

Objektdetektion im Meeresboden

Verwendung eines mechanisch und elektronisch verschwenkbaren parametrischen Echolotsystems

Ein Beitrag von EIKE BARNEFSKE

Bei der Verwendung eines horizontal verschwenkt eingebauten Transducers des parametrischen Echolotsystems Innomar SES-2000 Standard gibt es Vor- und Nachteile bei der Detektion von Objekten in den oberen Sedimentschichten. Auf Grundlage von Messergebnissen über einem in schallweichem Boden eingespülten Unterseekabel wurden Analysen zur Erkennbarkeit von Objekten unter verschiedenen Verschwenkungswinkeln des Transducers durchgeführt. Die Untersuchung zeigt, dass ab einer Verschwenkung von größer 15° schallharte Objekte aufgrund der vergrößerten akustischen Erscheinung und verringerten Reflexion der umgebenden Sedimentschichten zuverlässiger bestimmt werden können. Die verbesserte Erkennbarkeit beeinflusst die Genauigkeit, mit der ein Objekt in den Sedimentschichten detektiert werden kann, in Abhängigkeit der zunehmenden Verschwenkung und der Wassertiefe.

Autor

Eike Barnefske schrieb seine Bachelorarbeit an der HCU in Hamburg im Jahr 2014

eike.barnefske@hcu-hamburg.de

Sub-Bottom Profiler | Objektdetektion | Sedimentschichten | Methode der Winkelverschwenkung

Einleitung

Die zunehmende Erschließung der Meere und der Meeresböden – für Transportwege, zum Abbau von Rohstoffen und zur Energiegewinnung durch Offshorebauwerke – bedingen Techniken der Ortung von künstlichen und natürlichen Objekten im Meeresboden und deren Vermessung. Zu Planungs-, Überwachungs- und Forschungszwecken wird eine Vielzahl von Techniken auf Grundlage von optischen, elektromagnetischen und akustischen Sensoren verwendet (van der Velden u. Roders 2012). Parametrische Echolotsysteme zeichnen sich durch ihre kompakte Bauweise, eine große Eindringung des Schalls in Meeresböden und einer hohen Auflösung der Messwerte aus.

Die gute Erkennbarkeit von vergrabenen Objekten und Strukturen im Meeresboden konnte mit dem parametrischen Echolot SES-2000 der Firma Innomar bei einer Verschwenkung von 30° von

Wunderlich et al. (2005) nachgewiesen werden. Schneider et al. (2013) konnten mit einem 12-kHz-Fächerecholotsystem nachweisen, dass bei einem Einfallswinkel von größer als 50° Untersuchungen des Untergrundes in schlickigem Sediment in mehreren Metern Tiefe möglich sind.

Die vorliegende Arbeit ergänzt diese Untersuchungen durch schrittweise Änderung des Verschwenkungswinkels des Transducers zur Ortung kleiner Objekte. Als Testobjekt dient ein Seekabel mit einem Querschnitt von 10 cm. Die systematische Untersuchung zeigt die Vor- und Nachteile sowie besondere Effekte auf, die beim Einsatz eines parametrischen Echolotsystems unter verschiedenen Einbauwinkeln des Transducers von 0° im konventionellen Einbau bis zu einer 60°-Verschwenkung auftreten. Diese Verschwenkungen wurden wahlweise sowohl mechanisch durch den Einbau einer Adaption am Schwinger als auch elektronisch durch die Manipulation des Rollwinkels um einen konstanten Betrag erzielt.

Untersuchungsobjekt

Der experimentelle Teil der Untersuchung wurde im März 2014 am Seekabel zwischen den Leuchttürmen Bülk und Kiel im Rahmen des Kooperationsprojekts MaTeP/ROSSO (zwischen dem Geomar und der Kongsberg Maritime Embient GmbH) auf dem FK »Littorina« durchgeführt. Das untersuchte Seekabel dient der Versorgung des Leuchtturms Kiel in der Kieler Bucht und wird von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes instandgehalten. Die Einspültiefe und die genaue Lage waren bis zum Tage der Untersuchung nicht bekannt (Holst 2014). Daher wurde die Lage des Kabels aus Seekarten näherungsweise ermittelt. Durch die Untersuchungen konnte der aktuelle Kabelverlauf präziser beschrieben werden. Die ungefähre Vergrabetiefe des Seekabels beträgt etwa ein bis zwei Meter.

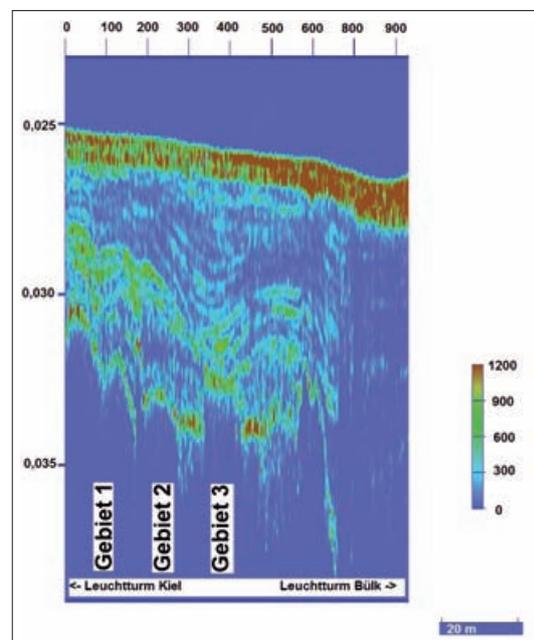


Abb. 1: Geotrack parallel zum Kabel im Bereich der Gebiete 1 bis 3 im schallweichen Untergrund (Sekundärfrequenz 15 kHz)

Geoakustische und geologische Beschaffenheit im Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich knapp nördlich der Kieler Förde und östlich der Eckernförder Bucht. Dieses Gebiet wurde im Spätpleistozän glazial stark überprägt (Babernerd u. Gerlach 1992). Die Wassertiefe beträgt ca. 18 m und der Untergrund ist aus verschiedenen Sedimentarten aufgebaut, die grob als schallharte und schallweiche Böden klassifiziert werden können (Orsi et al. 1952). Die in der Analyse betrachteten Kabelüberfahrten sind in schallweichem holozänen Schlack durchgeführt worden. Die Eindringtiefe der seismischen Signale des parametrischen Echolots ist abhängig von der Härte des Bodens (Stocks 1952), was auf die Auffindung von Objekten im Meeresboden einen signifikanten Einfluss hat. Der Geotrack zeigt die Mächtigkeit der Sedimentschichtung in den drei untersuchten Teilgebieten, in denen ein ähnliches Bodenvorkommen herrscht und der Meeresboden eben verläuft (Abb. 1). Die obere Sedimentschicht für das Gebiet 1 ist näherungsweise 4,3 m, die für Gebiet 2 ist 6,5 m und die für Gebiet 3 ist 6,8 m mächtig. In den tieferen Sedimentschichtungen sind einige geologische Strukturen erkennbar.

Methodik

Die Untersuchung wurde mit dem parametrischen Echolot Innomar SES-2000 Standard und einer für die Untersuchung entwickelten Adaption zur mechanischen Verschwenkung des Transducers durchgeführt. Ein elektronisches Verschwenken ist in einem Arbeitsbereich von $\pm 15^\circ$ durch bestimmte softwaregestützte Manipulationen der Neigungswinkel möglich. Bei seitlichem Einbau ist der Rollwinkel und beim Einbau in Fahrtrichtung ist der Pitch-Winkel einzustellen. Die Bestimmung der Position und der Neigungswinkel (Navigationsdaten) erfolgt mit dem Motionssensor Coda Octopus Motion F180, der fest an Bord des FK »Littorina« installiert ist. Der steuerbords installierte Transducer wurde in Lage und Höhe in das Koordinatensystem des Motionssensors eingemessen. Abb. 2 zeigt die Anordnung der Instrumente während der Messungen.

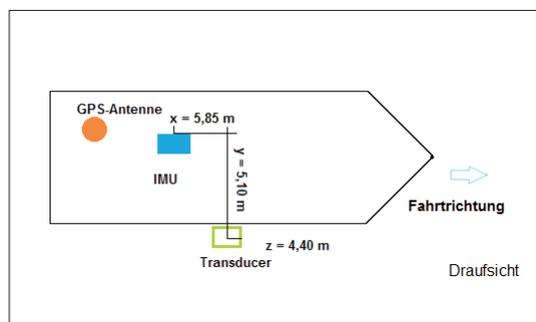


Abb. 2: Einmessung und Lage der GPS-Antenne, des Motionssensors (IMU) und des Transducers an Bord des FK »Littorina«

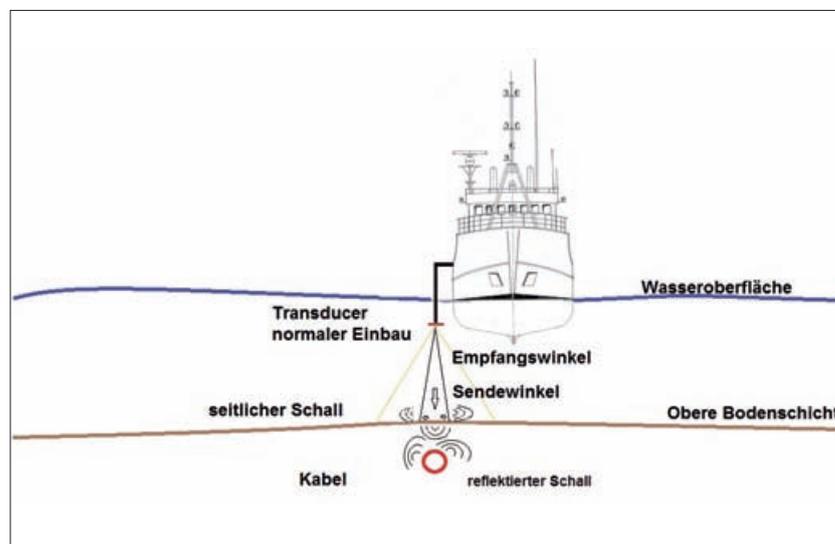
Das SES-2000-Standard-System hat einen Arbeitsbereich von 1 m bis 500 m Wassertiefe. Die vertikale Genauigkeit des SES bei horizontalem Einbau und einer Wassertiefe von 20 m beträgt 4,4 cm. In Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen und der Frequenz kann ein Signal aufgrund des parametrischen Systems bis zu 50 m in den Boden eindringen und hochauflösende Darstellungen des Meeresbodens liefern. Eine Besonderheit des parametrischen Echolots ist der relativ kleine Öffnungswinkel von $\pm 1,8^\circ$ beim Senden und ein großer Empfangswinkel von $\pm 12,3^\circ$ bei 15 kHz (Wunderlich u. Müller 2003; Wunderlich et al. 2005).

Aufnahmefahrten

Die Aufnahmefahrten wurden am 12. und 13. März 2014 bei ruhiger See in weiten kreuzenden Kabelüberfahrten durchgeführt. Der Kabelverlauf war nur näherungsweise aus Seekarten bekannt. Die Positionierung des Seekabels konnte durch Kabelsichtungen in den seismischen Daten während der Messfahrten verbessert werden, um so durch die Bestimmung der Ist-Position die Länge der Überfahrten zu verkürzen.

Neben experimentellen Überfahrten wurden Profilmfahrten unter konventionellem Einbau des Transducers parallel und über dem Kabelverlauf kreuzend durchgeführt. Beim konventionellen Aufbau wird der Transducer mit 0° Verschwenkung zum Meeresboden installiert. Ein Teil des Messsignals dringt in den Meeresboden ein und andere Teile des Signals werden am Meeresboden transmittiert oder seitlich gestreut und breiten sich horizontal an der Oberfläche der Sedimente aus (Abb. 3).

Bei der experimentellen Profilmfahrt wurde mittels einer mechanisch verstellbaren Adaption der Transducer um 45° verschwenkt (Abb. 4), sodass elektronisch über das Manipulieren des Rollwinkels Verschwenkungen von 30° und 60° herbeigeführt werden konnten. Für weitere Messungen wurde die mechanische Verschwenkung des Transducers auf die konventionelle Einstellung zurückgebaut.



Ausgezeichnet mit dem
DHyG Student Excellence
Award 2015



Abb. 3: Transducer unter konventionellem Einbauwinkel und physikalische Ausbreitungseigenschaften des Schalls bei senkrechter Reflexion an Sedimentschichten bei kleiner Sendekule und großer Empfangskule des parametrischen Echolotsystems. Streuungseigenschaften der Schallwellen am Kabel

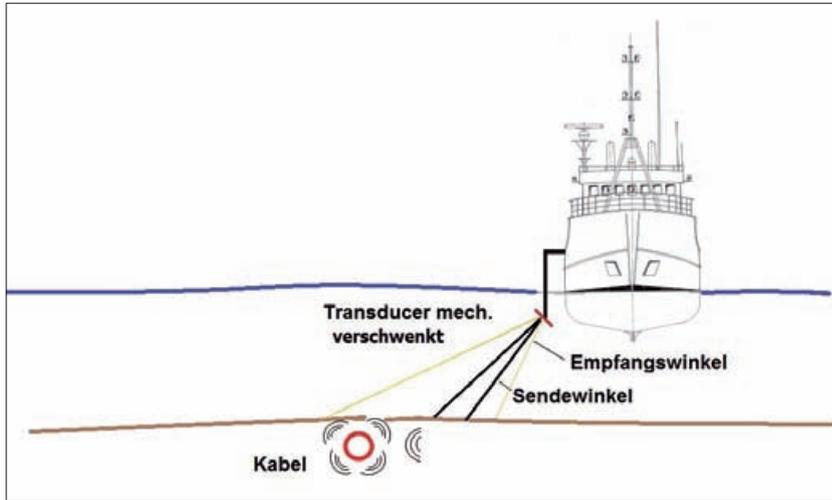


Abb. 4: Transducer unter experimentell verschwenktem Einbauwinkel am Beispiel von 45°. Physikalische Ausbreitungseigenschaften des Schalls bei schräger Reflexion an Sedimentschichten bei kleiner Sendekeule und großer Empfangskeule des parametrischen Echolotsystems. Streuungseigenschaften der Schallwellen am Kabel

Die Verschwenkung von 15° wurde elektronisch erzeugt.

Auswertung und Ergebnisse

Die aus Seekarten näherungsweise bestimmte Lage des Kabels weist zur Ist-Lage eine Abweichung von bis zu 100 m auf. Die Ist-Lage des Seekabels wurde durch die Bestimmung von Pings, bei denen das Kabel optisch gut in den seismischen Daten erkennbar ist, durchgeführt und unter Berücksichtigung von Offsets in UTM-Koordinaten umgerechnet. Die Zuverlässigkeit des Kabelverlaufs konnte durch eine Vielzahl an Positionsbestimmungen für das Untersuchungsgebiet sichergestellt werden.

Die Auswertung der Navigationsdaten und seismischen Daten erfolgte getrennt mit den Softwareanwendungen Generic Mapping Tools (GMT) und Seismic Unix (SU). Die seismischen Daten wurden mit SU in Form eines Profil-Echogramms visualisiert (Abb. 1). Die Querachse eines Profil-Echogramms zeigt die Laufzeit in Sekunden, die ein Signal vom Aussenden über die Reflexion bis zum Empfang zurücklegt (Two Way Travel Time). Die Amplitude des zurückgesendeten Signals wird durch eine einheitliche Farbskala von 0 bis 1200 Stufen in allen Echogrammen beschrieben. Die Profildfahrten wurden mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durchgeführt, sodass zur Vergleichbarkeit der Profile eine Normierung der Daten auf eine Geschwindigkeit von 1 m/s erfolgte.

Die Profile wurden im Bereich des schallweichen Bodens aufgezeichnet (Abb. 1). Da die kreuzende Überfahrt über das Kabel nicht exakt reproduzierbar ist, wurden für die Auswertung der Echogramme Gebiete zusammengefasst, in denen homogene Bedingungen herrschen. Im Gebiet 1 konnte aufnahmetechnisch bei der Messung keine Verschwenkung um 30° durchgeführt werden. Die untersuchten Kabelüberfahrten wurden mit einem Überfahrungsinkel von nahe 90° zum Kabel durchgeführt, sodass Verzerrungen des Signals in der Querachse minimiert werden konnten.

In den Abb. 5, 6 und 7 sind für die Echogramme bei Verschwenkungen des Transducers von 0° bis 60° ähnliche Eigenschaften in den Profilen der drei Gebiete zu erkennen. Mit zunehmender Verschwenkung nimmt die Amplitudenstärke der reflektierten Signale ab. Abb. 6 b) stellt einen besonderen Fall dar (Gebiet 2, Verschwenkung 15°). Hier ist die Amplitudenstärke deutlich schwächer als bei den Vergleichsprofilen. In allen Gebieten zeigt sich, dass bei 30° Verschwenkung die Abnahme der Amplitudenstärke im Vergleich zur 15°-Verschwenkung wieder zunimmt.

Die Laufzeit in den Profilausschnitten nimmt mit größer werdender Verschwenkung zu. Die Laufzeiten bis zum Kabel entsprechen bei einer mittleren Schallgeschwindigkeit von 1445 m/s einem einfachen Laufweg von 19 m (Verschwenkung 0°) und 39,7 m (Verschwenkung 60°).

Das Kabel ist unter konventionellen Einbauwinkeln in den Abb. 5 a), 6 a) und 7 a) mit etwa 1 m räumlich in den Profilen am geringsten ausgeprägt (Kabelbreite in Tabelle 1). Im experimentellen Aufbau nimmt die Breite in den Profilen, die einem reflektierten Signal vom Kabel zugeordnet werden kann, zu. Mit zunehmender Verschwenkung verschiebt sich die Ausbreitung des Signals von einer horizontalen zu einer vertikalen Ausdehnung. Die Laufzeiten zwischen erstem und letztem Signal betragen bis zu 0,01 s.

	Verschwenkung	Kabelbreite	Abb.
Gebiet 1	0°	2 m	5 a)
	15°	10 m	5 b)
	45°	8 m	5 c)
	60°	9 m	5 d)
Gebiet 2	0°	1 m	6 a)
	15°	28 m	6 b)
	30°	11 m	6 c)
	45°	6 m	6 d)
	60°	14 m	6 e)
Gebiet 3	0°	1 m	7 a)
	15°	17 m	7 b)
	30°	12 m	7 c)
	45°	10 m	7 d)
	60°	14 m	7 e)

Tabelle 1: Auflistung der in den Abb. 5, 6 und 7 dargestellten Profilausschnitte mit Kabelbreiten bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s und räumlicher Zuordnung

Literatur

- Baberner, Brigitta; Sebastian A. Gerlach (1987): Bathymetry and Sediments of Kieler Bucht; in: Jan Rumohr; Eckart Walger; Bernt Zeitzechel (Hrsg.): Seawater-Sediment Interactions in Coastal Waters, Band 13, Springer-Verlag, Berlin 1987, S. 15–31
- Orsi, Thomas H.; Friedrich Werner; Doris Milkert; Aubrey L. Anderson; William R. Bryant (1996): Environmental overview of Eckernförde Bay, northern Germany; Geo-Marine Letters 1996, Vol. 16, Issue 3, S. 140–147
- Schneider von Deimling, Jens; Wilhelm Weinrebe; Zsuzsanna Tóth; Henrik Fossing; Rudolf Endler; Gregor Rehder; Volkhard Spieß (2013): A Low Frequency Multibeam Assessment: Spatial Mapping of Shallow Gas by Enhanced Penetration and Angular Response Anomaly; Marine and Petroleum Geology, Vol. 44, 2013, S. 217–222
- Stocks, Theodor (1952): Schallweicher und schallharter Boden im Bereich des Stolter Grundes (Kieler Bucht) in Beziehung zur Geologie; Deutsche Hydrographische Zeitschrift, Band 5, Heft 2-3, 1952, S. 149–153

Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Die Erkennbarkeit von Objekten in Echogrammen ist unter anderem abhängig vom Impedanzkontrast zwischen Objekt und Sedimenten (Wunderlich et al. 2005). Je größer dieser Impedanzkontrast ist, desto besser kann ein Objekt erkannt werden. Die Abb. 5 a), 6 a) und 7 a), die den konventionellen Einbau des Transducers wiedergeben, zeigen, dass das Seekabel ohne zusätzliche Informationen nicht eindeutig identifiziert werden kann.

Das Verschwenken des Transducers (Abb. 4) bewirkt, dass die ausgesendeten Schallwellen in einem schrägeren Winkel die Sedimentschichten treffen. Der schräge Winkel hat zur Folge, dass ein großer Teil des reflektierten Signals an den Sedimentschichten vom Transducer weg reflektiert wird und ein schwächeres Signal vom umgebenden Boden am Transducer empfangen wird (Wunderlich et al. 2005). Die Abschwächung der an den Sedimentschichten reflektierten Signale ist in den Abb. 5, 6 und 7 für den experimentellen Aufbau zu erkennen. Der 30°-Fall stellt hierbei eine Ausnahme dar, die auf einen speziellen Winkel hinweist, bei dem das Signal verstärkt zum Transducer gestreut wird.

Die unterschiedlichen horizontalen und vertikalen Ausbreitungsmuster der Rückstreuungen des Kabels sind auf die bei der Verkippung größer werdenden Bereiche, von denen eine Rückstreuung empfangen wird, zurückzuführen (Footprints).

Bei einem Öffnungswinkel von $\pm 12,3^\circ$ beim Empfang und einer Wassertiefe von 20 m vergrößert sich der Durchmesser des Footprints von 9,2 m beim konventionellen Einbau des Transducers auf 40,7 m bei einer Verschwenkung um 60° . Je größer die Fläche des Footprints ist, desto mehr Signale von unterschiedlichen Streuwinkeln am Kabel können empfangen werden. Bei einer großen Verschwenkung sind die Laufwege der Nebenkeule kürzer als die der Hauptkeule. Signale, die von der Nebenkeule registriert werden, erscheinen im Echogramm höher als die der Hauptkeule und verstärken die vertikale Streckung im Echogramm.

Neben dem Empfangswinkel wird die Intensität der empfangenen Signale des Kabels durch den Überfahrwinkel beeinflusst. Bei einer rechtwinkligen Überfahrt unter einer schwachen Verschwenkung ist zu erwarten, dass das Kabel durch ein diskretes und sehr stark gestreutes Signal in den Profilen erscheint. Umgekehrt ist bei einem stumpfen Überfahrwinkel eine Verbreiterung zu erwarten. Dieser Effekt ist aufgrund ähnlicher Überfahrwinkel in dieser Untersuchung gering gehalten worden. Es lässt sich aber aus den Ergebnissen ableiten, dass bei einer Verschwenkung bis 30° dieser Effekt stärker ist als bei den größeren Verschwenkungen.

Eine große Unsicherheit für die Bestimmung der Position des Kabels tritt durch einen Footprint von mehreren Metern schon bei geringen Tiefen auf. Es ist so nicht möglich, die Po-

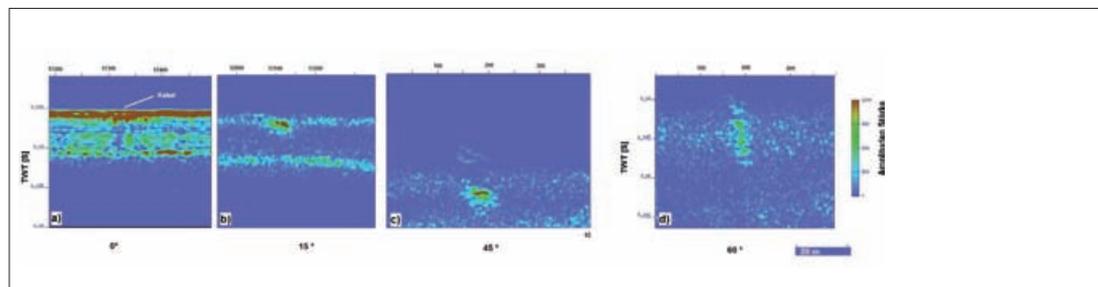


Abb. 5: Vergleich der Profilausschnitte bei Überfahrten mit eingestellter Verschwenkung um a) 0° , b) 15° , c) 45° und d) 60° im Gebiet 1. Abb. d) hat einen veränderten Anzeigebereich in der Hochachse

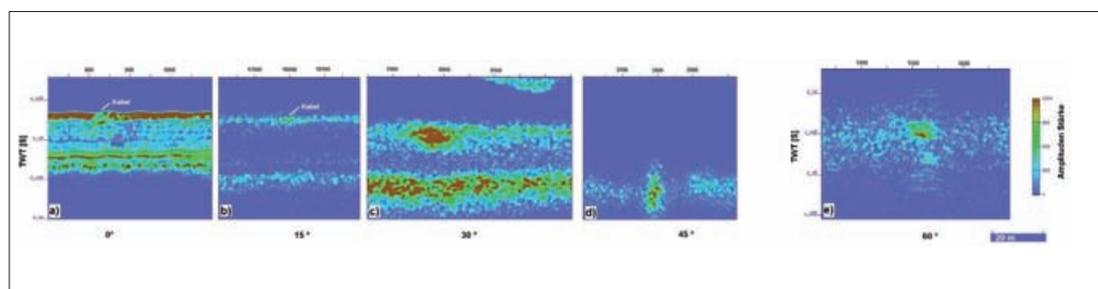


Abb. 6: Vergleich der Profilausschnitte bei Überfahrten mit eingestellter Verschwenkung um a) 0° , b) 15° , c) 30° , d) 45° und e) 60° im Gebiet 2. Abb. e) ist aus Gründen der besseren Darstellung in der Hochachse anders skaliert

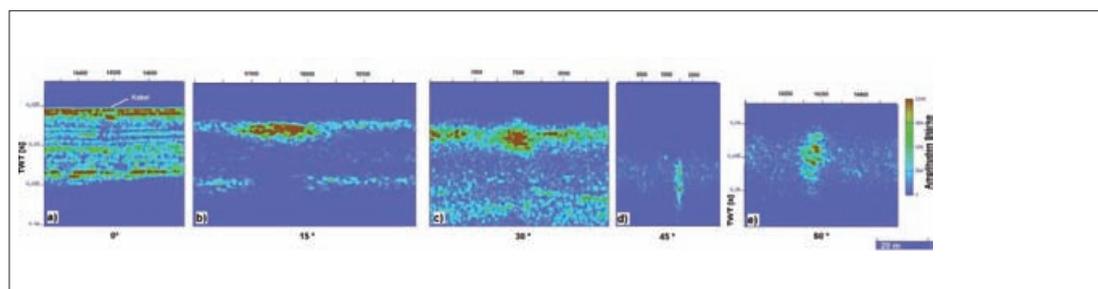


Abb. 7: Vergleich der Profilausschnitte bei Überfahrten mit eingestellter Verschwenkung um a) 0° , b) 15° , c) 30° , d) 45° und e) 60° im Gebiet 3. Abb. e) hat einen veränderten Anzeigebereich in der Hochachse

Danksagung

Ich möchte dem Geomar Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, insbesondere dem Projektleiter von MaTeP/ROSSO und Betreuer meiner Bachelorarbeit, Dr. Jens Schneider von Deimling, für die ausgezeichnete Betreuung danken.

Frau Prof. Makéta Pokorná möchte ich für die interessante Themenstellung herzlich danken.

Ein besonderer Dank gilt Dr. Philipp Held für seine Unterstützung bei der Auswertung der Projektausfahrt mit FS »Littorina«.

sition eines Objektes auf wenige Meter genau zu bestimmen. Tabelle 2 zeigt die Vergrößerung des Durchmessers des Footprints für die untersuchten Verschwenkungen bei Wassertiefen von 10 m und 20 m und gibt somit eine Vorstellung über die Genauigkeit und die Suchfläche je Ping unter den jeweils ausgewählten Verschwenkungen. Eine Bestimmung der genauen Vergrabetiefe des Objektes ist aufgrund der Brechungseffekte der Schallwellen an den unterschiedlichen Sedimentschichten und der unregelmäßigen Streuung am Objekt sowie den oben beschriebenen Effekten der vertikalen Streckung des Signals bei großen Verschwenkungen ohne zusätzliche Informationen nicht möglich.

Wassertiefe	Verschwenkungswinkel				
	0°	15°	30°	45°	60°
10 m	4,4 m	4,7 m	5,9 m	9,2 m	20,3 m
20 m	8,7 m	9,4 m	11,8 m	18,3 m	40,7 m

Tabelle 2: Größen der Empfangsfootprints in Abhängigkeit von Verschwenkungswinkeln und Wassertiefen

Die Unsicherheit bei der Bestimmung der Position und der Vergrabetiefe des Objektes unter schrägem Einfallswinkel ist als ein Vorteil bei der Detektion von Objekten zu betrachten. Der große Footprint und die großen Unterschiede der Amplitudenstärken zwischen der verringerten Sedimentrückstreuung und den festen (schallharten) Objekten in den oberen Schichten führt dazu, dass ein Gebiet mit einem geringeren Zeitaufwand

überfahren werden kann, um vergrabene Objekte zu detektieren.

Fazit und Ausblick

Gegenstand der durchgeführten Untersuchung ist die Detektion und Vermessung von Objekten im Meeresboden unter verschiedenen ausgewählten Verschwenkungswinkeln eines Transducers des parametrischen Echolotsystems SES-2000 Standard der Firma Innomar.

Die Untersuchungen zeigen, dass ein längliches Objekt mit einem Querschnitt von 10 cm unter Verwendung eines verschwenkten Transducers zielführender ab einem Winkel von 15° zu orten ist als bei konventionellem Einbau (0°). Die verbesserte Auffindbarkeit des Objektes verschlechtert die Genauigkeit, mit der ein Objekt vermessen werden kann, in Abhängigkeit von der Größe der Verschwenkung und der Wassertiefe. Daher empfiehlt es sich, die Ortung mit verschwenktem Transducer und die Vermessung mit konventionell eingebautem Transducer durchzuführen.

Die verwendete Adaption für die mechanische Verschwenkung bedingt einen kompletten Ausbau des Schwingers, was ein Nachteil beim schnellen Wechseln zwischen konventionellem und verschwenktem Betrieb sein kann. Die elektronische Verschwenkung ist systembedingt nur um $\pm 15^\circ$ möglich. Weitere Untersuchungen sind Gegenstand des Geomar Forschungszentrums zu dieser Problematik.

Anwendung kann die Methode eines verschwenkbaren Transducers in den Bereichen der Archäologie oder Baugrundsondierung finden, die nicht an einer hochgenauen Vermessung, sondern an der Information über das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Objekten in einem Gebiet interessiert sind. [↕](#)

Hydrographische Nachrichten HN 101 – Juni 2015

Fachzeitschrift für Hydrographie und Geoinformation

Offizielles Organ der Deutschen Hydrographischen Gesellschaft – DHyG

Herausgeber:

Deutsche Hydrographische Gesellschaft e. V.

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

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

ISSN: 1866-9204

Schriftführer:

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

Redaktion:

Hartmut Pietrek, Dipl.-Ing.
Prof. Markéta Pokorná, Ph.D.
Stefan Steinmetz, Dipl.-Ing.

Wissenschaftlicher Beirat:

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

Anzeigen:

Ganze Seite (210 mm × 297 mm): 300 Euro;
auf dem Umschlag, innen: 400 Euro,
auf dem Umschlag, außen: 600 Euro.
Halbe Seite (210 mm × 148 mm): 200 Euro.
Kontakt: Stefan Steinmetz, E-Mail: sts@eiva.com

© 2015

Hinweise für Autoren:

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

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

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

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