine environmental monitoring. I'm open to both industry and governmental work, as long as it allows me to stay close to the sea and apply what I've learned in a meaningful way.



MARVEL-SCAN

MARVEL-SCAN is the most compact AUV with side scan sonar and acoustic positioning.

Your new way to use AUVs.



FEATURES

- » INX Navigation system
- » DVL
- » SEAPLAN Software
- » Embedded rechargeable batteries
- » SEACOMM
- » Field case and accessories
- » Acoustic positioning and communication module
- » Autonomous buoy with USBL unit and dual antenna GNSS-RTK module

FURTHER INFORMATION



Aus dem Inhalt

Umfrage

- 6 **Wo im Studium Hydrographie gelehrt oder erwähnt wird**
Ein Beitrag von LARS SCHILLER und FREDERIKE REINHARDT

Kompetenzstandards

- 10 **Die Rolle des IBSC bei der Weiterentwicklung der Inhalte der Hydrographieausbildung**
Ein Beitrag von HARALD STERNBERG

Persönliche Zertifizierung

- 14 **IFHS HPAS – Darum lohnt sich eine persönliche Zertifizierung!**
Ein Beitrag von TANJA DUFKE

Hydrographieausbildung

- 18 **Hydrographie studieren an der HafenCity Universität Hamburg**
Ein Beitrag von ELLEN HEFFNER, TIMO NISCHIK und HARALD STERNBERG
- 22 **International hydrographic training in the Netherlands**
An article by HUIBERT-JAN LEKKERKERK
- 26 **Der Seevermessungstechniker-Lehrgang**
Ein Beitrag von BERND VAHRENKAMP
- 30 **Quasi ein duales Studium bei der Hamburg Port Authority**
Ein Beitrag von THOMAS THIES

Wissenschaftsgespräch

- 32 **»Ein Leben als angewandter Forscher und als Universitätslehrender, der seine Begeisterung weitergibt«**
Ein Interview mit ERWIN HEINE

DHyG Student Excellence Award

- 36 **Georeferenzierung von 3D-Unterwasserstrukturen mittels Photogrammetrie durch wissenschaftliche Taucher**
Ein Beitrag von CASSANDRA JANY
- 42 **Tracking von Korallenlarven für Riffschutz und Forschung**
Ein Beitrag von TIM PFAUS
- 46 **Untersuchung unterschiedlicher Methoden zur Positionsbestimmung und Verbesserung bei GNSS-Signalverlust in dynamischen Prozessen**
Ein Beitrag von JOHANNES SISCHKA
- 50 **Assessment of the efficacy of GNSS-interferometric reflectometry in determining water levels**
An article by PAVLOS PETROGKONAS

Studentische Beiträge

- 56 **Enhancing MBES surveying by multi-frequency technology**
An article by TONY SEBASTIAN
- 63 **The influence of the Elbtunnels on the Elbe riverbed**
An article by ERIC IDUN

Seepraktikum

- 68 **Dem Durchbruch auf der Spur**
Ein Beitrag von TORBJÖRN KAGEL

Graduiertenprogramm

- 72 **The Crazy Dunes**
An article by NIELS FUCHS

Internationale Summer School in Stettin

- 76 **International Summer School on UAV photogrammetry, laser scanning and bathymetry 2024 in Szczecin**
An article by THOMAS P. KERSTEN

Wo im Studium Hydrographie gelehrt oder erwähnt wird

Ein Beitrag von LARS SCHILLER und FREDERIKE REINHARDT

Eine aktuelle Umfrage zeigt, dass Hydrographie an vielen Hochschulen im deutschsprachigen Raum thematisiert wird. An rund 20 Hochschulen wird sie erwähnt; vier bieten eigene Vorlesungen an (Bonn, Hamburg, Kiel, Oldenburg); in Hamburg gibt es den einzigen spezialisierten Studiengang. Im Vergleich zu einer Umfrage von 2013 hat sich der Umfang der Lehre an einzelnen Standorten teilweise erweitert. Auffällig ist, dass das Lehrangebot stark vom Engagement einzelner Personen abhängt.

Hydrographieausbildung | Geodäsie-Studiengang | HCU | DHyG Student Excellence Award
hydrographic training | geodesy study programme | HCU | DHyG Student Excellence Award

A recent survey shows that hydrography is a topic at many universities in German-speaking countries. It is mentioned at around 20 universities; four offer their own lectures (Bonn, Hamburg, Kiel, Oldenburg); Hamburg has the only specialised degree course. Compared to a survey from 2013, the scope of teaching at individual locations has expanded in some cases. It is noticeable that the range of courses offered depends heavily on the commitment of individuals.

Autoren

Lars Schiller ist Chefredakteur des *Journal of Applied Hydrography* (Hydrographische Nachrichten).
Frederike Reinhardt arbeitet beim Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie in Rostock.

lars.schiller@dhg.de

Umfrage aus dem Jahr 2013

Im Jahr 2013 hat die DHyG erstmals eine Umfrage zum »Status der Hydrographieausbildung in Deutschland, Österreich und der Schweiz« durchgeführt (Schiller 2013). Wir wollten wissen, wo im deutschsprachigen Raum Lehrveranstaltungen über Hydrographie angeboten werden und wo die Hydrographie zumindest erwähnt wird. Damals haben wir bei insgesamt 33 Universitäten und Hochschulen angefragt, die ein Studium im Bereich des Vermessungs- und Geoinformationswesens anbieten. Wir waren überrascht, an wie vielen Institutionen die Hydrographie erwähnt wird. Eine eigene Vorlesung gab es an immerhin sechs Standorten. An 18 Hochschulen wurde die Hydrographie während des Studiums erwähnt. An 13 Hochschulen hatten die Studierenden Themen der Hydrographie für ihre Abschlussarbeit gewählt.

Aktuelle Umfrage

Gut zwölf Jahre später haben wir die Befragung wiederholt. Diesmal haben wir unsere Fragen an insgesamt 112 Personen geschickt, die an 40 verschiedenen Institutionen beschäftigt sind. Wir haben uns nicht nur auf die Hochschulen beschränkt, die einen Studiengang für Geodäsie – an manchen Standorten auch Vermessung, Geomatik oder Geoinformatik genannt – anbieten, sondern wir haben auch gezielt an einzelnen Universitäten nachgefragt, die Methoden der Hydrographie in angrenzenden Fachbereichen verwenden, zum Beispiel in den Marinen Geowissenschaften oder

im Umweltingenieurwesen. Antworten liegen uns von insgesamt 22 Hochschulen vor.

Ergebnisse in Kürze

An 15 Hochschulen mit einem Studiengang für Geodäsie wird die Hydrographie erwähnt (siehe [Tabelle 1](#)). An fünf Universitäten mit anderen Studiengängen wird die Hydrographie ebenfalls erwähnt ([Tabelle 2](#)). Insgesamt findet die Hydrographie an 19 Hochschulen Erwähnung.

In Bonn, Hamburg, Kiel und Oldenburg gibt es während mindestens eines ganzen Semesters eigene Vorlesungen zur Hydrographie ([Tabelle 1](#) und [Tabelle 2](#)).

An 13 Hochschulen wurden Abschlussarbeiten zur Hydrographie geschrieben.

Die Zahlen sind auf den ersten Blick durchaus vergleichbar mit denen aus dem Jahr 2013.

Eigene Hydrographie-Vorlesungen

In diesem Abschnitt nennen wir die vier Standorte, an denen laut der Umfrage mindestens ein Semester lang über die Hydrographie gesprochen wird.

An der **Universität Bonn** gibt es im Master-Studiengang »Geodäsie und Geoinformation« und im Master-Studiengang »Geodetic Engineering« das Wahlpflichtmodul »Hydrographie«. Dabei handelt es sich um eine reine Lehrveranstaltung zur Hydrographie mit 2 Semesterwochenstunden (SWS). Die Inhalte sind: hydrographische Vermessungen, GNSS, marine Höhenbezugsflächen, Ozeantidenmodelle, konventionelle und moderne (SAR-)Radaraltimeterverfahren. Das Wahlpflicht-

Hochschule	Studiengang	Eigene Vorlesung	Erwähnung in anderer Vorlesung	Name der Vorlesung	Dauer der Vorlesung bzw. der Erwähnung	Abschlussarbeit
OTH Amberg-Weiden	B.Eng. Geoinformatik und Landmanagement	–	×	Fernerkundung, Ingenieurvermessung, Landesvermessung	<1 Stunde	–
TU Berlin	M.Sc. Geodesy and Geoinformation Science	–	×	GNSS Signal Processing	2 Stunden	–
Uni Bonn	M.Sc. Geodäsie und Geoinformation	×	–	Wahlpflichtmodul Hydrographie	2 SWS	×
	M.Sc. Geodetic Engineering	–	×	mehrere Veranstaltungen	keine Angabe	–
TU Darmstadt	M.Sc. Geodäsie und Geoinformation	–	×	Fernerkundung II	<1 Stunde	–
HTW Dresden	B.Eng. Geomatik M.Eng. Geoinformatik/ Management	–	×	Landmanagement	2 Stunden	×
				Positionierung	2 Stunden	
				Photogrammetrie/Flugzeuglaserscanning	1,5 Stunden	
				Kartographie/Topographie	1,5 Stunden	
				Geovisualisierung/Seekartierung	1,5 Stunden	
TU Dresden	M.Sc. Geodäsie B.Sc. Geodäsie und Geoinformation	–	×	Bodenordnung/Gewässerökologie	1,5 Stunden	×
				Laserscanning	2 Stunden	
				Photogrammetrie Geosensoren	<1 Stunde 1 Stunde	
TU Bergakademie Freiberg	Diplom Geoingenieurwesen	–	×	Einführung in die Erdsystemdynamik und Satellitengeodäsie	1,5 Stunden	–
				Geomonitoring	3 Stunden	
TU Graz (A)	B.Sc. Geodäsie M.Sc. Geodäsie	–	×	Remote Sensing, Integrated Navigation, Satellite Geodesy	keine Angabe	×
HCU Hamburg	M.Sc. Geodäsie und Geoinformatik	×	–	Hydrography	4 Semester	×
	B.Sc. Geodäsie und Geoinformatik	×	×	Hydrographie 1 Hydrographie 2	3 SWS 3 SWS	×
HS Karlsruhe	B.Sc. Geodäsie und Navigation	–	×	Ingenieurgeodäsie	8 Stunden	–
TU München	B.Sc. Geodäsie und Geoinformation	–	×	Einführung Photogrammetrie und Fernerkundung	0,5 Stunden	–
	M.Sc. Geodäsie und Geoinformation	–	×	Mobiles Laserscanning	10 Minuten	×
HS Neubrandenburg	B.Eng. Geodäsie und Messtechnik B.Eng. Geoinformatik	–	×	Module der Ingenieurvermessung	4 Stunden	×
	M.Eng. Geomatik	–	×	Marines GIS	4,5 Stunden	×
Jade HS Oldenburg	B.Sc. Angewandte Geodäsie	×	–	Hydrographie	4 SWS	×
TU Wien (A)	B.Sc. + M.Sc. Geodäsie und Geoinformation	–	×	Topographische Modelle	4,5 Stunden	×
THS Würzburg-Schweinfurth	B.Eng. Vermessung und Geoinformatik	–	–	–	–	×

Tabelle 1: Hochschulen mit Studiengängen für Geodäsie – manchmal auch Vermessung, Geomatik, Geoinformatik genannt –, an denen Hydrographie im Studium gelehrt oder erwähnt wird

modul wird meist von etwa sechs Studierenden belegt.

An der **HafenCity Universität Hamburg (HCU)** gibt es im Bachelor-Studiengang »Geodäsie und Geoinformatik« die Lehrveranstaltungen »Hydrographie 1« und »Hydrographie 2«. Dabei handelt es sich um eine reine Lehrveranstaltung zur Hydrographie mit 3 SWS. Die Lehrveranstaltungen werden von etwa 20 Studierenden belegt.

Im Master-Studiengang »Geodäsie und Geo-

informatik« gibt es die Vertiefung »Hydrography«. Dabei handelt es sich um ein komplettes Studienprogramm, das vier Semester umfasst. Die Vertiefung wird im Jahr von etwa 30 Studierenden gewählt.

An der **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel** gibt es im Master-Studiengang »Marine Geophysik und Hydroakustik« zwei Lehrveranstaltungen zur Hydrographie: »Numerical geophysical processing bathymetry« und »Marine geospatial and environ-

Hochschule	Studiengang	Eigene Vorlesung	Erwähnung in anderer Vorlesung	Name der Vorlesung	Dauer der Vorlesung bzw. der Erwähnung	Abschlussarbeit
Uni Greifswald	Geographie und Geologie	–	×	Klimatologie	keine Angabe	–
Uni Innsbruck (A)	Bauingenieurwissenschaften Umweltingenieurwesen	–	×	Wasserbau Ingenieurhydrologie Talsperren	4,5 Stunden	–
CAU Kiel	Marine Geophysik und Hydroakustik	×	–	Submarine Mapping Akustische Abbildung sedimentärer Strukturen Seegeophysikalisches Praktikum Numerical geophysical processing bathymetry Marine geospatial and environmental analyses using high-resolution surveying techniques	4 SWS (70 %) 4 SWS (70 %) 4 SWS (70 %) 4 SWS (100 %) 4 SWS (100 %)	×
	Küstengeologie und Sedimentologie	–	×	Measuring techniques in shallow water Geländeübung Messmethoden Land-Meer Angewandte Aspekte der Küstengeologie Einführung in die Küstengeologie	5 SWS (30 %) 1 SWS (30 %) 1 SWS (30 %) 2 SWS (20 %)	×
TU Wien (A)	Umweltingenieurwesen	–	×	Topographische und hydrographische Modelle	4,5 Stunden	×
BOKU Wien (A)	Kulturtechnik und Wasserwirtschaft	–	×	Konstruktives Projekt Ortung und Navigation mit satellitengestützten Verfahren	2 SWS (50–100 %) 0,5 Stunden	×

Tabelle 2: Universitäten, an denen es keinen Geodäsie-Studiengang gibt, an denen dennoch die Hydrographie im Studium gelehrt oder erwähnt wird

mental analyses using high-resolution surveying techniques«. Beide Lehrveranstaltungen dauern 4 SWS. In drei weiteren Lehrveranstaltungen mit 4 SWS hat die Hydrographie einen Anteil von jeweils etwa 70 Prozent.

An der **Jade Hochschule** am Standort **Oldenburg** gibt es im Bachelor-Studiengang »Angewandte Geodäsie« die Lehrveranstaltung »Hydrographie«. Dabei handelt es sich um eine reine Lehrveranstaltung zur Hydrographie mit 4 SWS. Die Inhalte sind: hydrographische Vermessungssysteme, Positionierungsverfahren, Tiefenmessverfahren, Schiffsdynamik, Korrekturen von Lotungen; Auswertung und Darstellungen. An der Lehrveranstaltung nehmen durchschnittlich zehn Studierende teil.

Erwähnung der Hydrographie

An insgesamt 19 Hochschulen wird die Hydrographie während einzelner Vorlesungen erwähnt – allerdings unterschiedlich ausführlich. An manchen Standorten nur 10 Minuten lang. In diesem Abschnitt führen wir die Hochschulen auf, an denen laut der Umfrage längere Zeit im Rahmen einer Lehrveranstaltung über die Hydrographie gesprochen wird.

An der **Technischen Universität Dresden** gibt es im Master-Studiengang »Geodäsie« die Lehrveranstaltung »Laserscanning«. Dabei handelt es sich um eine Lehrveranstaltung, bei der etwa 2 Stunden lang die Hydrographie thematisiert wird. Inhaltlich geht es dabei um Laserbathymetrie. Etwa 30 Studierende besuchen die Lehrveranstaltung.

An der **Universität Innsbruck** gibt es in den Bachelor-Studiengängen »Bauingenieurwissenschaften« und »Umweltingenieurwesen« die Lehr-

veranstaltungen »Wasserbau« und »Ingenieurhydrologie«. In diesen Lehrveranstaltungen wird die Hydrographie in etwa drei Einheiten thematisiert. Die Inhalte sind: Hydrologische Messtechnik, Statistik, Modellierung. Die Lehrveranstaltung besuchen etwa 30 Studierende.

An der **Christian-Albrechts-Universität zu Kiel** gibt es im Master-Studiengang »Küstengeologie und Sedimentologie« vier Lehrveranstaltungen mit deutlichem Anteil an Inhalten zur Hydrographie. Die Lehrveranstaltung »Measuring techniques in shallow water« dauert 5 SWS, wobei etwa 30 Prozent der Zeit auf die Hydrographie verwendet wird.

Im Master-Studiengang »Marine Geophysik und Hydroakustik« gibt es drei Lehrveranstaltungen mit jeweils 4 SWS, bei denen die Hydrographie einen Anteil von jeweils etwa 70 Prozent hat.

An der **Technischen Universität Wien** gibt es im Master-Studiengang »Umweltingenieurwesen« eine Lehrveranstaltung »Topographische und hydrographische Modelle«, in der etwa 4,5 Stunden lang die Hydrographie thematisiert wird.

Im Bachelor- und Master-Studiengang »Geodäsie und Geoinformation« gibt es die Lehrveranstaltung »Topographische Modelle«, in der etwa 4,5 Stunden lang über die Hydrographie gesprochen wird.

An der **Universität für Bodenkultur Wien (BOKU)** gibt es im Master-Studiengang »Kulturtechnik und Wasserwirtschaft« ein »Konstruktives Projekt«. In diesem optionalen und fächerübergreifenden Projekt geht es je nach Themenstellung ein Semester lang zwischen 50 % und 100 % der Zeit um Hydrographie. Die Inhalte sind: Multibeam-Echolotung, Sub-Bottom-Profilung, USVs, Flachwasser-AUV-Photogrammetrie (SfM). Das op-

tionale Projekt wird meist von etwa zwei bis vier Studierenden belegt.

Diskussion der Ergebnisse

Im Jahr 2013 haben noch sechs Hochschulen eigene Vorlesungen zur Hydrographie angeboten: die TFH Georg Agricola zu Bochum, die TU Darmstadt, die HCU Hamburg, die Leibniz Universität Hannover, das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und die Jade Hochschule am Standort Oldenburg. Hinzu kam das TECHAWI in Bremerhaven, das es mittlerweile nicht mehr gibt. Zwölf Jahre später gibt es das Angebot an vier der genannten Hochschulen nicht mehr.

Diejenigen, die damals die Lehre verantwortet haben – Prof. Stelling in Bochum, Prof. Behrens in Darmstadt, Prof. Schenke in Hannover und am TECHAWI, Jürgen Trenkle in Karlsruhe –, sind mittlerweile im Ruhestand. Offenbar hängt es von einzelnen Personen ab, ob die Hydrographie an einem Standort erwähnt wird.

Auf der anderen Seite sind mit Bonn und Kiel zwei Universitäten hinzugekommen, an denen es eigene Vorlesungen zur Hydrographie gibt. Mit Blick auf Bonn ist das besonders bemerkenswert, weil dort im Jahr 2013 die Hydrographie noch nicht einmal beiläufig erwähnt worden ist. Kiel hingegen war bei der letzten Umfrage noch nicht dabei.

Auffallend ist, dass die Hydrographie an den Hochschulen im Vergleich zu 2013 etwas ausführlicher Erwähnung findet. Meist sogar mehrere Stunden lang.

Erfreulich ist, dass die Hydrographie inzwischen an der TU Berlin, der Uni Innsbruck und der TU München erwähnt wird, was 2013 noch nicht der Fall war.

Weniger erfreulich ist, dass 2013 noch mehrere Hochschulen angegeben haben, die Hydrographie in ihren Vorlesungen zu erwähnen. Es handelte sich um folgende Hochschulen: die Beuth Hochschule für Technik Berlin, die Hochschule Bochum, die Technische FH Georg Agricola zu Bochum, die FH Nordwestschweiz in Muttentz, die Hochschule für Technik Stuttgart und die ETH Zürich. In diesem Jahr haben alle diese Hochschulen keine Antwort gesendet.

Die fehlenden Antworten von der Hochschule für Technik Stuttgart und von der FH Nordwestschweiz in Muttentz zeigen, dass die Umfrage nicht die volle Wahrheit erbracht hat, denn in diesem Jahr hat die Hochschule für Technik Stuttgart einen Absolventen für den DHyG Student Excellence Award nominiert, im Jahr 2023 kam die Gewinnerin des DHyG Student Excellence Awards von der FH Nordwestschweiz in Muttentz. Keine Antwort heißt also nicht unbedingt, dass die Hydrographie nicht erwähnt wird. Es könnte durchaus sein, dass die angeschriebenen Personen nur keine Zeit gefunden haben, an der Umfrage teilzunehmen.

Anhand des DHyG Student Excellence Awards wird deutlich, dass die Umfrage kein vollständiges Bild liefert. In diesem Jahr haben beim DHyG Student Excellence Award Kandidaten von der TU Bergakademie Freiberg, von der HCU in Hamburg, von der Jade Hochschule in Oldenburg, von der Technischen Hochschule Stuttgart und von der Universität Würzburg teilgenommen. In den letzten Jahren gab es die bereits erwähnte Gewinnerin von der FH Nordwestschweiz aus Muttentz und einen Gewinner von der Universität Stuttgart. Mindestens die FH Nordwestschweiz aus Muttentz, die Technische Hochschule Stuttgart und die Universität Stuttgart hätten bei der Umfrage angeben müssen, dass sie etwas mit Hydrographie machen. Dahingegen hatte die Universität Würzburg, wo der Studiengang EAGLE (Applied Earth Observation and Geoanalysis) angeboten wird, keine Chance zu antworten, weil sie von uns nicht zur Teilnahme an der Umfrage aufgefordert wurde.

Fazit

Die Ergebnisse der Umfrage spiegeln nicht die vollständige Situation wider. Mit dem Wissen, dass an manchen Hochschulen, die an der Umfrage aus unterschiedlichen Gründen nicht teilgenommen haben, Hydrographie sehr wohl eine Rolle spielt, können wir abschließend sagen:

An *mindestens* 15 Hochschulen mit einem Studiengang für Geodäsie wird die Hydrographie erwähnt. Wahrscheinlich sind es sogar zwei oder drei Hochschulen mehr.

An *mindestens* fünf Hochschulen mit anderen Studiengängen wird die Hydrographie ebenfalls erwähnt. Mit hoher Wahrscheinlichkeit sind es einige Hochschulen mehr.

An *mindestens* 17 Hochschulen wurden Abschlussarbeiten zur Hydrographie geschrieben.

Damit lässt sich in den Zahlen im Vergleich zur Umfrage von 2013 eine leichte Steigerung erkennen. Zumindest für die Zahl der Hochschulen, an denen in den letzten Jahren Abschlussarbeiten aus dem Bereich der Hydrographie geschrieben wurden, können wir das belegen.

Bei einer künftigen Umfrage sollten die Hochschulen, die einen Geodäsie-Studiengang anbieten, wiederholt an die Teilnahme erinnert werden, um die Chance auf ein vollständiges Bild zu erhöhen. Zugleich sollten systematisch weitere Studiengänge – zum Beispiel Ozeanografie, Geografie, Umweltwissenschaften – zur Teilnahme aufgefordert werden. //

Literatur

- Schiller, Lars (2013): Status der Hydrographieausbildung in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Hydrographische Nachrichten, Nr. 94, S. 6–7

Die Rolle des IBSC bei der Weiterentwicklung der Inhalte der Hydrographieausbildung

Ein Beitrag von HARALD STERNBERG

Das International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) pflegt die Kompetenzstandards für die hydrographische Vermessung und die nautische Kartografie und erteilt internationale Anerkennungen für Ausbildungsprogramme, die den Standards entsprechen. Die Standards werden ständig überprüft und überarbeitet, um den aktuellen Entwicklungen in der Technologie und in den Lehr-/Lernszenarien Rechnung zu tragen und die Erwartungen der Interessengruppen zu berücksichtigen. Dieser Artikel befasst sich mit der historischen Entwicklung des IBSC, mit aktuellen Anerkennungen und zukünftigen Schwerpunkten der Standards.

IBSC | Kompetenzstandards | hydrographische Vermessung | nautische Kartografie | Kategorie A und B
IBSC | standards of competence | hydrographic surveying | nautical cartography | Cat A and B

The International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) maintains the standards of competence for hydrographic surveying and nautical cartography and grants international recognition for training programmes that meet the standards. The standards are constantly reviewed and revised to take account of current developments in technology and teaching/learning scenarios and to reflect stakeholder expectations. This article looks at the historical development of the IBSC, current endorsements and future areas of focus for the standards.

Autor

Prof. Dr. Harald Sternberg hat an der HafenCity Universität Hamburg die Professur für Hydrographie und Geodäsie inne. Darüber hinaus ist er seit 2020 als Vertreter der FIG Mitglied im IBSC.

harald.sternberg@hcu-hamburg.de

1 Einleitung

Das International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) hat seinen Sitz bei der IHO (International Hydrographic Organization) in Monaco. Die Ziele des IBSC sind die Überprüfung von Ausbildungsplänen und Programmablaufplänen sowie individuellen Anerkennungsverfahren von Aus- und Weiterbildungseinrichtungen, die Pflege der IBSC-Publikationen, die Beratung von Aus- und Weiterbildungseinrichtungen und die Unterstützung der IHO bei der Einrichtung neuer hydrographischer Programme, wenn keine regionalen Ausbildungskapazitäten vorhanden sind.

Um diese Ziele zu erreichen, haben drei internationale Organisationen (FIG, IHO und ICA) Kompetenzstandards entwickelt, die von Institutionen oder Berufsverbänden für ihre Aus- und Weiterbildungsprogramme und Kompetenzprogramme übernommen werden können.

Zu diesem Zweck wurden mehrere Standards entwickelt, die sich sowohl nach Fachgebiet (Hydrographie: S-5-Standard; Nautische Kartografie: S-8-Standard) unterscheiden, wie es sich auch im Logo des IBSC widerspiegelt (Abb. 1). Die Standards unterscheiden sich aber auch durch unter-

schiedliche Ausbildungs- und Kompetenzniveaus (Kategorie A oder B), wobei Kategorie A ein höheres Kompetenzniveau erfordert als Kategorie B. Diese Unterscheidung der Kompetenzniveaus gilt für beide Fachgebiete gleichermaßen.

In Programmen der Kategorie A werden die Inhalte und Lernergebnisse in erster Linie auf der Ebene der Grundprinzipien vermittelt und bieten somit eine umfassende theoretische und praktische Ausbildung, die alle Aspekte der jeweiligen



Abb. 1: Offizielles Logo des IBSC, das die drei Verbände (FIG, IHO und ICA) und die beiden Ausrichtungen (Hydrographic Surveyors und Nautical Cartographers) repräsentiert

Disziplin abdeckt. In der Regel erfolgt das in einem ein bis zwei Jahre dauernden Vollzeitstudium, z. B. Masterprogramme oder spezialisierte Studiengänge an anerkannten Institutionen.

Programme der Kategorie B vermitteln in erster Linie Kompetenzen auf praktischer Ebene und bieten eine praxisorientierte Ausbildung mit grundlegender Theorie. Hier erfolgt eine gezielte Ausbildung in spezifischen Bereichen der Hydrographie oder nautischen Kartografie meist in kürzeren Programmen zwischen sechs Monaten und einem Jahr.

Ziel ist es, dass eine qualifizierte Person der Kategorie A mit entsprechender Erfahrung eine leitende Fachkraft in ihrem gewählten Tätigkeitsbereich (Regierung, Industrie, Wissenschaft) werden kann. Qualifizierte Personen der Kategorie B mit entsprechender Erfahrung sind technische Fachkräfte, die Produkte und Dienstleistungen vorbereiten und erbringen, um die Spezifikationen und Ergebnisse zu erfüllen (Johnston 2013).

2 Historie

Das IBSC wurde gegründet, um internationale Standards für die Ausbildung und Qualifikation von hydrographischen Vermessern zu etablieren und zu fördern. Die Gründung des IBSC erfolgte dabei zunächst als Zusammenarbeit zwischen zwei internationalen Organisationen, der International Federation of Surveyors (FIG) und der International Hydrographic Organization (IHO) als »FIG/IHO International Advisory Board on the Standards of Competence for Hydrographic Surveyors«.

In den 1970er-Jahren erkannte man die Notwendigkeit, weltweit einheitliche Standards für die Ausbildung und Kompetenzbewertung in der Hydrographie zu schaffen. Unterschiedliche Ausbildungsniveaus und -inhalte führten zu Problemen bei der Qualität und Vergleichbarkeit von Fachkräften in diesem Bereich. Der neue Verbund, der 1977 gegründet wurde und seit 1978 aktiv war, sollte einen hohen und einheitlichen Standard der Ausbildung sicherstellen sowie Ausbildungsprogramme anerkennen, die diesen Standards entsprechen (IBSC 2016).

Die ersten Anerkennungen für Programme in der Hydrographieausbildung erfolgte 1980 in den beiden Kompetenzebenen Cat A (Kategorie A) und Cat B (Kategorie B).

Die Mitglieder des IBSC und andere in der hydrographischen Gemeinschaft hatten erkannt, dass es ein Ungleichgewicht zwischen den Ausbildungsstandards für die Erfassung hydrographischer Daten und für die Verwaltung hydrographischer Daten gab. Daher sollten die bestehenden Ausbildungsstandards für diejenigen ergänzt werden, die mit hydrographischen Daten nach der Erfassung durch den Vermesser umgehen. In der

Vergangenheit war dies die Aufgabe des nautischen Kartografen.

Durch die digitale Revolution in der Hydrographie haben sich die Anforderungen an den nautischen Kartografen, der oft auch als »hydrographischer Datenmanager« bezeichnet wird, drastisch verändert, trotzdem hielt man bewusst an der Bezeichnung »nautischer Kartograf« fest.

Um das IBSC auch für Fragen der nautischen Kartografie und/oder des hydrographischen Datenmanagements zu stärken, wurde das Gremium durch Spezialisten der International Cartographic Association (ICA) erweitert. Die erste Sitzung in dem erweiterten Gremium von FIG/IHO/ICA fand 2002 statt, die erste Anerkennung für nautische Kartografen erfolgte 2005.

Das IBSC anerkennt nur Ausbildungsprogramme und damit Institutionen, nicht einzelne Individuen. Der Bedarf nach persönlicher Anerkennung von hydrographischen Kenntnissen und Erfahrungen führte zur Entwicklung von »Individual Recognition Competency Schemes«, die es regionalen Hydrographischen Gesellschaften ermöglicht, Individuen eine Anerkennung zu geben, nachdem dieses Scheme von der IBSC anerkannt wurde. Das erste anerkannte Scheme war 2012 das Hydrographic Surveyors Certification Scheme des Australasian Hydrographic Surveyors Certification Panel (AHSCP).

3 Gruppe

Das IBSC besteht derzeit aus zwölf internationalen Mitgliedern, die von den Mutterorganisationen – der FIG, der IHO und der ICA – ernannt wurden. Hinzu kommt ein Sekretär, der von der IHO gestellt wird. Die unterschiedlichen Interessen dieser Gremien bringen ein breites Spektrum an Erfahrung und Fachwissen mit sich. Einige der Mitglieder haben eine langjährige Erfahrung von mehr als 20 Jahren in der Arbeit im IBSC, alle sind regelmäßig in verschiedenen Funktionen in nationalen hydrographischen Ämtern, Bildungseinrichtungen und in der Industrie tätig, und viele von ihnen haben Karrierewege, die sich über diese Sektoren erstrecken. Alle sind darüber hinaus an beruflichen Aktivitäten in ihrer Region und auf internationaler Ebene beteiligt.

Ihr gemeinsames Interesse ist die Förderung der Aus- und Weiterbildung im Bereich der hydrographischen Vermessung und der nautischen Kartografie, um Fachleute auszubilden, die auf den verschiedenen Ebenen in allen Sektoren tätig sein können. Die weltweite Zusammensetzung des Gremiums und die kombinierte Erfahrung mit der Arbeit auf der ganzen Welt ermöglichen einen Einblick in die Bedürfnisse der verschiedenen Disziplinen, die erforderlich sind, um die Breite und Tiefe der international geltenden Kompetenzstandards abzudecken (IHO 2025a).

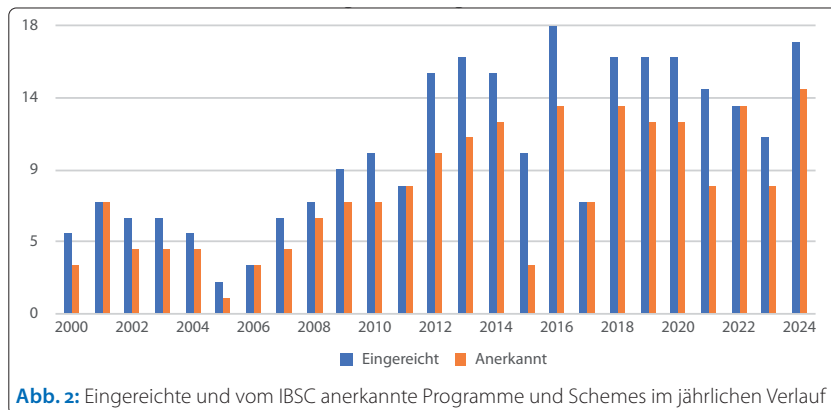


Abb. 2: Eingereichte und vom IBSC anerkannte Programme und Schemes im jährlichen Verlauf

4 Aufgabe

Das IBSC verfolgt mehrere zentrale Ziele zur Förderung von Qualität, Einheitlichkeit und Professionalität in der Hydrographie und der nautischen Kartografie. Eine der Hauptaufgaben des IBSC ist dabei die Schaffung von einheitlichen internationalen Ausbildungsstandards mit der Entwicklung, Pflege und Veröffentlichung der Standards of Competence für Hydrographen und Kartografen (derzeit z. B. S-5A/S-5B für Hydrographen und S-8A/S-8B für Kartografen). Dies sichert die berufliche Qualifikation, da das IBSC sicherstellt, dass Absolventinnen und Absolventen anerkannter Programme über die notwendigen Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen verfügen, um weltweit professionell arbeiten zu können.

Wichtige Punkte dafür sind die weltweite Evaluation durch das IBSC und die Anerkennung dieser Ausbildungsprogramme, die seinen Standards entsprechen. Damit sollen die globale Vergleichbarkeit und Qualität der Ausbildung sichergestellt werden. Das IBSC führt dazu ein strukturiertes Zertifizierungsverfahren zur Bewertung und Anerkennung von Ausbildungsprogrammen durch. Zu diesem Zweck reichen die Institutionen einen

detaillierten Bericht ein, aus dem hervorgeht, wie ihr Ausbildungsprogramm die festgelegten Standards erfüllt. Das IBSC prüft die Unterlagen und kann zusätzliche Informationen oder Präsentationen anfordern. Bei erfolgreicher Evaluierung wird das Programm für einen Zeitraum von sechs Jahren anerkannt.

Um die Einreichungen der Institutionen zu vereinfachen und zu verbessern, werden die entsprechenden Guidelines ständig überprüft und verbessert. Zur Sicherung der hohen Standards werden auch Besuche der akkreditierten Programme vor Ort durchgeführt, um die Umsetzung der Standards in der Ausbildung zu beurteilen (on-site visits). Ein allgemeines Ziel ist die Förderung der beruflichen Entwicklung und Anerkennung im hydrographischen und kartografischen Bereich, einschließlich der Unterstützung und Beratung von Bildungseinrichtungen, dabei unterstützt das IBSC Hochschulen und Ausbildungseinrichtungen bei der Entwicklung und Verbesserung ihrer Programme durch Feedback und Empfehlungen. Schließlich fördert es die berufliche Mobilität, da die Standardisierung der Ausbildung es den Fachkräften ermöglicht, international zu arbeiten, da ihre Qualifikationen weltweit anerkannt werden (Miller et al. 2017).

5 Statistiken

Das IBSC führt eine Liste aller anerkannten Ausbildungsprogramme, die den internationalen Kompetenzstandards entsprechen. Diese Programme werden regelmäßig überprüft und aktualisiert, um sicherzustellen, dass sie den aktuellen Anforderungen und Entwicklungen in der Branche gerecht werden. Um die Qualität zu halten und die Aktualität zu gewährleisten ist die Anerkennung alle sechs Jahre erforderlich. Abb. 2 zeigt die Anzahl der jährlichen Einreichungen und Anerken-

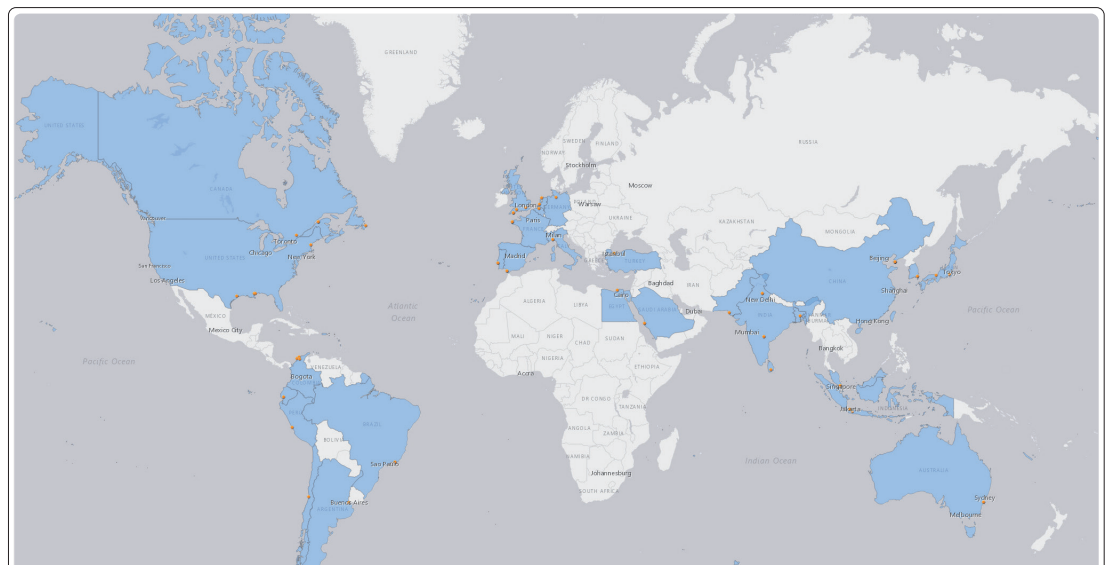


Abb. 3: Verteilung der vom IBSC anerkannten Programme und Schemes (IHO 2025c)

nungen und damit auch die Zunahme der Anzahl (IHO 2025b).

Zurzeit sind insgesamt 65 Programme weltweit in über 30 Ländern anerkannt. Die Verteilung der anerkannten Programme aus der Hydrographie und der nautischen Kartografie sind in Abb. 3 zu sehen.

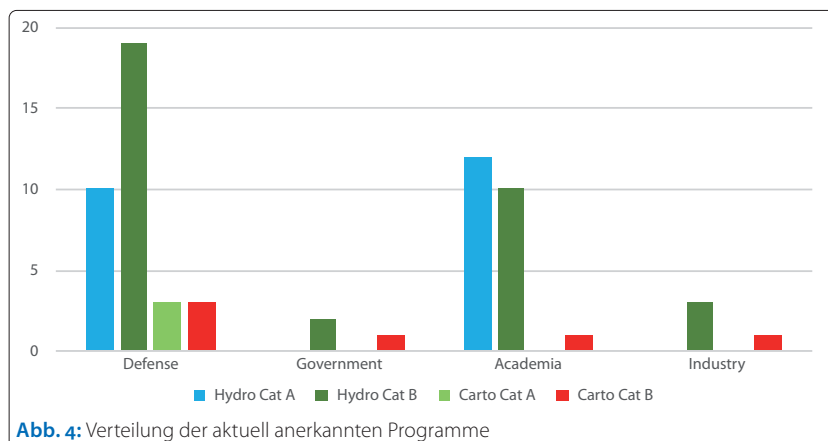
Die anerkannten Programme werden von verschiedenen Ausbildungsstätten (Militär, staatliche Ausbildungsstätten, Hochschulen, Industrie) angeboten (siehe Abb. 4).

In Deutschland gibt es ein einziges Ausbildungsprogramm für Hydrographie, und das in der Kategorie A (Master Geodäsie und Geoinformatik mit Spezialisierung in Hydrographie – englischsprachig) an der HafenCity Universität in Hamburg seit 1995 (Heffner et al. 2025). In Europa gibt es zurzeit als öffentlich zugängliche Hydrographieausbildung der Kategorie A nur noch die Masterprogramme an der Universität ENSTA Bretagne, Brest, Frankreich, und am University College London (UCL), Vereinigtes Königreich.

6 Nächste Aufgaben und Herausforderungen

Als nächste Aufgaben stehen für das IBSC weitere Anpassungen und damit die Überarbeitung der Standards an. Hier gilt es, neue Entwicklungen im Technologiebereich aufzunehmen und die als Minimum definierten Inhalte anzupassen. So sollten Themen in den Einsatzszenarien »autonome Fahrzeuge auf dem Wasser und unter der Wasseroberfläche« ebenso berücksichtigt werden wie die Veränderungen in der Auswerte- und Visualisierungstechnik, wie z. B. die Möglichkeiten und Risiken, die sich durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz (machine learning und deep learning) ergeben, aber auch die Veränderung der Kartografie durch die mächtigen Möglichkeiten von GIS.

Auf der anderen Seite wird den veränderten Lehr- und Lernszenarien Rechnung getragen. Das IBSC achtet darauf, dass die Lernergebnisse (»learning outcomes«) den Erfordernissen entsprechen. Das IBSC möchte weiterhin die individuelle Anerkennung über die Schemes weiter fördern und in Zukunft auch die Anerkennung von einzelnen Modulen, sofern sie ein Thema (»subject«) vollständig abgebildet haben, etablieren. Mit der neuesten Ausgabe sehen die Richtlinien die Anerkennung von S-5-Fachkursen (»subject-level courses«) durch das IBSC vor. Die Anerkennung kann nur für Aus- und Weiterbildungsangebote gewährt werden, die ein oder mehrere vollständige Themen (»subjects«) gemäß der Definition in S-5A und S-5B Abschnitt 2.1 umfassen. Ein Fachkurs (»subject course«) ist ein eigenständiges formales Ausbildungsangebot auf derselben Stufe, das sich auf die Behandlung eines der in der hydrographischen Vermessung beschriebenen Grundlagenfächer



oder hydrographischen Fächer beschränkt. Eine Anerkennung als Fachkurs ist für die nautische Kartografie nicht möglich. Die Anerkennung kann nur für grundlegende (S-5B) oder naturwissenschaftliche oder hydrographisch-wissenschaftliche (S-5A) Kurse auf Themenebene (»subject-level course«) erteilt werden, wie z. B. Nautical Science, Oceanography, Positioning oder Hydrographic Data Acquisition and Processing. //

Literatur

- Heffner, Ellen; Timo Nischik; Harald Sternberg (2025): Hydrographie studieren an der an der HafenCity Universität Hamburg – Vom Vermessen auf, über und unter Wasser. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN131-04
- IBSC (2016): Revised Standards of Competence and Cartographers – Recognition of New Training and Education Programmes. www.hydro-international.com/content/article/revised-standards-of-competence-for-hydrographic-surveyors-and-nautical-cartographers
- IHO (2025a): IBSC – FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC). <https://iho.int/en/ibsc>
- IHO (2025b): IBSC Recognized Programmes and Schemes. <https://iho.int/en/ibsc-recognized-programmes-and-schemes>
- IHO (2025c): FIG-IHO-ICA IBSC Recognized Programmes and Schemes. <https://iho.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=7098c784861841a0b74f9d94c2d4ebd&mobileBreakPoint=300>
- Johnston, Gordon (2013): Towards New Standards of Competence for Hydrographers and Nautical Cartographers. Hydrographische Nachrichten, Nr. 94, www.dhyg.de/images/hn_ausgaben/HN094.pdf
- Miller, Keith; Andy Armstrong; Ron Furness; Adam Greenland et al. (2017): Maintaining the Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers: A Modern Approach. The International Hydrographic Review (IHR), Volume 18, <https://ihr.iho.int/articles/maintaining-the-standards-of-competence-for-hydrographic-surveyors-and-nautical-cartographers-a-modern-approach>

IFHS HPAS – Darum lohnt sich eine persönliche Zertifizierung!

Ein Beitrag von TANJA DUFEK

Der Artikel stellt das Hydrographic Professional Accreditation Scheme (HPAS) vor – ein multinationales, mehrstufiges Zertifizierungsprogramm der International Federation of Hydrographic Societies (IFHS). Im Gegensatz zur Akkreditierung »Category A/B«, die Ausbildungsprogramme anerkennt, zertifiziert HPAS Einzelpersonen und ihre individuelle Qualifizierung, Berufserfahrung und kontinuierliche Weiterbildung. HPAS umfasst drei Level sowie ein Affiliate-Level für Studierende. Es fördert die internationale Vergleichbarkeit persönlicher beruflicher Qualifikationen, besonders für Berufserfahrene und Quereinsteiger. Die DHyG unterstützt das Programm aktiv und übernimmt 2025 für drei Mitglieder die Gebühren.

HPAS | persönliche Zertifizierung | Berufsqualifizierung | fortlaufende berufliche Weiterbildung
HPAS | personal certification | professional qualification | continuing professional development

This article introduces the Hydrographic Professional Accreditation Scheme (HPAS) – a multinational, multi-level certification scheme of the International Federation of Hydrographic Societies (IFHS). In contrast to the »Category A/B« accreditation, which assesses the training programmes, HPAS certifies individuals based on their professional experience, responsibility and continuing professional development. HPAS comprises three levels as well as an affiliate level for students. It promotes the international comparability of personal qualifications, especially for experienced professionals and career changers. The DHyG actively supports the programme and will cover the fees for three members in 2025.

Autorin

Tanja Dufek leitet den DHyG-Arbeitskreis »HPAS«.

t.dufek@fugro.com

Wie bereits in der Ausgabe 123 der Hydrographischen Nachrichten ausführlich beschrieben, wurde 2021 das multinationale Akkreditierungsprogramm HPAS (Hydrographic Professional Accreditation Scheme) von der IFHS (International Federation of Hydrographic Societies) auf den Weg gebracht. HPAS ist ein mehrstufiges, international anerkanntes Zertifizierungsprogramm, das die berufliche Qualifikation von Hydrographinnen und Hydrographen auf Basis von Ausbildung, praktischer Erfahrung und kontinuierlicher Weiterbildung bewertet und anerkennt.

Von Anfang an ist auch die DHyG als IFHS-Mitglied involviert, insbesondere die Mitglieder des Arbeitskreises »HPAS« (ehemals »Zertifizierungsrat«).

Doch warum sollte man sich zertifizieren lassen? Welche Vorteile bietet es?

Dieser Beitrag stellt das HPAS-Programm erneut vor und grenzt es vor allem zu der allgemein bekannten »Category A/B«-Akkreditierung ab und erläutert die Vorteile einer solchen persönlichen Berufszertifizierung.

Was ist der Unterschied zwischen Category A/B und HPAS?

Die Akkreditierung von Ausbildungsprogrammen mit dem Siegel »Category A/B« (im Folgenden als

Cat A/B abgekürzt) durch das IBSC (FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers) hat sich im Bereich der Hydrographie etabliert und ist weltweit als Standard anerkannt (siehe dazu in diesem Heft: Sternberg 2025). Eine solche Akkreditierung von Ausbildungsstätten ist in einer so international arbeitenden Disziplin wie der Hydrographie äußerst wichtig. Die durch das IBSC anerkannten Programme sind international vergleichbar und somit auch die Qualifizierung ihrer Absolventen.

Die Lehrinhalte und die entsprechende Tiefe der zu vermittelnden Theorie ist in den IHO-Standards S-5A und S-5B (für »Hydrographic Surveyors«) und S-8A und S-8B (für »Nautical Cartographers«) festgelegt (IHO 2018; IHO 2017a, 2017b, 2017c). Die Ausbildungsstätten müssen alle sechs Jahre nachweisen, dass sie diese Inhalte entsprechend der Standards lehren und auch die Anforderungen an die praktischen Übungen und Lehrenden erfüllen.

Aktuell (Stand April 2025) gibt es weltweit 22 »Cat A«- und 33 »Cat B«-akkreditierte Programme für »Hydrographic Surveyor« mit Laufzeiten zwischen 20 und 208 Wochen (IHO 2025). Im Allgemeinen hat es sich sprachlich durchgesetzt, sich als Absolvent eines zertifizierten Programms als

Applicant Qualification and Experience				
	Category A	Category B	Surveying Degree	Certificates/Diplomas
Affiliate	Certificate or proof of study.	Certificate or proof of study.	Certificate or proof of study.	Certificate or proof of study.
Level 2	1 years relevant experience.	2 years relevant experience.	Additional formal courses. 3 years relevant experience.	Additional formal courses. 4 years relevant experience.
Level 1	2 years relevant experience including supervisory time.	Additional formal courses. 3 years relevant experience including supervisory time.	Additional formal courses. 5 years relevant experience including supervisory time.	Additional formal courses. 7 years relevant experience including supervisory time.
Level 0	10 years relevant experience including supervisory time.	15 years relevant experience including supervisory time.	16 years relevant experience including supervisory time.	N/A

Abb. 1: HPAS im Überblick

»Cat A/B«-Hydrograph bzw. -Hydrographin vorzustellen. Dies ist jedoch missverständlich, da es sich hierbei nicht um eine persönliche Zertifizierung handelt, sondern das Ausbildungsprogramm akkreditiert ist.

Gute Hydrographinnen und Hydrographen zeichnen sich nicht nur durch eine fundierte theoretische Ausbildung aus, sondern vor allem auch durch praktische Berufserfahrung und berufsspezifische Weiterbildungen. Durch HPAS lassen sich Bewerbende insbesondere diese durch Erfahrung gewonnen Kompetenzen neben der theoretischen Qualifizierung anerkennen.

Der Bedarf für eine solche persönliche Zertifizierung wurde schon vor ca. 20 Jahren auch im deutschsprachigen Raum erkannt. Die DHyG gründete daraufhin 2007 das Gütesiegel »DHyG-Anerkannter Hydrograph«, das basierend auf Berufsabschluss, Berufserfahrung und Tätigkeiten in der Praxis, Forschung, Entwicklung und Lehre verliehen wurde.

Persönliche Zertifizierungsprogramme können sich durch das IBSC anerkennen lassen so wie auch Ausbildungsstätten für den »Cat A/B«. Im Jahr 2022 war das der Fall für HPAS, das heute eins von weltweit inzwischen vier vom IBSC akkreditierten persönlichen Zertifizierungsprogrammen ist (Stand April 2025).

Wie funktioniert HPAS?

HPAS bietet insgesamt drei verschiedene Level an: Level 2, Level 1 und Level 0. Des Weiteren gibt es ein »Affiliate«-Level für Studierende, die sich in der Ausbildung befinden. Die HPAS-Level unterscheiden sich hinsichtlich der Anforderung an die Berufserfahrung, besonders in Hinblick auf die Position bzw. Verantwortungsstufe in den durchgeführten Projekten des Bewerbenden. Im Allgemeinen werden die Level allgemein wie folgt unterschieden:

- Level 2 (AH-L2): Hierbei handelt es sich um einen praktisch arbeitenden Hydrographen, der unterschiedliche Vermessungsaufgaben durchführen und Anweisungen ausführen kann.
- Level 1 (AH-L1): Dieses ist ein fortgeschrittenes Level, für diejenigen, die bereits mehr Erfahrung in leitenden, übergeordneten Positionen sammeln konnten. Eine als Level 1 zertifizierte Person sollte Erfahrungen in der Planung, Durchführung und Leitung komplexer und multidisziplinärer hydrographischer Vermessungsprojekte haben.
- Level 0 (AH-L0): Dies ist das höchste Level für diejenigen, die kontinuierlich sowohl ihre technischen Fähigkeiten und Kenntnisse weiterentwickelt haben, aber auch durch ihre Führungsfähigkeiten und ihr Management an beruflicher Reputation und Einfluss gewinnen konnten.

Die Anforderung an die Länge der Berufserfahrung variiert in Abhängigkeit der Art des berufsqualifizierenden Abschlusses. Für Bewerber ohne Abschluss eines vom IBSC anerkannten »Cat A«- oder »Cat B«-Programms besteht die Möglichkeit, durch Nachweis gleichwertiger Qualifikationen und Erfahrungen eine Zertifizierung zu erlangen.

Allgemeine Richtwerte hinsichtlich der Berufserfahrung lassen sich aus der Tabelle in Abb. 1 entnehmen. Diese sind jedoch nur als Mindestanforderung bzw. zur allgemeinen Orientierung zu verstehen. Ausschlaggebend ist die Position und damit die einhergehende Verantwortung, die die Bewerbenden in unterschiedlichen Projekten übernommen haben.

Bewerbungen können zwei Mal im Jahr eingereicht werden. Die Unterlagen unterscheiden sich in Abhängigkeit des angestrebten Levels, aber in der Regel gehören dazu:

- ein Lebenslauf,
- der Nachweis der Berufsqualifizierung,
- ein Logbuch (mit einer Auflistung der Projekte, an denen jemand teilgenommen hat),
- eine ausgefüllte Liste mit aufgeführten Erfahrungen (»experience matrix«),
- zwei Projektberichte,
- eine Kritik zu einem der eingereichten Projekte.

Falls man keinen Abschluss eines »Cat A/B«-zertifizierten Programmes hat, benötigt man zusätzlich eine ausgefüllte »qualification matrix«, in der man auflistet, durch welche Weiterbildungsangebote man die geforderten Inhalte des IHO-Standards S-5A oder S-5B anderweitig nachgeholt hat..

Welche Vorteile habe ich von einer persönlichen Zertifizierung?

Eine persönliche Zertifizierung, wie durch HPAS, hat den Vorteil, dass berufliche Qualifizierung und Erfahrungen international vergleichbar werden. Wie wichtig internationale Vergleichbarkeit in der Hydrographie ist, zeigt die erfolgreiche

Etablierung von »Cat A/B« für Ausbildungsprogramme. Die Lehrinhalte der akkreditierten Programme sind genau definiert und somit weltweit einheitlich.

Eine erfolgreich abgeschlossene Ausbildung vermittelt die wichtigen theoretischen Grundlagen für einen erfolgreichen Berufsstart. Allerdings sind die Kenntnisse und Fähigkeiten, die im Rahmen des Berufsalltags in unterschiedlichen Projekten oder Fortbildungen erlernt werden, genauso wichtig für die eigene berufliche Weiterbildung und Weiterentwicklung. Eine persönliche Zertifizierung ist eine auf die Berufsqualifizierung folgende »Folgezertifizierung«, die die persönliche Weiterentwicklung und praktische Kompetenzen berücksichtigt. Dabei ermöglichen die HPAS-Stufen eine strukturierte Karriereentwicklung. Hierbei kann man über die Steigerung der persönlichen Erfahrungen und fachlichen Fortbildungen schrittweise aufsteigen, um seine Position in der Branche Hydrographie zu stärken.

Vor allem für berufliche Quereinsteiger, die kein »Cat A/B«-Programm abgeschlossen haben, besteht somit die Möglichkeit, eine internationale Anerkennung zu erhalten, sofern der Nachweis über die geforderten theoretischen Inhalte anderweitig vorhanden ist.

Aber auch für Hydrographinnen und Hydrographen mit einem »Cat A/B«-Abschluss ist eine HPAS-Anerkennung erstrebenswert, da es sich erstens, anders bei einer »Cat A/B«-Akkreditierung, um eine persönliche Zertifizierung handelt. Zweitens werden die im Berufsverlauf erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten berücksichtigt.

»Continuing Professional Development« (CPD) ist ein wichtiges Element des HPAS und ist Teil der jährlichen Erneuerung. Dies erfolgt durch die Dokumentation der Weiterbildungen, an denen man teilgenommen hat. Dieses Verfahren fördert die kontinuierliche berufliche Weiterentwicklung und kann für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer auch in Gesprächen mit dem Arbeitgeber von

Fragen zu HPAS?

Bei jeglichen Fragen – auch zur Erstellung Ihrer HPAS-Bewerbungsunterlagen, können Sie sich an die Leiterin des Arbeitskreises »HPAS« wenden, Tanja Dufek (t.dufek@fugro.com), oder gerne auch an Thomas Thies (thomas.thies@hpa.hamburg.de), Kristoffer Stoddart (kris@hydronautz.com) oder Mona Lütjens (mona.luetjens@cimbria-subsea.de), die sich bereits erfolgreich durch HPAS haben zertifizieren lassen.



Mehr als "nur" Theorie

HPAS erkennt Ihre Projektverantwortung, Ihre Führungserfahrung und Ihre Weiterbildungen an - das zählt oft mehr als ein Zertifikat allein.

Die Praxis zählt !



**Kein Cat A/B?
Kein Problem**

Auch ohne Cat A/B-Abschluss können Sie sich zertifizieren lassen – sofern Sie Ihre theoretischen Kenntnisse und Berufserfahrung nachweisen.

Nutzen sein. Des Weiteren könnte HPAS als Argument bei der Begründung für Aufstiegs- und Karrierechancen im eigenen Unternehmen, z. B. bei der Höhergruppierung, verwendet werden. HPAS könnte somit einen Beitrag bei der Förderung von Fachkarrieren leisten.

Ein Vorteil von HPAS im Vergleich zu dem »DHyG-Anerkannten Hydrographen« ist die internationale Anerkennung. HPAS an sich ist bereits ein multinationales Programm, bei dem neben Deutschland auch Belgien, Frankreich, die Niederlande, Italien, Südafrika und das Vereinigte Königreich beteiligt sind.

Wie bereits erwähnt, ist HPAS eines von vier vom IBSC anerkannten Programmen. Die anderen sind in Australasien, Kanada und Nordamerika ansässig. Mit dem kanadischen Programm konnte HPAS bereits eine wechselseitige Anerkennung (»mutual recognition«) schließen. Dies ist ein Schritt vorwärts hinsichtlich der weltweiten Vergleichbarkeit der persönlichen beruflichen Zertifizierungen.

Schließlich wird man mit HPAS Teil eines internationalen professionellen Netzwerks von anerkannten Hydrographen, was auch für berufliche Kontakte, Kooperationen oder Fortbildungsmaßnahmen nützlich sein kann.

In einigen internationalen Ausschreibungen werden hinsichtlich der Anforderung an das hydrographische Personal bereits persönliche Zertifizierungen wie HPAS als eine Option angegeben. Es deutet sich an, dass sich das Programm künftig auch im europäischen Raum etablieren könnte. Eine Prognose, wie HPAS sich durchsetzen wird, ist schwierig, aber es scheint vor allem für internationale Offshore-Projekte von größerem Interesse zu sein.

Für die DHyG ist es wichtig, die internationale Zusammenarbeit mit anderen Berufsverbänden in der IFHS hinsichtlich der persönlichen Berufszertifizierung zu unterstützen. Interessierte DHyG-Mitglieder haben den Vorteil, dass sie dank ihrer Vereinsmitgliedschaft nur die Hälfte der Zertifizierungsgebühren zahlen.

Aufruf zur Zertifizierung: Die DHyG übernimmt die Gebühren für drei DHyG-Mitglieder!

HPAS ist noch vergleichsweise »jung«. Bisher haben 45 Personen erfolgreich einen HPAS-Level erhalten (inklusive der Testphase). Darunter befinden sich drei DHyG-Mitglieder, die sich im allerersten Durchlauf (Testphase) haben zertifizieren lassen.

Die DHyG möchte hiermit einen Aufruf starten und bekannt geben, dass die Gebühren für die HPAS-Zertifizierung (exklusive der jährlichen Erneuerung) für drei Mitglieder übernommen werden.

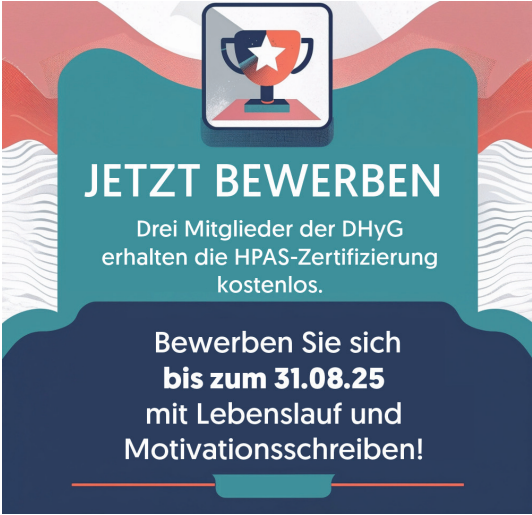
Jedes DHyG-Mitglied kann sich dafür mit einem Motivationsschreiben und englischem Lebenslauf bis zum 31.08.2025 bei der Geschäftsstelle bewerben. Es können gerne auch weitere für HPAS benötigte Unterlagen eingereicht werden, jedoch wird die Auswahl bei mehr als drei Interessenten nur basierend auf dem Motivationsschreiben und dem Lebenslauf erfolgen.

Die Entscheidung über die Auswahl erfolgt im September, sodass noch genug Zeit für die Zusammenstellung der Dokumente vor der offiziellen HPAS-Einreichungsfrist am 31.10.2025 erfolgen kann. Wir würden uns freuen, wenn die neuen HPAS-Zertifizierten Interesse hätten, im Arbeitskreis mitzuwirken und so HPAS weiter zu bewerben.

Weitere Informationen zu HPAS sind auf der DHyG-Webseite (dhyg.de) und natürlich auf der Homepage von HPAS (<https://hydrography.earth/hpas>) zu finden. //

Literatur

- IHO (2017a): Standard of Competence for Category »B«
Hydrographic Surveyors, Publication S-5B, Version 1.0.1,
Monaco
- IHO (2017b): Standard of Competence for Category »A«
Nautical Cartographers, Publication S-5B, Version 1.0.1,
Monaco
- IHO (2017c): Standard of Competence for Category »B«
Nautical Cartographers, Publication S-5B, Version 1.0.0,
Monaco
- IHO (2018): Standard of Competence for Category »A«
Hydrographic Surveyors, Publication S-5A, Version 1.0.2,
Monaco
- IHO (2025b): IBSC Recognized Programmes and Schemes.
<https://iho.int/en/ibsc-recognized-programmes-and-schemes>
- Sternberg, Harald (2025): Die Rolle des IBSC bei der Weiterentwicklung der Inhalte der Hydrographieausbildung. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN131-02



JETZT BEWERBEN

Drei Mitglieder der DHyG
erhalten die HPAS-Zertifizierung
kostenlos.

**Bewerben Sie sich
bis zum 31.08.25
mit Lebenslauf und
Motivationsschreiben!**

Hydrographie studieren an der HafenCity Universität Hamburg

Vom Vermessen auf, über und unter Wasser

Ein Beitrag von ELLEN HEFFNER, TIMO NISCHIK und HARALD STERNBERG

Die Hydrographieausbildung an der HafenCity Universität Hamburg (HCU) blickt mittlerweile auf 40 Jahre Erfahrung zurück. Hamburg ist deutschlandweit der einzige Universitätsstandort, welcher einen vollumfänglichen Masterstudiengang zur Vertiefungsrichtung Hydrographie anbietet. Das FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) zertifizierte dieses Programm nach »Category A«. In diesem Artikel wird die Vertiefungsrichtung sowie die generelle Hydrographieausbildung an der HCU mitsamt den Akteuren und dem hauseigenen Vermessungsschiff *DVocean* vorgestellt. Zudem gibt er einen kurzen Überblick über die praktischen Inhalte während des Studiums und Möglichkeiten für Offshore-Erfahrungen.

Hydrographieausbildung | HCU | Masterprogramm | »CAT A«-zertifiziertes Programm | Summer School
hydrography training | HCU | Master programme | CAT-A certified programme | summer school

Hydrography training at HafenCity University Hamburg (HCU) can now look back on 40 years of experience. Hamburg is the only university location in Germany to offer a full Master's programme with specialisation in hydrography. The FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) certified this programme according to »Category A«. This article presents the specialisation programme as well as the general hydrography training at HCU, including the participants and the in-house survey vessel *DVocean*. Additionally presented is a brief overview of the practical content during the programme and opportunities for offshore experience.

Autoren

Ellen Heffner and Timo Nischik arbeiten als wissenschaftliche Mitarbeitende an der HafenCity Universität Hamburg (HCU). Prof. Harald Sternberg ist Professor für Hydrographie und Geodäsie an der HCU.

ellen.heffner@hcu-hamburg.de

Hydrographieausbildung an der HCU

Das Bewusstsein für die Ozeane auf unserem blauen Planeten wächst, sei es aus ökonomischen oder ökologischen Gründen. Mit einher wächst das Entwicklungs- und Forschungspotenzial in der blauen Wirtschaft und der Bedarf an hochgenauen und effizienten Vermessungsmethoden sowie geschulten Experten. Weltweit gibt es nur wenige öffentliche Universitäten, an denen man Hydrographie studieren kann, eine davon ist die HafenCity Universität in Hamburg (HCU). Die HCU setzt im Studiengang »Geodäsie und Geoinformatik« einen expliziten Schwerpunkt auf die Hydrographie und ist damit deutschlandweit der einzige Universitätsstandort, welcher einen vollumfänglichen Masterstudiengang in dieser Fachrichtung anbietet. Obwohl die staatliche HafenCity Universität verhältnismäßig jung ist (Gründungsjahr 2006), feiert die Hamburger Hydrographieausbildung in Form eines eigenen Studiengangs dieses Jahr ihren 40. Geburtstag und kann somit auf eine lange Historie und einen breiten Erfahrungsschatz blicken (Sternberg und Dufek 2018). Der Fachbereich Geodäsie und Hydrographie konnte in den vergange-

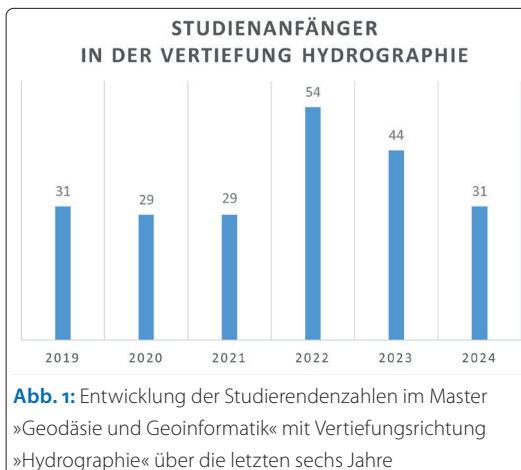
nen Jahren seit der Übernahme der Professur für Hydrographie und Geodäsie durch Prof. Dr.-Ing. Harald Sternberg zudem an personeller Stärke gewinnen und zählt momentan neun wissenschaftliche Mitarbeitende. Des Weiteren läuft aktuell das Berufungsverfahren für eine zusätzliche Juniorprofessur im Fachbereich Hydrographie. Mit verschiedenen Forschungsprojekten von Tiefseeforschung (BGR 2023) bis Binnengewässervermessung (Kraft et al. 2025) wird eine breite Expertise in die Ausbildung eingebracht.

Der Studiengang »Geodäsie und Geoinformatik« an der HCU unterteilt sich in das allgemeine Vermessungsstudium im Bachelor und in einen anschließenden Master mit verschiedenen Spezialisierungen. Das zweijährige, englischsprachige Masterprogramm »Hydrography« als eine von drei Vertiefungsrichtungen wurde vom FIG/IHO/ICA International Board on Standards of Competence for Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) als »Category A«-Kurs für Hydrographic Surveyors zertifiziert. Dies entspricht der höchsten akademischen Ausbildungskategorie und wird weltweit im Bereich der Hydrographie

anerkannt. Die IBSC-Standards regeln die Inhalte der Hydrographieausbildung (siehe dazu in diesem Heft: Sternberg 2025).

Das Hydrographie-Masterstudium an der HCU ist über drei Semester modular aufgebaut und besteht aus Pflicht- und Wahlpflichtveranstaltungen. Neben klassischen Vorlesungen können die Studierenden in praktischen Übungen das theoretisch erlernte Wissen erproben und anwenden. Pro Semester sind 30 Credit Points (CP) vorgesehen, nach den drei regulären Vorlesungssemestern erfolgt die Masterthesis, bevor man nach einem Gesamtaufwand von 120 CP mit dem Titel »Master of Science« abschließt. Neben den Aufnahmeverfahren der Gewässervermessungen sind auch Themen wie marine Geologie, Ozeanografie, Seekartierung sowie vertiefende theoretische Inhalte der Geodäsie und interdisziplinäre Inhalte in der Programmstruktur abgebildet. Der detaillierte Modulplan ist online abrufbar (<https://tinyurl.com/5bhftxfd>).

Die Studierendenzahlen sind für einen Geodäsie-Masterstudiengang verhältnismäßig hoch, gerade in den vergangenen Jahren wurde ein Peak in den Studienanfängerzahlen verzeichnet (vergleiche Abb. 1). Derzeit sind etwa 130 Studierende aus der ganzen Welt in der Vertiefung Hydrographie eingeschrieben (Stand Dezember 2024). Durch den Neubau eines eigenen Forschungsschiffes 2019 und der personellen Vergrößerung des Teams rund um die fünf Geodäsie-Professuren ergänzt durch 13 externe Lehrbeauftragte, wird nach wie



vor eine fundierte Ausbildung ermöglicht. Positiv spiegelt sich dies in den Auszeichnungen von herausragenden Abschlussarbeiten wider: In den vergangenen sechs Jahren wurde der DHyG Student Excellence Award dreimal an HCU-Studierende vergeben.

Praxis an Bord der *DVocean*

Für die hydrographische Datenerfassung im Rahmen der Messübungen und von Forschungsprojekten wird das HCU-eigene Vermessungsschiff *DVocean* (Abb. 2) eingesetzt. Mit einer Länge von etwa 8 m und einem Tiefgang von nur 0,9 m ist die *DVocean* ausdrücklich für den Einsatz in flachen Gewässern konzipiert. Die *DVocean* ist mit



Abb. 2: Das HCU-eigene Forschungsschiff *DVocean* mit Studierenden während der praktischen Übungen

einer Vielzahl an Sensorik ausgestattet, welche, je nach Messübung und -kampagne, variabel montiert und eingesetzt werden kann. Zur Standardausstattung gehört das Fächerecholot von Kongsberg (EM2040P MKII), das doppelfrequente Einstrahlecholot von Teledyne (Echotrac E20), das Sedimentecholot von Innomar (SES-2000 compact), eine Schallprofilsonde von AML (AML-3 LGR mit SV, CT und Drucksensor) sowie eine integrierte Navigationslösung, bestehend aus dem Inertialen Navigationssystem von exail (Hydrins G4) und dem GNSS-Positionierungssystem von Septentrio (AsteRx-U3) mit zwei Antennen und RTK-Korrekturdaten unter Verwendung von SAPOS. Zusätzlich können die geschleppten Systeme (Marine Magnetis Explorer Magnetometer und Edgetech 4125i Seitensichtsonar), ein Profilschoner (Zoller+Fröhlich Profiler 9020C) oder andere Kamerasysteme auf dem Dach der *DVocean* sowie der neu erworbene Unterwasser-Laserscanner ULI eingesetzt werden. Somit besteht eine große Bandbreite an Einsatz- und Lernmöglichkeiten für die Studierenden.

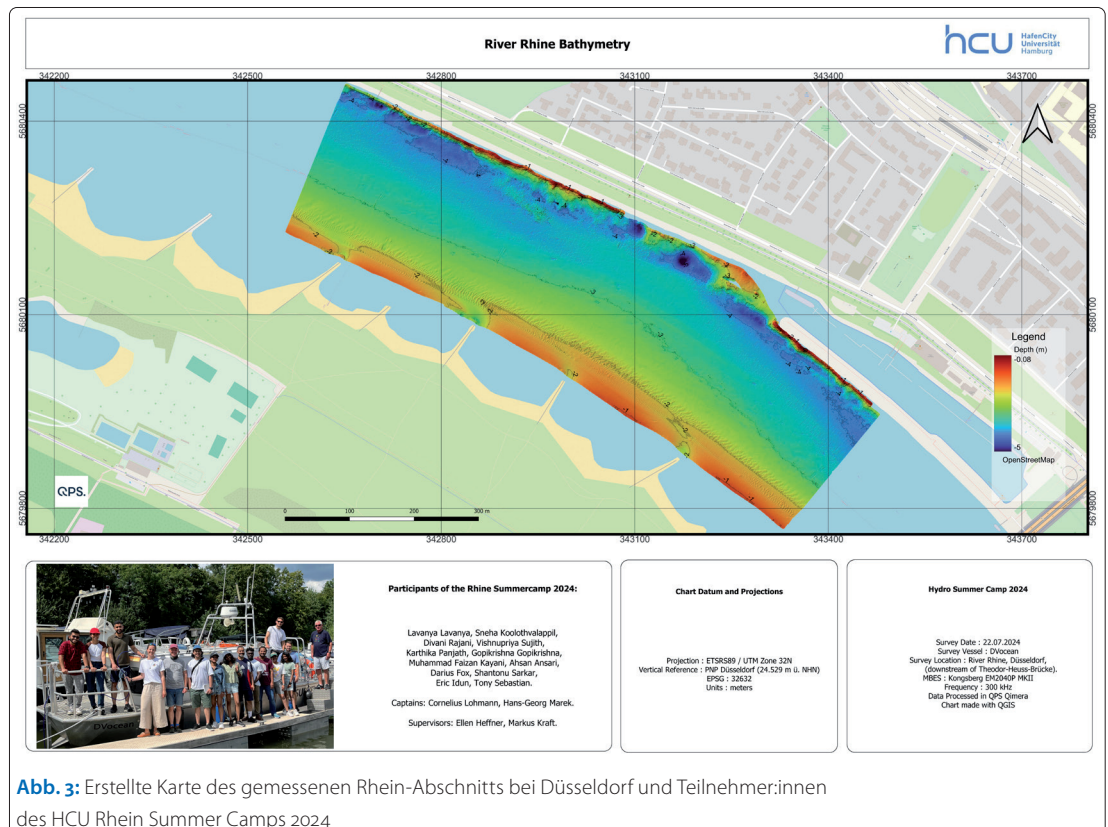
Die Hydrographie-Studierenden haben in allen drei Semestern praktische Kurse und Übungen an Bord. Im dritten Semester findet ein abschließendes große Messprojekt statt. In diesem müssen die Studierenden komplexe hydrographische Projekte mit individuellen Themen absolvieren. Dabei werden alle Schritte von Projektplanung und Messvorbereitung, über die Datenerfassung und Prozessierung bis hin zur Bewertung der erzielten Ergebnisse, eigenständig durchgeführt. In

Abb. 2 sind einige Eindrücke von den Übungen und Messprojekten zu sehen.

Summer School am Rhein

Im Sommer 2024 gab es zum ersten Mal für die Hydrographie-Studierenden die Chance, mit der *DVocean* fernab der bekannten Elbgewässer in neuen Gefilden unterwegs zu sein. Für insgesamt fünf Tage hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, hydrographische Messungen im Rahmen eines Summer Camps am Rhein in der Nähe von Düsseldorf vorzunehmen. Camp-Basis war der idyllischen Sporthafen Lörick, direkt nebenan lag der Campingplatz, und bestes Juli-Sommerwetter gab es obendrauf.

Da die *DVocean* aus Hamburg nach Lörick getrauert wurde, mussten alle Messgeräte für den Transport gänzlich demontiert werden. Entsprechend sah der erste Tag des Summer Camps zuallererst die vollständige Mobilisierung des Messequipments vor, am Abend erfolgte bei Pizza und Kaltgetränken der erste »Ping« an Bord. Nach ersten Test- und Kalibrierfahrten erfolgte gruppenweise die Datenaufzeichnung von einzelnen Messabschnitten auf dem Rhein. Anfängliche Herausforderungen waren insbesondere die hohen Strömungsgeschwindigkeiten des Rheins und der viele Binnenverkehr, doch mit jeder Messrunde wurde mehr Erfahrung gesammelt. Am Abend zurück im Hafen konnte direkt noch von Bord der *DVocean* ins kühle Nass des Rheins gesprungen werden. Die Studierenden, die gerade nicht an Bord wa-



ren, prozessierten parallel am Campingplatz Daten oder übten sich unter Anleitung von Seebär Conny in der Seemannsknotenkunde. Neben den Messungen stand außerdem ein Besuch der Düsseldorfer Altstadt und beim Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt im Krefelder Rheinhafen auf dem Programm. Alles in allem war es ein sehr erfolgreiches Summer Camp, die zwölf Teilnehmenden samt Kapitänen und Betreuern sind unterhalb der finalen Karte des vermessenen Rheinabschnitts in Abb. 3 zu sehen und gelistet.

Forschungseinblicke, Transittfahrten und Möglichkeiten für Offshore-Erfahrungen

Neben den regulär vorgesehenen praktischen Übungen an Bord, haben die Studierenden an der HCU verschiedene weitere Möglichkeiten, um Erfahrungen auf dem Wasser oder im Rahmen großer (Forschungs-)Projekte zu sammeln. Die HCU pflegt engen Kontakt mit verschiedenen Instituten und Behörden der Hydrographie, wie dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH), der Hamburg Port Authority (HPA), der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), dem Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, verschiedenen Fraunhofer Instituten (IPM, CML) und Unternehmen wie Subsea Europe Services und Nicola Engineering. Die Studierenden haben die Möglichkeit, in Kooperationen innerhalb dieses engen Hydrographienetzwerks Praktika zu absolvieren oder ihre Abschlussarbeit zu schreiben. Darüber hinaus gibt es immer wieder Möglichkeiten, in den Forschungsprojekten am Lehrstuhl mitzuarbeiten. Im Rheinprojekt (Kraft et al. 2025) arbeiteten insgesamt fünf Studierende mit, und im Forschungsprojekt CIAM zur Erarbeitung integrierter autonomer Lösungen zur Pipeline-Überwachung (Schild et al. 2023), welches im April 2025 auslief, arbeiteten über die Projektlaufzeit von vier Jahren insgesamt sieben Studierende mit. Im Forschungsprojekt INDEX (Indian Ocean Exploration), welches in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) die rohstoffwirtschaftliche Erkundung mit Hilfe hydrographischer Daten in den deutschen Lizenzgebieten im Indischen Ozean übernimmt (BGR 2024), sind aktuell zwei Studierende als wissenschaftliche Hilfskräfte angestellt. Und zusätzlich forschen drei Studierende als Hilfskräfte am Lehrstuhl zu aktuellen Themen wie Unterwasser-Laserscanning.

Im Rahmen mancher Projekte ergeben sich zudem Möglichkeiten für Ausfahrten auf größeren Forschungsschiffen. Das Forschungsprojekt INDEX hat jährliche Ausfahrten im Indischen Ozean und bereits diverse Male Studierende als Hilfskräfte mit an Bord genommen. Zudem sind Mitarbeitende und Studierende der HCU seit 2017 bereits auf acht

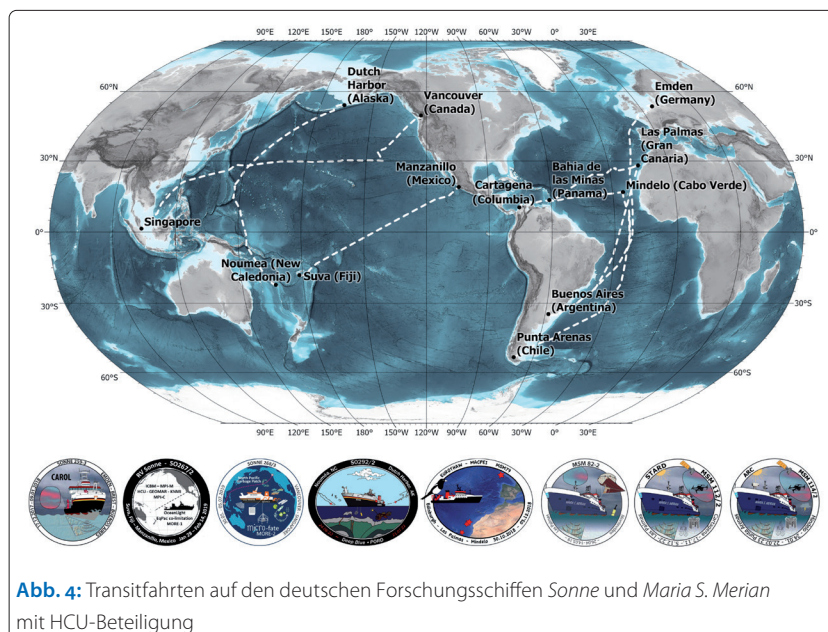


Abb. 4: Transittfahrten auf den deutschen Forschungsschiffen *Sonne* und *Maria S. Merian* mit HCU-Beteiligung

mehrwöchigen Transittfahrten auf den deutschen Forschungsschiffen FS *Sonne* und FS *Maria S. Merian* im Atlantischen und Pazifischen Ozean unterwegs gewesen. Eine Übersicht der gefahrenen Routen findet sich in Abb. 4. Während der Transittfahrten betreuen die Studierenden unter anderem die hydrographischen Systeme, verarbeiten die Daten direkt an Bord und können sie für weiterführende Untersuchungen (z.B. für Abschlussarbeiten) nutzen. //

Literatur

- BGR (2024): Marine Rohstoffe Newsletter 2024. Marine Mineralische Rohstoffe an der BGR. www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/Marine_Rohstoffe_Newsletter/Rohstoffwirtschaft/marine_mineralische_rohstoffe_2024.html
- Kraft, Markus; Nils Hollman; Kelly Torres; Eric Idun; Ellen Heffner; Annika L. Walter; Harald Sternberg (2025): Detection of quartzite blocks in the River Rhine: Development of semi-automatic and automatic approaches for the detection of boulders. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN130-04
- Schild, Niklas-Maximilian; Lukas Klatt; Markus Kraft; Harald Sternberg (2023): Autonome Unter-Wasser-Fahrzeuge für das hydrographische Monitoring von kritischen Infrastrukturen. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN125-08
- Sternberg, Harald (2025): Die Rolle des IBSC bei der Weiterentwicklung der Inhalte der Hydrographieausbildung. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN131-02
- Sternberg, Harald; Tanja Dufek (2018): Hydrographieausbildung an der HafenCity Universität Hamburg. Hydrographische Nachrichten, DOI: 10.23784/HN109-04

International hydrographic training in the Netherlands

An article by HUIBERT-JAN LEKKERKERK

In addition to the IHO-FIG-ICA International Board of Standards for Competence of Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers (IBSC) recognised S5-A »Ocean Technology« course at the Maritime Institute Willem Barentsz (MIWB) in Terschelling, the Netherlands offers two other, more internationally, focused courses. One is the IBSC S5-B recognised course at Skilltrade, the other is the recent set-up »Hydrographic Surveying and Marine Geodesy« at the MIWB. This article describes the set-up of both courses and how they fit into international hydrographic training and competency development.

Category A | Category B | Maritime Institute Willem Barentsz (MIWB) | Skilltrade | HPAS
Category A | Category B | Maritimes Institut Willem Barentsz (MIWB) | Skilltrade | HPAS

Neben dem vom IBSC (IHO-FIG-ICA International Board of Standards for Competence of Hydrographic Surveyors and Nautical Cartographers) anerkannten S5-A-Kurs »Ocean Technology« am Maritimen Institut Willem Barentsz (MIWB) in Terschelling bieten die Niederlande zwei weitere, stärker international ausgerichtete Kurse an. Der eine ist der vom IBSC anerkannte S5-B-Kurs bei Skilltrade, der andere ist der kürzlich eingerichtete Kurs »Hydrographic Surveying and Marine Geodesy« am MIWB. Dieser Artikel beschreibt den Aufbau beider Kurse und wie sie sich in die internationale hydrographische Ausbildung und Kompetenzentwicklung einfügen.

Author

Huibert-Jan Lekkerkerk (MSc, BEe, AH-Lo) is Senior Lecturer and Researcher for Ocean Technology at the Maritime Institute Willem Barentsz in Terschelling, Netherlands.

huibert-jan.lekkerkerk@nhl.stenden.com

Skilltrade Hydrographic Survey »B« course

Skilltrade was established in 2000 as part of Dutch Onshore Offshore Recruitment Group (D.O.O.R.), a provider of hydrographic, ROV and geophysical personnel. Initially Skilltrade gave short (in-company) courses. As part of the short courses, lecture material was developed which was published in 2006 as the first edition of the *Handbooks of Offshore Surveying*, a publication still in existence and now in its third edition.

After a takeover of D.O.O.R. by Atlas Services Group in 2004, Skilltrade separated. At that time, it was decided to expand the curriculum and include an IBSC recognised Category S5-B course. This course was set up together with the Shipping and Transport College (STC) in Rotterdam and was formally recognised in 2008. In 2014 the course was transferred to the Nova Shipping College in IJmuiden (near Amsterdam). Due to changing IBSC recognition requirements Skilltrade included hydrographic E-learning in a substantial part of its curriculum.

In 2021, faced by Covid-19 challenges, Skilltrade took the radical decision to bring the, until then, mainly in-class programme as a blended learning course. Skilltrade recently became a member of the DEEP group of companies but continues to provide the same blended learning course set-up for the coming years.

The »B« programme (see Fig. 1 for the structure

of the course), which attracts mature students from all age groups and from all around the world, starts with a general assessment of the level of knowledge. The programme is open to all students with a good command of English, good computer skills and who have a prior education at least at EQF4 and at least six months of hydrographic experience or alternatively have prior education at least at EQF5. If and where required, modules are available to bring students up to speed in mathematics and physics.

The theoretical part of the programme consists of alternating two weeks of online, instructor-led classes with two weeks of E-learning and self-study. The various modules are concluded with a theoretical exam or assessment. Students who pass all the exams and assessments are granted a certificate of theoretical education demonstrating that they have theoretical knowledge of all required Category-B competencies. They have, however, not demonstrated that they can apply these competencies to a real-world project.

After passing the theoretical part students are eligible to join the four-week Comprehensive Final Field Project (CFFP) held on-site in IJmuiden. The CFFP is preceded by two weeks of practical training and an educational survey project during which the students train specific operations in a real-world setting such as ship reference frame (SRF) measurements, calibrations and so forth.

RESULT				QINSy certificate + Skilltrade Certificate of Education (Pass) or Skilltrade Certificate of Attendance (Fail)	FIG/IHO/ICA recognized course Certificate of Programme Completion
COURSE CONTENT	E-learning mathematics & physics assessments	Online lecturer taught basic & essential subjects	E-learning lectures & self-guided learning	Practicals & educational Survey Project	Comprehensive Final Field Project
LOCATION	remote	online	remote	onsite	onsite
WEEKS	1 - 4	5 + 6, 9 + 10, ... 29	7 + 8, 11 + 12, ... 28	31 - 34	35 - 39
PERIOD	0	1		2	3

Fig. 1: Structure of the Skilltrade Hydrographic Survey »B« course

The CFFP is the ultimate knowledge test and is a combination of team and individual work. Student teams write a Survey Method Statement in response to a client Invitation to Tender. They then collect, test and mobilise the survey set-up on a vessel of opportunity. This includes SRF measurements as well as IMU, gyro and MBES calibrations. They then perform a survey in the harbour of IJmuiden with MBES and SSS. As part of the tasks, they collect bottom samples and of course take sound velocity profiles. They also learn how to sail a small survey vessel along the survey lines and perform basic nautical operations.

After the data has been collected the students go ahead with the individual processing, charting and reporting of the survey results. The project concludes with a debriefing where the project, its results and the individual reflection of the student is discussed. If all goes well the student then receives the Certificate of Programme Completion indicating that they have successfully completed all the S5-B requirements.

HPAS – Hydrographic Professional Assessment Scheme

There were and are more ways to become a hydrographic surveyor. Where some follow a recognised course such as Skilltrade's S5-B or the MIWB's S5-A, others come from a different (educational) background and learn much in the field augmented by additional training. Over the past years, both industry and the IBSC has recognised this and around the world individual, IBSC recognised competency assessment schemes such as the Hydrographic Professional Assessment Scheme (HPAS) from the International Federation of Hydrographic Societies (IFHS) have become available to both alumni from recognised courses as well as those who come from »other« educational backgrounds.

An individual assessment scheme such as HPAS revolves around a combination of theoretical qualifications and experience. Depending on the level of knowledge and (relevant) experience

one can apply for accreditation at Level 2 for operational hydrographic surveyors, Level 1 for party chiefs and surveyors in charge or Level 0 for programme managers, survey managers or national hydrographers. For L2 the applicant will need to demonstrate that they have all the knowledge as outlined in the IBSC S5-B, for a L1 or L0 applicant all the knowledge from the IBSC S5-A.

Unless the applicant has successfully completed an IBSC S5-A (L0, L1) or S5-B (L2) recognised training they will have »gaps« in their knowledge. The width of that gap depends on previous education and experience. The MIWB Hydrographic Surveying and Marine Geodesy (HS&MG) programme aims to provide a way to bridge that gap.

MIWB Hydrographic Surveying and Marine Geodesy programme

During the five-month Hydrographic Surveying and Marine Geodesy (HS&MG) programme (see Fig. 2), students can augment their knowledge to the required HPAS level. The programme is open to both regular students as part of their bachelor studies but also to (international) professionals. The programme takes modules and assignments from the »regular« IBSC S5-A recognised Ocean Technology (OT) programme and allows students to select their own modules and levels (up to seven modules per five-month course). The OT programme was recognised as IBSC S5-A programme in 1978 at the Nautical College Amsterdam and transferred some 20 years ago to the MIWB, a maritime institute which celebrates 175 years of existence this year.

The HS&MG programme starts in September of each year with two weeks on-site at the MIWB. During this period the different modules are introduced, assignments and study guides explained, and a short simulator survey is performed using the advanced bridge simulators that the institute has. At the end of these two weeks, the students select which modules they want to follow and at which level. All students follow the Survey Operations & Applications module and choose between four and six additional, in-depth modules at the level chosen.

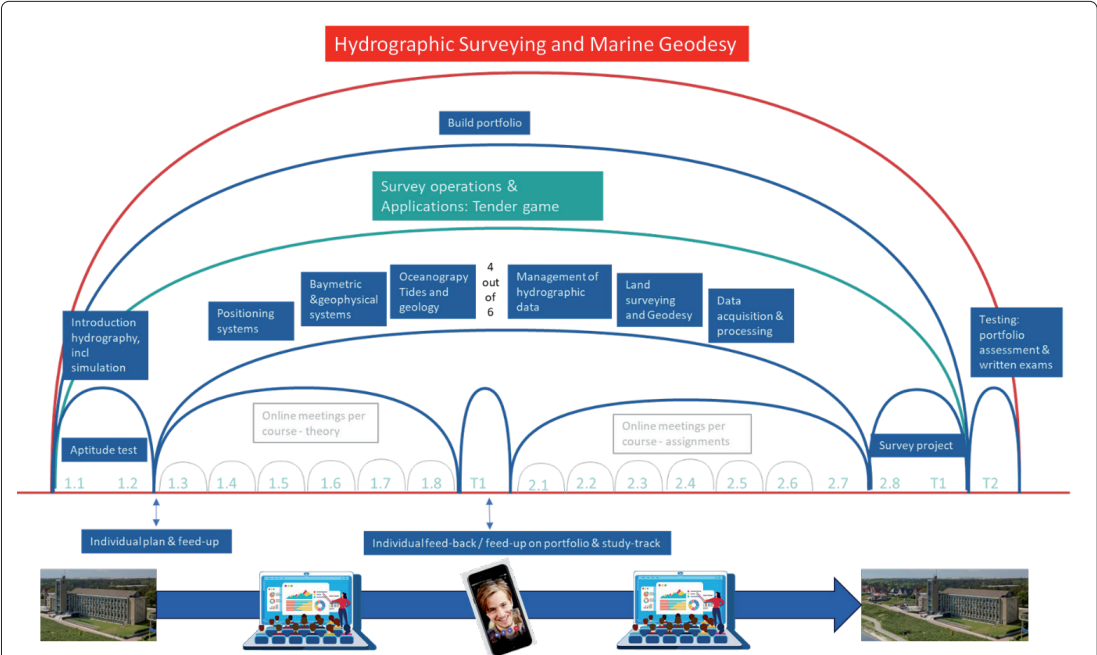


Fig. 2: Set-up of MIWB Hydrographic Surveying and Marine Geodesy programme

The students then return to wherever they have a good internet connection and perform further studies »at a distance« using a variety of methods including some instructor-led online classes, self-guided study and E-learning. Halfway through this period a feed-back, feed-forward and feed-up session is held with each student to discuss study progress and adjust where required.

After this period at a distance learning they return to the MIWB in January for three weeks. During this period, they will have examinations, practical work and debriefings but also perform a short survey project using the institute's survey equipment and 9-m aluminium survey launch.

The programme is open to all candidates with a good command of English, prior knowledge of mathematics and physics and good ICT skills. The programme does not result in an IBSC recognised certificate, as the course is too short and flexible for this. However, for each successfully completed module the student receives so-called »micro-credentials« stating which theoretical S5-A (L1) or S5-B (L2) competencies have been completed. The micro credentials are formally recognised in the European Qualification Framework at EQF5 (L2) and EQF6 (L1) and result in six European Credits (ECTS) per module completed.

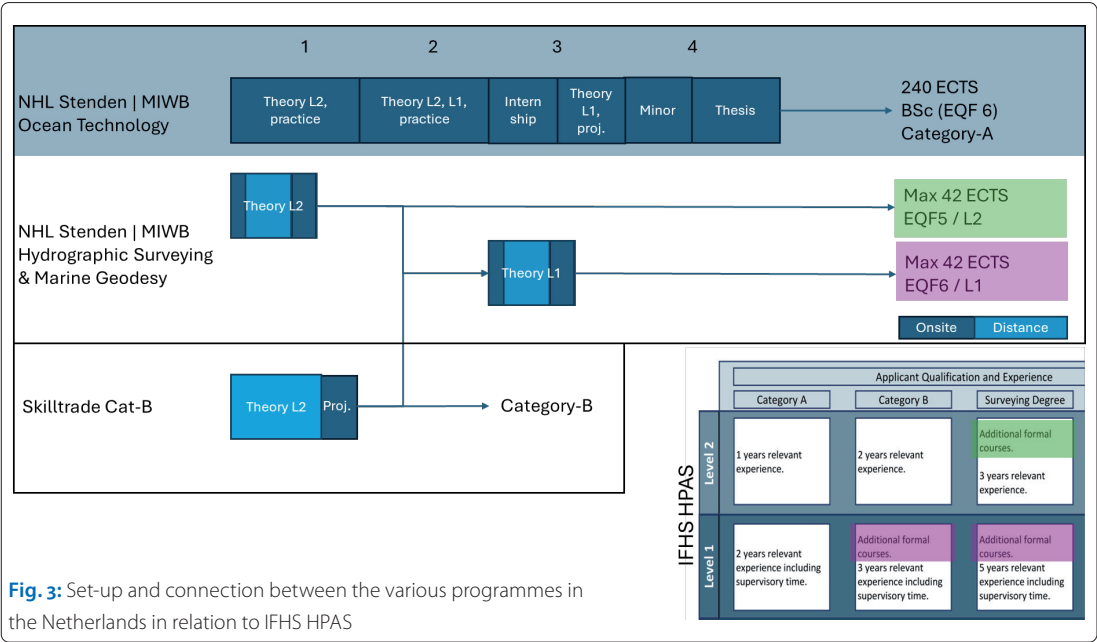


Fig. 3: Set-up and connection between the various programmes in the Netherlands in relation to IFHS HPAS

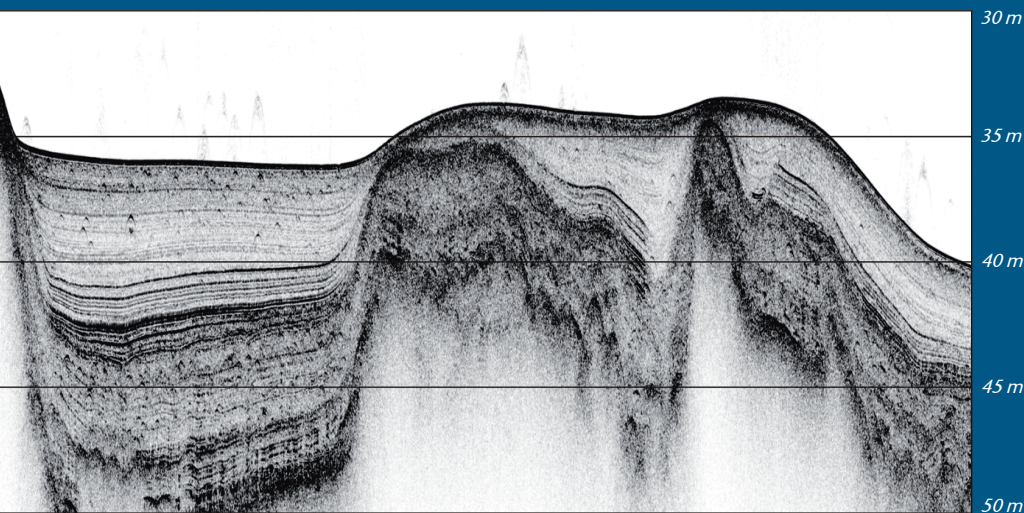
Together with enough relevant experience, the micro credentials programme allows applicants to demonstrate that they have the required theoretical knowledge for the HPAS level they are applying for. Students already holding a certificate from an IBSC S5-B recognised course from, for example Skilltrade can upgrade their knowledge to Level 1 without having to follow a complete a recognised IBSC S5-A course, thus about halving the amount of time required to obtain the required S5-A theoretical qualifications (Fig. 3).

Conclusion

In the Netherlands, a solid infrastructure for hydrographic education exists. While the estab-

lished MIWB IBSC S5-A Ocean Technology recognised programme is in Dutch, Skilltrade's IBSC S5-B recognised course as well as the MIWB's Hydrographic Surveying and Marine Geodesy course is in English, and both are open to professionals from around the world (provided they meet the requirements). Together with professional assessment schemes such as IFHS HPAS this allows international surveyors to obtain IHO (IBSC) recognised certificates regardless of previous educational background. Obtaining this accreditation provides significant advantages, including global recognition of competence and enhanced career opportunities within the hydrographic surveying profession. //

www.innomar.com



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

Innomar Parametric Sub-Bottom Profilers

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

Next User Workshop "Seabed Acoustics" 5/6. Nov. 2025, Rostock / DE

Innomar Technologie GmbH • Schutower Ringstr. 4 • DE-18069 Rostock • Germany

► Shallow-Water Solutions



► High-Power Solutions



► Remotely-Operated Solutions



► Multi-Transducer Solutions



Innomar



A NORBIT Company

Der Seevermessungstechniker-Lehrgang

Eine behördeninterne Fortbildung für hydrographische Aufgabenbereiche

Ein Beitrag von BERND VAHRENKAMP

Nach dem Zweiten Weltkrieg entstand in Deutschland der Seevermessungstechniker-Lehrgang, um den Bedarf an Fachpersonal für hydrographische Aufgaben zu decken. Die praxisorientierte Fortbildung richtet sich an Mitarbeitende von Bundes- und Landesbehörden mit nautischem oder technischem Hintergrund. Der Lehrgang umfasst theoretische Inhalte wie Hydrographie, Navigation und Gezeitenkunde sowie praktische Übungen an Bord. Über zwei Wintersemester hinweg werden insgesamt 684 Unterrichtsstunden vermittelt, ergänzt durch ein Bordpraktikum. Ziel ist es, die Teilnehmenden zu befähigen, eigenständig hydrographische Aufgaben durchzuführen. Trotz des hohen Aufwands ist der Lehrgang für die Teilnehmenden kostenfrei und gilt als äußerst wertvoll.

Seevermessungstechniker-Lehrgang | Fortbildung | BSH
maritime surveying technician course | further training | BSH

After the Second World War, the maritime surveying technician course was created in Germany to meet the demand for specialised personnel for hydrographic tasks. The practice-orientated training course is aimed at employees of federal and state authorities with a nautical or technical background. The course includes theoretical content such as hydrography, navigation and tidal science as well as practical exercises on board. A total of 684 teaching hours are taught over the course of two winter semesters, supplemented by an onboard internship. The aim is to enable participants to carry out hydrographic tasks independently. Despite the high level of effort involved, the course is free of charge for participants and is considered extremely valuable.

Autor

Bernd Vahrenkamp arbeitet beim BSH in Hamburg und ist für den Seevermessungstechniker-Lehrgang verantwortlich.

bernd.vahrenkamp@bsh.de

Einleitung

Direkt nach dem Zweiten Weltkrieg führte »die allgemeine Unsicherheit für die Schifffahrt infolge starker Verminderung der Küstengebiete, Fahrwasser und Hafeneinfahrten und die zahllosen zum großen Teil nur ungenau bekannten Wracks schnell zu der Erkenntnis, dass der Hydrographische Dienst in irgend einer Form weitergeführt werden müsse« (BSH 1993). Hierzu wurden die gerade dem englischen Bereichsoffizier der Royal Navy übergebenen Vermessungsfahrzeuge der deutschen Marine verwendet. Es fehlte allerdings an ausgebildetem Fachpersonal, sodass die Arbeiten nur zögerlich aufgenommen werden konnten. Dies war der Anlass, 1946 im gerade neu gegründeten »Deutschen Hydrographischen Institut« eine Fortbildung für Seeleute einzurichten, die diese in kürzester Zeit in die Lage versetzte, hydrographische Arbeiten auszuführen. So entstand der Seevermessungstechniker-Lehrgang, der im Laufe der Jahre den technischen Entwicklungen angepasst wurde und bis heute durchgehend angeboten wird.

Zielgruppe

Da es sich beim Seevermessungstechniker-Lehrgang schon immer um eine behördeninterne Fortbildung handelte, sind die Bedarfe der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter an den Küsten und des BSH in erster Linie maßgebend für die Ausrichtung der Lehrgänge. Zeitweise haben auch die Landesämter mit Küstenaufgaben ihr Personal zur Fortbildung geschickt. Der Lehrgang richtet sich an Teilnehmende mit nautischen oder technischen Berufen an Bord, wie Matrose/Matrosin, Maschinist/-in, Bordelektriker/-in und Taucher/-in. Auch Vermessungstechniker/-innen, die im Peilbüro oder auf den Schiffen eingesetzt werden sollen, werden hier fortgebildet.

Lehrinhalte

Der Lehrgang umfasst neben Themen für ein vermessungstechnisches Basisverständnis und hydrographischer Themen eine Anzahl von praktischen Übungen und Anwendungen in der hydrographischen Vermessung. Durch die Ver-

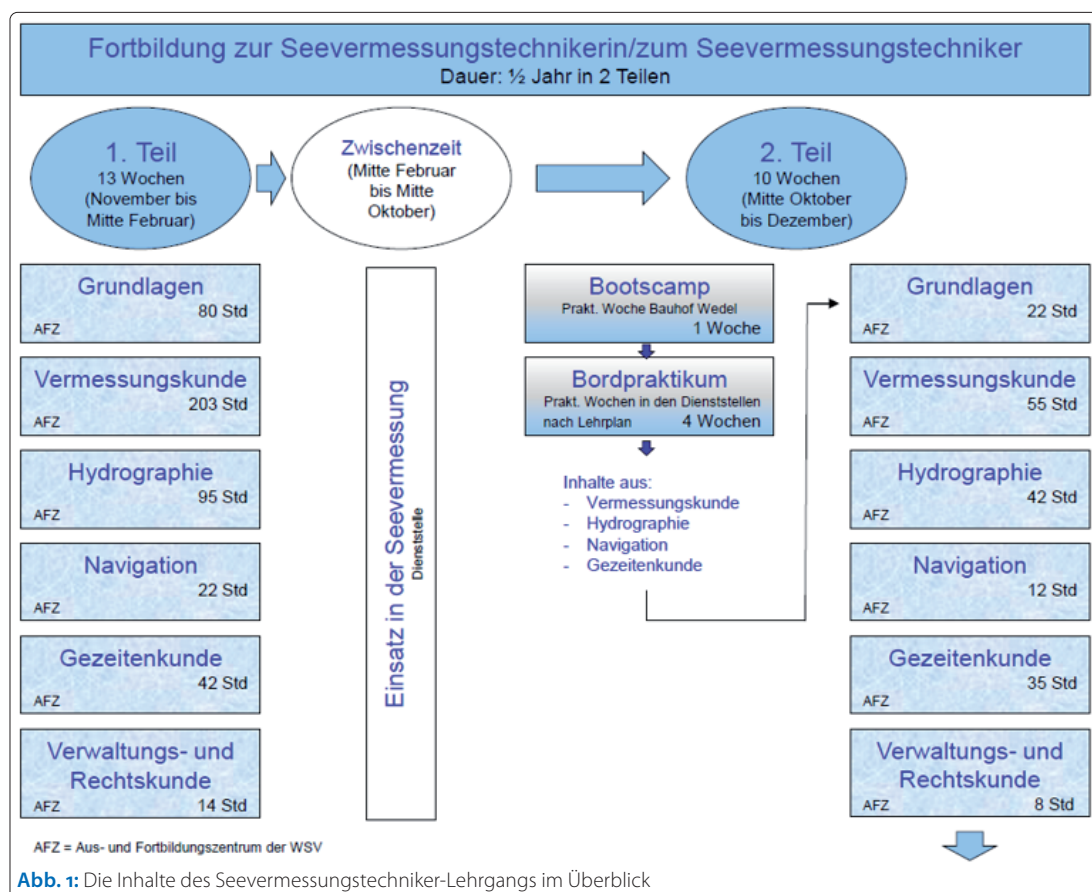


Abb. 1: Die Inhalte des Seevermessungstechniker-Lehrgangs im Überblick

mittlung allgemeiner Grundlagen der Mathematik, Computertechnik und Vermessungskunde soll bei den Teilnehmenden, die in der Regel aus dem Schiffsbetrieb kommen, ein vermessungstechnisches Denken und Handeln trainiert werden, welches sie in die Lage versetzen soll, eigenständig hydrographische Aufgaben an Bord und an Land durchzuführen. Im Schwerpunkt »Hydrographie« werden von der Theorie der Unterwasserakustik über hydrographische Messmethoden und den Einsatz der verschiedenen Sensoren bis zur Planung, Durchführung und Auswertung von hydrographischen Messungen ein breites Spektrum von Anwendungen in Theorie und Praxis vermittelt. Zum Einsatz auf See werden weitere spezielle Themen unterrichtet. So vermittelt der Themenbereich »Gezeitenkunde« mit Themen von der Entstehung der Gezeiten bis zur Besichtigung von Lotungen und der Themenbereich »Navigation« von der Arbeit mit Seekarten bis zur Positionsbestimmung auf See Grundwissen für die Arbeit an Bord. Abgerundet werden die Lehrgangsinhalte mit Themen aus der »Verwaltungs- und Rechtskunde« mit dem Ziel, den Teilnehmenden Sicherheit und Verständnis in den Themen Arbeitsrecht, Arbeitsschutz, Unfallverhütung und Umweltschutz zu vermitteln.

Für das praktische Training vor Ort verfügt der Lehrgang über einen vermessungstechnischen Gerätepool und Arbeitsmaterialien aus der Kartografie

und Gezeitenkunde. Die praktische Ausbildung an Bord startet mit einer gemeinsamen Ausbildungswoche für alle Teilnehmenden am BSH-Standort Rostock. Hier werden auf den Booten der BSH-Schiffe praktische Vermessungsaufgaben durchgeführt, die verschiedenen Sensoren eingesetzt und der Messaufbau von der GNSS-Antenne über Korrekturdatenempfang, Vermessungsrechner bis zu den Loten vorgestellt. Auch die Einmessung der Sensoren im Messaufbau wird geübt.

Danach begeben sich die Teilnehmenden auf das vierwöchige Bordpraktikum bei ihren Dienststellen. Dort sollen die Lehrgangsthemen in der täglichen Praxis unter fachlicher Begleitung einer Ausbilderin/eines Ausbilders mit den Geräten geübt und angewandt werden, die auf den eigenen Behördenschiffen verwendet werden.

Durchführung

Der Lehrgang wird vom BSH organisiert und findet statt, wenn mindestens acht und höchstens zwölf Teilnehmende von den Bundes- und Landesbehörden gemeldet wurden. Voraussetzung für die Teilnahme an der Abschlussprüfung ist der Nachweis von mindestens einem Jahr Einsatz auf einem Seevermessungsfahrzeug, davon mindestens sechs Monate mit einschlägigen Tätigkeiten in der Seevermessung. Er dauert in der Summe sechs Monate, aufgeteilt auf zwei Abschnitte jeweils in aufeinanderfolgenden Wintern (Abb. 1).

Der Unterricht in den beiden Hauptsemestern findet im Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ) der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) in Hannover statt, wo die Teilnehmenden während der Semester auch wohnen können und verpflegt werden.

Im ersten Teil, der Anfang November startet und 13 Wochen bis Mitte Februar des Folgejahres dauert, werden die Grundlagen und Fachthemen in der Theorie vermittelt. Ergänzt wird der Unterricht durch praktische Übungen auf dem Gelände des AFZ und am nahen Mittellandkanal. Über den Sommer arbeiten die Teilnehmenden in ihren Behörden auf den Schiffen im Seevermessungseinsatz.

Der zweite Teil des Lehrgangs startet dann im Oktober mit einer Praxiswoche am BSH-Standort Rostock. Hierfür stellt das BSH seine in Rostock verfügbaren Schiffe und Boote sowie das Schiffspersonal zur Verfügung. Es schließt sich das vierwöchige Bordpraktikum auf den Schiffen der Dienststellen an. Dort werden die Unterrichtsinhalte aus der »Vermessungskunde«, »Hydrographie«, »Navigation« und »Gezeitenkunde« vertieft und an den Geräten und der Software geprobt, an denen später auch gearbeitet werden soll. Dies ist besonders deswegen wichtig, weil auch die Fertigungsprüfungen vom Prüfungsausschuss in diesen Arbeitsumgebungen abgenommen werden. Der zweite Unterrichtsblock in der AFZ schließt sich an das Bordpraktikum an und dauert bis Weihnachten. Hier werden Themenbereiche vertieft und Unterricht gegeben, der auf dem Grundwissen, welches im ersten Teil vermittelt wurde, aufbaut.

Im Januar folgen dann nach einer zweiwöchigen Prüfungsvorbereitungszeit die Prüfungen. Schriftlich werden die Fächer »Vermessungskunde« (120 Minuten), »Hydrographie« (120 Minuten), »Navigation« (60 Minuten), »Gezeitenkunde« (90 Minuten) und »Verwaltungs- und Rechtskunde« (60 Minuten) innerhalb einer Woche geprüft. Hier gibt es auch die Möglichkeit zu einer mündlichen Nachprüfung in jedem Fach. Danach folgt dann die Überprüfung der »handlungsspezifischen Qualifikation«, also die Fertigungsprüfung in den

Themenbereichen »Vermessungskunde« und »Hydrographie« im praktischen Umfeld. Hierzu reist das Prüfungskomitee des Prüfungsausschusses zu den Liegeplätzen der Behördenschiffe, um dort die praktischen Prüfungen durchzuführen.

Fazit

Die Fortbildung zur Seevermessungstechnikerin/zum Seevermessungstechniker ist ein praxisorientierter Lehrgang, der sich an das Personal der mit hydrographischen Aufgaben beauftragten Bundes- und Landesbehörden richtet. Er umfasst alle Themenbereiche der Seevermessung und bietet so eine umfassende Fortbildung mit modernen Inhalten für hydrographische Anwendungen. Um einen solchen Lehrgang zu organisieren und durchzuführen, sind ca. 25 Dozenten notwendig, die ihr Fachwissen in insgesamt 684 Unterrichtsstunden, verteilt über zwei Wintersemester den Teilnehmenden vermitteln. Dazu kommen noch etliche Kolleginnen und Kollegen, die sich im Prüfungsausschuss ehrenamtlich engagieren oder die Ausbildung der Teilnehmenden in den Bordpraktika übernehmen. Streng genommen ist die Fortbildung sogar kostenlos für die Teilnehmenden. Dies funktioniert aber nur, weil das Aus- und Fortbildungszentrum der WSV in Hannover und die Dienststellen der zum Lehrgang abgeordneten Teilnehmer alle notwendigen Kosten übernehmen. Der Aufwand für acht bis zwölf Teilnehmende ist enorm, doch wenn man den Lehrgang begleitet und zusehen darf, wie aus Schiffsmechanikern, Tauchern, Nautikern und Technikern ohne jegliche vermessungstechnische Ausbildung im Laufe des Lehrgangs Hydrographen werden, die mit vermessungstechnischem Basiswissen und einer hydrographischen Fachfortbildung, die in dieser Form wohl einzigartig ist, zu Spezialisten werden, dann kann man nur sagen, dass es sich sehr wohl lohnt. //

Literatur

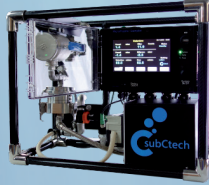
BSH (1993): Schifffahrt und Meer – 125 Jahre maritime Dienste in Deutschland. Festschrift, Mittler & Sohn Verlag

Ocean Power & Monitoring

Transform into the cost-efficient and sustainable future



OceanPack™
Underway



Racing

SOCAT
ready



pCO₂ optical Analyzer

GHG Monitoring

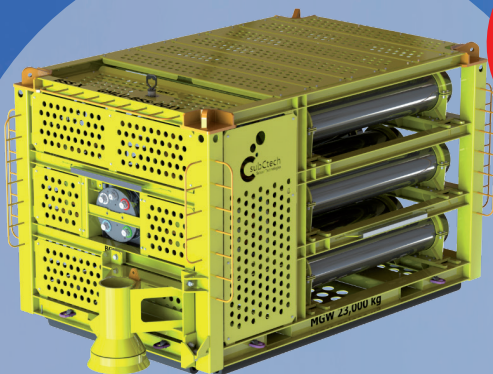
Modular, easy to use and reliable
monitoring incl. pCO₂ and Microplastic

Subsea Li-Ion Batteries

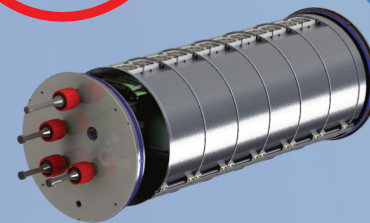
Highly reliable, efficient and safe underwater
power solutions for DC + AC



Standard Batteries



Energy Storage &
UPS Systems



Vehicles

API17F
Offshore
certified

Quasi ein duales Studium bei der Hamburg Port Authority

Ein Beitrag von THOMAS THIES

Die Hydrographie der HPA führt mit modernen Messsystemen Gewässervermessungen im Hamburger Hafen durch und erstellt daraus digitale Produkte. Zur Nachwuchsgewinnung bietet sie Ausbildungsprogramme, Karriereperspektiven und ein praxisintegriertes Studium in Kooperation mit der HCU an. Studierende sammeln dabei praktische Erfahrungen und erhalten finanzielle Unterstützung. Das Modell bringt Vorteile für Unternehmen, Studierende und Hochschule. Trotz kurzer Praxisphasen zeigt das Konzept Potenzial, frühzeitig Fachkräfte zu binden und die Zukunft der Hydrographie zu sichern.

Hydrographieausbildung | duales Studium | HPA | HCU
hydrographic training | dual study programme | HPA | HCU

The HPA's Hydrography department carries out water measurements in the Port of Hamburg using modern measuring systems and creates digital products from them. To attract young talent, it offers training programmes, career prospects and a practice-integrated degree course in cooperation with the HCU. Students gain practical experience and receive financial support. The model offers advantages for companies, students and the university. Despite short practical phases, the concept shows potential for retaining skilled labour at an early stage and securing the future of hydrography.

Autor

Thomas Thies ist Leiter Hydrographische Datenerfassung bei der HPA in Hamburg.

thomas.thies@hpa.hamburg.de

Die Hydrographie der HPA ist verantwortlich für die Durchführung und Auswertung aller hydrographischen Vermessungen der Gewässer- sowie angrenzender Bauwerke im Hamburger Hafen. Zum Einsatz kommen dabei die Peil- und Vermessungsschiffe *Deepenschriewer I* bis *IV*, *Reinhard Woltman* sowie die Peildrohne *Echo.1*. Diese Fahrzeuge sind mit hochmodernen Messsystemen ausgestattet, die kontinuierlich auf dem neuesten Stand gehalten werden und sich an den Anforderungen der Kunden orientieren. Zur Auswertung und Bereitstellung der Daten stehen verschiedene Softwarelösungen zur Verfügung, mit denen aus den umfangreichen Messdaten bedarfsgerechte Produkte erstellt werden können. Darüber hinaus pflegt die Hydrographie die Hafenbestandsdaten und das Solltiefenmodell, ist maßgeblich an der Einführung der »Neuen Nautischen Tiefe« beteiligt und entwickelt das webbasierte Hydro-Portal weiter – eine zentrale Plattform zur Integration aller Wassertiefendaten im Hamburger Hafen.

Mit einer Mitarbeiteranzahl von 25 Personen und einem Altersdurchschnitt von derzeit 48 Jahren steht die Hydrographie vor der Herausforderung, junge und motivierte Fachkräfte für diesen spannenden und einzigartigen Beruf zu gewinnen.

Die HPA setzt dabei auf verschiedene Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung:

- Attraktive Ausbildungs- und Studienangebote: Duale Studiengänge, Praktika und Trainee-Pro-

gramme ermöglichen eine praxisnahe Ausbildung und frühzeitige Bindung an das Unternehmen.

- Weiterbildungs- und Entwicklungsmöglichkeiten: Fortlaufende Qualifizierungsangebote fördern die berufliche Entwicklung und Mitarbeiterzufriedenheit.
- Karriereperspektiven: Klare Aufstiegsmöglichkeiten und transparente Karrierepfade motivieren zur langfristigen Mitarbeit.
- Attraktives Arbeitsumfeld: Flexible Arbeitszeiten, familienfreundliche Angebote und moderne Arbeitsplätze steigern die Arbeitgeberattraktivität.
- Employer Branding: Öffentlichkeitsarbeit, Social Media und Events stärken das Image als attraktiver Arbeitgeber.
- Kooperationen mit Bildungseinrichtungen: Partnerschaften mit Hochschulen und Berufsschulen erleichtern den Zugang zu qualifiziertem Nachwuchs.
- Innovationsorientierung: Der Einsatz moderner Technologien und nachhaltiger Lösungen spricht besonders junge Fachkräfte an.

Seit 2023 bietet die HPA-Hydrographie in Kooperation mit der HafenCity Universität Hamburg (HCU) ein praxisintegrierendes Studium »Bachelor of Science Geodäsie und Geoinformatik« an. Dieses Modell kombiniert das reguläre Studium an der HCU mit praktischen Phasen bei der HPA während der

vorlesungsfreien Zeiten. Die Studierenden sammeln dabei wertvolle Praxiserfahrung in der Hydrographie – sowohl auf den Peilschiffen als auch in der Datenverarbeitung und -modellierung.

Da die HCU derzeit kein klassisches duales Studienmodell anbietet, fungiert die HPA als Praxispartner für Vollzeitstudierende. Die Kooperationsvereinbarung gilt aktuell nur für den Bachelorstudiengang. Die Studierenden erhalten ein angemessenes monatliches Gehalt, die Übernahme der Semestergebühren sowie Urlaubsanspruch während der Praxisphasen. Nach erfolgreichem Abschluss verpflichten sie sich, mindestens zwei Jahre bei der HPA zu arbeiten. Ein anschließendes Masterstudium im Bereich Hydrographie wird unterstützt, derzeit jedoch nur über einen Werkstudentenvertrag.

Das praxisintegrierte Studium bringt für alle Beteiligten – Unternehmen, Studierende und Hochschulen – eine ganze Reihe von Vorteilen mit sich:

- Für das Unternehmen:

Die HPA gewinnt durch das Modell frühzeitig qualifizierte Nachwuchskräfte, die bereits während des Studiums mit den Abläufen und der Unternehmenskultur vertraut werden. Gleichzeitig profitieren die Fachbereiche von frischen Ideen, aktuellem Wissen aus der Hochschule und einem neuen Blick auf bestehende Prozesse. Das stärkt nicht nur die Innovationskraft, sondern auch die langfristige Personalentwicklung – ein echter Gewinn für die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens.

- Für die Studierenden:

Theorie trifft Praxis – und das von Anfang an. Die Studierenden können ihr Wissen direkt in spannenden Projekten anwenden und vertiefen. Die praktischen Erfahrungen geben wertvolle Einblicke in den Berufsalltag und helfen bei der Entscheidung für mögliche Vertiefungsrichtungen oder einen späteren Karriereweg.

Gleichzeitig bietet die HPA finanzielle Sicherheit durch ein monatliches Gehalt und die Übernahme der Studiengebühren. Der Austausch mit anderen Auszubildenden und dual Studierenden fördert zusätzlich den Aufbau eines beruflichen Netzwerks – ein echter Pluspunkt für den Berufseinstieg.

- Für die Universität:

Durch die enge Zusammenarbeit mit der Praxis kann die Hochschule ihre Lehrinhalte kontinuierlich an aktuelle Entwicklungen und Anforderungen der Branche anpassen. Die Kooperationen stärken den Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und machen das Studienangebot attraktiver für zukünftige Studierende. Zudem entstehen durch gemeinsame Projekte neue Impulse für Forschung und Innovation, deren Ergebnisse schneller in die Praxis überführt werden können.

Trotz der langjährigen Zusammenarbeit mit der HCU und der erfolgreichen Betreuung zahlreicher Abschlussarbeiten stellt dieses Modell eine neue Möglichkeit dar, junge Talente frühzeitig zu fördern. Das große Interesse zeigt sich auf Nachwuchsmessen wie dem »Tag der Geodäsie« oder dem »Tag der Technik«, bei denen die HPA regelmäßig von jungen Menschen und ihren Eltern auf das Modell angesprochen wird.

Aktuell befindet sich der erste Student im vierten Semester, ein weiterer startet zum Wintersemester 2025. Wie sich das Modell weiterentwickelt, bleibt abzuwarten – insbesondere, da die Praxisphasen vergleichsweise kurz sind und die Bindung zum Unternehmen daher nicht so stark wie bei einem klassischen dualen Studium ausfällt. Ob sich die Studierenden letztlich für eine Karriere in der Hydrographie der HPA entscheiden, lässt sich nicht vorhersagen – doch die Chancen stehen gut. //

Roberto Carrasco Pizarro, 34
6. Semester, aus Chile



What fascinates you about hydrography?

What fascinates me about hydrography is the extensive technological resources now available for investigating Earth's water bodies. I'm particularly drawn to its versatility and how it integrates with sciences like geodesy and geoinformatics.

How did you become interested in hydrography?

I became interested in hydrography during my first job, where I had the opportunity to use a single-beam echo sounder to model the floor of the tailings dam's reservoir. I realised how crucial accurate water mapping is for navigation and environmental protection.

Where do you want to work later?

I would like to work in an oceanographic research organisation, an academic institution or the marine renewable energy sector, on innovative projects related to hydrographic data analysis.

»Ein Leben als angewandter Forscher und als Universitätslehrender, der seine Begeisterung weitergibt«

Ein Wissenschaftsgespräch mit ERWIN HEINE

Erwin Heine ist Assistenzprofessor am Institut für Alpine Naturgefahren an der Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wien. Er verbindet Geodäsie mit hydrographischer Vermessung und entwickelte innovative Messsysteme für Gewässeranalysen, etwa an Gletscherseen, dem Neusiedler See und dem Altaussee. Seine Forschung ist praxisnah, interdisziplinär und stark anwendungsorientiert – oft in Kooperation mit der Wirtschaft und anderen Fachbereichen. An der BOKU initiierte er praxisbezogene Lehrformate wie Messcamps in alpinen Regionen. Eine eigene Abteilung aufzubauen, reizte ihn nie – lieber bleibt er aktiv im Feld. Seine Motivation: Begeisterung weitergeben und reale Probleme gemeinsam lösen.

BOKU | Gletschersee | Steppensee | EU-Wasserrahmenrichtlinie | Sommerkurse
BOKU | glacial lake | steppe lake | EU Water Framework Directive | summer courses

Erwin Heine is an assistant professor at the Institute for Alpine Natural Hazards at the University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) in Vienna. He combines geodesy with hydrographic surveying and has developed innovative measurement systems for water analyses, for example on glacial lakes, Lake Neusiedl and Lake Altaussee. His research is practical, interdisciplinary and strongly application-oriented – often in cooperation with industry and other disciplines. At BOKU, he initiated practical teaching formats such as measurement camps in alpine regions. Setting up his own department never appealed to him – he prefers to remain active in the field. His motivation: passing on his enthusiasm and solving real problems together.

Interviewer

Lars Schiller führte das Interview mit Prof. Erwin Heine per E-Mail im Mai.

erwin.heine@boku.ac.at

Herr Heine, Sie lehren seit 1998 an der Universität für Bodenkultur in Wien (BOKU). Ihre Studierenden sind zum Beispiel im Masterstudiengang Kulturtechnik und Wasserwirtschaft eingeschrieben. Worum geht es in der Kulturtechnik? Wie spielt da die Vermessung rein?

Die Absolventen der Kulturtechnik (wir nennen sie »Kulturtechniker«) kümmern sich um den Schutz, die Erschließung und die Bewirtschaftung der für den Menschen lebensnotwendigen Ressource Wasser sowie um die Wiederherstellung naturnaher Flussläufe und Wasserökosysteme. Kulturtechniker planen diesbezüglich Anlagen und setzen Bauvorhaben in der Wasserkraft und im Hochwasserschutz um.

Für die allermeisten dieser Aufgaben benötigen sie georeferenzierte Daten, welche ihnen die Vermessung zu liefern vermag. Aus diesem Grund nimmt die Vermessungsbildung eine zentrale Stelle in der Ausbildung der Kulturtechniker ein. Je nach Vertiefungsrichtung gibt es dazu die jeweils passenden Module.

An der BOKU gibt es keine Hydrographieausbildung, aber die Studierenden der Kulturtechnik

haben die Möglichkeit, hydrographische Projekte kennenzulernen. Wie passt das zusammen?

Das Masterstudium der Kulturtechnik baut auf insgesamt vier Schwerpunkten auf: Im Bereich Wasser und Boden werden unter anderem die Fachbereiche der Hydrologie, der Wasserkraftnutzung und des Hochwasserschutzes und Flussgebietsmanagements, der Hydrobiologie und der Gewässerökologie vertiefend gelehrt. Dieser Bereich benötigt eine Vielzahl von Produkten aus der hydrographischen Vermessung. Dazu gehören bathymetrische Daten, Informationen über die Gewässersohle und deren Internaufbau.

In früheren Jahren wurden diese Daten in den meisten Fällen extern zugekauft. Doch in den letzten Jahren ist der Bedarf enorm gestiegen. Man benötigt immer vielfältigere Datensätze, und diese in immer kürzerer Zeit und in einer sehr guten und vor allem auch nachvollziehbaren Qualität. Das gab dann vor etwa 20 Jahren – ich kann gar nicht glauben, dass das schon so lange her ist – den Ausschlag, sich an der Universität selbst der Materie zu widmen.

Was sind die Themen der Masterarbeiten, die im Bereich der Hydrographie in letzter Zeit bei Ihnen geschrieben wurden?

Die Themen der Masterarbeiten der letzten fünf Jahre sind sehr breit gestreut, da sie eigentlich immer in laufende Forschungsprojekte eingebunden sind. Sie reichen vom Einsatz von Sub-Bottom-Profiler-Aufnahmen für das Sedimentmanagement von Wasserkraftanlagen bis zur Quantifizierung der Wasser- und Schlammvolumina des größten Steppensees Europas, dem Neusiedler See. Bewegen wir uns von der ungarischen Ebene etwas weiter in das Alpenvorland, so wurde hier in einer sehr umfangreichen Masterarbeit von Sebastian Wagner die Geomorphologie des Seebodens des Altausseer Sees durch Einsatz von Fächerecholot und Sub-Bottom-Profiler erfasst. Ein Schwerpunkt dieser Arbeit lag dabei in der Erfassung der hydrobiologisch hochinteressanten Flachwasserzone mittels Mehrmedien-Photogrammetrie. Und wenn wir jetzt noch den Weg in die hochalpinen Regionen fortsetzen, so finden wir uns beim Monitoring von Gletscherseen wieder. Seit 2020 werden rund um den Großglockner, dem höchsten Berg Österreichs, sogenannte proglaziale Gletscherseen erforscht. Diese Seen verdanken ihren Ursprung sowie ihre kontinuierliche Ausdehnung dem rasanten Abschmelzen der Gletscher aufgrund der Klimaerwärmung. Um die jährlichen Vermessungen dieser Gletscher durchführen zu können, müssen die Studenten die gesamte Ausrüstung in Rucksäcken verpackt über hochalpine Wege zum See transportieren. Bei dem großen Gewicht von Fächerecholot- oder Sub-Bottom-Profiler-Systemen kann man sich vorstellen, dass der Wunsch nach einem Helikoptertransport einem auf dem steinigen Weg nach oben stetig begleitet. Doch ein solcher Helikoptereinsatz ist leider aufgrund der Lage der Seen in der Kernzone des Naturschutzgebietes und den dadurch vorherrschenden Auflagen nicht realistisch umsetzbar.

Hat die BOKU eigene hydrographische Vermessungsgeräte? Welche Geräte kommen auf dem Wasser zum Einsatz?

An der BOKU verfügen wir über Kongsberg-Einzelstrahlecholotsysteme mit unterschiedlichsten Frequenzen und Öffnungswinkeln und den Sub-Bottom-Profiler SES-2000 compact von Innomar. Fächerecholote werden von uns bei Bedarf entweder gemietet oder im Rahmen von Kooperationen mit Unternehmenspartnern wie der viadonau, Kongsberg Maritim, MacArtney und ganz besonders mit dem VERBUND eingesetzt.

Was die eingesetzten Boote betrifft, so verfügt die BOKU selbst über mehrere Aluminium- und auch Festrumpf-Schlauchboote. Aufgrund der Anforderungen in den Gletschersee-Projekten haben wir in den letzten Jahren ein eigenes, extra leichtes unbemanntes Messboot entwickelt. Dieses modu-



Prof. Erwin Heine

lar aufgebaute USV kann bis zu 60 Kilogramm Payload aufnehmen, und ist mit einer redundanten Antriebs- und Steuereinheit ausgestattet. Dadurch sollte es beim Ausfall einer Komponente sicher zum Ufer zurückkehren.

Gibt es eigentlich eine Zusammenarbeit zwischen der BOKU und der TU Wien?

An der TU Wien beschäftigt sich Kollege Mandlbürger primär mit der Anwendung der optischen

»Der Bedarf an bathymetrischen Daten ist enorm gestiegen. Man benötigt immer vielfältigere Datensätze, und diese in immer kürzerer Zeit und in einer sehr guten und vor allem auch nachvollziehbaren Qualität«

Erwin Heine

Bathymetrie, und hier bis vor kurzem schwerpunktmäßig mit der Laserbathymetrie. In diesem Zusammenhang gab es in den letzten Jahren einige kleinere Kooperationen, wie etwa die Erfassung von Referenzdatensätzen. Die aktuell geschaffene Professur schafft hier sicher neue Möglichkeiten einer Kooperation in Projekten, aber auch auf dem Gebiet der Ausbildung von Studenten.

Sie selbst sind Geodät. Mit der Hydrographie kamen Sie erst nach dem Studium in Berührung. Da waren Sie schon an der BOKU tätig. Erzählen Sie, warum Sie plötzlich ein Echolot für Forschungsprojekte brauchten.

Mit der Implementierung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in nationales Recht war es ab 2003 notwendig, die Aktivitäten und Resultate zur Verbesserung des Zustandes der Gewässer nachweislich zu dokumentieren. Da sich an den kleinen inneralpinen Flüssen die Flusssohle in der Regel pro Jahr nur um wenige Zentimeter in ihrer Höhe verändert, ist hier vor allem die Genauigkeit der Höhenwertbestimmung von Interesse. GPS wurde auch damals schon von den Kollegen vom Wasserbau angewandt, doch leider funktionierte dies eben nicht an kleinen Flussläufen bei hohem und dichtem Baumbestand entlang des Ufers. Und so kam ich als Geodät ins Spiel.

Wir entwickelten daraufhin ein Positionierungsecholot-Messsystem für kleinere und mittlere Fließgewässer, welches aus einer Koppelung von RTK-GPS-Messsystemen, von Robotic-Totalstationen sowie einem Atlas Deso 14-Echolot bestand. *Wie haben Sie Ihr Wissen über hydrographische Vermessung erworben?*

Der erste Zugang war das Selbststudium der verfügbaren Literatur. Doch als ich 2006 auf einer Konferenz in München unser Positionierungsmesssystem präsentierte, kam ich ins Gespräch mit Volker Böder, der einen Vortrag über die Hydrographieausbildung an der HCU Hamburg hielt. Dies war für mich der Wendepunkt von der Geodäsie hin zur Hydrographie und insbesondere zu einer langjährigen Freundschaft mit Volker Böder.

Mit Volker Böder, den Sie nicht nur einen Freund, sondern auch einen Mentor genannt haben, haben Sie große Projekte am Bodensee und am Neusiedler See bearbeitet. Wie kam es zu der Zusammenarbeit?

Gleich nach dem Treffen in München versorgte mich Volker Böder mit Lernunterlagen aus dem Hydrographie-Studiengang der HCU, und im Sommer 2007 nahm ich dann am »Hydrography Summer Camp« der HCU teil. Dort entstand der Plan einer engeren Kooperation zwischen der BOKU und der HCU, was dann bereits Anfang 2008 in der Seegrundvermessung »Bodensee-Rheinmündung 2008« im Auftrag der »Internalen Rheinregulierung« mündete.

Weitere Summer Camps später, wo ich 2010 bereits als Vortragender tätig war, kam es dann 2011 zur Kooperation im Neusiedler-See-Projekt. Dabei wurden auf den österreichischen und ungarischen Seeflächenanteilen mehr als 2000 Kilometer an Sub-Bottom-Profilen aufgenommen.

Sie haben dann auch an der BOKU Sommerkurse im Bereich der Hydrographie angeboten. Wie wurden die von den Studierenden angenommen? Gibt es sie noch?

Ja, die gibt es weiterhin und die werden von den Studenten auch gut angenommen. Dabei handelt es aber sich nicht um Kurse im engeren Sinn, sondern um zweiwöchige Außenarbeiten an Seen im Hochgebirge. Je nach Art und Entwicklungsstadium des Gletschersees erfassen die Studenten mit Fächerecholot, Sedimentecholot oder Einzelstrahlecholot die hydrographischen Daten für die Bearbeitung in ihren Vertiefungsfächern, wie dem »Konstruktiven Projekt«, für Praktika oder auch für die Masterarbeit.

Lassen Sie uns über Ihre Vermessungsprojekte sprechen. Nicht nur bei Projekten in Österreich haben Sie mitgewirkt, sondern auch in der Schweiz, in Spanien und in Griechenland. Wie kam es dazu?

Der Ausgangspunkt für die internationalen Kooperationen waren meine Forschungsarbeiten zum Einsatz von hochauflösenden Sub-Bottom-Profilern für archäologische und sedimentgeologische Fragestellungen. Hier waren es insbesondere die Arbeiten mit dem Quattro-System von Innomar am Mondsee und dann in Zürich, und das Monitoring der Jahrhundert-Hangrutschung am Traunsee.

Sie haben so unterschiedliche Gewässer wie einen Steppensee, einen Gletschersee oder einen Kraftwerksspeicher untersucht. Bitte geben Sie uns einen kurzen Einblick in die Projekte.

Kraftwerksspeichieranlagen benötigen für eine effiziente Sedimentbewirtschaftung eine genaue Kenntnis über die Menge und Beschaffenheit des abgelagerten Materials. Hingegen geht es bei den Forschungen am Steppensee um limnologische Aspekte von Schlammengen und deren Vertei-

lung. Bei einem etwa nur einem Meter tiefen See kann es hydrobiologisch von Bedeutung sein, ob der darunter liegende Schlammkörper, der ja zu etwa 60 Prozent aus Wasser besteht, nur 20 Zentimeter oder etwa 70 Zentimeter dick ist. Und bei den Untersuchungen an Gletscherseen geht es darum, die zukünftige Entwicklung des Sees abzuschätzen, also um die Frage, wann der See komplett verfüllt sein wird und seine Pufferwirkung bei den aktuellen Extremniederschlägen nicht mehr gegeben ist.

Zuletzt haben Sie etwas publiziert über Ihre Vermessungen im Altaussee-See und über Kolke im Flussbett des Wienflusses. Erzählen Sie.

Beim Altaussee-See-Projekt geht uns darum, Einblicke in die Entwicklung der über sehr lange Zeit ungestörten inneralpinen Kulturlandschaft zu erhalten. Eine besondere Datenquelle stellen hier die über 150 am Seeboden aufrecht oder schräg stehenden Baumstämme aus dem Frühmittelalter dar. Wassersäulendaten des Fächerecholots lieferten uns die Verteilung und Größe dieser Objekte. Ein Tauchroboter entnimmt von den Stämmen Holzfasern für eine Vorabdatierung, bevor dann Technikaucher mit einem Bohrgerät die Kerne für die dendrochronologische Untersuchung entnehmen.

Parallel dazu untersuchen Sedimentgeologen der Universität Innsbruck die Seesedimente in Hinblick auf vergangene Naturereignisse, und Kollegen der Bodenforschung untersuchen die in den Wurzelkörpern der Unterwasserbäume verbliebenen Bodenreste in Hinblick auf ihren Ursprung. Erste Ergebnisse zeigen eine wunderbare Übereinstimmung für ein wahrscheinliches Extremereignis um etwa 860 nach Christus.

Ein rezentes Extremereignis betraf dagegen den Wienfluss. Im September 2024 trat ein 1000-jährliches Hochwasser an dem 15 Kilometer langen Fluss ein. Die enorme Wucht der Wassermassen führte zu Auskolkungen der mit Steinblöcken ausgepflasterten Flusssohle und somit zu einer Gefährdung der angrenzenden Stützmauer. Mit unserem mit einem Fächerecholot ausgestatteten USV waren wir in der Lage, diese Kolke für die sofort gestarteten Konsolidierungs- und Restaurierungsmaßnahmen zu kartieren.

Mit welchem Projekt beschäftigen Sie sich zurzeit?

Im Moment testen wir gerade intensiv ein von uns entwickeltes ultraleichtes USV für den Einsatz in der Gletschersee-Messkampagne 2025. Denn durch die Schließung der Gletscherbahn am Großglockner muss jetzt die gesamte Ausrüstung in einem mehrstündigen Aufstieg zum Gletschersee transportiert werden. Des Weiteren werden wir dieses Jahr das Projekt am Altaussee-See um den benachbarten Grundsee erweitern, um durch Analysen der Sedimente der beiden Seen die Umweltgeschichte der Region besser zu erforschen.

Ein neuer Fokus liegt dabei auf der Rekonstruktion der Biodiversität mittels paläoökologischen Verfahren und Verfahren, die auf Umwelt-DNA (eDNA) basieren.

Es fällt auf, dass Sie überwiegend Fragestellungen aus der Wirtschaft oder von anderen Fachdisziplinen nachgegangen sind. Das ist sozusagen angewandte Forschung, bei der Sie komplett involviert sind.

Ja, genau. Schon meine Diplomarbeit führte mich gemeinsam mit Architekturforschern zu den Stätten der Maya im mexikanischen Dschungel, und als Doktorand ging es dann für vier Jahre in einem Projekt der DFG mit Archäologen in die Hochtäler des Himalayas in Nepal.

Warum haben Sie nicht eine eigene Abteilung für hydrographische Vermessung an der BOKU aufgebaut?

Das dafür notwendige Networking, das Antragschreiben, das Managen von Personal und das Legen von Berichten war nie meine Welt. Vielmehr wollte und will ich konkrete interessante Fragestellungen aus der Wirtschaft oder von anderen Forschungsdisziplinen einer Lösung zuführen, bei der ich selbst intensiv mitarbeite, in der Konzeption, am Boot und bei der gemeinsamen Interpretation der Ergebnisse mit den Experten der beteiligten fremden Fachdisziplinen. Das war es, was mich interessierte und motivierte. Ein Leben als angewandter Forscher vor Ort und als Universitätslehrender, der die Begeisterung für die hydrographische Vermessung den Studenten weiterzugeben vermag.

Wie gelingt es, andere von dem zu begeistern, was Sie selbst so begeistert?

Eine Begeisterung für etwas, was nicht Reichtum, Macht oder Berühmtheit mit sich bringt, kann man kaum hervorrufen. Diese muss im Gegenüber schon in einer versteckten Weise vorhanden sein. Dazu möchte ich Ihnen von der für mich prägenden Begebenheit erzählen. Mein damaliger Professor an der TU Graz, Robert Kostka, berichtete in einer Vorlesung über angewandte Kartografie von seinen Projektarbeiten in Nepal, Mexiko, Afghanistan, Pakistan und so weiter. Nach der Vorlesung bin ich zu ihm ins Zimmer gegangen und sagte ihm, dass mich diese Arbeiten faszinierten und ich gerne dabei mitmachen wollte. Er antwortete in seiner sehr trockenen Art darauf: »Ja, eine interessante Arbeit ist es schon, aber reich werden Sie dabei nicht!« Ein Jahr später unternahm ich als Diplomand meine erste selbstorganisierte Forschungsreise nach Mexiko.

Was würden Sie gerne besser können?

Das Formulieren von Anträgen und das Erstellen von Berichten für EU-Forschungsprojekte. 😞

Was wissen Sie, ohne es beweisen zu können?

Die Faszination für die interdisziplinäre Forschung ist in meiner DNA verankert. //

Georeferenzierung von 3D-Unterwasserstrukturen mittels Photogrammetrie durch wissenschaftliche Taucher

Ein Beitrag von CASSANDRA JANY

Die Georeferenzierung von 3D-Unterwasserstrukturen mittels Photogrammetrie stellt aufgrund der besonderen Unterwasserbedingungen eine erhebliche Herausforderung dar. Die Studienarbeit untersucht die Anwendung der Photogrammetrie in Unterwasserumgebungen, beschreibt die dabei auftretenden Herausforderungen und zeigt Lösungsansätze zur Datenerhebung auf. Durch Genauigkeitsuntersuchungen und Fehleranalysen mit Hilfe eigens entwickelter Python-Codes sowie der Auswertung in Agisoft Metashape wird die Leistungsfähigkeit der Methode der Datenerhebung unter Wasser mittels Photogrammetrie bewertet.

Unterwasserphotogrammetrie | wissenschaftlicher Taucher | Georeferenzierung | numerische Triangulation | Agisoft Metashape | Structure-from-Motion (SfM) | Bündelblockausgleichung
underwater photogrammetry | scientific diver | georeferencing | numerical triangulation | Agisoft Metashape | structure-from-motion (SfM) | bundle block adjustment

The georeferencing of 3D underwater structures using photogrammetry poses a considerable challenge due to the special underwater conditions. The thesis examines the application of photogrammetry in underwater environments, describes the challenges that arise and shows possible solutions for data collection. Accuracy tests and error analyses using specially developed Python codes and evaluation in Agisoft Metashape are used to assess the performance of the method of underwater data collection using photogrammetry.

Autorin

Cassandra Jany studierte Markscheidewesen und Geodäsie an der TU Bergakademie Freiberg. Seit März 2025 ist sie im Referendariat zur Assessorin des Markscheidefachs. Außerdem ist sie Geschäftsführerin der Milan Geoservice GmbH in Spremberg.

c.jany@milan-geoservice.de

Einleitung und Motivation

Die Unterwasserwelt bleibt eines der am wenigsten erforschten und faszinierendsten Ökosysteme unseres Planeten. Es offenbaren sich nicht nur eine erstaunliche biologische Vielfalt, sondern auch wichtige historische Artefakte und Ressourcen von unschätzbarem wissenschaftlichem und kulturellem Wert. Die Erfassung und Vermessung dieser Umgebung ist jedoch mit erheblichen Herausforderungen verbunden, die von begrenzter Sichtbarkeit bis zur Unzugänglichkeit der zu untersuchenden Objekte reichen. Traditionelle Methoden stoßen somit aufgrund der speziellen Bedingungen unter Wasser an ihre Grenzen.

Die Photogrammetrie unter Wasser (Abb. 1) bietet eine vielversprechende Lösung unter den Rahmenbedingungen und eröffnet ein weites Spektrum von Anwendungen, die von der Untersuchung mariner Lebensräume über Ressourcenmanagementzwecke bis zur Erhaltung von Unterwasser-Kulturerbe reichen. Diese Technik ermöglicht es, präzise 2D- und 3D-Modelle von

Unterwasserstrukturen zu erstellen sowie unsere Fähigkeit zur Kartierung und Dokumentation zu revolutionieren. Dabei handelt es sich um eine Messmethode, welche in ihrer Anwendung den Lebensraum nicht beeinflusst oder modifiziert (Piazza et al. 2018).

Zielstellung

Die Studie zielt darauf ab, die Genauigkeit und Anwendbarkeit der Photogrammetrie zur Georeferenzierung von Unterwasserstrukturen zu evaluieren und zu bewerten. Hauptschwerpunkt gilt der Analyse der Fehlerquellen und der Entwicklung von einem Konzept zur Datenerfassung und -auswertung.

Herausforderungen der Unterwasserphotogrammetrie

Die Unterwasserphotogrammetrie ist eine anspruchsvolle Technik, die durch die besonderen Bedingungen der Unterwasserumgebung geprägt ist. Diese Herausforderungen betreffen ver-



Abb. 1: Prinzipskizze der Unterwasserphotogrammetrie durch einen wissenschaftlichen Taucher

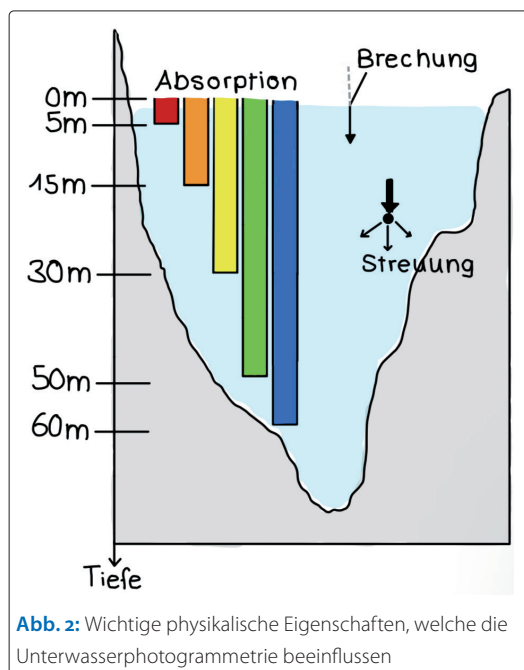


Abb. 2: Wichtige physikalische Eigenschaften, welche die Unterwasserphotogrammetrie beeinflussen

schiedene physikalische (Abb. 2) und technische Aspekte, die für die präzise Aufnahme und Analyse von Bildern unter Wasser berücksichtigt werden müssen. In Tabelle 1 sind einige dieser Aspekte aufgelistet.

Orientierung und Georeferenzierung mittels geschleppter GPS-Boje

Als Taucher befindet man sich in einem Medium, in dem die Reichweite elektromagnetischer Wellen sehr klein ist. Somit ist die direkte Nutzung von GPS-Signalen nicht möglich. Eine mögliche Lösung ist die geschleppte GPS-Boje (Abb. 3). Das zugrunde liegende Prinzip der geschleppten GPS-Boje beruht auf der Integration von GPS-Technologie in Verbindung mit der Fortbewegung des Tauchers. Der mit einem GPS-Empfänger ausgestattete Bojenkomplex empfängt Satellitensignale

und nutzt diese, um die exakte Position der Boje mit Hilfe mehrerer GPS-Satelliten zu bestimmen. Die geschleppte GPS-Boje zeichnet in kontinuierlicher Abfolge die empfangenen Positionsdaten

Aspekt	Problem	Ursache
Absorption von Licht	Mit zunehmender Tiefe nimmt die Lichtmenge ab, was die Farbwiedergabe und die Bildqualität beeinträchtigt.	Wasser absorbiert Licht unterschiedlich je nach Wellenlänge; rote Farben verschwinden bereits in 5 Metern Tiefe, während Blau erst ab etwa 60 Metern verschwindet. Dies führt zu Farbverfälschungen in den Aufnahmen.
Trübheit des Wassers	Unscharfe Bilder und eingeschränkte Sichtweite.	Schwebeteilchen, Algen oder Sedimente streuen das Licht. In maritimen Gewässern schwanken die Sichtweiten stark je nach Bedingungen.
Brechungseffekt	Objekte erscheinen größer und näher, als sie tatsächlich sind, was zu Verzerrungen in den Aufnahmen führt.	Der höhere Brechungsindex von Wasser im Vergleich zu Luft (1,33 vs. 1,00) und die Wirkung des Kameragehäuses verursachen optische Verzerrungen.
Luftverbrauch und Tauchzeit	Begrenzte Luftmenge und eingeschränkte Arbeitszeit unter Wasser.	Abhängig von Flaschengröße, Tauchtiefe und individuellem Atemvolumen des Tauchers, kann die verfügbare Zeit variieren. Einfache Berechnungen helfen, die benötigte Luftmenge für geplante Tauchgänge zu bestimmen.
Medizinische Aspekte	Tiefenrausch und Stickstoffsättigung können die Leistungsfähigkeit und Sicherheit des Tauchers beeinträchtigen.	Stickstoff im Atemgas wirkt bei größerer Tiefe auf das Gehirn und Nervensystem und kann zu Wahrnehmungsstörungen führen.
Orientierung unter Wasser	Die präzise Lokalisierung und Navigation unter Wasser ist schwierig. Für wissenschaftliche Arbeiten ist die präzise Lokalisierung des Arbeitsorts für Messungen und Probenahmen von höchster Relevanz (Niedzwiedz und Schories 2020).	Eingeschränkte Sichtverhältnisse und fehlende GPS-Signale erfordern alternative Methoden wie Kompass und Orientierungslinien. Die Genauigkeit der Positionierung kann durch Strömungen und Bewegungen beeinträchtigt werden (Niedzwiedz und Schories 2020).

Tabelle 1: Auflistung der verschiedenen Aspekte, welche die Unterwasserphotogrammetrie beeinflussen

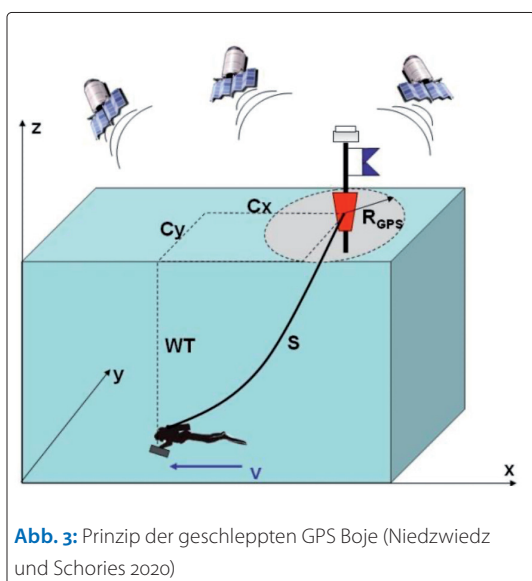


Abb. 3: Prinzip der geschleppten GPS-Boje (Niedzwiedz und Schories 2020)



Abb. 4: Datenerfassung am Untersuchungsobjekt
»Abwasserrohr«

auf. Jedoch unterliegt die Navigation der GPS-Boje bestimmten Fehlern, da sie sich nicht präzise über dem Taucher oder dem zu vermessenden Objekt befindet. Aufgrund von Wind, Wellen und Strömung kommt es zu einer Verdriftung (Abweichung), die durch C_x und C_y veranschaulicht ist. Diese Abweichung ist insbesondere abhängig vom Verhältnis der Länge der Schleppleine S zur Wassertiefe WT des Tauchers. Um die Verdriftung auf ein Minimum zu reduzieren, werden Messungstage ausgewählt, an denen geringe Wellen- und Windbedingungen herrschen. Zusätzlich ist der Taucher angehalten, die Schleppleine am Referenzpunkt unter Wasser für einen Zeitraum von 2 bis 3 Minuten straff zu halten, um zufällige Fehler möglichst gering zu halten (Niedzwiedz und Schories 2020).

Datenerfassung und -auswertung

Das Untersuchungsgebiet befindet sich an der kroatischen Adriaküste auf der Halbinsel Istrien, genauer gesagt in Sveta Marina (UTM-Koordinaten (WGS-84): Zone: 33T 433232.141E 4987243.483N). Diese Region zeichnet sich durch eine vielfältige Unterwasserlandschaft mit klaren Gewässern und einer abwechslungsreichen Topografie aus, die ideale Bedingungen für die geplanten Studie bietet. Im Rahmen der Exkursion werden drei Objekte photogrammetrisch erfasst und ausgewertet: das Knollen-Kalkrotalgen-Feld in etwa 17 m Wassertiefe, ein Abwasserrohr in 15 m bis ca. 20 m Wassertiefe (Abb. 4) und eine Unterwasserstruktur namens »Pilz/Burger« in ca. 23 m. Ziel der Untersuchung ist es, ein valides Konzept zur Referenzierung dieser Objekte zu entwickeln. Hierbei werden Marker und verschiedene Methoden zur Orientierung, Lagebestimmung und Konstellation der Objekte zueinander eingesetzt, um die Genauigkeit des lokalen Koordinatensystems unter Wasser zu verbessern. Zusätzlich wird bei allen Objekte der Einsatz einer GPS-Boje getestet und implementiert.

Das Messkonzept wird in diesem Artikel nicht weiter thematisiert. Für einen kleinen Einblick in die Datenerfassung ist auf der Webseite der TU

Freiberg ein Video verlinkt (<https://tu-freiberg.de/sdc/forschung/kroatien-sveta-marina>).

Für die Datenauswertung wurde die Software Agisoft Metashape verwendet. Agisoft Metashape gilt im Bereich der photogrammetrischen Bildverarbeitung als führende Software, die sich auf die automatisierte Rekonstruktion dreidimensionaler Modelle aus zweidimensionalen Bildern spezialisiert hat. Die Software verwendet fortschrittliche Bildverarbeitungsalgorithmen, um automatisch korrespondierende Punkte in den Bildern zu identifizieren und daraus 3D-Modelle zu generieren.

Workflow der Datenverarbeitung in Agisoft Metashape

Fotos ausrichten

- Bündelblockausgleichung

Automatische Passpunkterkennung

Skalierung des Modells

- Händisches Eintragen der vermessenen Maße zwischen den Festpunkten

Erzeugung der Dichte-Punktwolke

- Äußere und innere Orientierungsparameter
- Tiefenkarten

Numerische Triangulation

- Bündelblockausgleichung
- Dreiecksvermaschung

Texturierung

Analyse der Skaliergenauigkeit

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Skalierung und der Positionsgenauigkeit waren am Beispiel des Abwasserrohrs dargestellt.

Skalierungsfehler

Der Skalierungsfehler bezieht sich auf die Anpassung der Größe und Proportionen von 3D-Modellen an reale Maße.

Er setzt sich aus dem Control Scale Error und dem Check Scale Error zusammen. Der Control Scale Error gibt an, wie sehr sich die geschätzten Abmessungen eines Referenzobjekts nach der Skalierung durch Metashape von den tatsächlich bekannten Abmessungen unterscheiden. Der Fehler dient als Maß für die Genauigkeit der Skalierung. Eine geringere Abweichung deutet auf eine präzisere Anpassung hin. Der Check Scale Error ist eine Kennzahl, die die Differenz zwischen den nach der Skalierung berechneten Abmessungen eines Re-

ferenzobjekts und den tatsächlich bekannten Abmessungen dieses Objekts darstellt. Er fungiert als zusätzliche Überprüfung, um sicherzustellen, dass die Skalierung des Objektes korrekt durchgeführt wurde.

In allen untersuchten Objekten lagen die Fehler in ähnlicher Größenordnung. Am Beispiel des Objektes Abwasserrohr, welches in durchschnittlich 15 m Wassertiefe liegt, sind die Ergebnisse veranschaulicht:

- Control Scale Bar: 1,68 cm,
- Check Scale Bar: 0,24 cm.

Eine Genauigkeit von 1,68 cm in der Unterwasser-photogrammetrie kann als durchaus akzeptabel und effektiv betrachtet werden, insbesondere angesichts der Herausforderungen, die mit der Durchführung von Photogrammetrie unter Wasser verbunden sind. Dabei handelt es sich um den absoluten Fehler, der die Abweichung zwischen den gemessenen und den tatsächlichen Werten beschreibt. Zum Beispiel beträgt der relative Fehler bei einer Distanz von 2 m (200 cm) zwischen den Passpunkten etwa 0,84 %, während er bei einer Distanz von 3,5 m (350 cm) auf etwa 0,48 % sinkt. Diese relativen Fehler verdeutlichen, dass der absolute Fehler von 1,68 cm im Verhältnis zur gemessenen Distanz gering ist und die Messung daher eine hohe Messgenauigkeit aufweist.

Zur Veranschaulichung der erzielten Resultate werden im Folgenden zwei Abbildungen präsentiert. Abb. 5 zeigt das digitale Höhenmodell des Abwasserrohrs, basierend auf etwa 13,4 Millionen Punkten. Die hohe Genauigkeit wird durch die Vermessung zahlreicher Strukturen und präzise gemessener Abstände erreicht. Um die Struktur und vor allem der Höhenunterschied des Abwasserrohrs zu verdeutlichen, wird in Abb. 6 das 3D-Modell in seitlicher Ansicht präsentiert.

Positionsgenauigkeit

Die Positionsgenauigkeit bezieht sich auf die Präzision der relativen Positionen der Marker (Passpunkte) zueinander, die durch den entwickelten Python-Code bewertet wird. Dieser Python-Code berechnet die Positionsgenauigkeit anhand der Abstände und Richtungen zwischen vier Markern sowie deren gemessener Wassertiefe.

Zu Beginn wird das lokale Koordinatensystem ermittelt, indem die räumlichen Koordinaten von drei Markern erfasst und in einem 2D-Koordinatensystem visualisiert werden. Diese Marker dienen als Referenzpunkte (RefP), deren Positionen relativ zu einem festgelegten Ursprung dargestellt werden. Die resultierenden X-, Y- und Z-Koordinaten werden ausgegeben und visualisiert, um die Anordnung zu überprüfen. In Abb. 7 werden die berechneten lokalen Koordinatensysteme der Referenzpunkte (RefP) des Abwasserrohrs veranschaulicht. Dabei wurden die Richtungen und Abstände von jeder der vier Markerpositionen zu

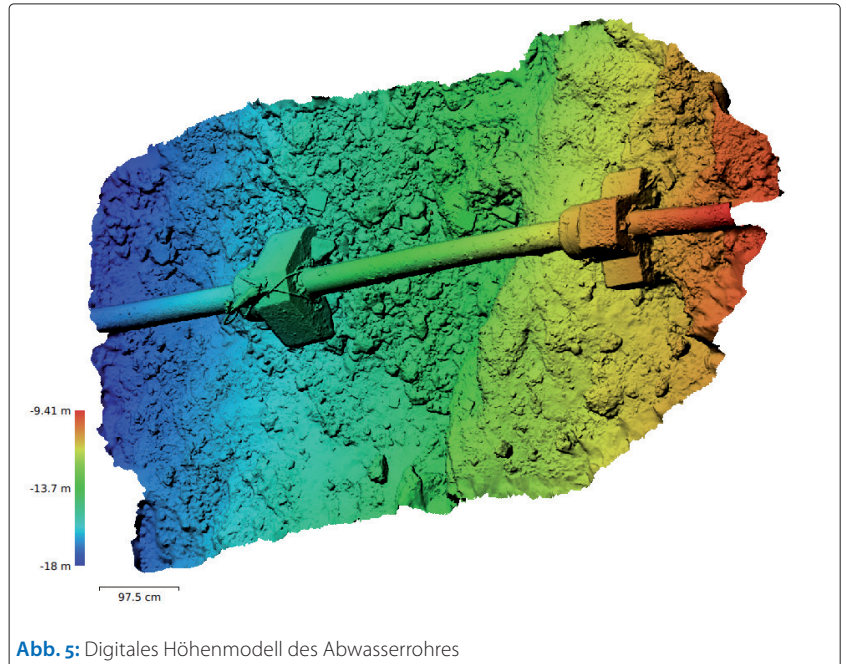


Abb. 5: Digitales Höhenmodell des Abwasserrohrs



Abb. 6: 3D Modell-Profilansicht des Abwasserrohrs

den anderen drei Markern ermittelt. Jeder Marker wurde einmal in den Koordinatenursprung gelegt, wodurch die Positionen der Marker anhand der erfassten Winkel und Abstände bestimmt werden konnten.

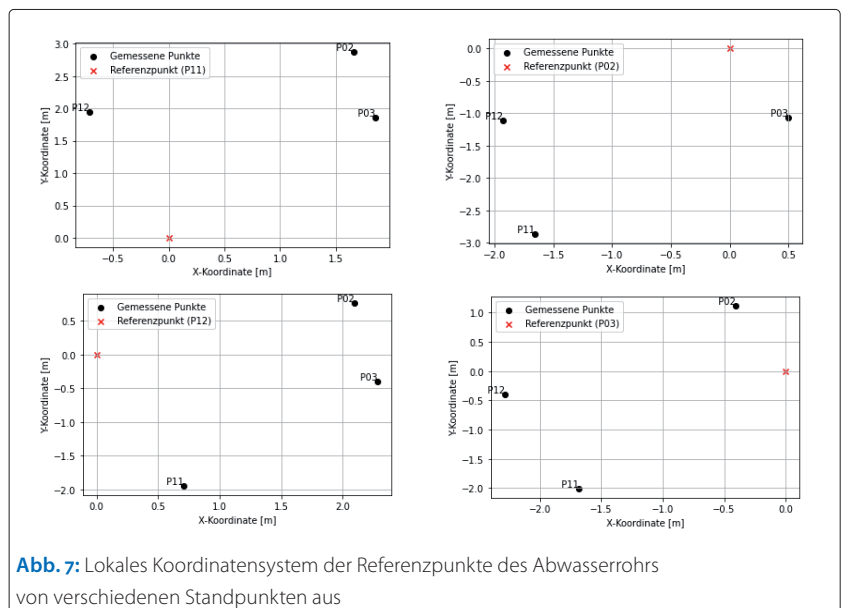


Abb. 7: Lokales Koordinatensystem der Referenzpunkte des Abwasserrohrs von verschiedenen Standpunkten aus

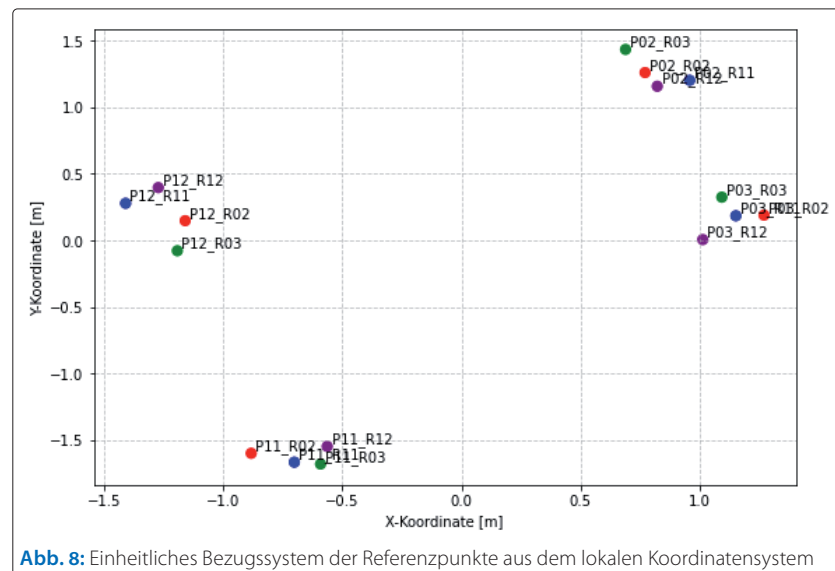


Abb. 8: Einheitliches Bezugssystem der Referenzpunkte aus dem lokalen Koordinatensystem

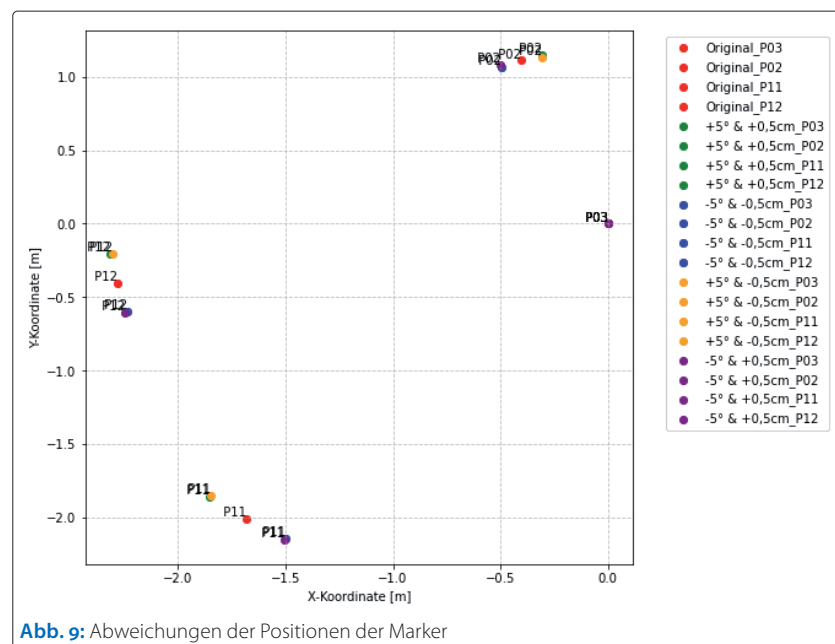


Abb. 9: Abweichungen der Positionen der Marker

Um eine bessere Vergleichbarkeit aller Abbildungen der vier Referenzsysteme zu gewährleisten, wurde in jedem System der Schwerpunkt berechnet und das gesamte System auf diesen Schwerpunkt verschoben und anschließend in ein einheitliches Bezugssystem dargestellt (Abb. 8).

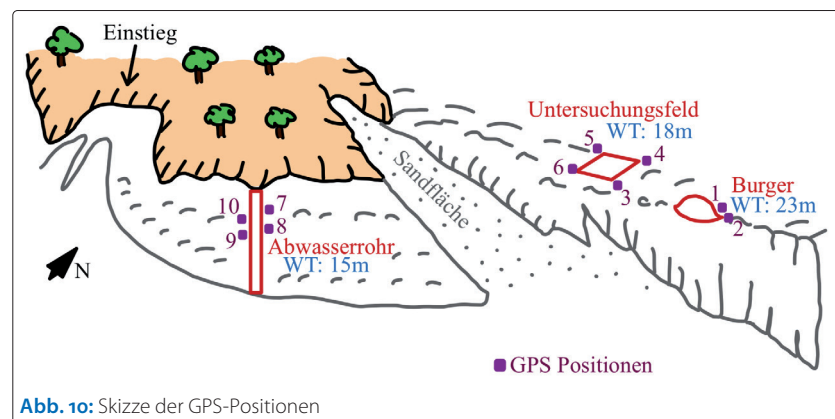


Abb. 10: Skizze der GPS-Positionen

Im nächsten Teil wird der Code des ersten Schrittes zur Erstellung des lokalen Koordinatensystems verwendet. In diesem Schritt werden die gemessenen Werte, insbesondere die Abstände und Richtungen zwischen den Markern, berücksichtigt. Der Code wird unter der Berücksichtigung von verschiedenen Abweichungen wiederholt: $\pm 5^\circ$ bei den Richtungsangaben und $\pm 0,5$ cm bei den Abständen. Diese Variationen sind gewählt, um die Toleranz der tatsächlichen Messungen zu überprüfen und deren Einfluss auf die berechneten Koordinaten zu analysieren. Die Größenordnung von $\pm 5^\circ$ ergibt sich aus der begrenzten Genauigkeit des verwendeten Kompasses, der eine Einteilung in 5° -Schritten aufweist. Die Abweichung von $\pm 0,5$ cm spiegelt die begrenzte Genauigkeit des Maßbands wider, das keine präziseren Messungen zulässt. Dieser systematische Ansatz ermöglicht eine robuste Bewertung der Positionsgenauigkeit und zeigt auf, wie Sensitivitäten gegenüber unterschiedlichen Messabweichungen in den Ergebnissen berücksichtigt werden können. Das Ergebnis ist eine klare und anschauliche Darstellung (Abb. 9), die es ermöglicht, die Auswirkungen der unterschiedlichen Abweichungen auf die Positionen der gemessenen Punkte (Original in Rot dargestellt) zu vergleichen.

Erster Test der Georeferenzierung

Bei einem Tauchgang wurde die GPS-Boje an zehn Unterwasser-Markern getestet. Abb. 10 zeigt eine Skizze des Festlands und der Unterwasserumgebung mit den zu vermessenden Strukturen. Die drei Unterwasserstrukturen sind in Rot mit ihren durchschnittlichen Wassertiefen markiert, die zehn GPS-Positionen sind in Lila als Vierecke in der gemessenen Reihenfolge gekennzeichnet.

Die Aufgabe besteht darin, diese spezifischen Positionen präzise aus den etwa 2200 während des Tauchgangs erfassten GPS-Messpunkten zu extrahieren. An jedem Vermessungspunkt wurde über einen Zeitraum von etwa drei Minuten gemessen, wobei darauf geachtet wurde, das Bojen-seil möglichst gespannt zu halten. Insbesondere in küstenfernen und brandungsnahen Bereichen stellte dies aufgrund der erheblichen Welleneinflüsse an der Wasseroberfläche eine Herausforderung dar.

Im Rahmen der Auswertung wurden die GPS-Daten ausgelesen und in Microsoft Excel gespeichert. Die Daten umfassen zeitliche Angaben, teilweise auch Informationen zu Höhe, Tiefe, Temperatur und Geschwindigkeit, wobei sporadische Ausreißer auf zeitweiligen Empfangsverlust hindeuten. Hauptsächlich sind Breitengrad und Längengrad für die geografische Lokalisierung relevant. Zunächst wurden Messpunkte außerhalb der Tauchzeit entfernt, danach die verbleibenden Daten analysiert. Ein Ansatz zur Identifikation der zehn Markierungen anhand einer Geschwindigkeit

von 0 m/s erwies sich als wenig erfolgreich. Trotz einer Genauigkeit des GPS-Geräts von 3 Metern führte zusätzliche Drift zu einer Koordinatenabweichung von etwa 5 bis 6 Metern, wodurch nur eine grobe Positionierung möglich war.

Dennoch wurde die Studie von Niedzwiedz und Schories (2020) bestätigt bzw. übertroffen. In der Studie wurde die Genauigkeit der geschleppten GPS-Boje in Abhängigkeit von der Tiefe untersucht. Es wurden GPS-Verschiebungen von 2,3 Meter in 5 Metern Tiefe, von 3,2 Meter in 10 Metern Tiefe, von 4,6 Meter in 20 Metern Tiefe und von 5,5 Meter in 30 Metern Tiefe gemessen.

Die Positionen des Abwasserrohrs (N 45° 1.8790; E 14° 9.6460), des Untersuchungsfelds (N 45° 1.9050; E 14° 9.7260) und des Burgers (N 45° 1.8900; E 14° 9.7370) wurden durch Mittelung der relevanten GPS-Daten bestimmt und in QGIS mit den tatsächlichen Unterwasserpositionen abgeglichen, was eine Übereinstimmung ergab (Abb. 11).

Diskussion

Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass durch eine sorgfältige Planung und Ausführung der Datenerfassung präzise 3D-Modelle von Unterwasserstrukturen erstellt werden können. Die systematische Analyse der Fehlerquellen und die entsprechende Anpassung der Methoden führten zu signifikanten Verbesserungen in der Genauigkeit. Die Auswertung der Skalierung zeigt, dass ein präzises und konzentriertes Einmessen von entscheidender Bedeutung ist. Mit Hilfe von Metashape konnten Modelle und Orthofotos mit einer Genauigkeit von bis zu 1,68 cm erstellt werden. Die erstellten Modelle und Orthofotos bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Sie können für die detaillierte Analyse, Vermessung und Kartierung von Unterwasserstrukturen genutzt werden. Zudem ermöglichen sie die Überwachung von Umweltveränderungen. Insgesamt stellen sie eine wertvolle Grundlage für eine umfassende Erforschung und Nutzung der Unterwasserumgebung



Abb. 11: Positionen der Untersuchungsfelder, dargestellt in QGIS

dar. In der Positionsgenauigkeit hat sich herausgestellt, dass die präzise Messung der Richtung mit dem Kompass von großer Bedeutung ist. Während die innere Genauigkeit des Modells aus der Software Metashape gute Ergebnisse liefert, wurden bei der Georeferenzierung einige Herausforderungen festgestellt, die weitere Untersuchungen erfordern, um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit zu verbessern.

Schlussfolgerung

Unterwasserphotogrammetrie erweist sich als vielversprechendes Werkzeug für die präzise Erfassung und Analyse von Unterwasserstrukturen. Zukünftige Forschung in diesem Bereich bietet erhebliches Potenzial zur Verbesserung der Genauigkeit und Effizienz. Der Einsatz eines hochauflösenden Kompasses sowie gezielte Übungen in der Handhabung der Ausrüstung könnten die Ergebnisse weiter optimieren. Abschließend lässt sich festhalten, dass die vorgestellten Ergebnisse einen wichtigen Grundstein für zukünftige Forschungen im Bereich der Unterwasserphotogrammetrie legen. //

Literatur

Piazza, Paola; Vonda Cummings; Drew Lohrer et al. (2018): Divers-operated underwater photogrammetry: Applications in the study of antarctic benthos. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-2-885-2018

Niedzwiedz, Gerd; Dirk Schories (2020): Georeferenzierung von Unterwasserdaten: Iststand und Perspektiven. Rostocker Meeresbiologische Beiträge, Heft 30, S. 65–79

Tracking von Korallenlarven für Riffschutz und Forschung

Ein Beitrag von TIM PFAUS

Korallenriffe sind hochdynamische Ökosysteme mit großer Bedeutung für marine Biodiversität und natürlichen Küstenschutz. Eine entscheidende Rolle bei ihrer Regeneration spielen die Korallenlarven – winzige und noch frei schwimmende Organismen, die über Bewegung und Substratwahl die Wiederbesiedlung geschädigter Riffbereiche bestimmen. Am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) werden tropische Korallenarten gezielt zur Fortpflanzung angeregt, wodurch Larven unter kontrollierten Bedingungen verfügbar sind. Parallel wurde an der Jade Hochschule ein modulares, KI-gestütztes Trackingsystem entwickelt, welches Larvenbewegungen automatisiert und hochauflösend erfasst. Das System basiert auf handelsüblichen Komponenten, ist dokumentiert und flexibel erweiterbar. In einem ersten Versuch mit *Leptastrea purpurea* konnte es erfolgreich validiert werden. Es ermöglicht differenzierte Analysen der Larvendynamik und bildet die Grundlage für weiterführende Studien zu chemischen, physikalischen oder substratbasierten Einflussfaktoren. Damit eröffnet es neue Wege für standardisierte Experimente in der Riff- und Küstenforschung und trägt somit dazu bei, kleinste Prozesse sichtbar zu machen, die für großräumige ökologische Strukturen entscheidend sind.

Korallenriff | Tracking | Bewegungskordinaten
coral reef | tracking | movement coordinates

Coral reefs are highly dynamic ecosystems with great importance for marine biodiversity and natural coastal protection. A decisive role in their regeneration is played by coral larvae – tiny and still free-swimming organisms that determine the recolonisation of damaged reef areas through movement and substrate selection. At the Institute of Chemistry and Biology of the Marine Environment (ICBM), tropical coral species are specifically stimulated to reproduce, making larvae available under controlled conditions. At the same time, a modular, AI-supported tracking system was developed at Jade University, which records larval movements automatically and in high resolution. The system is based on commercially available components, is documented and can be flexibly expanded. It was successfully validated in an initial trial with *Leptastrea purpurea*. It enables differentiated analyses of larval dynamics and forms the basis for further studies on chemical, physical or substrate-based influencing factors. It thus opens up new avenues for standardised experiments in reef and coastal research and helps to visualise the smallest processes that are decisive for large-scale ecological structures.

Autor

Tim Pfaus hat seine Bachelorarbeit im Studiengang Projektingenieurwesen an der Jade Hochschule in Wilhelmshaven geschrieben. Jetzt studiert er Marine Sensorik an der Universität Oldenburg.

tim.pfaus@uni-oldenburg.de

Hintergrund

Korallenriffe zählen zu den faszinierendsten Ökosystemen der Erde. Sie vereinen eine außergewöhnliche Artenvielfalt mit struktureller Komplexität und spielen eine Schlüsselrolle im marinen Nährstoffhaushalt. Als natürliche Wellenbrecher schützen sie Küstenlinien vor Erosion und tragen zur Stabilisierung von Sedimenten bei. Doch dieses empfindliche Gleichgewicht ist zunehmend bedroht: Klimawandel, Versauerung der Ozeane, übermäßiger Nährstoffeintrag und physische Zerstörung setzen den Riffen weltweit zu. Ihr Rückgang reicht weit über lokale Folgen hinaus und ist ein Indikator für globale Zustandsänderungen in unseren Meeren (Gleason und Hofmann 2011).

Im Zentrum der natürlichen Regeneration eines

Riffs steht ein unscheinbares, aber entscheidendes Stadium: die Korallenlarve. Viele tropische Korallenarten vermehren sich über Massenspawning, seltene Ereignisse, bei denen ganze Kolonien zeitgleich Eizellen und Spermien ins Wasser abgeben. Daraus entstehen Planula-Larven, die sich aktiv im Wasser fortbewegen, ihre Umgebung erkunden und gezielt potenzielle Siedlungsorte suchen (Kwok und Ang 2013). Ihr Verhalten entscheidet darüber, wo und ob neues Riffwachstum beginnt. Diese Phase markiert den Übergang zwischen pelagischer Mobilität und sessilem Leben, ein Schlüsselmoment, von dem der Fortbestand ganzer Riffsysteme abhängt (Da-Anoy et al. 2017).

Am Institut für Chemie und Biologie des Meeres (ICBM) der Universität Oldenburg, Standort

Wilhelmshaven, werden tropische Korallenarten unter kontrollierten Bedingungen zur sexuellen Fortpflanzung gebracht (Nietzer et al. 2024). Dabei entstehen regelmäßig Larven, die experimentell untersucht werden können. Diese Infrastruktur bot die Basis für die Entwicklung eines modularen Systems zur automatisierten Verhaltensanalyse. Ziel war es, ein kompaktes, robustes und erweiterbares Tracking-System zu schaffen, das Larvenverhalten langfristig und unter definierten Bedingungen beobachtbar macht. Hierdurch ist es möglich, einzelnen Larven unterschiedliche chemische Stoffe in ihrer Umgebung zu präsentieren und Reaktionsänderungen auf Bewegung oder Ansiedlungsverhalten wahrzunehmen (Fiegel et al. 2024).

In Aufforstungsprogrammen für Korallenriffe werden oftmals gebrochene Stücke von Korallen genutzt, um aus den Bruchstücken wieder ganze Organismen zu züchten. Diese Methode ist gut beherrschbar, erzeugt allerdings nur genetische Klone des ursprünglichen Organismus, aus dem die Teile herausgebrochen wurden. Die sexuelle Reproduktion ist dagegen in der Lage, tausende von genetisch unterschiedlichen Organismen zu erzeugen.

Technische Umsetzung

Die Larve selbst besitzt von außen wenig körperlich differenzierbare Merkmale, die sich technisch fassen lassen. Da die Larve jedoch gezwungen ist, einen möglichst optimalen Ansiedlungsplatz zu finden, ist diese kontinuierlich in Bewegung. Diese Bewegung, die Geschwindigkeit und Beschleunigungsänderungen lassen sich über Aufenthaltskoordinaten im zeitlichen Verlauf ableiten. Dadurch ist es zum Beispiel möglich, nach Präsentation von chemischen Substanzen die Änderungen in der Geradlinigkeit oder Geschwindigkeit der Schwimmbewegung nachzuweisen (Saxena et al. 2018).

Damit entsprechende Fragestellungen technisch adressiert werden konnten, mussten zunächst die grundlegenden Anforderungen an das System definiert werden. Zentral war dabei die Auswahl eines geeigneten Trackingverfahrens. Darauf abgestimmt erfolgte die Auswahl der Hardwarekomponenten – insbesondere im Hinblick auf Auflösung und Bildqualität.

Zunächst wurde dazu IDtracker.ai als Analyseplattform evaluiert. Die Open-Source-Software erlaubt es, in Videodaten einzelne unmarkierte Objekte zu erkennen und zu verfolgen (Romero-Ferrero et al. 2019). Sie nutzt Deep-Learning-Methoden zur Segmentierung und erlaubt es, Bewegungskoordinaten zu extrahieren.

Hierzu benötigt der Algorithmus eine abgebildete Fläche von etwa 10 Pixeln pro Larve. Dies stellte eine konkrete Anforderung an die Wahl der Kamera dar. Die Bildauflösung musste entspre-



Abb. 1: CAD-Modell des modularen Versuchsaufbaus

chend hoch genug sein, um die kleinen und kontrastarmen Larven zuverlässig segmentieren zu können. Die Entscheidung fiel daher auf Raspberry Pi V3-Kameramodule mit 12 Megapixeln, die durch ihre Kompatibilität, Verfügbarkeit und Bildqualität überzeugten. Zusammen mit konstruierten justierbaren Halterungen erlaubten sie eine präzise Ausrichtung des Bildausschnitts und die notwendige optische Auflösung zur zuverlässigen Analyse.

Ein Python-Skript steuert die Kameras über die Picamera2-Bibliothek (Geertsma et al. 2023). Auflösung, Fokus und Framerate sind hier individuell einstellbar. Die Daten werden auf lokalen SSDs gespeichert, die in einem Technikfach untergebracht sind.

Auf dieser Grundlage wurde die konkrete Umsetzung geplant, um eine kompakte und stabile Versuchseinheit zu entwickeln.

Aufgebaut wurde das System in einem Aluminiumrahmen aus eloxierten 20 × 20 mm starken Profilen (Abb. 1). Diese Bauweise ermöglicht eine robuste, vibrationsarme Konstruktion bei gleichzeitig geringem Gewicht. Zwei Raspberry Pi 5

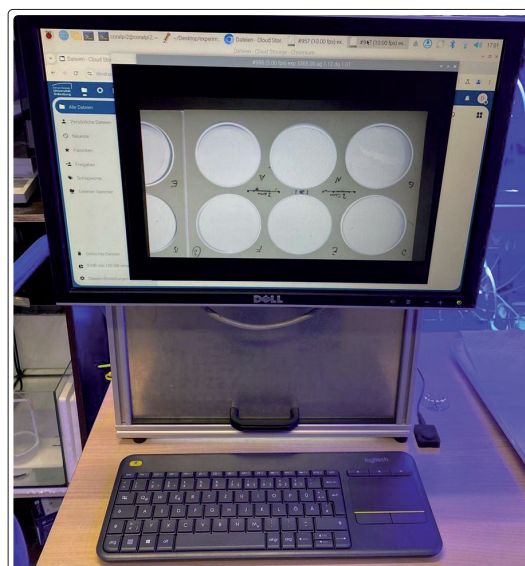


Abb. 2: Kamerawinkel einer Kamera mit sechs sichtbaren Larven

dienen als Recheneinheiten. Die Kameramodule wurden auf einstellbaren Schienen montiert, um variable Blickwinkel zu ermöglichen. Als Lichtquelle fungiert eine diffuse LED-Fläche, die unter der Objektebene gleichmäßigen Kontrast ohne Reflexionen erzeugt. Dies bietet optimale Bedingungen für zuverlässiges Tracking. Das gesamte System ist lichtdicht verkleidet. Wechselbare Seitenteile ermöglichen einen schnellen Umbau oder Erweiterung. Die Bedienung wird über einen Monitor mit drahtloser Tastatur und Maus über ein Frontend realisiert (Abb. 2).

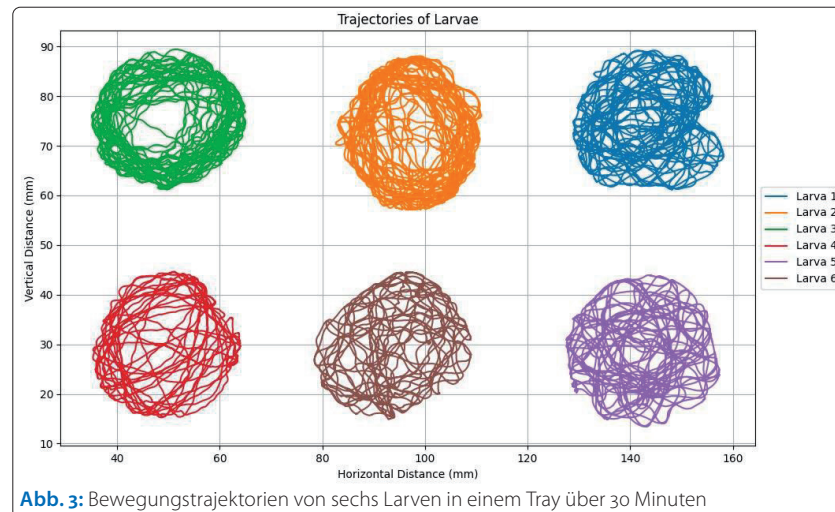


Abb. 3: Bewegungstrajektorien von sechs Larven in einem Tray über 30 Minuten

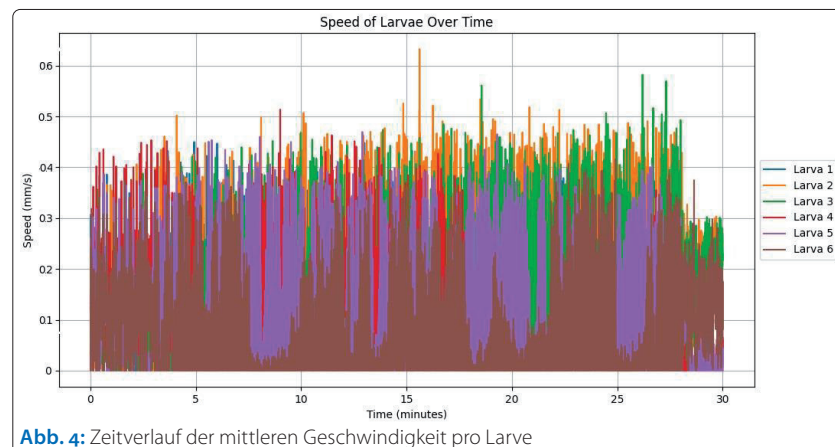


Abb. 4: Zeitverlauf der mittleren Geschwindigkeit pro Larve

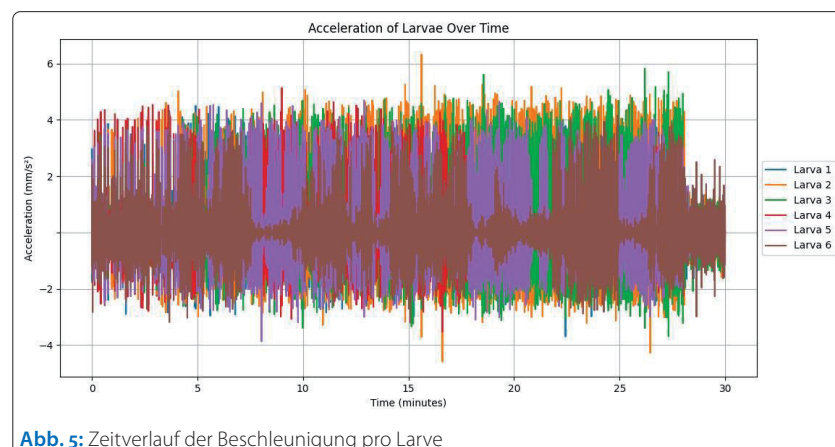


Abb. 5: Zeitverlauf der Beschleunigung pro Larve

Zur Validierung wurde ein standardisierter Versuch mit Larven der Art *Leptastrea purpurea* durchgeführt. Es kamen vier Trays mit je sechs separaten 45-mm-Uhrgläsern zum Einsatz, in die jeweils eine Larve gesetzt wurde. Die Trays wurden zentral auf der Leuchtplatte positioniert, sodass alle Objekte komplett im Bildausschnitt lagen. Die Aufnahmen erfolgten über 30 Minuten pro Experiment bei konstanten Umweltbedingungen (27 °C, stabile Lichtverhältnisse, keine Strömung, keine Vibration). Dabei wurden vier Kameras parallel eingesetzt, die jeweils ein Tray mit sechs Objekten abbildeten. Die Auflösung wurde mit 2560 × 1440 Pixel bei einer Framerate von 10 Bildern pro Sekunde festgelegt. Der Fokuswert wurde empirisch ermittelt. Die so gewonnenen Videodaten wurden mit IDtracker.ai ausgewertet. Damit standen pro Sekunde zehn Koordinatenpaare pro Larve zur Verfügung.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der einzelnen Experimente liefern drei Hauptdatenserien. Dies sind die Bewegungsdaten, die mittlere Geschwindigkeit und der Zeitverlauf der Beschleunigung. Die folgenden Diagramme illustrieren exemplarisch das Bewegungsverhalten von sechs Larven aus einem Tray: Zunächst die Trajektorien aus den detektierten Koordinaten der einzelnen Larvenorte (Abb. 3), anschließend die zeitlich aufgelösten Verläufe von Geschwindigkeit (Abb. 4) und deren Beschleunigung (Abb. 5).

Für jede Larve kann daraus ein individuelles Bewegungsprofil im zeitlichen Verlauf abgeleitet werden. In Verbindung mit einer genau terminierten Zuführung von verdünnten Triggersubstanzen kann die direkte Veränderung der Bewegung abgelesen werden.

Einsatzmöglichkeiten

Die Ergebnisse unterstreichen, dass das entwickelte System zuverlässig, reproduzierbar und mit hoher Detailgenauigkeit Bewegungsdaten von Korallenlarven erfassen kann. Es liefert nicht nur quantitative Einblicke in das Verhalten einzelner Organismen, sondern öffnet auch methodische Perspektiven etwa für die Analyse von Umweltinteraktionen, Besiedlungsmustern oder artspezifischen Strategien der Orientierung.

Durch reproduzierbare Versuchsbedingungen ist es möglich, unterschiedliche Szenarien zur Ansiedlung mit hinreichend vielen Replikaten zu untersuchen. Hierdurch kann statistische Evidenz geschaffen werden, welche Parameter(-kombinationen) zur Optimierung der Ansiedlungsbedingungen modifiziert werden können. Diese Ergebnisse können direkt in der Zucht genetisch diverser und damit in der Breite widerstandsfähigeren Populationen genutzt werden. Entsprechende Populatio-

nen können in der Wiederaufforstung von Korallenriffen eine resilientere Gemeinschaft bilden als genetische Klone.

In der Praxis muss sich durch weitere Versuche zeigen, wie weit sich die gewonnenen Laborergebnisse in situ nutzen lassen.

Ausblick

Der Aufbau ist umfassend dokumentiert und in weiten Teilen auf frei verfügbaren Komponenten basierend. Hierdurch ist das Gerät bewusst offen gestaltet. Das System eignet sich für Forschungsgruppen mit begrenzten Ressourcen ebenso wie für die akademische Lehre oder die internationale Zusammenarbeit. Der modulare Charakter lädt

dazu ein, eigene Fragestellungen zu formulieren und die Plattform weiterzuentwickeln.

Korallenriffe gehören zu den sensibelsten und zugleich wertvollsten Lebensräumen unserer Ozeane. Wer sie erhalten will, muss ihre Dynamik verstehen, und das beginnt bei den kleinsten Akteuren, die den eigentlichen Riffkörper bilden. Das hier vorgestellte System macht das Verhalten eben dieser Larven sichtbar, verständlich und wissenschaftlich nutzbar. Es verbindet den nutzbringenden Einsatz technischer Möglichkeiten mit ökologischer Relevanz und leistet damit einen Beitrag zur Forschung, der über das Labor hinaus wirkt – hin zu einer nachhaltigen Zukunft im marinen Raum. //

Literatur

Da-Anoy, Jeric P.; Ronald D. Villanueva; Patrick C.

Cabaitan; Cecilia Conaco (2017): Effects of coral extracts on survivorship, swimming behavior, and settlement of Pocillopora damicornis larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, DOI: 10.1016/j.jembe.2016.10.006

Fiegel, Laura J.; Matthias Y. Kellermann; Samuel Nietzer; Lars-Erik Petersen; Mike Smykala; Ulf Bickmeyer; Peter J. Schupp (2023): Detailed visualization of settlement and early development in *Leptastrea purpurea* reveals distinct bio-optical features. *Frontiers in Marine Science*, DOI: 10.3389/fmars.2023.984656

Geertsma, Robbert-Jan; Pauline Kamermans; Tinka Murk; Tim Wijgerde (2023): Real-time high resolution tracking of coral and oyster larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, DOI: 10.1016/j.jembe.2023.151910

Gleason, Daniel F.; Dietrich K. Hofmann (2011): Coral larvae: From gametes to recruits. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, DOI: 10.1016/j.jembe.2011.07.025

Kwok, Chun Kit; Put O. Ang (2013): Inhibition of larval swimming activity of the coral *Platygyra acuta* by interactive thermal and chemical stresses. *Marine Pollution Bulletin*, DOI: 10.1016/j.marpolbul.2013.06.048

Nietzer, Samuel; Mareen Moeller; Laura Fiegel; Peter Schupp (2024): Coral larvae on demand: a novel method for an instant acquisition of healthy brooded larvae. *Research Square*, DOI: 10.21203/rs.3.rs-4616138/v1

Romero-Ferrero, Francisco; Mattia G. Bergomi; Robert C. Hinz; Francisco J. H. Heras; Gonzalo G. de Polavieja (2019): idtracker.ai: Tracking all individuals in large collectives of unmarked animals. *Nature Methods*, DOI: 10.1038/s41592-018-0295-5

Saxena, Rajat; Warsha Barde; Sachin Deshmukh (2018): Inexpensive, scalable camera system for tracking rats in large spaces. *Journal of Neurophysiology*, DOI: 10.1152/jn.00215.2018

Sahel Hanifezadeh, 30

2. Semester, aus dem Iran



What fascinates you about hydrography?

In my point of view, the way hydrography combines technology, data and nature to map and analyse underwater features is what truly can intrigue me. Hydrography is not just about collecting data; it is about using that data to make decisions that impact the environment, navigation and even disaster management.

How did you become interested in hydrography?

Well, I have always had a deep interest in the world of water. I think this passion

has been a key factor in my decision to pursue hydrography. Since my bachelor's degree is in surveying engineering, I was drawn to the idea of blending my background in mapping with the world of water. Unlike other specialisations such as geoinformatics and geodesy, hydrography deals with a unique environment – water which requires more specialised tools and complex technologies like multibeam echo sounders, sonar systems, etc.

Where do you want to work later?

In future, I hope to work in a role where I can combine my knowledge of hydrog-

raphy, surveying and technology. Whether it's working for a research institution, a government agency or even a private company that specialises in marine and water-based projects. I am also especially interested in the intersection of hydrography and emerging technologies, like artificial intelligence and data sciences, to enhance managing water resources globally.

Untersuchung unterschiedlicher Methoden zur Positionsbestimmung und Verbesserung bei GNSS-Signalverlust in dynamischen Prozessen

Ein Beitrag von JOHANNES SISCHKA

Der Fachbeitrag behandelt die präzise Positionsbestimmung bei Echolotmessungen unter Brücken, wo GNSS-Signale gestört oder vollständig blockiert sind. Um genaue Trajektorien zu berechnen, werden GNSS- und Inertialdaten kombiniert und mit Nachprozessierungssoftware wie QInertia ausgewertet. Drei Methoden werden verglichen: eng gekoppelte Nachprozessierung (TC_PPK), lose Echtzeitkopplung (LC-RTK) und lose Nachprozessierung mit Modellierung (LC_PPP). TC_PPK bietet insgesamt die höchste Genauigkeit, während LC-RTK robuster gegenüber GNSS-Ausfällen ist. Eine Kombination beider Methoden (LC-TC_PPK) liefert unter Brücken die besten Positionsgenauigkeiten. In der Praxis zeigt sich jedoch, dass der Zugewinn im Endergebnis gering ist, weshalb TC_PPK allein meist ausreichend ist.

Satellitenavigation | GNSS | Inertialnavigation | IMU | Brückendurchfahrt | Signalverlust | Trajektorie
satellite navigation | GNSS | inertial navigation | IMU | bridge crossing | signal loss | trajectory

This technical paper deals with precise position determination for echo sounder measurements under bridges where GNSS signals are disturbed or completely blocked. To calculate accurate trajectories, GNSS and inertial data are combined and analysed using post-processing software such as QInertia. Three methods are compared: tightly coupled post-processing (TC_PPK), loose real-time coupling (LC-RTK) and loose post-processing with modelling (LC_PPP). TC_PPK offers the highest overall accuracy, while LC-RTK is more robust against GNSS failures. A combination of both methods (LC-TC_PPK) provides the best positioning accuracy under bridges. In practice, however, it has been shown that the gain in the final result is small, which is why TC_PPK alone is usually sufficient.

Autor

Johannes Sischka hat seine Bachelorarbeit in Kooperation mit der GEOGroup Süd-West an der Hochschule für Technik Stuttgart geschrieben. Jetzt arbeitet er bei der intermetric GmbH in Konstanz.

johannes.sischka@intermetric.de

Einleitung

Die Überwachung der Fahrrinnenbreite und -tiefe von Wasserstraßen als Transportweg ist für deren Nutzung zwingend notwendig. Diese Tiefenmessungen finden mit Echoloten statt. Dabei wird über Schallwellen und die Wasserschallgeschwindigkeit die Wassertiefe gemessen (Scheider 2021). Fächerecholote messen sogar mehrere Tiefenwerte in einem Bereich von links vom Boot bis rechts vom Boot, dessen Breite durch den Öffnungswinkel dieses Fächers definiert wird (Scheider 2021).

Um Echolotmessungen von einem Messschiff aus richtig georeferenzieren zu können, sind Satelliten- und Inertialmessungen nötig. In der Satellitenvermessung werden Signale von mehreren Navigationssatelliten (Global Navigation Satellite System, GNSS) an einer Antenne empfangen, sodass die Position der Antenne auf der Erde bestimmt werden kann (Bauer 2017; Joeckel et al. 2008; Längauer 2010). Für eine geodätische

Nutzung werden die Trägerwellen der Signale genutzt. Hierbei ist für eine genaue Vermessung die Festsetzung der Anzahl der Wellenlängen/die Lösung der Phasenmehrdeutigkeit elementar (Bauer 2017; Joeckel et al. 2008). Die Inertialmessungen liefern Informationen über lineare und rotatorische Beschleunigungen des Schiffs. Dazu werden Inertial Measurement Units (IMU) genutzt, elektromechanische Bauteile ähnlich einem Computerchip, die eben diese Beschleunigungen durch Stromstärken messen können (Scheider 2021). Diese beiden Systeme werden mit Hilfe von Kalman-Filtern gekoppelt (Längauer 2010; Foppe 2001). Dieses Werkzeug ist heutzutage Standard in dynamischen Prozessen wie einem sich bewegendem Boot. Es modelliert die Bewegungen des Boots, verbessert das Modell über Messwerte und kann vor allem die Genauigkeit des Modells und der Messungen schätzen (Scheider 2021; Längauer 2010).

Unter Brücken wird das Satellitensignal verfälscht oder es kommt zum vollständigen Signalverlust. Die Position kann nicht mehr über Satellitennavigation berechnet werden. Die Inertialnavigation kann unter Brücken messen, da alle erforderlichen Komponenten hierfür fest auf dem Boot verbaut sind. Allerdings können über die Inertialnavigation nur Positionsunterschiede gemessen werden (Scheider 2021).

Der Kerngedanke befasst sich nun damit, vor und hinter der Brücke eine absolute Position über die Satellitennavigation zu bestimmen, während der Weg des Schiffs unter der Brücke relativ zu den absoluten Positionen über die Inertialnavigation bestimmt wird. Da Positionsbestimmungen rein über Inertialmessungen auf lange Zeit Drifteffekten und Fehlern unterliegen, ist zu einer genauen Positionsbestimmung der Umgang mit den Sensordaten und ihre Verknüpfung essenziell (Scheider 2021; Längauer 2010).

Bereits während der Peilung wird der Fahrtweg des Bootes, die sogenannte Trajektorie, in Echtzeit aus Kombination der beiden Systeme berechnet. Genauere Trajektorien lassen sich aber mit einer Nachprozessierungssoftware berechnen. Die Software stellt dabei verschiedene Methoden zur Verfügung, die auf unterschiedliche Weise zu solch einer Trajektorie gelangen. Diese Methoden unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihres Umgangs mit den Messungen aus Satelliten- und Inertialnavigation. Diese Arbeit befasst sich mit diesen unterschiedlichen Methoden und soll durch einen Vergleich die geeignetste Methode für diesen Problemfall finden.

Methodik

Die Messdaten, welche zur Untersuchung verwendet wurden, stammen von Peilungen der GEO Group Süd-West unter Brücken auf dem Rhein (Abb. 1). Bei der Peilung startet das Boot vor der Brücke unter freiem Himmel. Der GNSS-Empfänger initialisiert sich, das heißt, er löst die Phasenmehrdeutigkeit. Anschließend fährt das Boot gerade auf die Brücke zu und das Fächerecholot beginnt, die Messungen aufzuzeichnen. Das Boot unterfährt geradlinig die Brücke. Dabei wird der Satellitenempfang gestört, es kommt zu Mehrwegeeffekten, Phasensprüngen, Abschattungen und schließlich zum Signalverlust. Hinter der Brücke ist das Signal nicht mehr gestört und die Antenne kann sich wieder initialisieren. Etwa 150 m hinter der Brücke wird die Aufzeichnung des Echolots beendet, das Boot wendet und ein neuer solcher Messstreifen wird begonnen. Die Messstreifen werden so gefahren, dass sich die Echolotmessungen um 50 % in beide Richtungen überdecken, sodass jede Stelle des Gewässerbetts zweifach bestimmt ist.

Die für die Untersuchung genutzte Postprocessing-Software ist Qintertia 3.4.304 von SBG. Diese

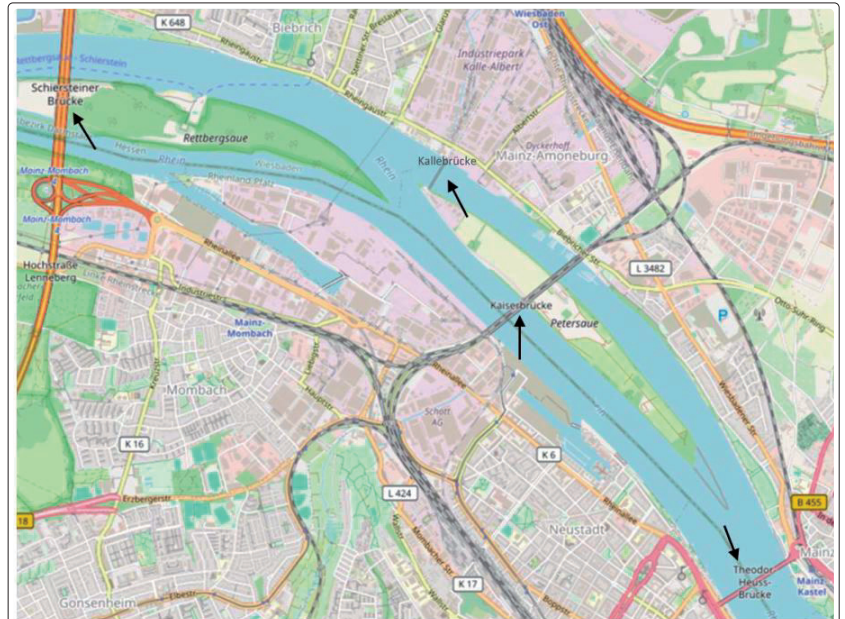


Abb. 1: Ausschnitt des Messgebiets zwischen Mainz und Wiesbaden mit der Hervorhebung der vier relevanten Brücken über den Rhein

Software stellt verschiedene Algorithmen zum Nachprozessieren zur Verfügung, welche auf unterschiedliche Weise GNSS-Daten behandeln und GNSS- und INS-Daten koppeln. Die für die Arbeit wichtigsten Filter sollen hier kurz erläutert werden.

- Tight Coupling Post Processed Kinematic (TC_PPK)

Die GNSS-Messungen werden in diesem Algorithmus durch Differenzenbildung verbessert. Die Differenzenbildung entsteht durch Messung der gleichen Satellitensignale an einer zweiten Antenne, der Referenzstation (Bauer 2017; Joeckel et al. 2008) – in diesem Fall mehrerer Referenzstationen von SAPOS. Hierbei werden präzise Ephemeriden genutzt. Das sind nachträglich berechnete Bahndaten der Satelliten und sehr viel genauer als die Bahndaten, die in Echtzeit vom Satelliten verschickt werden. Die Daten der Referenzstationen werden gemeinsam mit den Rohdaten aus GNSS-Messungen und den Rohdaten aus den IMU-Messungen eng gekoppelt. Das bedeutet, es findet eine gemeinsame Berechnung einer einzelnen Trajektorie aus allen Daten in einem zentralisierten Kalman-Filter statt (Längauer 2010; Foppe 2001). Die Daten werden einmal in Fahrtrichtung und einmal gegen Fahrtrichtung prozessiert.

- Loosely Coupling (LC)

Bei der Messfahrt wurde die Antennenposition über eine Virtuelle Referenzstation von SAPOS korrigiert, es findet also auch eine Differenzenbildung in Echtzeit während der Messung über das Real Time Kinematic-Verfahren (RTK) statt. Diese Trajektorie wird zunächst in einem eigenen Kalman-Filter ausgewertet und erst

anschließend in einem zweiten Filter mit den IMU-Messungen kombiniert (Längauer 2010; Foppe 2001). Daher spricht man hier von einer losen Kopplung. Auch hier werden die Daten einmal in Fahrtrichtung und einmal gegen Fahrtrichtung prozessiert. Zunächst wird nur die Kombination aus der RTK-Trajektorie mit den IMU-Messungen betrachtet (LC-RTK). Es ist aber auch möglich, andere Trajektorien einzulesen und diese mit den IMU-Messungen zu stützen, was später noch genutzt wird.

- Loosely Coupled Precise Point Positioning (LC_PPP)

Hier werden die GNSS-Daten nicht durch Differenzenbildung korrigiert, sondern die Fehlereinflüsse auf die Satellitensignale modelliert und in der Laufzeitmessung als Korrektur angebracht (Bauer 2017; Längauer 2010). Die Trajektorie wird berechnet und anschließend mit den IMU-Messungen lose gekoppelt. Auch hier findet eine Prozessierung in beiden Fahrtrichtungen statt.

Die drei Trajektorien werden nach der Prozessierung als lesbare ASCII-Dateien exportiert. Hierbei können die Positionen und deren Standardabweichungen sekundlich herausgeschrieben werden.

Die Trajektorie, deren GNSS-Trajektorie aus einer Modellbildung entsteht (LC_PPP), hat Standardabweichungen im Meterbereich, ist also unbrauchbar. Das ist auf die langen Initialisierungszeiten zu-

rückzuführen, welche dieses System benötigt. Die Festsetzung der Phasenmehrdeutigkeiten, welche für präzise Messungen zwingend notwendig ist, kann in den kurzen Zeiten, in denen das Boot vor und hinter der Brücke wendet, nicht erreicht werden. Vergleicht man die beiden noch übrigen Lösungen, fällt auf, dass bei der engen Kopplung (TC_PPK) durchschnittlich genauere Ergebnisse erzielt werden. Vergleicht man jedoch die Positionsgenauigkeiten explizit unter Brücken, kann die lose Kopplung (LC-RTK) eine bessere Genauigkeit schätzen. Gerade bei nur kurzen Brückendurchfahrten wird das deutlich. Bei längeren ist nach ein paar Sekunden TC_PPK genauer. Das lässt sich dadurch erklären, dass die Echtzeitmessung direkt hinter der Brücke die Phasenmehrdeutigkeit noch nicht festgesetzt hat – die nachprozessierte GNSS-Lösung schon.

Allerdings scheint die lose Kopplung besser mit dem Satellitensignalverlust selbst klarzukommen. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass in dem zentralisierten Kalman-Filter die Phasenmehrdeutigkeit mitgeschätzt wird. Bei den Phasensprüngen, welche im Randbereich der Brücken auftreten, führt dies zu Fehlern im gesamten Modell. Bei der separaten Betrachtung der einzelnen Rohdaten mit der losen Kopplung fallen grobe Fehler in einem der Systeme, IMU und GNSS, schneller auf. Da sich explizit mit groben Fehlern befasst wird, ist die dadurch robustere lose Kopplung für diesen Fall besser geeignet.

Auch fällt auf, dass LC-RTK selbst bei freiem Satellitenempfang die Höhengenaugkeit um etwa einen Millimeter besser schätzen kann (Abb. 2). Die Lagegenauigkeit bei freiem Empfang ist bei TC_PPK deutlich besser (Abb. 3).

Die naheliegende Idee ist nun, beide Methoden zu kombinieren. Qinertia bietet zwar keinen Loosely Coupled Post Processed Kinematic-Algorithmus. Allerdings kann für den reinen LC-Algorithmus jede beliebige Trajektorie verwendet werden. Also wird die TC_PPK erneut eingelesen und mit den IMU-Messungen lose gekoppelt (LC-TC_PPK). Auch diese Trajektorie wird nun hinsichtlich ihrer berechneten Genauigkeit untersucht. Unter Brücken weist sie eine deutlich höhere Positionsgenauigkeit als die beiden anderen Trajektorien auf (Abb. 2 und Abb. 3). Auch bei langen Brückendurchfahrten ist dies der Fall. Schließlich verwendet dieser Algorithmus nun eine Trajektorie, welche hinter der Brücke viel schneller die Phasenmehrdeutigkeiten festgesetzt hat. Erst recht im Vergleich mit der LC-RTK-Trajektorie hat man also einen deutlichen Genauigkeitsgewinn.

Die bis jetzt betrachteten Genauigkeiten sind allerdings nur berechnete innere Genauigkeiten der Trajektorie von Qinertia selbst. Um nachvollziehen zu können, ob dieser Genauigkeitsgewinn tatsächlich die Position und Ausrichtung des Echolots ver-

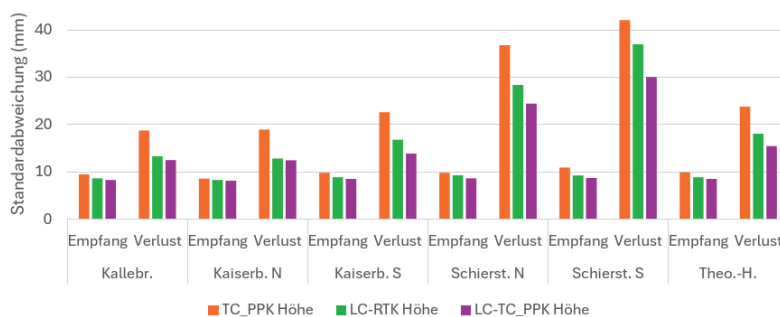


Abb. 2: Vergleich der Standardabweichungen in der Höhe zwischen den verschiedenen Methoden bei Satellitenempfang und bei Signalverlust bei den jeweiligen Brücken

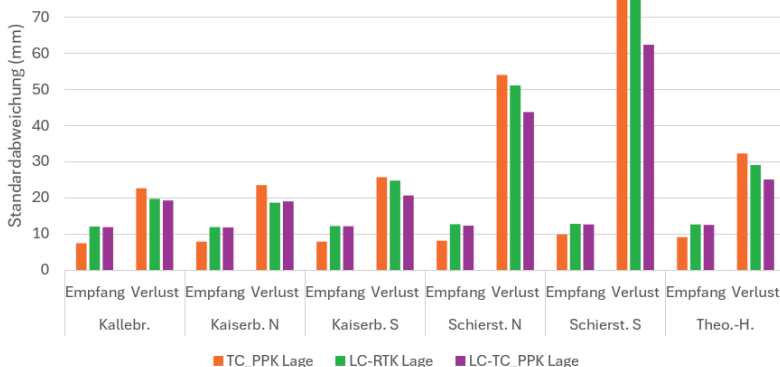


Abb. 3: Vergleich der Standardabweichungen in der Lage zwischen den verschiedenen Methoden bei Satellitenempfang und bei Signalverlust bei den jeweiligen Brücken

bessert, und um eine Aussage über die äußere Genauigkeit zu treffen, soll die Echolotmessung ebenfalls zur Bewertung genutzt werden.

Bei einer Messung mit Fächerecholot werden die Messstreifen überlappend gemessen. So werden gleiche Stellen des Gewässerbodens mehrmals aufgezeichnet. Zwei benachbarte Streifen müssen theoretisch zu 50 % übereinanderliegen. Die Echolotmessungen werden also an die Trajektorien angehängen und die daraus resultierenden Punktwolken verglichen.

Dabei wird Beamworx-Autoclean genutzt. Hier bilden alle Punkte innerhalb einer Kachel eines Rasters einen Mittelwert. Der Mittelwert ist die endgültige Höhe für das Unterwasser-Geländemodell. Die Streuung um diesen Mittelwert kann genutzt werden, um das Rauschen der Punktwolke zu untersuchen. Das Rauschen entsteht zwar auch durch die Unebenheit des Gewässerbodens, aber vor allem auch durch den Grad, um den sich zwei Messstreifen überlagern oder eben nicht.

Auch hier erreicht die LC-TC_PPK-Trajektorie die beste Lösung, da die Punktwolke das geringste Rauschen hat. Allerdings ist der Unterschied zur Punktwolke aus TC_PPK nur sehr gering. Werden die endgültigen Höhen der Kacheln betrachtet, sind die Unterschiede zwischen TC_PPK und LC-TC_PPK nur im Bereich weniger Millimeter. Einen nennenswerten Mehrwert schafft man dadurch also nicht. Im Vergleich zu LC-RTK jedoch haben beide Algorithmen ein sichtbar geringeres Rauschen um wenige Zentimeter. Auch die endgültigen Höhen unterscheiden sich in diesem Rahmen (Abb. 4).

Fazit

Man kann sehr gut mit dem Problem des Signalverlusts unter Brücken umgehen, indem man die Rohmessdaten nachprozessiert. Dafür gibt es verschiedene Methoden, die sich in der Art und Weise der Berechnung unterscheiden. Der beste Umgang mit den Satellitendaten ist die Verwendung einer (virtuellen) Referenzstation, sodass die systematischen Fehlereinflüsse auf das Signal korrigiert werden können. Diese Satellitendaten sollten unbedingt im Nachhinein prozessiert werden, da man die präzisen Ephemeriden nutzen kann. Außerdem kann der Fahrweg in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung berechnet werden, was einen großen Einfluss auf die schnelle Festsetzung der Phasenmehrdeutigkeiten hat. Zuletzt kristallisierte sich die lose Kopplung bei der Fusion von IMU-Da-

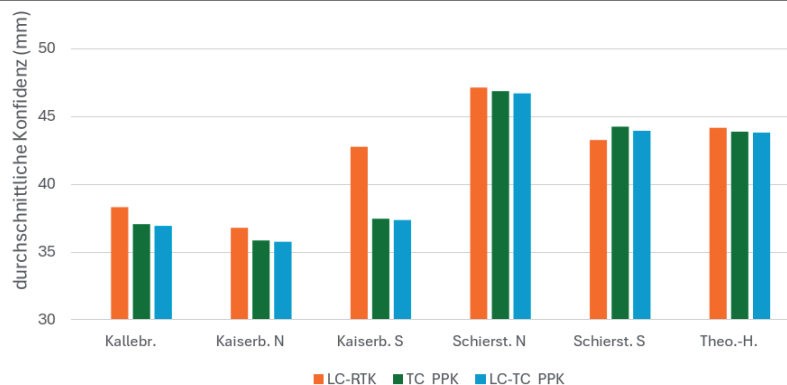


Abb. 4: Darstellung des Rauschens um den Mittelwert in den einzelnen Kacheln für die jeweiligen Brücken

ten mit den GNSS-Daten als am besten heraus, da diese am robustesten beim Umgang mit groben Fehlern ist. Bei der Verwendung von Qintertia rate ich dennoch zum Tight Coupling Post Processed Kinematic, da dieser Algorithmus bereits genau genug ist und man zum losen Koppeln einer differenziell berechneten Trajektorie den Umweg über das Exportieren und Neuimportieren einer Trajektorie gehen muss, und dabei keinen merklichen Gewinn im Ergebnis erzielt. //

Literatur

- Bauer, Manfred (2017): Vermessung und Ortung mit Satelliten. Wichmann Verlag, Berlin
- Foppe, Karl (2001): Kombination von inertialen und satellitengestützten Beobachtungsverfahren zur ingenieurgeodätischen Überwachung von Bauwerken. Dissertation, Universität Hannover, <http://userwww.hs-nb.de/~foppe/files/publications/Dissertation%20Foppe%202001.pdf>
- Joeckel, Rainer; Manfred Stober; Wolfgang Huep (2008): Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung und ihre Integration in aktuelle Positionierungsverfahren. Wichmann Verlag, Berlin
- Längauer, Klemens (2010): Trajektorienbestimmung mittels Integration von GNSS und IMS. Masterarbeit, TU Graz, <https://diglib.tugraz.at/download.php?id=576a772e03115&location=browse>
- Scheider, Annette (2021): Identifikation von Systemmodellen zur dreidimensionalen Zustandsschätzung eines Peilschiffs mit Propellerantrieb unter Verwendung eines Multi-Sensorsystems. Dissertation, Universität Stuttgart, DGK, https://dgk.badw.de/fileadmin/user_upload/Files/DGK/docs/c-868.pdf

Assessment of the efficacy of GNSS-interferometric reflectometry in determining water levels

An article by PAVLOS PETROGKONAS

Accurate and continuous water level monitoring is fundamental in hydrography. While conventional methods such as tide gauges, satellite altimetry and airborne LiDAR remain valuable, they are often constrained by spatial coverage, temporal resolution and operational cost. This study investigates the potential of GNSS-interferometric reflectometry (GNSS-IR) as a complementary method for water level determination in urban, tidally influenced environments. GNSS-IR observations were carried out during multiple sessions in spring 2024 in Hamburg's HafenCity, using a geodetic GNSS antenna to capture reflected signals from the water surface. The collected data were processed with the open-source software `gnssrefl` to derive water level estimates. These were subsequently validated against measurements from two nearby tide gauges and interpolated tide levels at the receiver site. Statistical analysis showed strong agreement between datasets, with a correlation coefficient exceeding 0.99 and a root mean square error (RMSE) of 14.9 cm. Despite signal interference from urban infrastructure and vessel traffic, GNSS-IR demonstrated robust performance, confirming its applicability as a cost-effective solution for enhancing hydrographic monitoring in complex coastal environments.

GNSS-IS | water level | `gnssrefl` software | tide gauge | remote sensing | HafenCity
GNSS-IS | Wasserstand | Software `gnssrefl` | Gezeitenpegel | Fernerkundung | HafenCity

Eine genaue und kontinuierliche Überwachung des Wasserstands ist für die Hydrographie von grundlegender Bedeutung. Herkömmliche Methoden wie Gezeitenpegel, Satellitenaltimetrie und luftgestütztes LiDAR sind zwar nach wie vor wertvoll, doch sind sie häufig durch die räumliche Abdeckung, die zeitliche Auflösung und die Betriebskosten eingeschränkt. Diese Studie untersucht das Potenzial der GNSS-interferometrischen Reflektometrie (GNSS-IR) als ergänzende Methode zur Bestimmung des Wasserstands in städtischen, gezeitenbeeinflussten Gebieten. GNSS-IR-Beobachtungen wurden im Frühjahr 2024 in der Hamburger HafenCity durchgeführt, wobei eine geodätische GNSS-Antenne installiert wurde, um von der Wasseroberfläche reflektierte Signale zu erfassen. Die gesammelten Daten wurden mit der Open-Source-Software `gnssrefl` verarbeitet, um Wasserstandsschätzungen abzuleiten. Diese wurden anschließend mit Messungen von zwei nahe gelegenen Gezeitenpegeln und interpolierten Wasserständen am Empfängerstandort abgeglichen. Die statistische Analyse ergab eine hohe Übereinstimmung zwischen den Datensätzen, mit einem Korrelationskoeffizienten von über 0,99 und einem mittleren quadratischen Fehler (RMSE) von 14,9 cm. Trotz der Signalstörungen durch die städtische Infrastruktur und den Schiffsverkehr zeigte GNSS-IR eine robuste Leistung und bestätigte seine Anwendbarkeit als kosteneffiziente Lösung zur Verbesserung der hydrographischen Überwachung in komplexen Küstengebieten.

Author

Pavlos Petrogkonas studied Hydrography at HafenCity University Hamburg. He is currently assigned to the Hellenic Navy Hydrographic Service.

pa.petrogkonas@hotmail.com

Motivation

The precise and continuous determination of water levels is a critical requirement in vulnerable urban coastal areas such as Hamburg's HafenCity. Situated along the Lower Elbe River, the district is directly influenced by tidal dynamics, meteorologically induced storm surges and the broader impacts of sea level rise. As a coastal economic hub with vital infrastructure, including ports, shipyards and commercial facilities, HafenCity is exposed to

significant hydrological risks. It experiences an average tidal range of 3.66 metres and tidal currents of up to 2.5 knots, increasing the threat of flooding.

Traditionally, water levels have been monitored using tide gauges, and more recently, LiDAR and satellite altimetry. However, each technique demonstrates specific limitations when applied in dense urban coastal environments. Tide gauges offer limited spatial coverage, LiDAR involves high operational costs and satellite altimetry is

constrained by coarse spatial resolution and infrequent revisit times – limitations that are particularly pronounced in narrow and hydrologically complex water bodies like the Elbe. HafenCity's intricate infrastructure and canal network further complicate the applicability of these conventional approaches.

GNSS-interferometric reflectometry presents a promising alternative delivering continuous, high-resolution water level observations. Its flexibility allows deployment on existing infrastructure such as quay walls or buildings, offering a scalable, cost-effective monitoring solution with minimal installation requirements.

Although GNSS-IR has been successfully applied in lakes, reservoirs and various coastal and riverine settings, its implementation in urban estuarine environments remains limited. The closest regional application, conducted by Larson (2023) along the Elbe River, is located approximately 40 km from the present study site. HafenCity, however, presents distinct challenges due to its dense built environment and frequent signal interference from surrounding infrastructure and maritime activity. This study aims to address the existing research gap by evaluating the performance of GNSS-IR in HafenCity through comparative analysis with tide gauge data and interpolated tidal estimates. The findings are intended to support the integration of GNSS-IR into coastal water level monitoring frameworks, enhancing flood risk management amid ongoing sea level rise.

Materials and methods

The selection of the measurement site was guided by operational, environmental and geometric considerations to ensure the integrity and continuity of GNSS-IR observations. The location near Buenos Aires Kai in HafenCity was chosen for its proximity to HafenCity University, allowing convenient access for equipment maintenance and real-time monitoring. Situated along the Lower Elbe River, the site offers suitable conditions for water level measurements in a tidally influenced environment. The GNSS antenna was installed with an unobstructed line of sight to the water surface and minimal environmental interference, ensuring optimal satellite elevation angles between 5° and 25° for effective signal reflection and reception. Geometric constraints, as defined by Geremia-Nieviniski and Hobiger (2019), were applied to determine the appropriate antenna height and horizontal offset from the water surface. The final location was validated through field inspection during low tide to eliminate interference from dry surfaces, combined with a detailed assessment of the Fresnel zones, as illustrated in Fig. 1. The antenna was ultimately positioned at 53.5398012° N, 10.0027483° E, at an elevation of 51.7012 m (WGS-84).

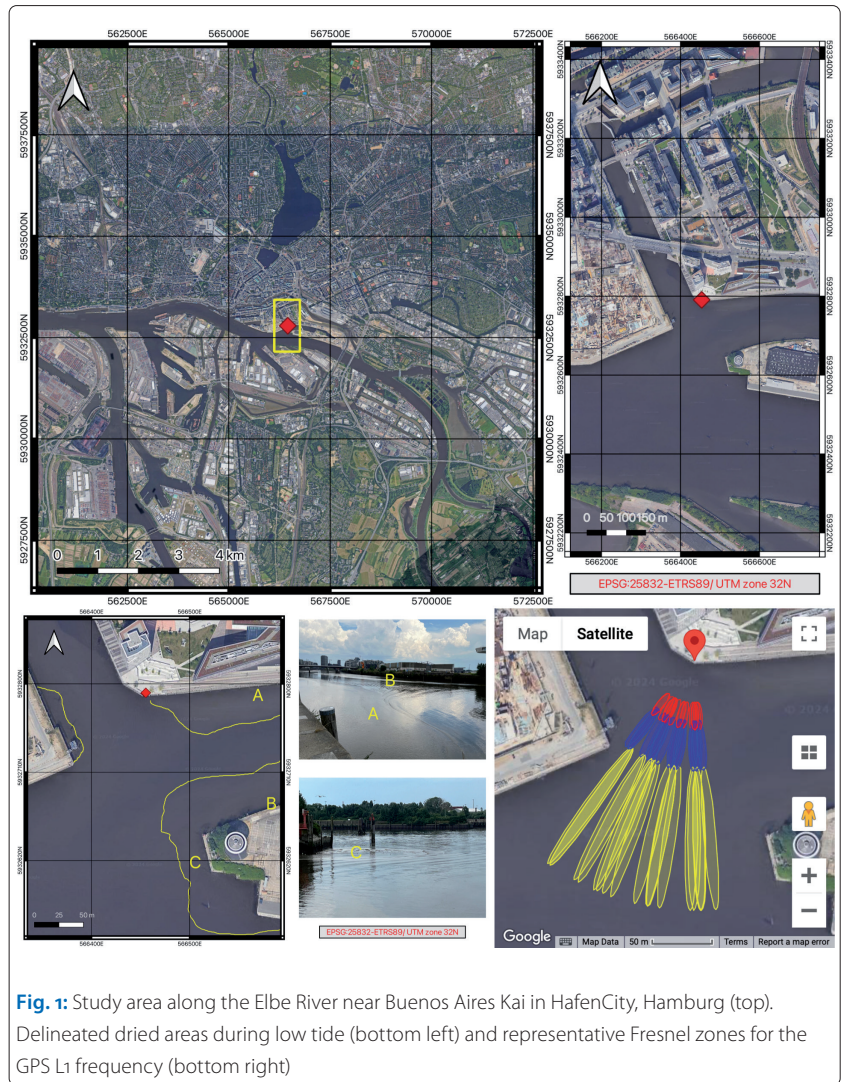


Fig. 1: Study area along the Elbe River near Buenos Aires Kai in HafenCity, Hamburg (top). Delineated dried areas during low tide (bottom left) and representative Fresnel zones for the GPS L1 frequency (bottom right)

For data acquisition, the Trimble R-10 GNSS receiver was selected due to its capability to track multiple GNSS constellations (GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou), high sampling rate and ability to log SNR data – parameters essential for GNSS-IR water level estimation (Geremia-Nieviniski 2023; Geremia-Nieviniski and Hobiger 2019). Furthermore, it delivers high positioning performance under static and fast-static configurations, with documented accuracies of 3 mm + 0.5 ppm RMS horizontally and 5 mm + 0.5 ppm RMS vertically (Trimble 2018). To ensure optimal data quality, the device underwent a three-step calibration process consisting of tilt calibration, magnetometer calibration and magnetometer alignment.

Data acquisition and preprocessing

GNSS-IR data acquisition was conducted in 2024 on April 23 (four observations), April 30 (12), May 6 (16), May 13 (22), June 24 (repetitive calibration) and June 27 (70). Measurement durations progressively increased from 2 to 24 hours, culminating in a full-day session to ensure sufficient temporal coverage and data reliability.

Following data acquisition, the raw GNSS data stored in Trimble's T02 format was converted into RINEX 2.11 format using Trimble Business Center (TBC) and was prepared with strict adherence to naming conventions for compatibility with the gnsstreft software (Larson and GNSS-IR community 2024). The different RINEX files from the 24-hour measurement campaign were merged into a single dataset using the KernelSat web tool to enable continuous analysis. The merged file was then prepared for reflection analysis by defining appropriate elevation and azimuth masking based on site geometry and signal reflection theory. Fresnel zones were computed using the GNSS Reflections online tool to verify the visibility and quality of the reflection area.

Data processing

The processing phase focused on extracting meaningful water level information from the GNSS data using the open-source gnsstreft software, as shown in Fig. 2. Raw GNSS observations were converted to signal-to-noise ratio (SNR) outputs and analysed through structured modules that applied satellite geometry filtering, signal quality evaluation and reflector height estimation. The Lomb-Scargle periodogram was employed to identify dominant reflection frequencies and assess signal coherence across multiple GNSS constellations. Further refinement was achieved using inter-frequency bias corrections, quality control thresholds and spline fitting techniques to mitigate outliers and improve temporal resolution. Subsequently,

the subdaily command was used to model tidal dynamics and generate high-resolution water level time series.

Statistical Analysis

All GNSS-IR-derived water level outputs were cross-validated against records from the nearby tide gauges at St. Pauli and Schöpfungstelle to assess their consistency and accuracy. Validation was performed using statistical analysis, including linear regression, correlation coefficient and root mean square error (RMSE), to quantify the agreement between the datasets. To further enhance the spatial relevance of the comparison, an interpolated tide dataset was generated for the GNSS antenna location. This was achieved by implementing a custom two-dimensional linear interpolation function that accounted for the geodesic distances between the GNSS site and both tide gauges, mitigating tidal phase shifts associated with spatial separation.

Results and discussion

The results presented in this subsection are supported by figures that depict key parameters and their respective values, essential for drawing meaningful conclusions. Fig. 3 (top) illustrates the relative contribution of each GNSS constellation to the dataset, comprising a total of 70 observations, with a notable absence of BeiDou signals. The reduced number of recorded observations is primarily attributed to the limited azimuth range (170 to 220 degrees), the geographic latitude of the receiver, located near the polar gap, and two specific time intervals during which data were unavailable. The first occurred during the early morning hours (00:27 to 00:57 CEST), when the data logging indicator was active but no data were recorded. The second was an afternoon interruption, during which measurements were suspended for approximately one hour due to a thunderstorm.

An essential correction applied during processing is the RHdot correction, which accounts for water level variations along the satellite track within a given arc. The application of this correction led to a 2 % improvement in the RMSE between the GNSS-IR observations and the applied spline fit, as shown in Fig. 3 (middle). The absence of outliers (red dots; > 3-sigma) highlights the robustness of the geodetic GNSS receiver compared to low-cost alternatives.

Furthermore, given the inclusion of multiple constellations and frequencies, applying an inter-frequency bias correction further improved the RMSE by approximately 30 %, as illustrated in Fig. 3 (bottom).

The most consistent results were achieved by comparing GNSS-IR observations with interpolated tide values derived from St. Pauli and Schöpfungstelle stations, yielding an RMSE of 14.9 cm and a

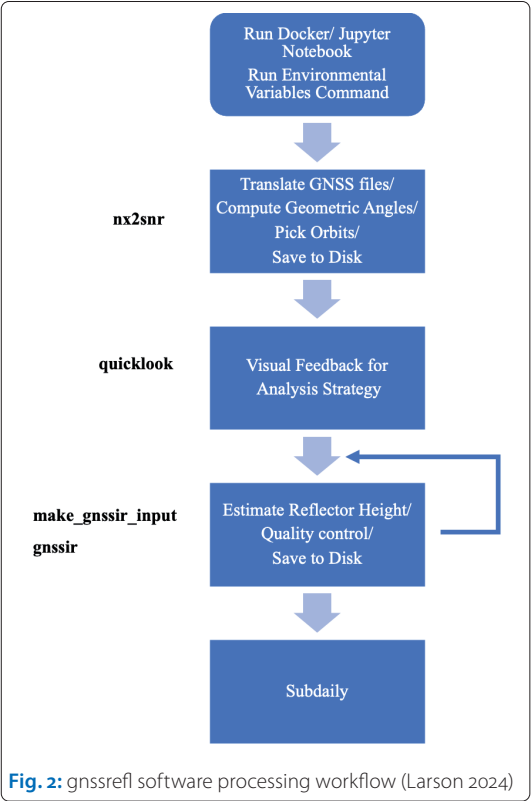


Fig. 2: gnsstreft software processing workflow (Larson 2024)

correlation coefficient of 0.994 (Fig. 4). Comparisons with individual tide gauges showed slightly reduced accuracies: St. Pauli data resulted in an RMSE of 15.8 cm (Fig. 5, top), while Schöpfungstempel comparisons produced the highest RMSE of 16.9 cm with a slightly lower correlation of 0.992 (Fig. 5, bottom). These variations, particularly in tidal range, were primarily linked to discrepancies in low-water levels. The reduced performance in some cases can be attributed to signal attenuation due to increased path length after reflection and environmental multipath effects. During low tide, exposed structures like quay walls and pillars may act as secondary reflectors, introducing additional interference and degrading the GNSS-IR signal quality.

Despite the achieved results, as illustrated in Fig. 6, the lack of a permanent power supply for the antenna and the reliance on batteries with a lifespan of approximately five hours, requiring successive replacements, resulted in multiple RINEX files. A fluctuation in the recorded position of the receiver's antenna was observed across the individual RINEX files. Although relatively small, this variation nonetheless affected the overall measurement accuracy.

Consequently, maritime traffic in HafenCity introduced additional multipath effects from passing vessels, negatively impacting signal quality. Moreover, personnel fatigue during the 24-hour measurement campaign affected data quality, as a longer observation period was required. While daily GNSS-IR observations typically achieve an RMSE of 1 to 5 cm, extending measurement campaigns over several months is recommended to enhance accuracy, reducing the RMSE to a range of 1 to 2 cm (Williams 2024).

Conclusion

This study evaluated the application of GNSS-interferometric reflectometry (GNSS-IR) for water level determination in the urban, tidally influenced environment of HafenCity, Hamburg. Data

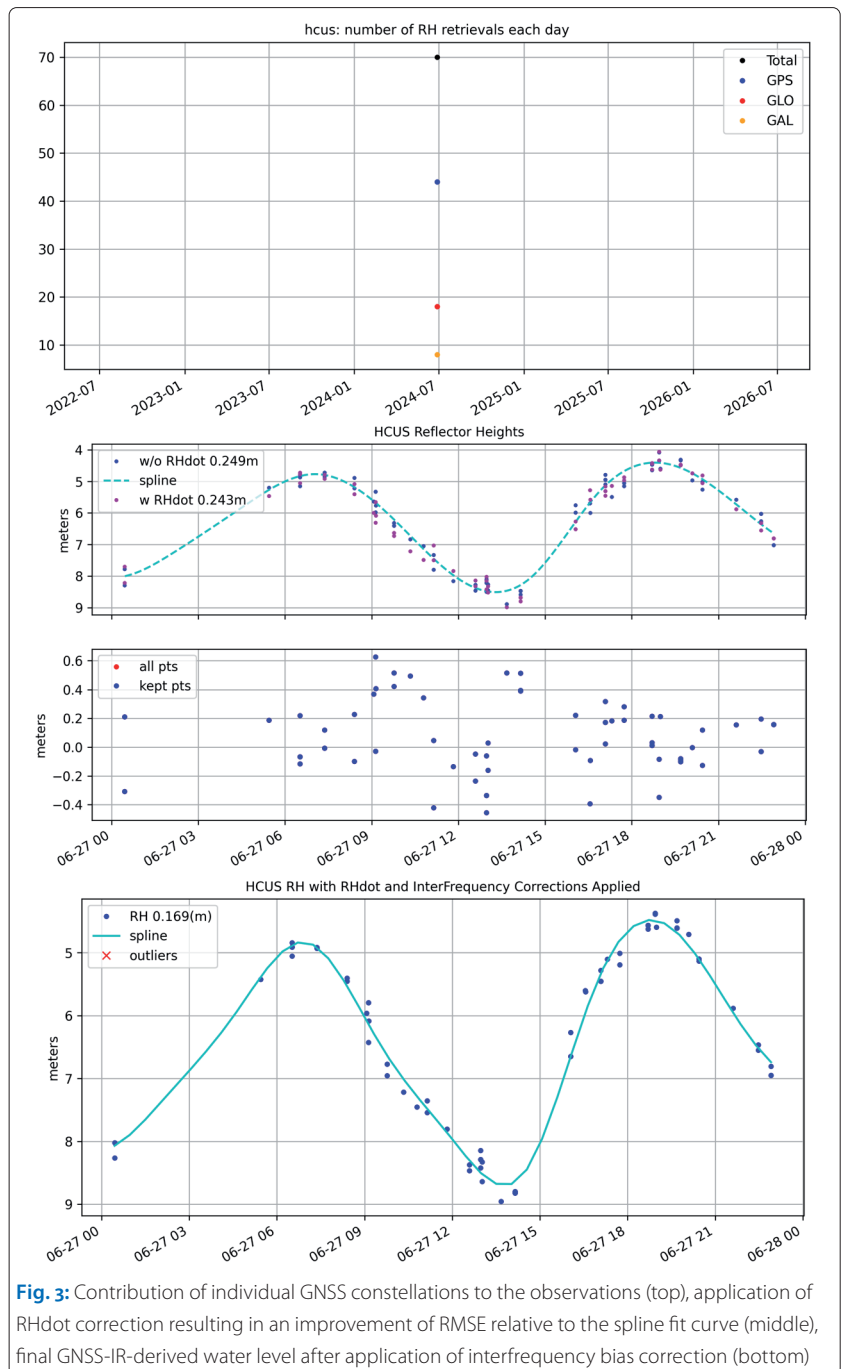


Fig. 3: Contribution of individual GNSS constellations to the observations (top), application of RHdot correction resulting in an improvement of RMSE relative to the spline fit curve (middle), final GNSS-IR-derived water level after application of interfrequency bias correction (bottom)

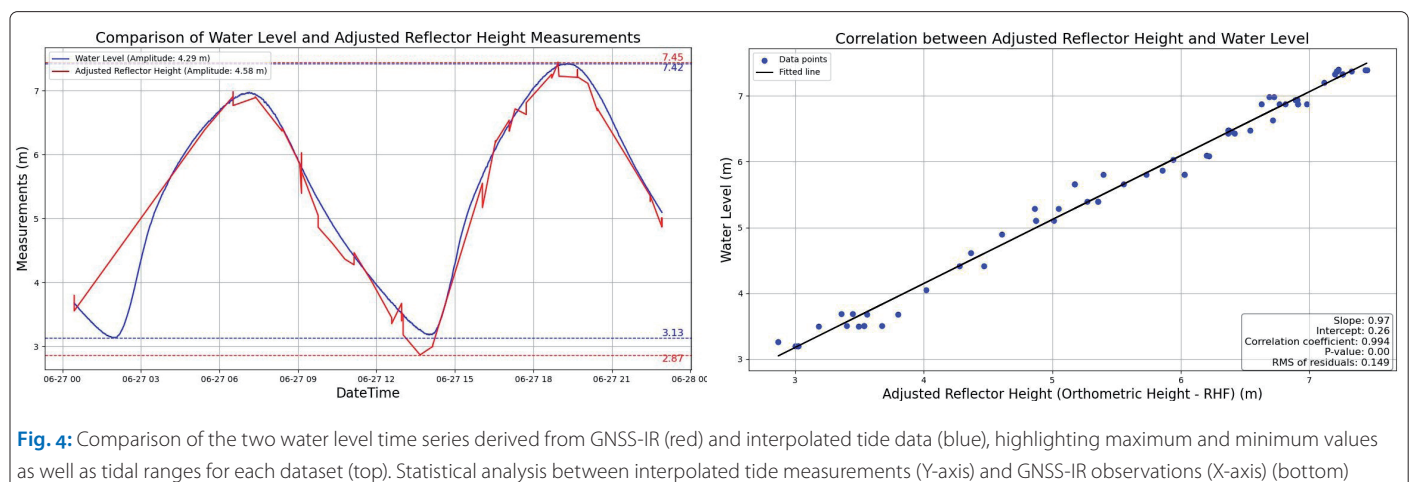


Fig. 4: Comparison of the two water level time series derived from GNSS-IR (red) and interpolated tide data (blue), highlighting maximum and minimum values as well as tidal ranges for each dataset (top). Statistical analysis between interpolated tide measurements (Y-axis) and GNSS-IR observations (X-axis) (bottom)

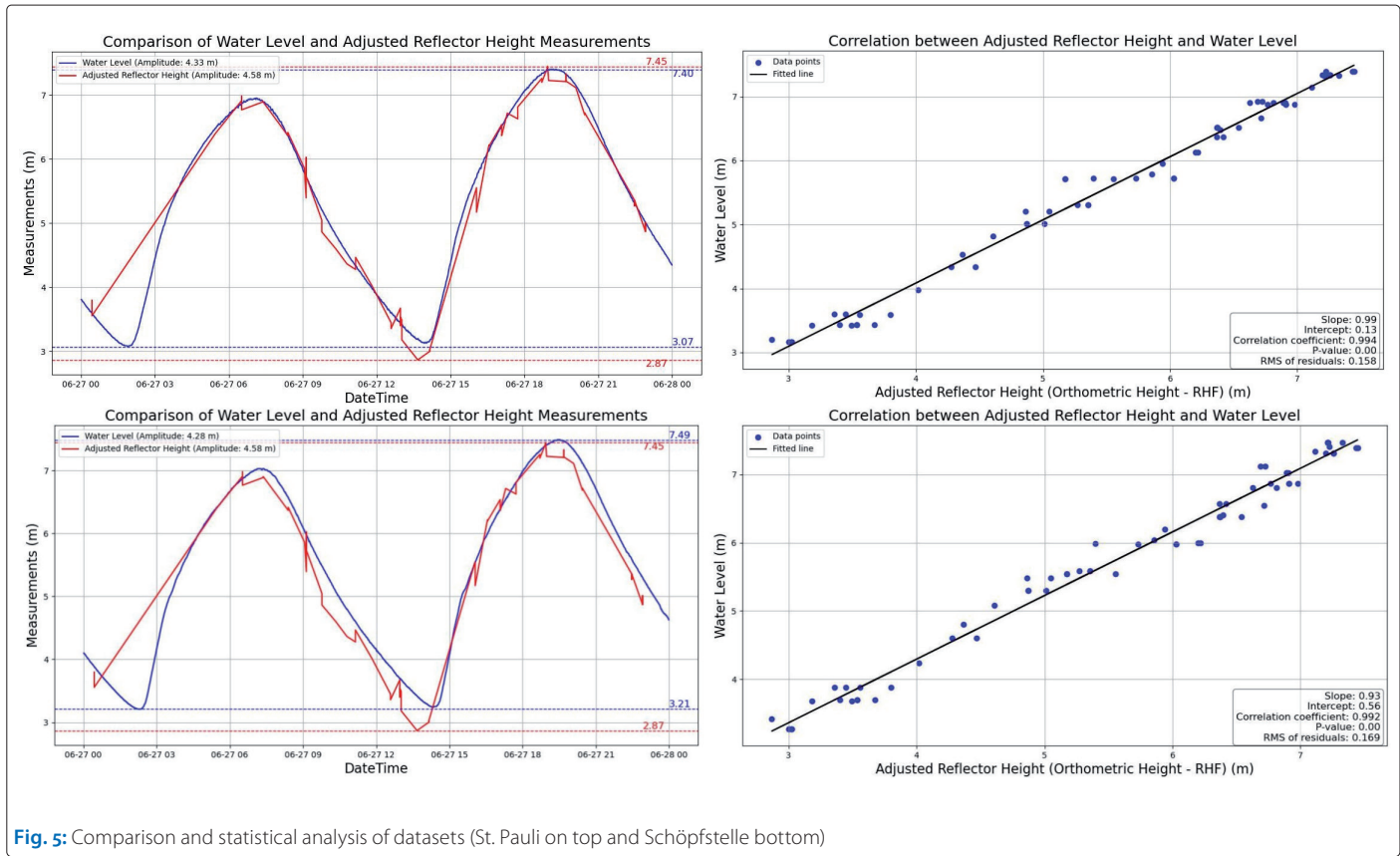


Fig. 5: Comparison and statistical analysis of datasets (St. Pauli on top and Schöpfungstelle bottom)

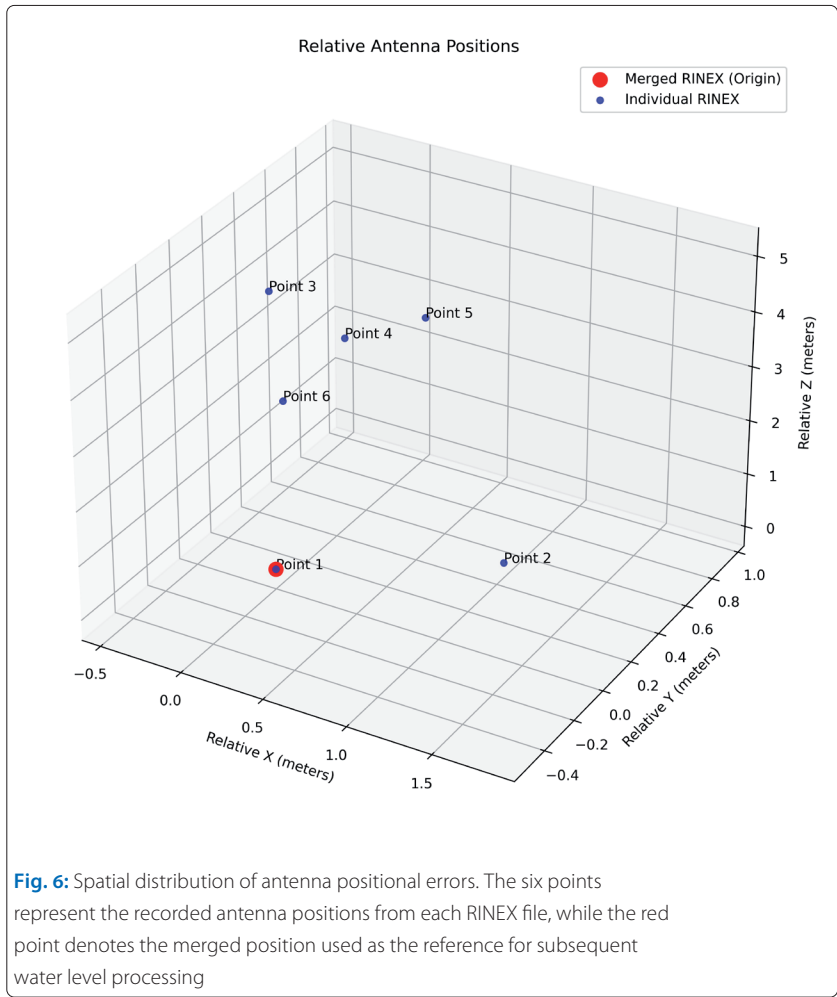


Fig. 6: Spatial distribution of antenna positional errors. The six points represent the recorded antenna positions from each RINEX file, while the red point denotes the merged position used as the reference for subsequent water level processing

collected during a 24-hour observation period were processed using the gnsrefl software and validated by comparison with measurements from the St. Pauli and Schöpfungstelle tide gauges, as well as interpolated tidal data. Results demonstrated a high correlation (up to 0.994) and an RMSE of 14.9 cm, confirming the method's robustness even under challenging urban conditions. Limitations affecting performance included multipath interference from maritime traffic, personnel fatigue that restricted observation time, unfavourable weather conditions, and site-specific constraints such as the limited azimuth range. Despite these challenges, GNSS-IR proved to be an effective and reliable method for deriving water-level time series in complex coastal environments. The findings underline the technique's potential as a complementary tool for enhancing conventional water level monitoring systems, particularly in dynamic and infrastructure-dense settings like HafenCity.

Outlook

While this study confirmed the reliability of GNSS-IR for water level determination in complex urban environments, opportunities for further development remain. Future work could involve establishing a permanent GNSS-IR station on the roof of HafenCity University, offering continuous, long-term measurements under stable conditions with an external power supply. Additionally, develop-

ing an IoT-based laser rangefinder system would enable real-time ground-truth water level data collection, reducing dependence on external tide gauge interpolation. Addressing dynamic interference caused by maritime traffic through machine learning techniques, supported by AIS data, could

also improve data quality in real time. Finally, integrating real-time GNSS data streams with Kalman filtering techniques would facilitate near-real-time water level estimation, significantly advancing the operational application of GNSS-IR for hydrological monitoring. //

References

- Geremia-Nievinski, Felipe (2023): Low-Cost Ground-Based GNSS Reflectometry. In: Michael G. Sideris (Ed.): Encyclopedia of Geodesy. Springer International Publishing, DOI: 10.1007/978-3-319-02370-0_175-1
- Geremia-Nievinski, Felipe; Thomas Hobiger (2019): Site guidelines for multi-purpose GNSS reflectometry stations. DOI: 10.5281/ZENODO.3660744
- Larson, Kristine M. (2023): TGGO: GNSS-Reflectometry Use Case. https://gnssrefl.readthedocs.io/en/latest/use_cases/use_tggo.html
- Larson, Kristine M. (2024): Running the gnssrefl code. https://gnssrefl.readthedocs.io/en/latest/pages/sc_media2024.html

- Larson, Kristine M.; GNSS-IR community (2024): Welcome to the gnssrefl documentation! <https://gnssrefl.readthedocs.io/en/latest/index.html>
- Williams, Simon (2024): GNSS-IR water levels – Background on models and methods needed/used for water monitoring. National Oceanography Centre, https://morefunwithgps.com/public_html/sc2024/Day2-Williams.pdf
- Trimble (2018): Trimble R10 Model 2 GNSS System. <https://geomaticslandsurveying.com/product/trimble-r10>



HYPACK
a xylem brand



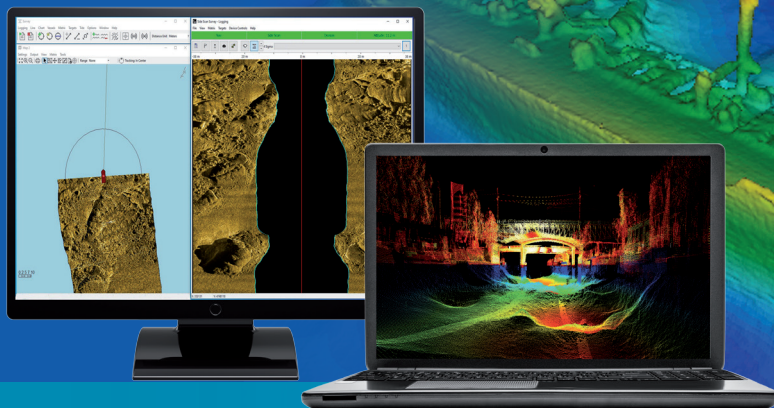
HYPACK® & HYSWEEP®

Survey and map your waters to collect and deliver high-resolution bathymetry and topography data.



HYPACK® GEOPHYSICS

Software package designed for the acquisition and processing of sub-bottom profiling, side scan, and magnetometer data.



Your Sensors,
Our Software.
Survey the World!



sales@hypack.com



Enhancing MBES surveying by multi-frequency technology

Checking the feasibility of the multi-frequency functionality of the EM2040P MKII MBES for shallow water investigation

An article by TONY SEBASTIAN

By using the multi-frequency mode of the EM2040P MKII echo sounder, the riverbed of the Elbe River near Hamburg Port was analysed. By conducting a single survey run utilising multi-frequency mode with three different frequencies, the system demonstrated its capability to detect soft sediment layers with improved clarity. Bathymetric analysis revealed significant variations in the volume between bathymetric surface levels of each frequency dataset, with differences amounting to approximately 3,310 m³ across an area of 78,995 m². Additionally, backscatter intensity distribution of the different frequencies in the same areas were analysed. Individual backscatter mosaics corresponding to each frequency were generated and analysed separately. These mosaics were then combined to create a multi-spectral image, effectively illustrating the differing sediment penetration capabilities of each frequency over the same riverbed area within a single survey run. The results highlight the value of multi-frequency surveys in enhancing the interpretation of riverbed composition and morphology within a single data acquisition effort.

multibeam echo sounder | multi-frequency survey | backscatter intensity
Fächerecholot | Mehrfrequenzmessung | Rückstreuintensität

Mit Hilfe des Multifrequenzmodus des Fächerecholots EM2040P MKII wurde das Flussbett der Elbe in der Nähe des Hamburger Hafens analysiert. Durch die Durchführung einer einzigen Vermessungsfahrt im Multifrequenzmodus mit drei verschiedenen Frequenzen ermöglicht das System, weiche Sedimentschichten klarer zu erkennen. Die bathymetrische Analyse zeigte signifikante Unterschiede im Volumen zwischen den bathymetrischen Oberflächenebenen der einzelnen Frequenzdatensätze, mit Unterschieden in Höhe von ca. 3310 m³ auf einer Fläche von 78 995 m². Zusätzlich wurde die Verteilung der Rückstreuintensität der verschiedenen Frequenzen in denselben Gebieten analysiert. Für jede Frequenz wurden individuelle Rückstreumosaik erstellt und separat analysiert. Diese Mosaik wurden kombiniert, um ein multispektrales Bild zu erstellen, welches die unterschiedlichen Sedimentdurchdringungsfähigkeiten der einzelnen Frequenzen effektiv veranschaulicht. Die Ergebnisse verdeutlichen den Wert von Mehrfrequenzmessungen zur Verbesserung der Interpretation der Zusammensetzung und Morphologie des Flussbettes innerhalb einer einzelnen Messfahrt.

Author

Tony Sebastian studied Geodesy and Geoinformatics (Hydrography) at HafenCity University in Hamburg. He works as Project Surveyor at VBW Weigt GmbH in Rostock.

tonythaliyan@yahoo.com

Background

The development of multibeam echo sounders (MBES) has significantly advanced the field of hydrography, offering a wide range of applications for both bathymetric and backscatter analysis. While research improves their functionality, challenges persist in survey parameters and time efficiency. This remains a complex issue in the field. Recent advancements in hydrography have focused on reducing data acquisition time, which in turn helps lower the associated costs.

The Elbe River near Hamburg has highly variable sediments (sand, clay, rock, fluid mud), complicat-

ing depth measurements. These conditions can lead to inaccuracies in depth determination. The accuracy of both depth and backscatter intensity measurements is highly influenced by the frequency of the acoustic signal, as different frequencies interact differently with sediments. Higher frequencies, for instance, may fail to penetrate fluid mud layers, leading to misleading bathymetric results.

With innovations in the hydrographic field, Kongsberg has developed a new MBES system with a new multi-frequency feature. Instead of using a single frequency for one survey, now it

is possible to use up to five different frequencies in a single-pass MBES survey. The introduction of broadband MBES allows each operating central frequency to be on each ping. The operating frequency can be modified on a ping-by-ping basis (Fig. 1). The main advantage of this feature is that it can collect different datasets of different frequencies in a single survey run. Eventually, it reduces the time for data acquisition, which is one of the main constraints of the hydrographic surveys, along with the mentioned frequency-based problems.

Survey location and data acquisition

The Elbe River is one of the major rivers in Central Europe, with the Port of Hamburg – a key economic hub and one of Europe's most significant ports – located along its banks. The riverbed primarily consists of fine to coarse gravel and sand, with grain sizes ranging from 0.5 mm to 30 mm. However, ongoing dredging operations between the port and the North Sea have altered the river's natural geomorphology and sediment distribution (Scholten et al. 2003).

This study aims to enhance the understanding of the multi-frequency capabilities of the Kongsberg EM2040P MKII multibeam echo sounder by analysing frequency-dependent variations in bathymetry and backscatter data along the riverbed of the Elbe River. The research focused on three strategically selected survey sites within the Port of Hamburg area, each chosen for its distinct riverbed characteristics and sediment composition.

The selected survey sites included Hansahafen, a historic cargo harbour near HafenCity University (HCU) established in 1893, where a 140 × 50 m area of the southern channel – characterised by infrequent dredging and traditional ship piers – was surveyed to examine soft sediment and floating mud responses at 200, 300 and 400 kHz. The Köhlfleet channel near Finkenwerder, featuring a heterogeneous riverbed of stone walls, sand and fluid mud, was chosen to investigate multi-spectral backscatter responses and suspended sediment layering, with particular focus on the entrance and berthing area. Finally, the Strom Barrage (Billwerder Bucht) was surveyed due to its concrete bedding beneath the gate structure, which provided a highly reflective surface ideal for evaluating frequency-dependent interactions (200, 300 and 400 kHz) with hard substrates. Fig. 2 presents the geographic distribution of the selected survey sites within the Hamburg Port area.

The survey was conducted aboard HCU University's *DVocean* vessel, equipped with a pole-mounted Kongsberg EM2040p MKII MBES system operating at 200 to 700 kHz with 512 beams per swath. The setup included an AML-3 LGR sound velocity profiler for water column corrections, a Septentrio

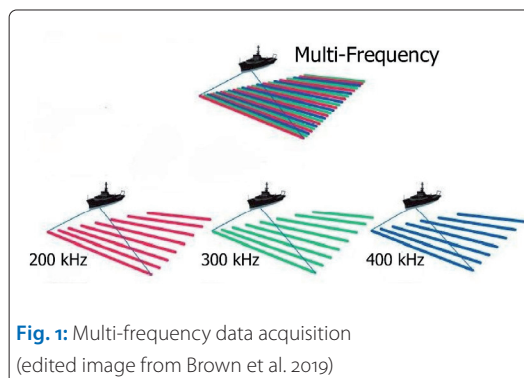


Fig. 1: Multi-frequency data acquisition
(edited image from Brown et al. 2019)

AsteRx-U3 GNSS receiver with RTK positioning, an iXblue Hydrins G4 inertial navigation system and an Innomar SES-2000 sub-bottom profiler. This set of instrumentation enabled detailed evaluation of the MBES's multi-frequency performance across different survey conditions while ensuring high-quality data collection through precise positioning and environmental compensation.

Data processing and analysis

The bathymetric data collected in Qinsy's DB format were processed in Qimera, with additional KMALL files from SIS 5 used to handle the multi-frequency datasets more effectively. These files were separated into individual frequency-specific versions using Kongsberg's KMALL Datagram Splitter before being processed separately in QPS Qimera (v2.5.0) under a WGS 84 (ETRS89/UTM Zone 32N) horizontal coordinate system and German Combined Quasi-geoid 2016 vertical datum. Following patch tests and offset calibration, the data underwent swath editing, CUBE-based automated cleaning and cross-check validation, with all final surfaces meeting IHO S-44 Special Order standards. This systematic approach ensured high-quality results across all three survey locations.

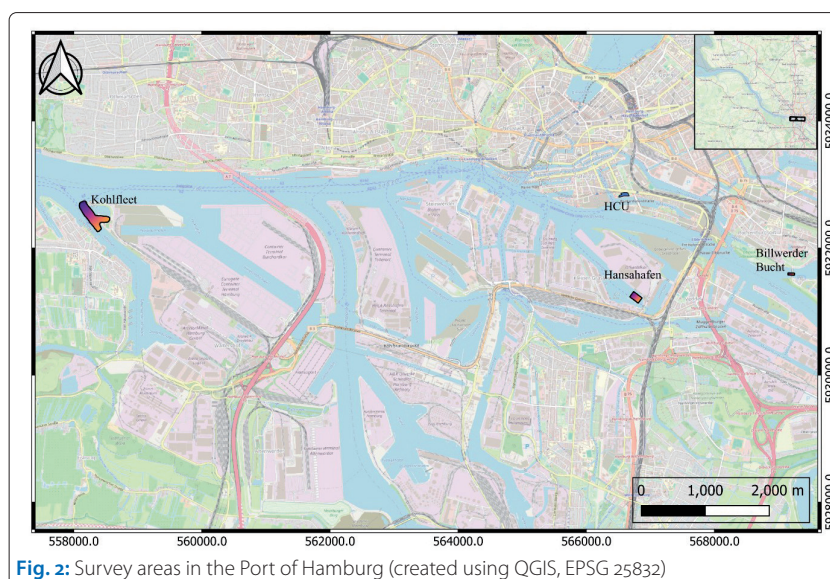


Fig. 2: Survey areas in the Port of Hamburg (created using QGIS, EPSG 25832)

After validation and quality checks, frequency-based DTMs were exported as XYZ files for further analysis. These DTMs, representing riverbed topography, were analysed in Civil 3D software to determine various riverbed levels. Alongside bathymetric data, the survey also captured backscatter intensity, which provides insights into the composition of riverbed materials such as sand, gravel or rock (Brown et al. 2019).

The processed and cleaned bathymetry data from QPS Qimera was exported as GSF files and imported into FM Geocoder Toolbox (FMGT) for backscatter processing. The latest version of FMGT (7.10.2) allows separation of frequency-based pings directly from the MBES datagram, enabling the creation of frequency-specific mosaics without the need to import individually split files (QPS 2022). Radiometrically corrected backscatter files were imported with georeferencing, and separate mosaics were generated for each frequency. Additionally with the individual mosaics a multispectral image (RGB) was build for each survey location using the software, with the new option in the soft-

ware (QPS 2022). The three channels for the RGB image are correspondingly 200 kHz, 300 kHz and 400 kHz.

Results

Bathymetric analysis

Autodesk Civil 3D compared multi-frequency bathymetric surfaces (200/300/400 kHz) from Köhlfleet and Hansahafen. Cleaned DTM data (XYZ format) were converted to TIN surfaces and analysed using cross-sections, colour-coded by frequency (red = 200 kHz, blue = 300 kHz, green = 400 kHz). Quantitative analysis revealed frequency-dependent depth variations, with 200 kHz detecting surfaces up to 30 cm deeper than 400 kHz (Fig. 3), demonstrating superior sediment penetration. Conversely, 400 kHz resolved shallower layers more precisely, confirming frequency selection critically impacts riverbed characterisation.

At Hansahafen, the maximum variation between bathymetric surfaces from the 200 kHz and 400 kHz frequencies was 14 cm, and 12 cm between 200 kHz and 300 kHz, with the largest difference observed at chainage 120 m along the survey alignment. In some areas, all three frequency surfaces aligned perfectly, resulting in no difference. In contrast, the Köhlfleet area showed greater variation – up to 30 cm between 200 kHz and 400 kHz, and 25 cm between 200 kHz and 300 kHz, with the highest difference found at chainage 60 m along the west-east alignment.

Beyond depth comparisons at each section, the study also assessed overall volume differences across the survey areas. Using the 200 kHz surface – typically the deepest – as a base, surfaces from the 300 kHz and 400 kHz frequencies were compared to measure the impact of frequency on total surveyed volume. Cut-and-fill reports were generated for each site (Fig. 4), providing a clear view of volume differences. »Fill« areas indicated additional volume detected by the lower 200 kHz frequency, representing deeper regions not captured by higher frequencies. These reports offer valuable insight into how frequency selection influences both depth and volume calculations.

Backscatter analysis

The bathymetric analysis reveals that lower frequencies achieve greater penetration depth at Hansahafen and Köhlfleet compared to higher frequencies. While backscatter intensity typically increases with frequency when surveying identical riverbed compositions, the observed penetration differences suggest each frequency may interact with distinct sediment layers. This creates variations in both bathymetric surfaces and backscatter intensity measurements. To examine these effects, backscatter mosaics produced in FMGT software were analysed.

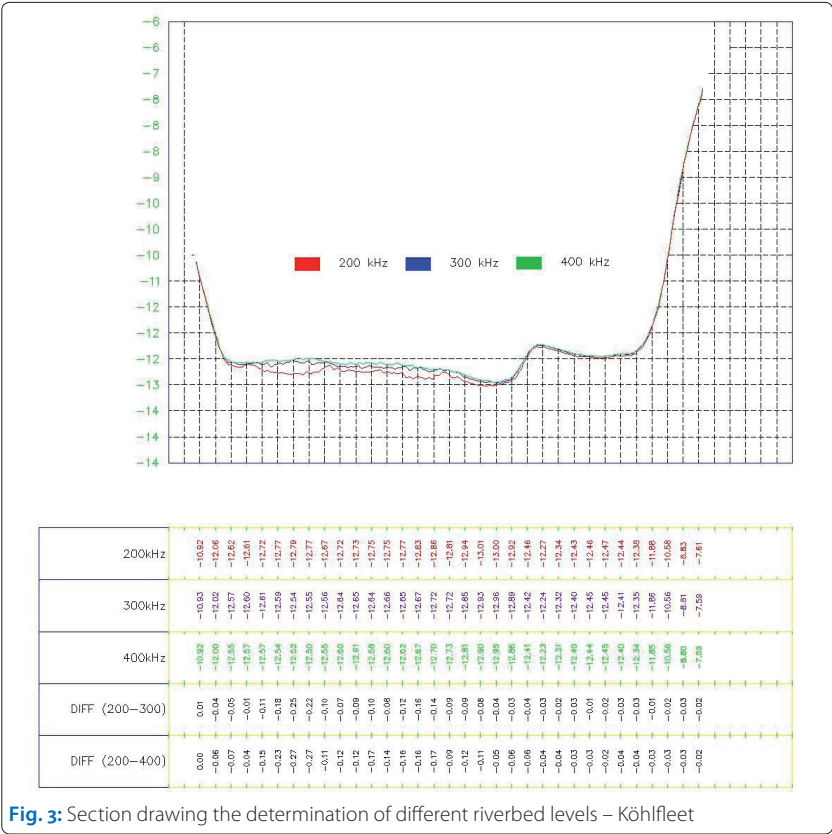


Fig. 3: Section drawing the determination of different riverbed levels – Köhlfleet

Volume Summary							
Name	Type	Cut Factor	Fill Factor	2d Area (sq.m)	Cut (Cu. M.)	Fill (Cu. M.)	Net (Cu. M.)
200-300	full	1.000	1.000	78961.10	56.64	2320.64	2264.01<Fill>
200-400	full	1.000	1.000	78995.14	43.30	3309.13	3265.83<Fill>

Fig. 4: Cut-and-fill calculation – Köhlfleet

The distribution of backscatter intensity across the survey area is compared using mosaics generated for each frequency. A multi-spectral image is also produced by combining the individual mosaics from 200 kHz, 300 kHz and 400 kHz. Fig. 5 and Fig. 6 show the results of the comparison from Hansahafen and Köhlfleet, respectively.

Discussion

Bathymetric analysis of multi-frequency mode

The results showed that different frequencies produced distinct bathymetric surfaces, with soft sediments and fluid mud significantly affecting depth measurements. Depth differences reached 30 cm in Köhlfleet and 14 cm in Hansahafen, highlighting sediment-related inaccuracies. In Hansahafen, 90 % of the area had multiple surfaces, as the 200-kHz signal penetrated deeper into soft sediments. Fig. 7 also shows increasing depth differences from north to south in the channel.

Soil samples from the northern (VV3) and southern (VV2) survey areas supported the findings. The northern sample had higher sand content (12 %), resulting in smaller bathymetric differences, as the 200-kHz signal penetrated less due to denser sediment. In contrast, the southern part showed greater penetration, indicating softer sediments.

At Köhlfleet, fluid mud was detected, with the largest bathymetric discrepancy (30 cm) at the centre (Fig. 8). Sub-bottom profiler (SBP) data confirmed a fluid mud layer of 60 to 70 cm, deeper than the 25 cm difference observed between 200 kHz and 400 kHz measurements. The SBP's low-frequency (10 kHz) parametric effect enabled deeper penetration. Turbidity measurements near the riverbed (11 m depth) showed a rise from 12.91 to 17.54 NTU, indicating increasing suspended particles toward the bottom. This gradient suggests higher sediment concentration near the riverbed.

The findings from the Hansahafen and Köhlfleet regions show that different bathymetric surfaces created using three different frequencies showed differences of up to 30 cm in some locations. These variations indicated the presence of soft material or fluid mud in those areas. To validate this detection method, a multi-frequency survey was conducted at Billwerder Bucht, where the riverbed is composed of concrete. Since the bed material is hard, it was anticipated that the bathymetric surfaces generated by different frequencies would show similar depths.

As expected, the bathymetric surfaces produced using all three frequencies are almost identical in depth, as illustrated in Fig. 9. Even along the edges of the concrete bed, the bathymetry remained consistent. This could be attributed to the fact that

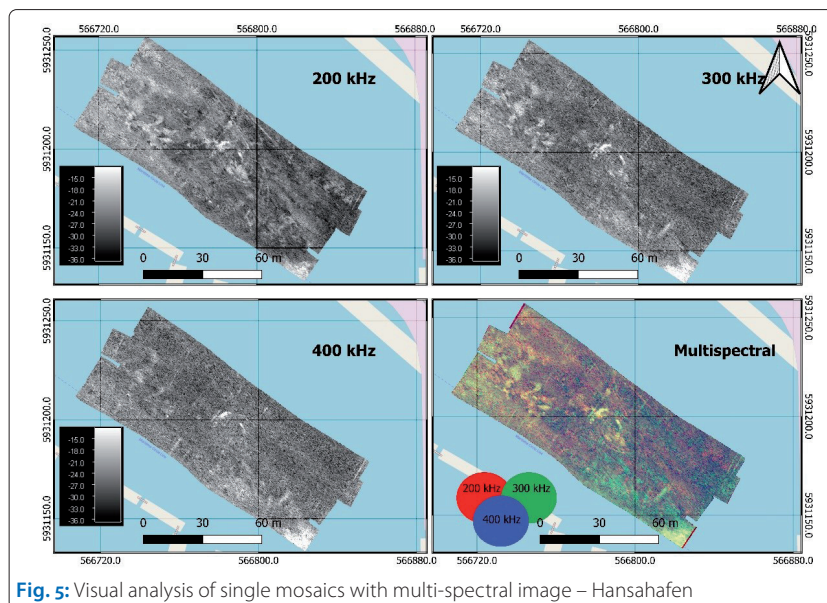


Fig. 5: Visual analysis of single mosaics with multi-spectral image – Hansahafen

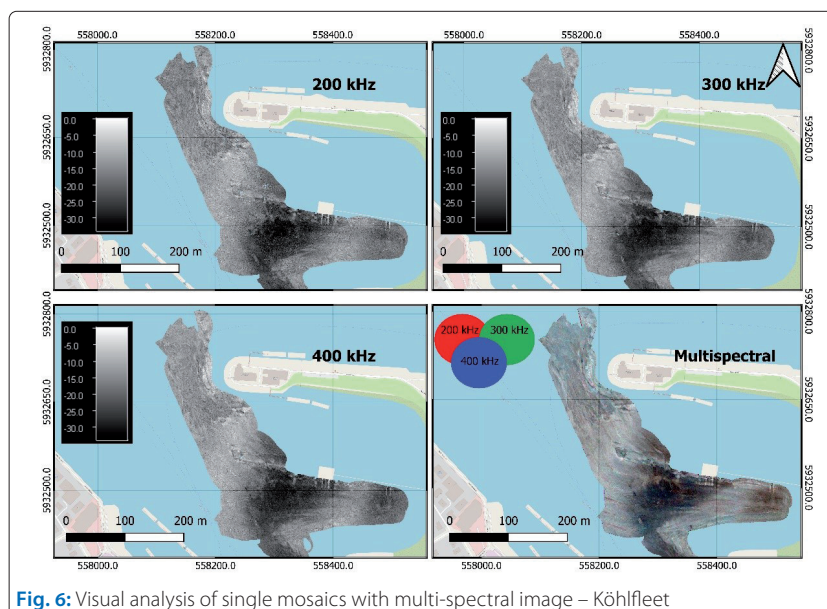


Fig. 6: Visual analysis of single mosaics with multi-spectral image – Köhlfleet

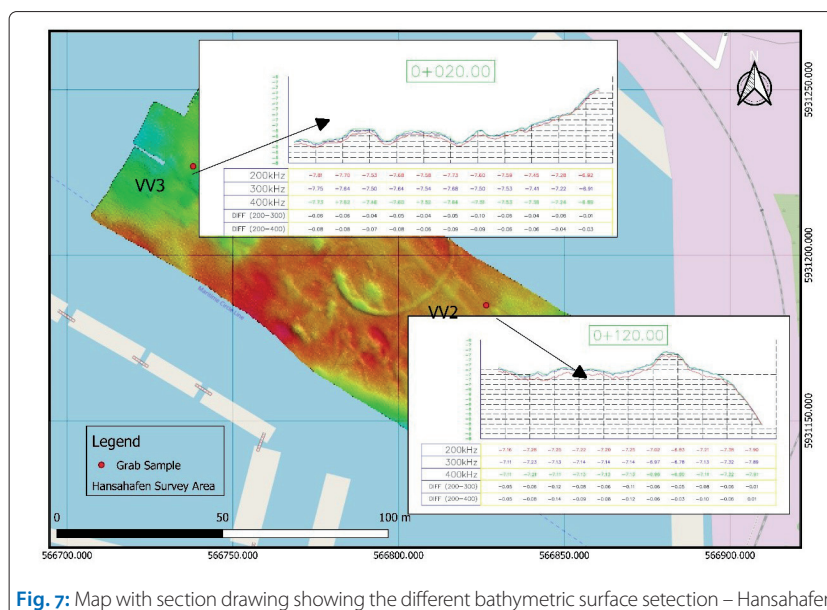


Fig. 7: Map with section drawing showing the different bathymetric surface selection – Hansahafen

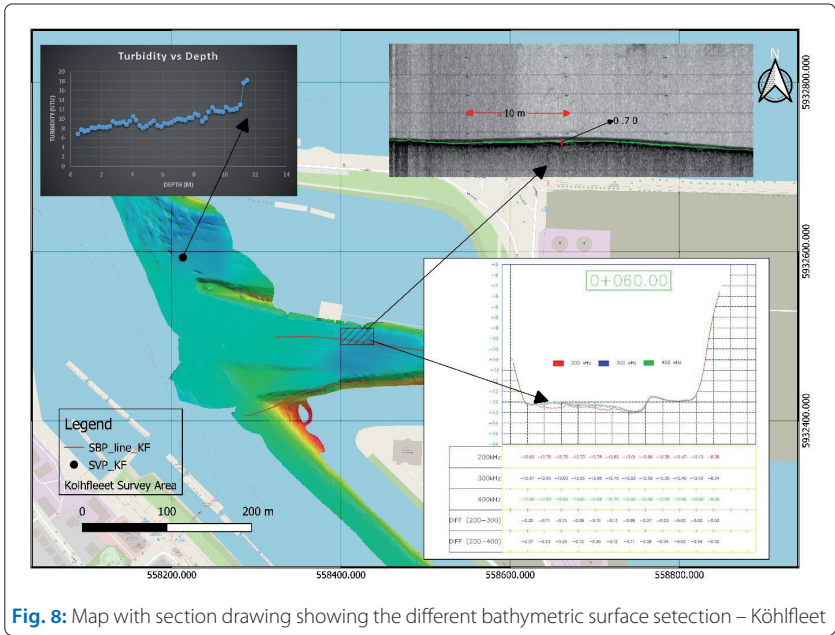


Fig. 8: Map with section drawing showing the different bathymetric surface selection – Köhlfleet

any soft material near the concrete bed had likely been eroded away by scouring, thereby exposing the harder riverbed material underneath.

This validation shows that multi-frequency bathymetric surveys can effectively differentiate between hard and soft riverbed materials. The consistent results at Billwerder Bucht support the idea that differences in bathymetric surfaces, like those observed in Hansahafen and Köhlfleet, can surely be indicative of the presence of soft or fluid materials.

Backscatter analysis

Following the promising results of the multi-frequency bathymetric analysis, this section focuses on the findings from the backscatter data. The locations Köhlfleet and Hansahafen selected for image-based analysis due to the noticeable penetration differences between low and high frequencies. In these areas, mosaics revealed clear

variations in backscatter intensity, making them ideal for further investigation.

At Hansahafen, two sediment samples were collected along the survey boundary. The northern sample (VV3) was identified as clay with 12 % sand, while the southern sample was pure clay. As shown in Fig. 5, the 200 kHz backscatter mosaic displayed higher intensity in the northern area compared to the 300 kHz and 400 kHz mosaics. This suggests that higher frequencies mainly reflected off the surface clay, a soft, low-reflectivity material, whereas the lower-frequency 200 kHz signal penetrated deeper, reaching and reflecting off more compact, sandy layers beneath. Fig. 7 supports this, showing greater bathymetric depth for the 200-kHz signal, confirming its ability to reach deeper layers.

Each frequency in multi-spectral backscatter provides unique insights. Combining 200 kHz (red), 300 kHz (green) and 400 kHz (blue) into a pseudo-coloured GeoTIFF enhances sediment visualisation. In Hansahafen (Fig. 10), white areas show uniform returns, while green/blue zones in the southeast suggest harder sediments due to stronger high-frequency responses. Red-dominated regions in the north/centre indicate deeper 200-kHz penetration, revealing subsurface layers missed by higher frequencies. Integrated multi-spectral backscatter and bathymetric data reveal distinct sediment characteristics across the study area. Southern regions with thick clay exhibit uniformly low backscatter intensity, while northern areas with thin clay over sandy sediments show enhanced reflections, particularly at 200 kHz. This lower frequency demonstrates superior performance, with both deeper penetration and stronger returns in sandy substrates.

Quantitative analysis (Fig. 11) confirms these observations: 200 kHz displays the broadest intensity range (–12 to –35 dB) and highest median (24.34 dB), reflecting its sensitivity to varied sediments. Higher frequencies show progressively

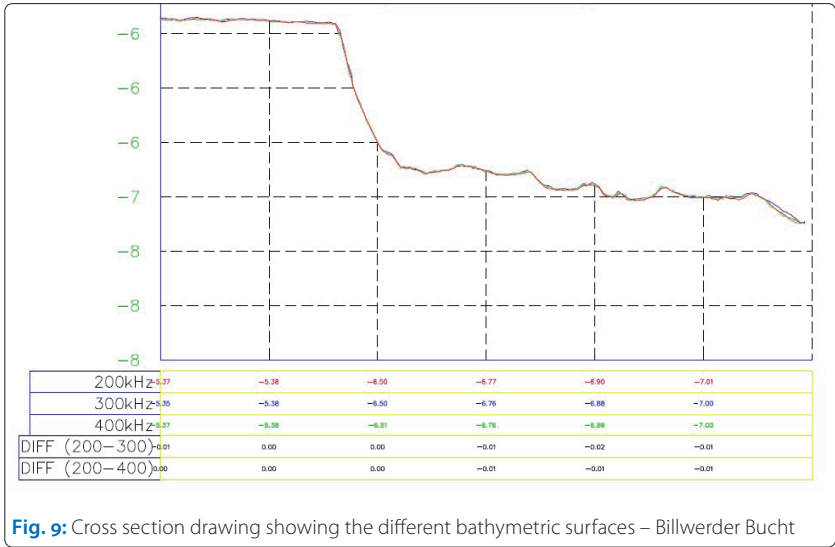


Fig. 9: Cross section drawing showing the different bathymetric surfaces – Billwerder Bucht

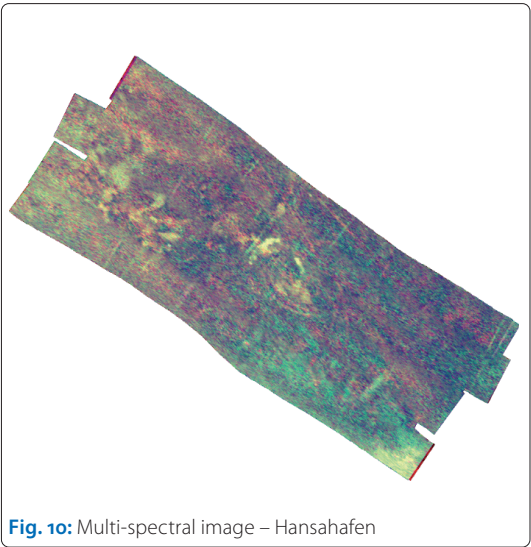
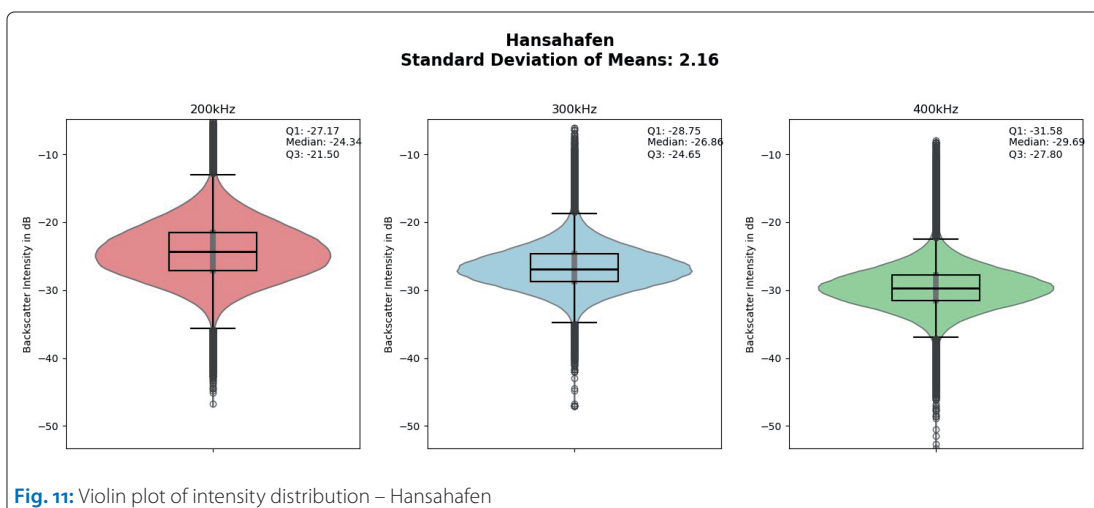


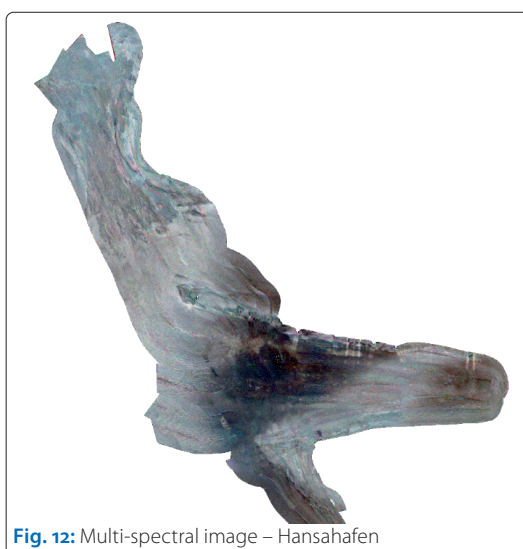
Fig. 10: Multi-spectral image – Hansahafen



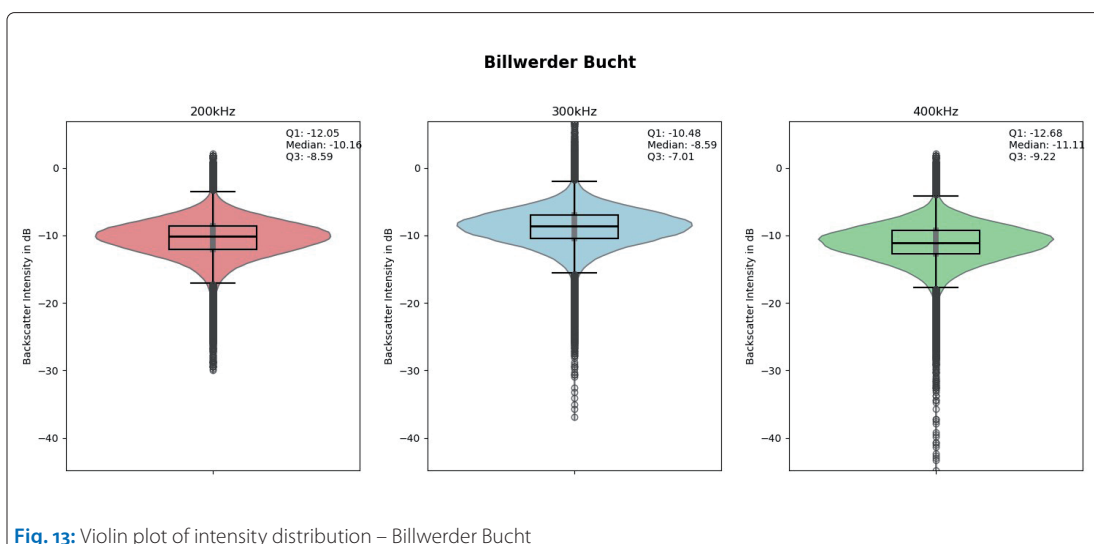
narrower ranges (300 kHz: -18 to -36 dB, median 26.84 dB; 400 kHz: -22 to -37 dB, mean 29.69 dB), indicating more constrained sediment responses.

The 200-kHz channel's broader intensity variability and higher median values demonstrate its superior performance at Hansahafen, consistently yielding stronger returns than higher frequencies. This hierarchical pattern is particularly evident in the 5.39-dB-median value difference between 200-kHz and 400-kHz data. These findings underscore the effectiveness of lower-frequency channels like 200 kHz in penetrating soft sediment layers, such as fluid mud, and detecting harder, more reflective sediments located below the riverbed. This capability is particularly valuable for detailed sediment profiling, as it provides insights into both surface and subsurface material characteristics.

A similar pattern to Hansahafen appears at Köhlfleet. Bathymetry shows soft sediments in the central and eastern areas, where lower frequencies penetrate deeper. The northern section shows limited penetration, indicating harder material. In the RGB image (Fig. 12), the east appears red – strong 200-kHz returns – while the north has a blu-



ish tint, reflecting dominance of 400 kHz. Consistent backscatter across all frequencies in the north suggests uniform reflections from a hard surface. This supports the idea that higher frequencies dominate in hard sediments due to shallow penetration.



To compare with areas lacking soft sediments, a violin plot was created for Billwerder Bucht, known for its concrete riverbed. As shown in Fig. 13, no clear intensity hierarchy is observed across frequencies. All three range from -3 to -19 dB, with just a 1-dB-median difference between 200 kHz and 400 kHz – much smaller than the 5.3-dB difference at Hansahafen. This indicates that all three frequencies reflected off the same concrete bed at Billwerder Bucht, resulting in similar intensity values. In contrast, the intensity differences at Hansahafen and Köhlfleet are due to each frequency interacting with different sediment types at the same location. Interestingly, 300 kHz yields slightly stronger returns at Billwerder Bucht, possibly due to lower acoustic absorption in the water column. These findings suggest that in stable, hard-bottom environments, 300 kHz may offer the best performance.

Conclusion

The research targeted two locations, Hansahafen and Köhlfleet, where fluid mud and soft sediments were anticipated. The results were satisfying, demonstrating that different bathymetric layers could be effectively detected in a single pass using various frequencies (200 kHz, 300 kHz and 400 kHz) on the Kongsberg EM 2040P MKII echo sounder. Notably, the lower frequency (i.e., 200 kHz) penetrated to greater depths – up to 30 cm in Köhlfleet, where fluid mud was confirmed by sub-bottom profiling (SBP) and turbidity measurements, and up to 14 cm in Hansahafen, where soft sediments such as clay were verified through grab samples. The findings are valuable for port and dredging operations. Dredging activities, which often rely on single-frequency systems, can face challenges in accurately determining riverbed levels and sediment types. Misjudgments in riverbed detection can result in errors in material volume estimations. This study revealed that volume differences between bathymetric surfaces measured

by different frequencies reached up to 575.43 m^3 over a $7,815 \text{ m}^2$ area in Hansahafen and up to $3,309.13 \text{ m}^3$ across $78,995 \text{ m}^2$ in Köhlfleet. Additionally, the varied penetration depths achieved with different frequencies can help inform the selection of appropriate dredging techniques, contributing to more efficient and accurate sediment removal.

The backscatter results from Hansahafen and Köhlfleet indicate that multi-spectral imaging provides a clearer visual interpretation, allowing for a better understanding of how each frequency performs across various locations within the same survey area. This enhanced interpretative capability supports more accurate sediment classification along the surveyed riverbed. Additionally, the varying penetration depths, particularly those achieved by lower frequencies with higher backscatter intensity, revealed the presence of buried hard materials beneath the surface sediment layer. Such insights would not be achievable using a single-frequency MBES, highlighting the significant advantages of the multi-frequency approach in identifying sediment characteristics and underlying materials.

The combination of bathymetric differences observed with the multi-frequency MBES and the enhanced multi-spectral images effectively addresses a key limitation of traditional bathymetric surveys: the trade-off between range and resolution. This approach allows for high-resolution riverbed data capture using higher frequencies while also achieving longer-range penetration with lower frequencies. This dual capability is highly valuable for the dredging industry and soil characterisation, as it enables accurate distinction between soft and hard sediments, thereby facilitating more precise sediment removal operations and habitat mapping. This implementation ultimately aids in the planning and execution of sediment management tasks, improving efficiency and environmental outcomes. //

References

- | | |
|--|--|
| <p>Brown, Craig J.; Jonathan Beaudoin; Mike Brissette; Vicki Gazzola (2019): Multispectral Multibeam Echo Sounder Backscatter as a Tool for Improved Seafloor Characterization. Geosciences, DOI: 10.3390/geosciences9030126</p> <p>Kongsberg Maritime (2023): EM 2040P MKII. Datenblatt, www.kongsberg.com/globalassets/kongsberg-discovery/commerce/seafloor-mapping/em2040p-mkii/437136aj_em2040p_mk2_data_sheet.pdf</p> | <p>Scholten, Matthias; Andreas Anlauf; Bruno Büchele; Petra Faulhaber et al. (2003): The River Elbe in Germany – present state, conflicting goals, and perspectives of rehabilitation. Large Rivers, DOI: 10.1127/lr/15/2003/579</p> <p>QPS (2022): Qimera Reference Manual. https://qpssoftware.scrollhelp.site/qimera/qimera-reference-manual</p> |
|--|--|

The influence of the Elbtunnels on the Elbe riverbed

Investigating scour effects around the Old and New Elbtunnels and exploring potential contributing factors

An article by ERIC IDUN

Hydrographic surveying plays a critical role in ensuring maritime safety and navigation by providing essential data on underwater topography and seabed conditions. This study examines the scouring effects around the Old and New Elbtunnels in Hamburg, Germany, using high-resolution bathymetric mapping, sub-bottom profiling, water velocity measurements and riverbed sediment analysis. The results reveal significant scour around the Old Elbtunnel, with erosion depths reaching 1.5 metres. In contrast, no evidence of scouring was found near the New Elbtunnel. Sediment analysis showed that areas with sand and silt, particularly downstream of the Old Elbtunnel, were more prone to erosion. The findings highlight the combined impact of tunnel protrusion above the riverbed, sediment type and hydrodynamic conditions on scour development. The study emphasises the importance of long-term monitoring to assess and manage these effects for maritime operations.

scouring effects | scouring | Old Elbtunnel | New Elbtunnel | sediment analysis | monitoring
Kolkeffekte | Auskolkung | Alter Elbtunnel | Neuer Elbtunnel | Sedimentanalyse | Überwachung

Die hydrographische Vermessung spielt eine entscheidende Rolle bei der Gewährleistung der Sicherheit und Navigation auf See, da sie wichtige Daten über die Unterwassertopografie und die Meeresbodengegebenheiten liefert. In dieser Studie werden die Kolkeffekte um den Alten und Neuen Elbtunnel in Hamburg mit Hilfe von hochauflösenden bathymetrischen Vermessungsdaten, Sedimentlotungen, Wassergeschwindigkeitsmessungen und Flusssedimentanalysen untersucht. Die Ergebnisse zeigen erhebliche Auskolkungen im Bereich des Alten Elbtunnels mit Erosionstiefen von bis zu 1,5 Metern. Im Gegensatz dazu wurden in der Nähe des Neuen Elbtunnels keine Hinweise auf Auskolkungen gefunden. Die Sedimentanalyse zeigte, dass Bereiche mit Sand und Schlack, insbesondere flussabwärts des Alten Elbtunnels, anfälliger für Erosion waren. Die Ergebnisse verdeutlichen den kombinierten Einfluss des Tunnelvorsprungs über dem Flussbett, des Sedimenttyps und der hydrodynamischen Bedingungen auf die Kolkentwicklung. Die Studie unterstreicht die Bedeutung einer langfristigen Überwachung, um die Auswirkungen für den Schiffsbetrieb zu bewerten und zu steuern.

1 Background and objective

Numerous factors contribute to the alteration of the seafloor by artificial structures, with scouring being the most prevalent. This phenomenon can negatively impact both the seafloor and the structure itself. For instance, more than 150 state-owned bridges in Georgia, US, suffered scour damages during the 1994 Alberto storm flooding and necessitated replacement (Arneson et al. 2012).

Scouring is characterised by the rapid removal of loose granular soils from the riverbed by the flowing water body. This phenomenon becomes more pronounced, especially when the structure is elevated above the seafloor as shown in Fig. 1. The water velocity over the structure induces cohesiveness, leading to erosion.

The investigation presented in this article involves measuring bathymetry of the river Elbe to identify potential scour effects around the Elbtunnels in Hamburg, Germany. Backscatter

Author

Eric Idun is currently enrolled in the Master's programme in Hydrography at HafenCity University Hamburg.

eric.idun@hcu-hamburg.de

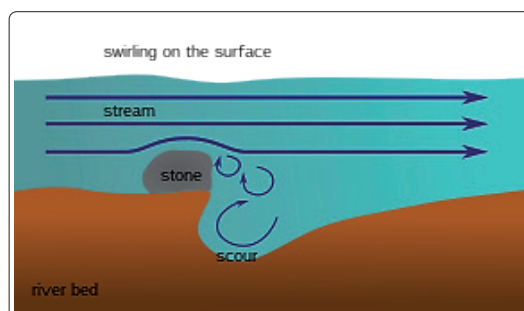


Fig. 1: Scouring formation mechanism (Amangabara 2023)

analysis is conducted to determine the type of sediments in the area and assess their susceptibility to erosion based on the water velocity. Sub-bottom profiling is employed to examine the depth of the tunnel and ascertain whether scour effects are present. The study focuses on examining the impacts of scouring around the Elbtunnels and exploring potential contributing factors. It seeks to address the questions: How does the presence of the tunnel affect the physical characteristics and topography of the riverbed? And: Which indicators and characteristics of the riverbed potentially influence the scouring effects around the tunnel?

2 Data acquisition

The survey was conducted using two vessels, *DVocean* owned by HCU and *Ludwig Prandtl*, a research vessel from Helmholtz-Zentrum Hereon. Each vessel is equipped with specific instruments for targeted data collection. The *DVocean* vessel carried out bathymetric and sub-bottom profiling surveys over the Old and New Elbtunnels on November 3, 2023, using a Kongsberg EM2040P MKII multibeam

echo sounder, an AML-3 LGR sound velocity profiler and an Innomar compact sub-bottom profiler. The survey covered an area of 44,134 m², with eight profile lines and one crossline. The multibeam echo sounder operated at a frequency of 300 kHz and 110° swath angle. A 40 % line overlap ensured full coverage, while Qinsy 9.6 software managed navigation and data acquisition. Simultaneously, sub-bottom profiling was conducted using an Innomar SES-2000 compact, with secondary low frequencies between 6 and 12 kHz.

On December 15, 2023, the *Ludwig Prandtl* vessel collected water velocity data from Wedel to Oortkaten, strategically crossing the Elbtunnels at low tide. It was equipped with a 600-kHz Teledyne RDI Workhorse ADCP, operating throughout the survey period and monitored using WinRiver 2.16.

3 Data processing

Multibeam echo sounder (MBES) data was processed using QPS Qimera 2.5.1. A dynamic surface with a 0.50-m cell size was generated following the coordinate system setup. A patch test was conducted to calibrate the orientation of the MBES. The sound velocity profiles (SVP) were imported, and the bathymetric data was corrected accordingly. Motion sensor and GNSS data were validated, and swath editing removed noise artefacts. The CUBE method with a 0.25-m cell size was used to further refine the dataset. After all, the total propagated uncertainty (TPU) values ranged from 0.10 to 0.27 m (THU) and 0.08 to 0.09 m (TVU) and the dataset therewith meets IHO S-44 Special Order standards. Backscatter data were exported in GSF format and processed in QPS FMGT 7.10.2, applying beam pattern and AVG corrections to produce a 0.50-m pixel mosaic. ADCP data were processed in WinRiver II (v2.16), with adjustments for transducer offset and depth. Data validation showed no errors in GNSS or motion sensors. Sub-bottom profiler data were processed in ISE 2.9.5, including heave compensation, positional verification and manual correction of signal spikes following automated seabed detection.

4 Results

A digital terrain model (DTM) with a 0.25-m cell size was generated from the processed MBES bathymetric data. Quality assessment included a statistical comparison of the crossline to the regularly surveyed data (cross check), in accordance with IHO S-44 Special Order standards. The analysis showed a mean difference of 0.003558 m and computed uncertainty of 0.20 m, which was below the allowable limit of 0.27 m. The survey encompassed approximately 49,000 m² around the Old Elbtunnel (depth below NHN: –10 to –15 m) and 274,000 m² around the New Elbtunnel (depth below NHN: –6 to –21 m), both exhibiting east-to-west sloping topography.

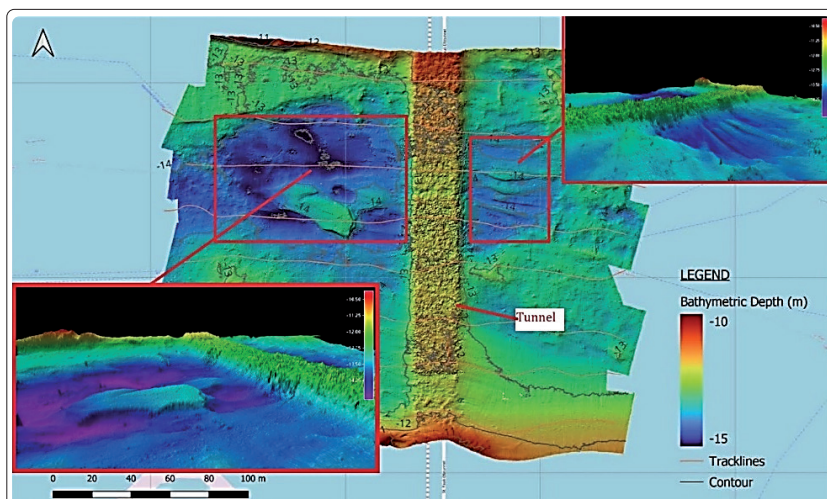


Fig. 2: Bathymetric data showing scour location around the Old Elbtunnel

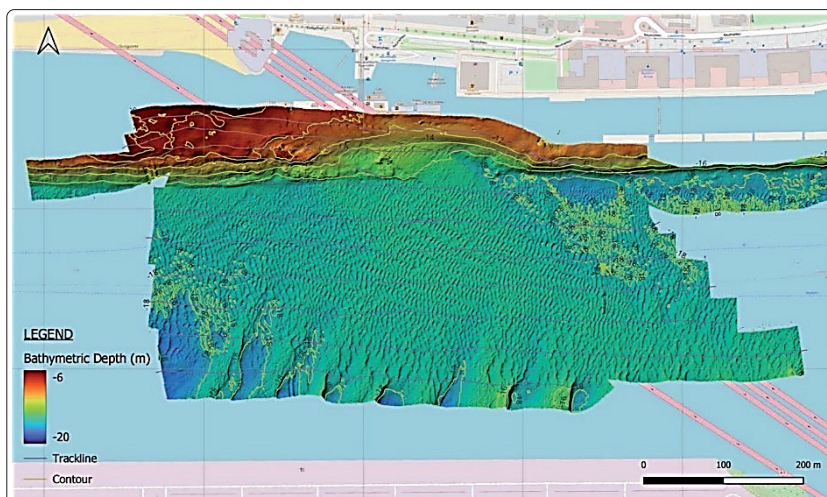


Fig. 3: Bathymetric data of the New Elbtunnel

Backscatter data processing, including nadir intensity correction, enhanced the mosaic clarity. High signal absorption areas appeared dark, while high backscatter zones were bright, improving substrate differentiation.

ADCP results were visualised as time–depth contour plots, depicting current velocity profiles with colour gradients (purple to red) indicating flow strength. These plots allowed for temporal and vertical profiling of current strength and direction.

Sub-bottom profiler (SBP) data provided structural insights into the tunnels' positions relative to the riverbed. In the case of the Old Elbtunnel, the echo plot revealed the tunnel elevated above the river floor. For the New Elbtunnel, only the river floor was visible, with no distinct subsurface features identified.

5 Discussion

5.1 Scour analysis

The bathymetry provided critical insights into the river floor conditions around both the Old and New Elbtunnels. Evidence of scour activity was observed around the Old Elbtunnel (see Fig. 2), particularly in two distinct areas: A relatively minor 2,500 m² region upstream the tunnel in the east-to-west flow direction and a more prominent 3,500 m² area downstream, where erosion depths reached approximately 1.5 m compared to the surrounding riverbed. The tunnel itself protrudes about 2 m above the riverbed, a factor likely contributing to the observed localised scour.

In contrast, the New Elbtunnel showed no visible signs of scour (see Fig. 3), with a flat, ripple-patterned topography, consistent with its buried position beneath the riverbed.

5.2 Tunnel depth

The analysis of SBP echograms provided a comprehensive examination of subsurface conditions, contributing to a better understanding of tunnel visibility and potential scour characteristics.

The Old Elbtunnel echogram revealed the tunnel structure and supported the evidence of scour (see Fig. 4).

However, the echogram for the New Elbtunnel did not show any scour effects, and the tunnel did not extend beyond the riverbed. The absence of scour is evident in the echogram (see Fig. 5). The figure shows light reflections approximately 2 m below the riverbed, indicating the possibility of underlying structures. Dark reflections observed in the figure could be attributed to the high reflectivity of the tunnel's concrete, hindering penetration and resulting in limited visibility of deeper layers.

5.3 Sediment classification

Backscatter processing focused exclusively on the Old Elbtunnel site due to indications of po-

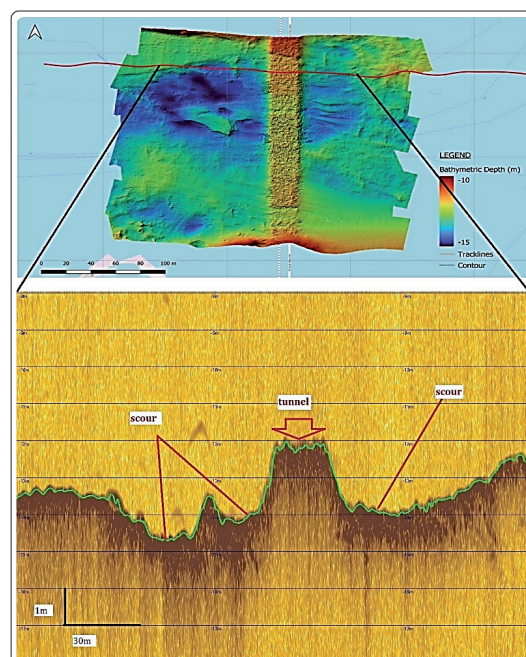


Fig. 4: SBP echogram over the Old Elbtunnel with location in the bathymetric data

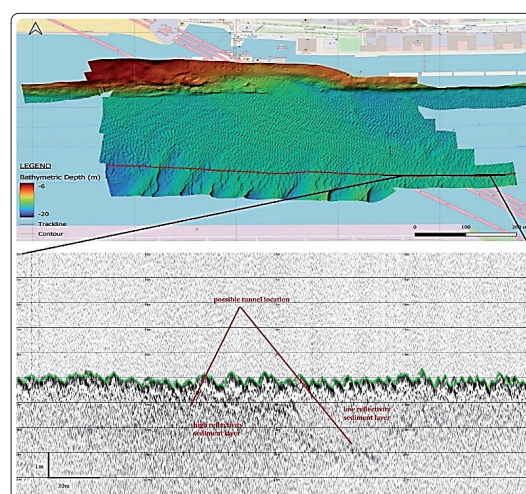


Fig. 5: SBP echogram over the New Elbtunnel with location in the bathymetric data

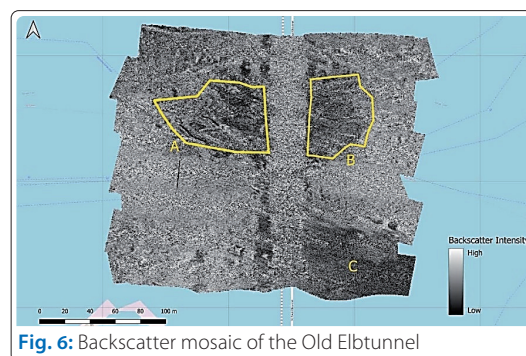


Fig. 6: Backscatter mosaic of the Old Elbtunnel

tential scour effects. The resulting mosaic reveals distinct features, strong reflections concentrated over the tunnel and lower reflections in the scour areas A and B, as illustrated in Fig. 6. Additionally,

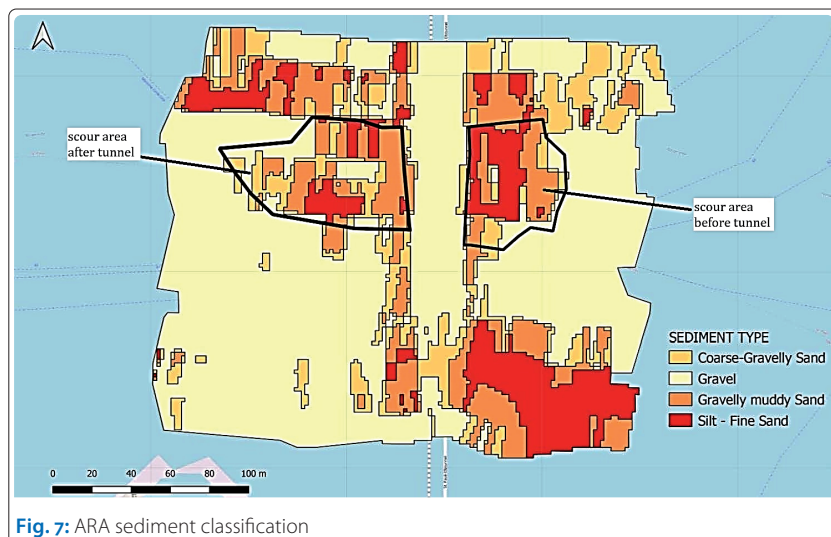


Fig. 7: ARA sediment classification

there are regions of reduced reflections on the south-eastern side of the survey area (Area C), potentially indicative of similar sediment types to A and B.

The entire survey area underwent classification into four categories: Coarse-gravelly sand, gravel, gravelly muddy sand, and silt-fine sand, based on the generated angular response analysis (ARA). Predominantly, the area comprises gravel, with fewer sections consisting of sand and silt. The scour areas exhibit a predominant composition of sand, as depicted in Fig. 7. The classification aligns with the understanding that loose granular sediments, such as sand and silt, are more prone to erosion by water (Earle 2015). This provides a possible explanation for the prevalence of these sediment types in the scour areas, indicating their vulnerability to scouring processes.

Fig. 7 highlights the presence of areas with sediment compositions similar to those observed in the scour areas, yet without noticeable scouring effects. This can be attributed to several factors contributing to the scouring in specific regions.

Firstly, the scour areas may coincide with the natural path of the river, subjecting them to the continuous erosive forces of water flow during

both high and low tides. The repetitive action over time leads to the removal of sediments, resulting in the observed scour effects. Secondly, it is possible that the water velocity in the direction of these scour areas is high enough to intensify the erosive impact, and contribute to the scouring effects in these specific locations, even if other areas share similar sediment compositions.

5.4 Water velocity

ADCP measurements were conducted to measure water velocity, with the aim of determining if water velocity plays a role in the observed scour effects around the tunnel. The erosion of sediments on the riverbed is linked to water velocity, as higher water velocities increase the likelihood of sediment erosion (Earle 2015). Utilising the Hjulström-Sundborg diagram depicted in Fig. 8, it becomes clear that silt sediments can be eroded at a minimum velocity of 30 cm/s, while sand sediments can undergo erosion at a minimum velocity of 20 cm/s.

In Fig. 9, the ADCP velocity contour plot illustrates the distribution of water velocities over the scour area. The highlighted region in red indicates the velocity specifically within the scour area just after the tunnel. It can be observed that the average velocity within this area ranges from 30 cm/s to 70 cm/s. This observation is consistent with the indications of the Hjulström-Sundborg diagram, suggesting a significant likelihood of sediment erosion, particularly for silt and sand sediments. Given that the scour areas predominantly consist of these sediment types, the water velocities observed in this specific region offer a possible explanation for the observed scour effects.

6 Conclusion

The bathymetric survey met the IHO special order requirements, resulting in the creation of a high-resolution DTM of the survey areas around the Old and New Elbtunnels in Hamburg. The survey revealed scour effects around the Old Elbtunnel, with affected areas measuring 6,000 m² and an average depth of 1.5 m, whereas no scour effects were detected around the New Elbtunnel. SBP measurements were conducted to investigate any correlation between the tunnel's protrusion and the observed scouring effects. The findings indicated that the New Elbtunnel was buried at least 2 m beneath the seafloor, which is likely due to its construction using a tunnel boring machine, whereas the Old Elbtunnel protruded above the river floor, exhibiting noticeable scour. Further seabed classification analysis was carried out to determine the sediment types, which may also contribute to scouring effects. This analysis revealed predominantly gravel sediments across the survey area, with sand and silt sediments predominant in the scour areas. ADCP measurements disclosed

References

- Amangabara, Gordon Tami (2023): Gully Erosion Sites in Southeast Nigeria: Prospects for Geotourism. In: Adetoye Faniran; Lawrence kosoko Jeje; Olutoyin A. Fashae; Adeyemi O. Olusola (Eds.): World Geomorphological Landscapes – Landscapes and Landforms of Nigeria. Springer Nature, DOI: 10.1007/978-3-031-17972-3_16
- Arneson, L.; L. Zevenbergen; P. Lagasse; P. Clopper (2012): Evaluating Scour at Bridges. U.S. Department of Transportation, www.fhwa.dot.gov/engineering/hydraulics/pubs/hif12003.pdf
- Earle, Steve (2015): Physical Geology. BCcampus, https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/

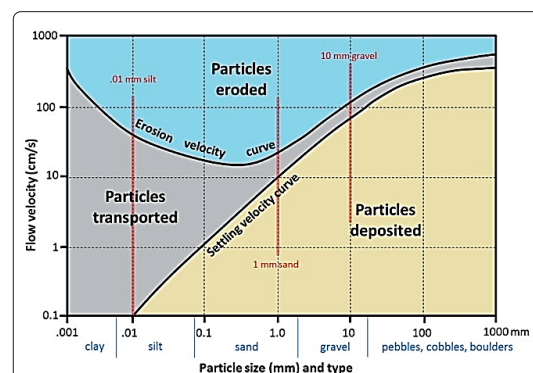


Fig. 8: The Hjulström-Sundborg diagram showing particle size and different velocities it can be eroded (Earle 2015)

the water velocity at scour areas, and utilising the Hjulström-Sundborg diagram, it was determined that sand and silt could be easily eroded at a minimum velocity of 20 cm/s.

The study suggests that the scouring effects observed around the tunnel are primarily attributed to the rapid removal of sand and silt sediments. This phenomenon is predominantly influenced by the tunnel's protrusion above the riverbed. Changes in river flow velocity intensify the scouring process, leading to the erosion of sediments around the old tunnel.

Scouring poses a significant threat to the stability of structures, gradually weakening the foundation of the Elbtunnel over time and potentially leading to infrastructural collapse and careful monitoring of the infrastructure is advised.

By assessing changes in seabed topography or scour effects around the tunnel, researchers can monitor and further investigate to prevent any infrastructural failure. The study advocates for long-

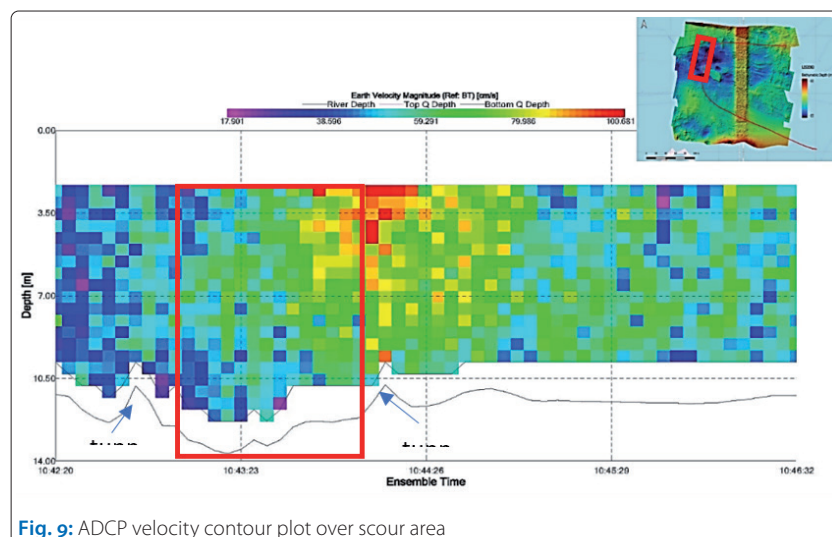


Fig. 9: ADCP velocity contour plot over scour area

term monitoring, integrated with other studies, to assess the evolution of scour effects around the tunnel. //



Obtain **comprehensive hydrographic data** in deep water and coastal regions

Our hydrographic survey services, including our lidar bathymetry, acoustic surveys, satellite imagery analysis, and subsurface mapping, are used by both government and private sector clients for various applications along the coastline and offshore to support nautical charting, cable route surveys and coastal zone management.

Hydrography also has significant applications in supporting the blue economy and underpins our climate and nature activities, providing essential data for sustainable development and environmental conservation.



Scan the QR code to find out more about our hydrographic surveys

Dem Durchbruch auf der Spur

Ein Beitrag von TORBJÖRN KAGEL

Nach 753 gefahrenen Kilometern, 134 gefierten CTDs, 93 gesammelten Wasserproben und 223 ausgefüllten Protokollen war die Messphase des Seepraktikums im Studiengang Ozeanografie des Jahres 2022 abgeschlossen. Was das Seepraktikum eigentlich ist, wie sich diese Zahlen zusammensetzen, und was eine Rinne in der Marner Plate damit zu tun hat – alles zu lesen in diesem Bericht.

Meldorfer Bucht | FS Ludwig Prandtl | Marner Plate
Meldorf Bay | RV Ludwig Prandtl | Marner Plate

After 753 kilometres travelled, 134 CTDs sampled, 93 water samples collected and 223 completed protocols, the measurement phase of the marine excursion in the 2022 Oceanography course was completed. Read this report to find out what the marine excursion actually is, how these figures are made up and what a channel in the Marner Plate has to do with it.

Autor

Torbjörn Kagel studierte Ozeanografie an der Universität Hamburg. Für das Masterstudium in Marine Sciences wechselte er an die Universität Utecht.

torbjorn.kagel@outlook.de

Das Seepraktikum ist für die meisten Studierenden sicherlich das Highlight des Bachelors Geophysik und Ozeanografie an der Universität Hamburg. Nachdem die ersten drei Semester des Studiengangs mit Mathematik und Physik gefüllt sind, ist der plötzliche Wechsel hin zur Planung einer wissenschaftlichen Forschungsfahrt mehr als willkommen. Die Freiheit der Planung ist groß, lediglich die Nordsee als Forschungsgebiet und die FS *Ludwig Prandtl* vom Helmholtz-Zentrum HEREON als Forschungsschiff sind bestimmt. So gingen bereits mehrere Fahrten nach Büsum, Amrum, Cuxhaven oder auch Sylt. Den wissenschaftlichen Fragestellungen sind dann nur noch Grenzen durch die verfügbaren Messinstrumente gesetzt. So stehen bewährte ozeanografische Systeme wie die CTD mit Niskinflasche, die bordinterne Ferrybox, Echolote und der ADCP, aber auch die ganz klassischen Instrumente, wie eine Seccischeibe, ein Psychrometer und verschiedene Thermometer, zur Verfügung. Hinzu kommen Verankerungen mit CTD und Strömungsmesser. Aber auch Satellitendaten von beispielsweise Sentinel-1 und Sentinel-2 können genutzt werden. Die einzelnen Fahrten wurden von uns, den Studierenden, geplant. Die Dozenten hatten aber natürlich ein Auge auf unsere – zugegebenermaßen – doch manchmal überambitionierten Vorstellungen.

Doch zurück zum Anfang. Während das eigentliche Praktikum erst am Montag beginnen sollte, erreichten wir Büsum bereits am Samstag und konnten so noch das Wochenende nutzen, um uns in der kleinen Hafenstadt zu orientieren. Schnell wurde klar, dass wir hier den Altersschnitt wohl signifikant senken. Doch die Tage vergingen im Fluge und am Montag erreichten unsere Dozenten Martin Gade, Bernhard Meyer und Niels Fuchs, zusammen mit der gesamten Ausrüstung und der

Ludwig Prandtl inklusive Crew den Helgolandkai. Wir halfen dann beim Entladen und Installieren der Messgeräte. Es folgte eine kleine Vorstellungsrunde der Crew und eine Sicherheitseinweisung bezüglich Schwimmwesten, Helmen und Verhalten an Bord. Am nächsten Morgen war es dann für vier Studierende so weit: Die allererste ozeanografische Messfahrt.

Ziel der gesamten Kampagne war es, die Strömung in der Meldorfer Bucht zu bilanzieren ([Abb. 1](#)). Genauer wollten wir uns den Unterschied zwischen Ebbe- und Flutstrom sowie zwischen Oberflächen- und Tiefenströmung anschauen. Zudem wollten wir versuchen, die verschiedenen Zuflüsse aus Elbe und Eider als eigene Wassermassen zu identifizieren. Ein weiteres Ziel war es, den Einfluss des neuentstandenen Durchbruchs der Marner Plate zu analysieren. Hierzu aber später mehr.

Am ersten Tag standen nun sowohl das Ausbringen der drei Verankerungen an den vorher geplanten Positionen als auch das Einstellen und Kennenlernen der Messgeräte auf dem Programm. Der Tag bot ziemlich raue See, einige Komplikationen beim Fieren der Verankerungen, und doch herrschte alles in allem heitere Stimmung an Deck. Die übrigen vier Studierenden, das »Landteam«, nutzte die Zeit auf festem Boden im Forschungs- und Technologiezentrum Büsum, um die nächste Fahrt und anstehende Messungen zu planen, sowie bereits gewonnene Daten anzuschauen und auf ihre Vollständigkeit zu prüfen.

Innerhalb der nächsten Tage wurden die Messungen immer routinierter. Die Fahrten begannen im Hafen mit einem Briefing des Kapitäns bezüglich der geplanten Route und einer kleinen Süßigkeitenbestechung für das ständige Aufstoppen an den CTD-Stationen. Dann wurden die Leinen gelöst, die bordinternen Messgeräte eingeschaltet,

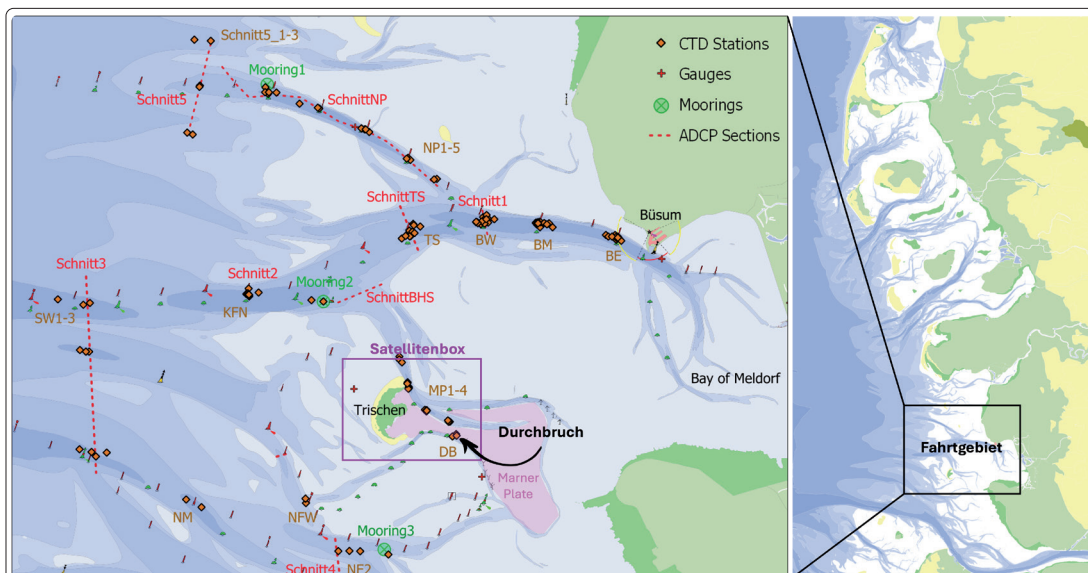


Abb. 1: Übersichtskarte des Messgebietes rund um die Melderder Bucht und Büsum. Rechts: Die Deutsche Bucht und im schwarzen Kasten unser Messgebiet. Links: Wichtigste Punkte während der verschiedenen Messungen. Der lilafarbene Kasten um Trischen und die Marner Plate zeigt den Ausschnitt in Abb. 4

und die Ausfahrt ging los. Zuerst standen täglich einige Routinestationen vor Büsum auf dem Plan. Anschließend fuhren wir in unterschiedliche Regionen rund um die Melderder Bucht und führten die geplanten Messungen mit der CTD, der angeschlossenen Niskinflasche und dem ADCP aus (Abb. 2). Stets auch im Blick die akustischen Tiefenmessungen, um die Bathymetrie berücksichtigen zu können. Dabei wiederholten wir die einzelnen Routen an verschiedenen Tagen, um eine bessere Vergleichbarkeit und Abdeckung der Tidenphasen sicherzustellen. Die Tage auf dem Schiff gingen schnell vorbei, denn immer gab es etwas zu tun und sei es nur das Meer zu beobachten oder ein Gespräch mit den Dozenten über die ozeanografische Forschung zu führen.

Die fünfte Ausfahrt sollte sich etwas von den vorherigen unterscheiden, denn wir fuhren östlich an Trischen vorbei, hin zur Marner Plate und zu dem bereits erwähnten Durchbruch (Abb. 1).

Wir wollten die Strömungen beobachten sowie einige Messungen durchführen und mit dem Schlauchboot an Land übersetzen, um uns die Lage vor Ort anzuschauen (Abb. 3). Zu diesem Zweck begleitete uns Lutz Christiansen, der am LKN.SH (Landesbetrieb für Küstenschutz, Nationalpark und Meeresschutz) den Durchbruch seit seiner Entstehung im Jahr 2018 beobachtet. Beim Landgang erklärte er uns die Geschichte des Bruches sowie die aktuellen Ereignisse und Entwicklungen. Wie genau dieser Durchbruch entstanden ist, ist noch Ziel aktueller Forschungen. Die Gezeitenströmungen haben die zuerst kleine Rille immer weiter ausgespült und eine aktuell etwa 200 Meter breite und 7 Meter tiefe Verbindung hinterlassen. Seit 2018 bewegt sich der Durchbruch mit



Abb. 2: Die Studierenden bei der täglichen Arbeit auf der *Ludwig Prandtl*



Abb. 3: Das Motorboot wird mit vereinten Kräften an Land gezogen, um dann im Anschluss den Durchbruch zu begutachten



Über das Studium

Der neue Bachelorstudiengang »Physik des Erdsystems« an der Universität Hamburg befasst sich mit der Physik der Erde als bewohnbarer Planet. Er vereint hauptsächlich Wissen aus der Physik des Ozeans, der Atmosphäre und der festen Erde, dazu kommen mathematische und physikalische Grundlagen und auch methodische und numerische Grundlagen, bis hin zu Aspekten des maschinellen Lernens. Auch die praktische Ausbildung zu ozeanografischen Messsystemen und Forschungsschifffahrten bleiben weiterhin ein fester Bestandteil des Studienganges, der nun auf Englisch angeboten wird.

etwa 30 Metern pro Jahr ostwärts, zusätzlich zur ständigen Verbreiterung (Abb. 4). Dies gibt uns Hinweise über die dominierenden Strömungsmuster: Damit eine solche Entwicklung möglich ist, muss eine Strömung aus Nordwest entlang des Flakstroms oder aus dem Neufahrwasser aus Südwest vorherrschen. Der Salzgehalt beim Durchbruch lässt jedoch keinen Rückschluss auf einen Transport aus der Elbe zu, eher ähnelt das Wasser den Charakteristiken, die wir nördlich beobachten konnten. Eben diese Nord-West-Strömung konnten wir dann auch aus den ADCP-Strömungsdaten ablesen. Ob und wie sich der Durchbruch und die umliegende Bathymetrie in Zukunft weiterentwickeln werden, ist unklar, zu groß ist die Unsicherheit durch die komplexe Morphodynamik des Wattenmeers. Auch ein möglicher Einfluss auf das lokale Ökosystem ist unerforscht.

Am letzten Tag der Kampagne stand das Einholen der ausgebrachten Verankerungen auf dem Plan. Eigentlich lief alles nach Plan, doch dann riss beim Hieven der zweiten Verankerung das Hauptseil, die Schwimmboje schwang übers Deck und so schnell wie keiner sehen konnte, verschwand die Verankerung in den trüben Gewässern der Norderelbe. Auch nach einigen Anstrengungen, bangen Blicken auf die Side-Scan-Sonar-Aufnahmen und mehreren Suchmanövern im Verlustgebiet blieb sie unauffindbar. Einige Wochen später ging sie dann per Zufall einem der lokalen Fischer ins Netz. Dank der guten Kon-

takte unserer nautischen Besatzung konnten die Besitzverhältnisse schnell geklärt werden und wir bekamen, zwar später, dafür aber mit umso umfangreicheren Messdaten unsere Messgeräte zurück. Vor Ort wurde die letzte Verankerung sicher geborgen und dann die *Prandtl* ein finales Mal in den Hafen von Büsum navigiert. Am nächsten Morgen wurden die mitgebrachten Instrumente und Utensilien wieder verladen und nach Hamburg gefahren.

Zusätzlich zu den von uns aufgezeichneten In-situ-Daten durften wir auf verschiedene ozeanografische Modellergebnisse der BAW (Bundesanstalt für Wasserbau) und des Helmholtz-Zentrums HEREON zugreifen. So entstanden einerseits der Fahrtbericht als auch mehrere Poster zu den verschiedenen Fragestellungen. Zum Abschluss des Seepraktikums präsentierten wir unsere Ergebnisse dem Institut für Meereskunde der Universität Hamburg sowie allen interessierten Studierenden der Uni.

Auch abseits des wissenschaftlichen Arbeitens war das Praktikum für uns alle eine schöne Zeit, in der wir uns besser kennenlernten, zusammen Volleyball spielten, Sonnenuntergänge genossen und tolle Abende verbrachten. Auch die persönliche Bindung mit den Dozenten war mehr als angenehm und so wurde aus einem Praktikum eine großartige erste Praxiserfahrung abseits des Campus. Danke an alle, die diese Erlebnisse ermöglichten! //



Josy Bergmann, 25
2. Semester, Deutschland

Was fasziniert dich an der Hydrographie?

Mich begeistert besonders, dass die

Hydrographie Einblicke in Bereiche gibt, die für uns nicht sichtbar und oft schwer zugänglich sind. Gleichzeitig leistet diese einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen

Nutzung und zum Schutz maritimer Ressourcen. Die Kombination aus Forschung, Technik und Präzision macht dieses Fachgebiet für mich so spannend.

Wie bist du auf die Hydrographie aufmerksam geworden?

Auf der Intergeo habe ich mich mit verschiedenen Spezialisierungen im Bereich der Geodäsie und Geoinformatik ausein-

andergesetzt, nach Austausch mit anderen Studierenden hat mich die Hydrographie besonders angesprochen.

Wo möchtest du später arbeiten?

Ich würde gerne in der Forschung tätig sein und dazu beitragen, das Wissen über Ozeane, Seen und Flüsse zu erweitern sowie praxisnahe Lösungen zu entwickeln.

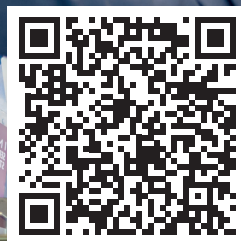
INTERGEO[®] 2025

OCT. 7–9
FRANKFURT

**INSPIRATION
FOR A SMARTER
WORLD**

WWW.INTERGEO.DE



**GET YOUR
TICKET NOW!**

VOUCHER CODE: IG25-DHYG



Host: DVW e.V.
Conference organiser: DVW GmbH
Expo organiser: HINTE Expo & Conference GmbH

 **AUTODESK**



HEXAGON



SPONSORS:

Trimble

The Crazy Dunes

An article by NIELS FUCHS

During their doctoral theses in sea ice physics at the AWI, two researchers were given the opportunity to take part in an echo sounding training cruise on the research vessel *Polarstern* in 2018. Instead of sea ice, this time the focus was on sea dunes, in particular an unusual formation they called »Crazy Dunes«. These dunes in the English Channel showed a symmetrical pattern around a central point – an indication of opposing currents. By using multibeam echo sounders and sub-bottom profilers, they were able to analyse morphology and internal structures. The project highlighted the importance of interdisciplinary research and sparked a new enthusiasm for marine geomorphology.

English Channel | dunes | multibeam echo sounder | sub-bottom profiler
Ärmelkanal | Dünen | Fächerecholot | Sedimentecholot

Während ihrer Doktorarbeiten in der Meereisphysik am AWI erhielten zwei Forscher 2018 die Gelegenheit, an einer Echolotungs-Trainingsfahrt auf dem Forschungsschiff *Polarstern* teilzunehmen. Statt Meereis standen diesmal Meeresdünen im Fokus, insbesondere eine ungewöhnliche Formation, die sie »Crazy Dunes« nannten. Diese Dünen im Ärmelkanal zeigten ein symmetrisches Muster um einen zentralen Punkt – ein Hinweis auf entgegengesetzte Strömungen. Durch den Einsatz von Fächerecholot und Sedimentecholot konnten sie Morphologie und innere Strukturen analysieren. Das Projekt verdeutlichte die Bedeutung interdisziplinärer Forschung und weckte eine neue Begeisterung für marine Geomorphologie.

Author

Dr. Niels Fuchs works at the Institute of Oceanography, University of Hamburg. He was a former PhD student at Alfred Wegener Institute Helmholtz Centre for Polar and Marine Research (AWI) in Bremerhaven.

niels.fuchs@uni-hamburg.de

Having committed to a PhD project in sea ice physics at AWI, we were used to spending most of our time in our offices in Bremerhaven, examining existing data from previous expeditions. My colleague Philipp Anhaus worked with acoustic echo sounding data from an ROV diving under the ice to investigate the under-ice topography, while I utilised photogrammetric methods to analyse aerial photographs and study summer features of the ice surface. However, in the middle of our projects, in 2018, we got a unique chance to leave our focus on ice and develop an enthusiasm for marine dunes, leading us to discover the Crazy Dunes at the bottom of the English Channel. More on this dune formation, what made them »crazy«, and what they reveal about dominating currents later. But first, let's start with how we came there:

Looking beyond the horizon is one of the opportunities graduate programmes like POLMAR at AWI provide for PhD students – the chance to step outside their primary research projects and acquire valuable skills that will benefit their future careers as researchers. This often involves venturing into interdisciplinary fields and exploring new areas of study. Exploring what's below the horizon might best describe the technical goal of the yearly »Echosounding Training Cruise« offered by POLMAR on board RV *Polarstern*, benefiting from free berths on the biannual transits, when the German polar research icebreaker switches

between the southern and northern hemisphere polar regions.

In November 2018, we, a group of fellow PhD and Master's students from AWI and the University of Bremen embarked on this journey, momentarily stepping away from our regular research projects, ranging from experimental biology to climate modelling. We boarded RV *Polarstern* at the Lloyd's shipyard in Bremerhaven for the research cruise PS116 (Hanfland and König 2019) and faced an intense, week-long introduction to echo sounding techniques aimed at mapping the ocean floor while heading towards the Canary Islands. We were accompanied by experts from AWI's bathymetry department, marine geology specialists and our cruise leader, Claudia Hanfland. As part of our training, we students took turns running daily night shifts to ensure that all instruments and measurements operated continuously, allowing for non-stop 24/7 data collection.

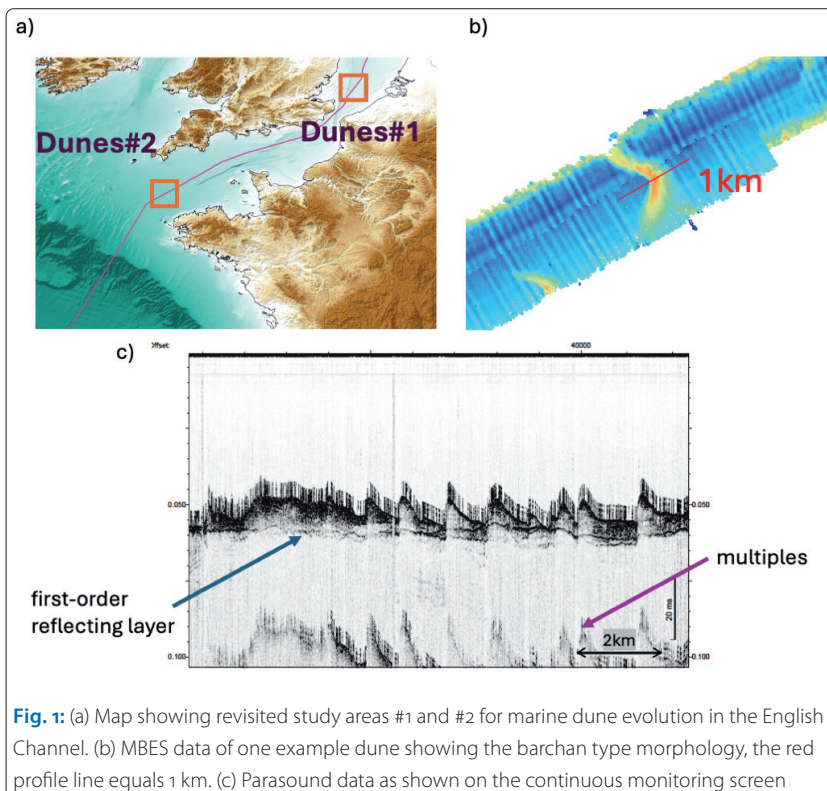
To keep our productivity inevitably high and encourage collaborative exploration outside of our usual environments, we were paired with colleagues to tackle specific research topics. We, the two PhD students from AWI's sea ice section, focused on investigating marine sand dunes on the bottom of the English Channel. Our goal was to identify and analyse dune formations using multibeam echo sounder (MBES) and sub-bottom profiler data, thus learning about them from a mul-

tidimensional perspective on the water depth and sediment structure.

While we initially intended to examine how marine dunes are detectable and to track changes since a previous cruise, our findings revealed patterns that unfolded into a more exciting scientific narrative than we had initially anticipated. This experience exemplifies just one of many inspiring projects on student training cruises, where seemingly simple projects can provide profound insights into the Earth's systems and foster the development of academic thinking. Through such initiatives, research schools continue to inspire and equip the next generation of scientists to explore our fascinating planet.

Marine dunes are sandy bedforms commonly found on tide-dominated continental shelves (Franzetti et al. 2013). They form from hydrodynamically-driven particle transport of sea-bottom sediments, like windblown sand and snow behave on land. Both currents and sufficiently fine sediments are abundant in the English Channel, making it a preferable location for dune formation and study. Dunes align perpendicular to the dominant direction of the prevailing current, which in the tidal-influenced English Channel is typically the direction of the tidal residual, often impacted by the more intense flood wave (Ferret et al. 2010). The morphology of dunes and their temporal evolution offer insights into various external hydrodynamic factors, intrinsic sedimentary features, the underlying shelf morphology and long-term fluctuations in sea level (Allen 1968; Franzetti et al. 2013). When moving, dunes can pose significant hazards to off-shore installations, shipping routes, gravel extraction activities and scientific equipment deployed on the seafloor (Ferret et al. 2010; Debese et al. 2016). They can also bury or expose remnants of World War ammunition, making them a compelling subject for scientific investigation.

We studied dunes both with MBES and the single-beam sub-bottom profiler Teledyne Parasound P70 onboard RV *Polarstern*. This allowed us to detect the overall morphology of the dunes together with internal sediment stratification, which again gives indicators for formation and evolution. We first focused on the comparison of nine dunes in two areas we mapped again after a four-year period between our and a previous course cruise in 2014 (Fig. 1a). All of them had the morphology of barchan dunes (Fig. 1b). Such crescent-shaped dunes usually form in areas with small amounts of mobile sediment and merely constant prevailing currents. Along our profile line, dunes were between 0.3 km and 1 km long, a maximum of 10 m in height, and some were superpositioning (Fig. 2). None of them showed a strong tendency to move; we found a maximum migration distance of a dune crest by 10 m per year on average, with



a range in height change relative to the seafloor measuring ± 0.6 m. Most obviously, all dunes were strongly asymmetric with a steeper lee slope. Many became even steeper over the four years, resulting in shorter lee sides and an increased asymmetry parameter for seven of the nine dunes observed. This indicates a consistently prevailing current in the area. An observation that goes in line with the position in the tidal area. Moreover, the steepening also hints towards an intense storm period in the intermediate years or increased currents. One impacting factor could be the height in the long-term tidal cyclicities that happened late 2015 (Peng et al. 2019), and with that exactly between our two visits. A clear first-order reflecting layer in the dunes was visible in the Parasound data at sea-

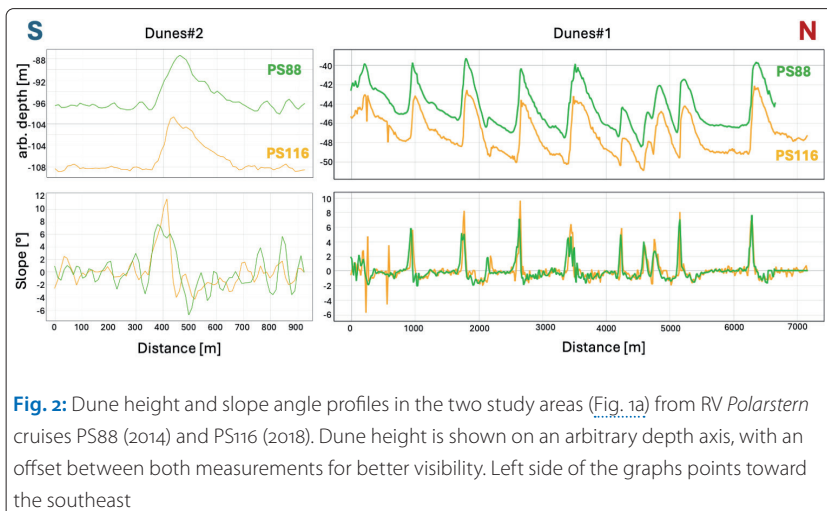


Fig. 2: Dune height and slope angle profiles in the two study areas (Fig. 1a) from RV *Polarstern* cruises PS88 (2014) and PS116 (2018). Dune height is shown on an arbitrary depth axis, with an offset between both measurements for better visibility. Left side of the graphs points toward the southeast

Graduate programme

The POLMAR graduate school at the AWI offers all doctoral students (approximately 220 as of 2025) a structured framework for their doctorate. This includes a comprehensive training programme with scientific trainings, courses in transferable skills and career development as well ship-based trainings. One of the highlights is the »Echosounding Training Cruise« with RV *Polarstern*, which takes place every one to three years.

bottom level, marking the more solid ground on which the dunes are migrating (Fig. 1c). So up to this point, everything was more or less as expected and described in detail in the literature.

A few nautical miles further from our first study site, however, we found a very special dune pattern in the single-beam Parasound data (Fig. 3a). Over more than 5 km, dunes with very distinct asymmetric profiles were visible, yet the direction of their asymmetry changed in between. Meaning that they were symmetrically aligned around a centre point toward which they seemed to migrate. This seemed very exceptional for the observed dune patterns, whose slopes were otherwise clearly aligned to the main current direction through the channel. Our second source of data, the MBES, confirmed the observed pattern (Fig. 3b).

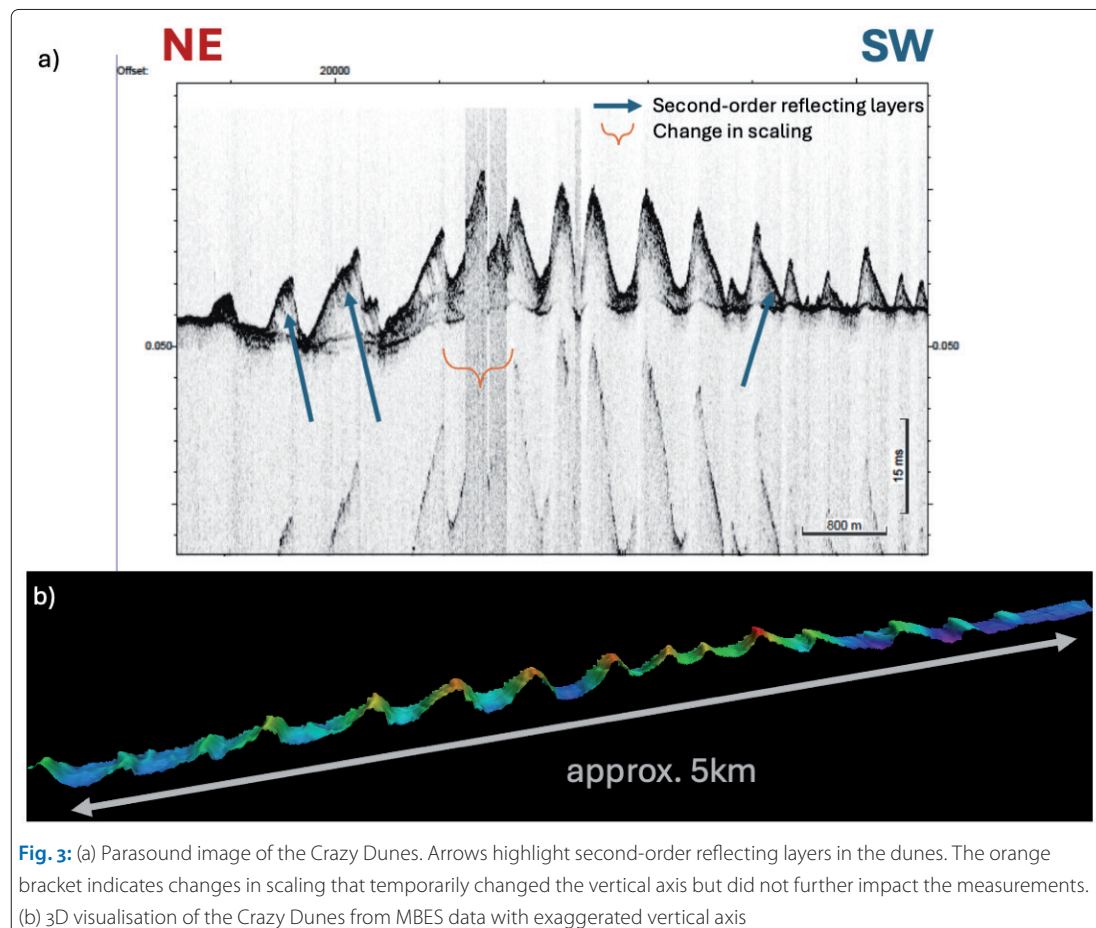
From then on, our guiding questions were: How did these patterns form, what processes are involved, and how can we explain these – Crazy Dunes?

In a first assessment, we found, along-track, six strongly asymmetric dunes with the flat slope facing east and the steep slope facing west. Connected to them were two merely symmetric dunes, followed by seven reversed asymmetric dunes. The morphology of the dunes indicates that the prevailing current impacting the first group is west-

wards, there is no clearly oriented actor along the centre dunes, and the last group lies in the area of an east-going current.

Sub-bottom profiling data from the Parasound system can help us confirm this suspected system of currents. As part of the redeposition processes and dune migration, compacted layers can form in dunes, which extend from the windward slope into the dune. Originating from compacting processes at the leeside, they are typically aligned parallel to the leeward slope. Their higher density makes them visible in the Parasound data as second-order reflectors. While not being apparent in all dunes, we found distinct layers that clearly confirmed our hypothesis of converging prevailing currents in that area.

Under all the new impressions and spending most time in the bathymetry lab – located virtually in the basement of RV *Polarstern* – to collect data, intensely cleaning the MBES point clouds and performing such first analysis, we had temporarily lost sight of where we actually were on the map. So in the next step, we needed to clarify where the Crazy Dunes were located. A great opportunity to learn about GIS systems, especially the open-source QGIS application. Done with that, we compiled corresponding maps, including our measurement data from the dunes. Fortunately for us, with the theory already in our heads



that we were facing an exciting pattern of ocean and tidal currents, we found out that the Crazy Dunes were located almost exactly in the Strait of Dover, with 32 km the narrowest part of the English Channel.

How can we confirm these current patterns? There must be plenty of studies on the tidal currents. Sitting there, almost seven years ago, we had no idea yet what dozens of small satellites would offer us in the near future in terms of worldwide internet access. So, the options were still limited, and the plan was to be done with our project by the time we entered the harbour in Las Palmas, because well, our sea ice data was already waiting for us back home. So off to the bridge and, thanks to the helpful nautical crew, we got a look at the pilot charts. Lo and behold, they confirmed exactly that we crossed a complex area in the tidal current system, in which the residual of tidal currents oppose at our Crazy Dune location. Extending the analysis of dune patterns on our way through the English Channel, we eventually compiled a map (Fig. 4), which shows the different prevailing currents along our entire track determined from the dune pattern we found, including sinusoidal and trochoidal dunes at locations of omnidirectional currents. Different from what we expected, these patterns revealed more variability in the currents than a sole eastward-directed prevailing current through the English Channel.

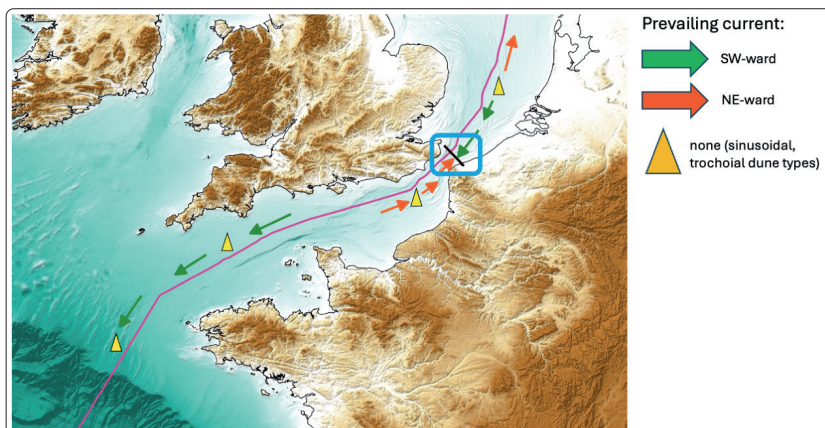


Fig. 4: Map of the cruise track through the English Channel with estimates of prevailing currents derived from the observed dune morphologies screen

At the point when we had this story together, we were already in the middle of the Biskaya. Any chance to take a closer look at the region had passed. How are the current patterns over a tide? What happens to the North and the South? Can we see where the sediment, which necessarily converges in the centre, is transported away?

However, we had a nice story for the final report, had gained a lot of insights and experience with new tools, especially for the presentation and analysis of geospatial data, and finally went ashore in Las Palmas de Gran Canaria with a new weakness for marine dunes, especially »our« Crazy Dunes. //

Acknowledgements

Special thanks to Philipp Anhaus and Claudia Hanfland for their comments on the report, for the great project work and supervision on board. This also goes to all other lecturers on board (Simon Dreutter, Frank Niessen, Jan Erik Arndt and Johann Philipp Klages), the crew of RV *Polarstern*, the other scientists on the research cruise and all other participants of the course. This report was written on the initiative of Catalina Gebhardt and Ellen Heffner.

References

- Allen, J.R.L. (1968): The nature and origin of bed-form hierarchies. *Sedimentology*, DOI: 10.1111/j.1365-3091.1968.tb01110.x
- Debese, Nathalie; Jean-José Jacq; Thierry Garlan (2016): Extraction of sandy bedforms features through geodesic morphometry. *Geomorphology*, DOI: 10.1016/j.geomorph.2016.05.013
- Ferret, Yann; Sophie Le Bot; Bernadette Tessier; Thierry Garlan; Robert Lafite (2010): Migration and internal architecture of marine dunes in the eastern English Channel over 14 and 56 year intervals: the influence of tides and decennial storms. *Earth Surface Processes and Landforms*, DOI: 10.1002/esp.2051
- Franzetti, Marcarelio; Pascal Le Roy; Christophe Delacourt; Thierry Garlan; Romain Cancouët; Alexey Sukhovich; Anne Deschamps (2013): Giant dune morphologies and dynamics in a deep continental shelf environment: Example of the banc du four (Western Brittany, France). *Marine Geology*, DOI: 10.1016/j.margeo.2013.07.014
- Hanfland, Claudia; Bjela König (2019): The Expedition PS116 of the Research Vessel POLARSTERN to the Atlantic Ocean in 2018. *Berichte zur Polar- und Meeresforschung = Reports on polar and marine research*, Bremerhaven, Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, DOI: 10.2312/BzPM_0731_2019
- Peng, Dongju; Emma M. Hill; Aron J. Meltzner; Adam D. Switzer (2019): Tide gauge records show that the 18.61-year nodal tidal cycle can change high water levels by up to 30 cm. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, DOI: 10.1029/2018JC014695

International Summer School on UAV photogrammetry, laser scanning and bathymetry 2024 in Szczecin

An article by THOMAS P. KERSTEN

The International Summer School 2024 in Szczecin took place from 16 to 18 September at the Maritime University in Szczecin and was aimed at Master's and doctoral students. Around 60 participants from Europe deepened their knowledge of UAV photogrammetry, laser scanning, bathymetry and point cloud processing through specialist lectures, practical workshops and group projects. The event was organised by the DGPF and PTFiT. In addition to professional dialogue, the focus was also on excursions and networking. A continuation is planned for 2026 in Darmstadt.

Die Internationale Summer School 2024 in Szczecin fand vom 16. bis 18. September an der Maritimen Universität in Stettin statt und richtete sich an Masterstudierende und Doktoranden. Rund 60 Teilnehmende aus Europa vertieften ihr Wissen in UAV-Photogrammetrie, Laserscanning, Bathymetrie und Punktwolkenverarbeitung durch Fachvorträge, praktische Workshops und Gruppenprojekte. Organisiert wurde die Veranstaltung von der DGPF und der PTFiT. Neben dem fachlichen Austausch standen auch Exkursionen und Networking im Fokus. Eine Fortsetzung ist für 2026 in Darmstadt geplant.

Author

Thomas P. Kersten is Professor for Photogrammetry and Laser Scanning at the HafenCity University Hamburg (HCU).

thomas.kersten@hcu-hamburg.de

The International Summer School on UAV photogrammetry, laser scanning and bathymetry 2024 was held from 16th to 18th September 2024 at the Maritime University of Szczecin (Poland). This event was hosted by the Department of Geodesy and Offshore Survey at the Maritime University of Szczecin and was organised by the German Society for Photogrammetry, Remote Sensing, and Geoinformation (DGPF) in cooperation with the Polish Society for Photogrammetry and Remote Sensing (PTFiT). The Summer School was prepared by an organising committee of Polish and German colleagues from both societies under the leadership of Dr. Tomasz Kogut (Maritime University of Szczecin), Prof. Dr.-Ing. Dorota Iwaszczuk (Techni-

cal University of Darmstadt) and Prof. Dr. Krzysztof Bakula (Warsaw University of Technology).

This Summer School was specifically designed for PhD and Master's students seeking to enhance their knowledge and skills in UAV photogrammetry, laser scanning, bathymetry and point cloud processing. The event brought together experts, students and doctoral candidates from Poland, Germany and other European countries to discuss the latest technologies in these fields. Nearly 60 participants took part in lectures, practical workshops and group projects, gaining both theoretical knowledge and practical experience (Fig. 1). Five students of the Master's programme Geodesy and Geoinformatics with specialisation in Hydrography



Fig. 1: Participants and lecturers of the International Summer School at the Maritime University of Szczecin



Fig. 2: Five HCU students at the Summer School

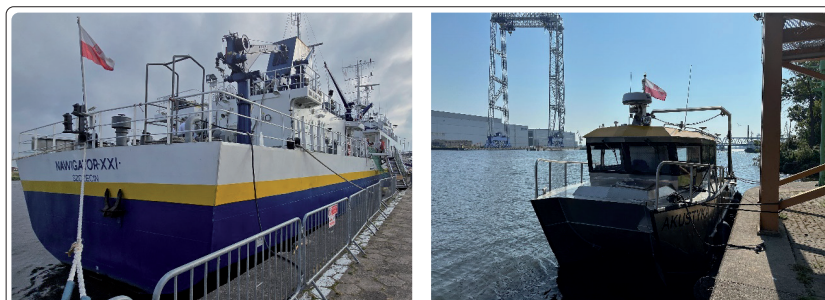


Fig. 3: The training and research vessel *Navigator XXI* (left) and the survey vessel *Akustyka*

of the HafenCity University (HCU) Hamburg attended the Summer School (Fig. 2).

The Summer School was organised in four topics, which were presented as lectures and workshops by Polish and German lecturers:

- UAV Photogrammetry (Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Kresse, Neubrandenburg University of Applied Sciences, Prof. Dr. Grzegorz Stępień, Maritime University of Szczecin);
- Laser Scanning (Dr. Małgorzata Jarząbek-Rychard and Prof. Dr. Grzegorz Józków, both from Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Prof. Dr.-Ing. Uwe Sörgel, University of Stuttgart);
- Bathymetry (Prof. Dr.-Ing. Thomas P. Kersten, HafenCity University Hamburg, Prof. Dr. Arkadiusz Tomczak, Maritime University of Szczecin, M.Sc. Mechanical Engineering Anders Ekelund, Hexagon Geosystems);
- Optimise Point Cloud Processing with Neural Networks in Python (Prof. Dr.-Ing. Ludwig Hoegner, München University of Applied Sciences).

After being welcomed by the Vice-Rector for Maritime Affairs of the Maritime University of Szczecin, by Prof. Dr. Arkadiusz Tomczak, the Vice-President of the DGPF, Prof. Dr.-Ing. Dorota Iwaszczuk (Technical University of Darmstadt) and the President of the PTFiT, Prof. Dr. Krzysztof Bakula (Warsaw University of Technology), the above-mentioned topics were presented as comprehensive lectures by the speakers on Monday. After the lectures, the participants visited the training and research vessel *Navigator XXI* (Fig. 3) on the River Oder in the late afternoon, where they were divided into different groups for a detailed tour of the ship. In the evening, the first impressions of the Summer School were discussed and the participants got to know each other better at the Ice Breaker Party.

On the second day, workshops on the four topics were held by experts from renowned German and Polish universities. The participants of the Summer School were divided into the four subject areas. In the UAV photogrammetry workshop, data from a drone flight over the university campus was analysed using two different software packages. In the laser scanning workshop, objects on the university

campus were scanned with a terrestrial laser scanner and then analysed in the seminar rooms. The group that chose bathymetry was able to use the simulation software DVocean Digital from HCU Hamburg to try out different measurement scenarios with a multibeam echo sounder in the virtual port of Hamburg (Fig. 4). Before that, Anders Ekelund (Vice President Airborne Bathymetric LiDAR at Hexagon Geosystems) gave a comprehensive presentation on airborne bathymetric LiDAR. The point cloud processing workshop taught participants how to process large point clouds using neural networks in the Python programming language. On Tuesday morning, participants of the bathymetry group were able to take part in a demo cruise on the survey vessel *Akustyka* (Fig. 3) of the Maritime University of Szczecin. After lunch, the participants of the Summer School introduced themselves in a short statement and briefly described their scientific interests. In the evening, a social dinner was held at the Vulcan Hotel.

On the third day, the groups of participants presented the results of their work, before all participants received their certificates in a ceremony. The International Summer School in Szczecin provided an excellent opportunity for young scientists to deepen their knowledge of modern geodetic methods and to exchange ideas with experts from Germany and Poland. The combination of theory, practice and networking made the event a valuable experience for all participants. Special thanks go to all speakers, organisers and participants who contributed to the success of this Summer School. The continuation of the initiative is in preparation and further cooperation with PTFiT is planned. The next joint Summer School will take place in Darmstadt in 2026. //

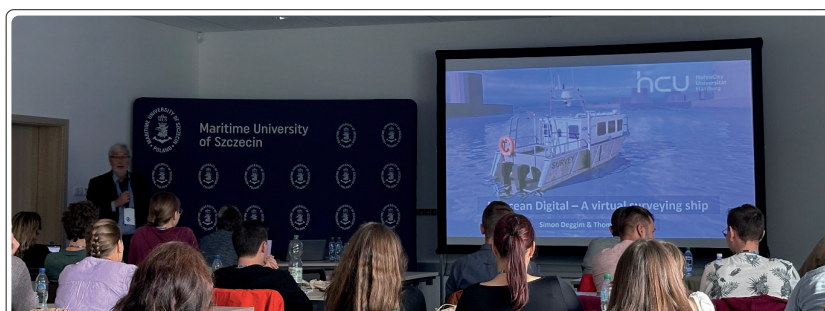


Fig. 4: Presentation of the DVocean Digital simulation software of HCU Hamburg



Sethmiya Mudiyanse, 30

frischer Alumni, aus Sri Lanka

What fascinates you about hydrography?

Hydrography fascinates me

because, unlike traditional land surveying, it involves working in dynamic and challenging marine environments. I am deeply passionate about exploring underwater terrains and understanding complex aquatic systems. This field combines the excitement of fieldwork in often unpredictable environments with the scientific work of

precise measurement and mapping.

The opportunity to contribute to safe navigation, marine research, and coastal management greatly motivates me.

How did you become interested in hydrography?

During the first five semesters of my bachelor's degree, I studied the foundational principles of Surveying and Geodesy, Remote Sensing, GIS, Land Management, and Hydrography. In my last three semesters, I chose to specialise in hydrography because I was motivated by the unique challenges it offered

compared to land surveying, and it also fulfilled Cat B accreditation. Later, pursuing my master's degree at HafenCity University, Hamburg, and participating in the CIAM project deepened my academic and scientific interest in hydrography.

Where do you want to work later?

Having completed my master's degree, I am eager to continue my academic and professional journey by working as a research assistant at HafenCity University. I aim to contribute to the university's exceptional hydrography research and education initiatives.

Ahsan Ahammed Ansari, 25

6. Semester, aus Indien



What fascinates you about hydrography?

What fascinates me about hydrography are its contributions to the modern world which are often overlooked by many – such as creating nautical charts that ensure the safe navigation of global shipping routes and mapping the seabed for essential infrastructures like underwater internet cables, pipelines, underwater structures and offshore wind farms. Hydrographic data is fundamental to many maritime activities, and its contributions have certainly made the world a safer and more connected place to live.

How did you become interested in hydrography?

I have a background in civil engineering, and during my bachelor's, I was very interested in fieldwork, especially land surveying. This interest motivated me to pursue a master's degree in a survey related field. That is how I discovered the master's programme in Geodesy and Geoinformatics with specialisation in Hydrography at HafenCity University Hamburg. Although hydrography was not part of my original plan, my curiosity led me to explore more about hydrography and then I realised the incredible potential and importance of this discipline. Choosing hydrography as a career path has since become one of the best decisions I have made.

Where do you want to work later?

I desire to work in organisations where hydrographic surveying and data acquisition are regularly carried out – whether with private sector companies involved in offshore or coastal projects or national hydrographic offices that play a major role in charting and maritime safety. Ultimately, I hope to contribute to projects that use hydrography to make global maritime domains safer and more sustainable.



Gopikrishna, 28

6. Semester, aus Indien

What fascinates you about hydrography?

I was truly amazed to learn

that, despite all the advanced technology and big brains we have today, only about 26% of our oceans have been mapped. That means the vast majority of the underwater world remains a mystery. It is both thrilling and fascinating to imagine what lies beneath the surface, unknown landscapes, ecosystems, discoveries, and possibilities awaiting. The idea that there is still so much to explore is what draws me to Hydrography.

How did you become interested in hydrography?

I had a first-hand insight into Hydrography from a friend who works as a hydrographic surveyor. As someone who loves travel and adventure, the idea of sailing and mapping the ocean floor was intriguing to me. The more I learned about it, the more I realized the wide range of opportunities, especially in an offshore setup, and that sparked my interest in pursuing this path.

Where do you want to work later?

As a Hydrography student, I have always been excited about the idea of working offshore. During a voluntary internship in Denmark, I had the opportunity to work as an online hydrographic surveyor aboard a survey vessel. It was an incredible experience where I worked alongside professionals like divers, UXO experts, and marine archaeologists. Their stories and expertise deepened my passion for the field. After completing my studies, I aim to build my career as a hydrographic surveyor, with the long-term goal of becoming a freelance surveyor.

Autonomous Data Acquisition

Safe. Smart. Sustainable.

Subsea Europe Services USV and AUV platforms efficiently gather, analyse, and deliver accurate ocean data. From site surveys to integrity monitoring, our solutions prioritise safety, cost-effectiveness, and a low-carbon footprint.

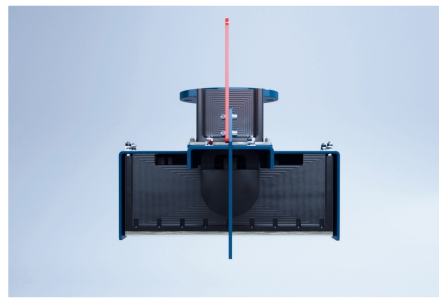
Survey class USVs

Proven, trusted autonomous platforms



Integrated payloads

Transforming your situational awareness



Hybrid ROVs and AUVs

Deployed and recovered by USVs



Follow us on LinkedIn and get onboard at [subsea-europe.com](https://www.subsea-europe.com)

Consulting



Ocean engineering from space into depth

Realise your projects in cooperation with our hydrographic services

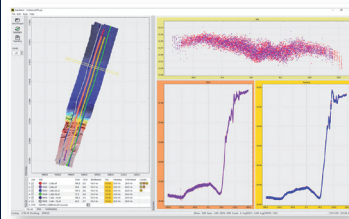
CTDs & SVPs



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

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

**Acoustic
sensors**



Software

**Position and
motion sensors**



Integration