

## Das unbekannte Land

Franziska Konitzer

### ■ Mit Hilfe der Bathymetrie lässt sich am Meeresboden so einiges entdecken – zuallererst der Boden selbst.

Eigentlich sollte es bei dieser Zahl jedem passionierten Geodäten kalt den Rücken hinunterlaufen: Nur rund 15 Prozent sind kartiert. Der Rest ist mehr oder weniger Terra Incognita, beziehungsweise Mare Incognita. Die Rede ist vom Meeresboden. Die Bathymetrie ist die Vermessung dieses Bodens unter dem Wasser. Sie enthält Verfahren und Messmethoden, um seine Topographie zu erfassen.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, kurz BSH, ist in Deutschland laut dem Seeaufgabengesetz für den Seevermessungsdienst und die Herstellung und Herausgabe amtlicher Seekarten verantwortlich. Am BSH gibt es insgesamt fünf Schiffe. Sie kommen das gesamte Jahr über zu Vermessungs-, Wracksuch- und Forschungszwecken zum Einsatz. »Wir müssen sicherstellen, dass die Seeschifffahrt sicher navigieren kann«, erklärt Patrick Westfeld, der am BSH das Sachgebiet »Geodätisch-hydrographische Verfahren und Systeme« leitet. »Und die Grundlage jeder Seereise sind Informationen über Wassertiefen, entweder ganz klassisch in Form einer Papierseekarte oder als elektronische Seekarte.«

Derartige Karten werden mit Hilfe von hydroakustischen Vermessungen erstellt, auch Echolotverfahren genannt. Dabei kommen vor allem Fächerecholote zum Einsatz, die unter der Wasserlinie am Schiff montiert sind und den Meeresboden sehr effizient streifenweise mit 4 bis 100 Punkten pro Quadratmeter für Wassertiefen zwischen 10 bis 50 Metern erfassen. Das Fächerecholot beschallt kontinuierlich den Meeresboden mit elektroakustischen Signalen. Der Empfänger belauscht sozusagen die Reflektionen der Schallimpulse am Meeresboden und ermittelt die Schrägdistanz zwischen Sender und Bodenreflexion mit einer Genauigkeit von 0,1 Prozent der gemessenen Wassertiefe, was beispielsweise bei 50 Metern Wassertiefe 5 Zentimetern entspricht.

Dabei wird der Einfallswinkel am Empfänger über eine Vielzahl richtungsabhängig angeordneter Mikrofone ermittelt. Zusammen mit der gemessenen Laufzeit, die zwischen der Aussendung eines Schallimpulses und der Ankunft des reflektierten Echos verstreicht, kann eine 3D-Gewässerbodenpunktcoordinate, zunächst relativ zum Sensor, berechnet werden. Auf dem Schiff befinden sich GNSS-Antennen, die eine Positionierung des Sensors und schließlich die Georeferenzierung der Einzelpunktmessungen erlauben.

Aber bevor so ein Fächerecholot richtig loslegen kann, muss ein Wasserschallgeschwindigkeitsprofil erstellt werden, da die Laufzeitmessung von der Ausbreitungsge-

schwindigkeit im Medium abhängt. Die Schallgeschwindigkeit wird insbesondere von der Temperatur- und der Salzgehaltverteilung im Wasserkörper beeinflusst. »Die Ostsee ist ein Binnenmeer mit einem stark eingeschränkten Salzwasserzufluss«, sagt Westfeld. »Dies begünstigt die Stratifikation der Wassersäule: Salzreiches schweres Wasser lagert in den tieferen Bereichen, während sich süßeres Wasser darüber schichtet. Zusätzlich zum unterschiedlichen Salzgehalt kommen saisonale Temperaturschwankungen, die Oberflächen- und Tiefenwasser voneinander trennen.«

Das merkt man spätestens dann, wenn man einmal in der Ostsee baden geht sollte und feststellt, dass es zwar nahe der Wasseroberfläche gemütlich, aber bereits einige Meter unter der Oberfläche empfindlich kalt wird. »Deshalb messen wir in der Ostsee kontinuierlich Wasserschallgeschwindigkeitsprofile, wohingegen in der Nordsee, die aufgrund der Gezeiten besser vermischt ist, wenige Messungen pro Tag ausreichen.«

Die erhobenen Geobasisdaten werden weiterverarbeitet zu digitalen Geländemodellen des Meeresbodens mit einer Maschenweite von einem Meter im Küstenbereich und 50 Metern im Offshorebereich. Sie bilden die Grundlage für die amtlichen Seekarten. Diese decken die deutschen Hoheitsgewässer und die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone (AWZ) ab und sind für die ausrüstungspflichtige Schifffahrt vorgeschrieben.

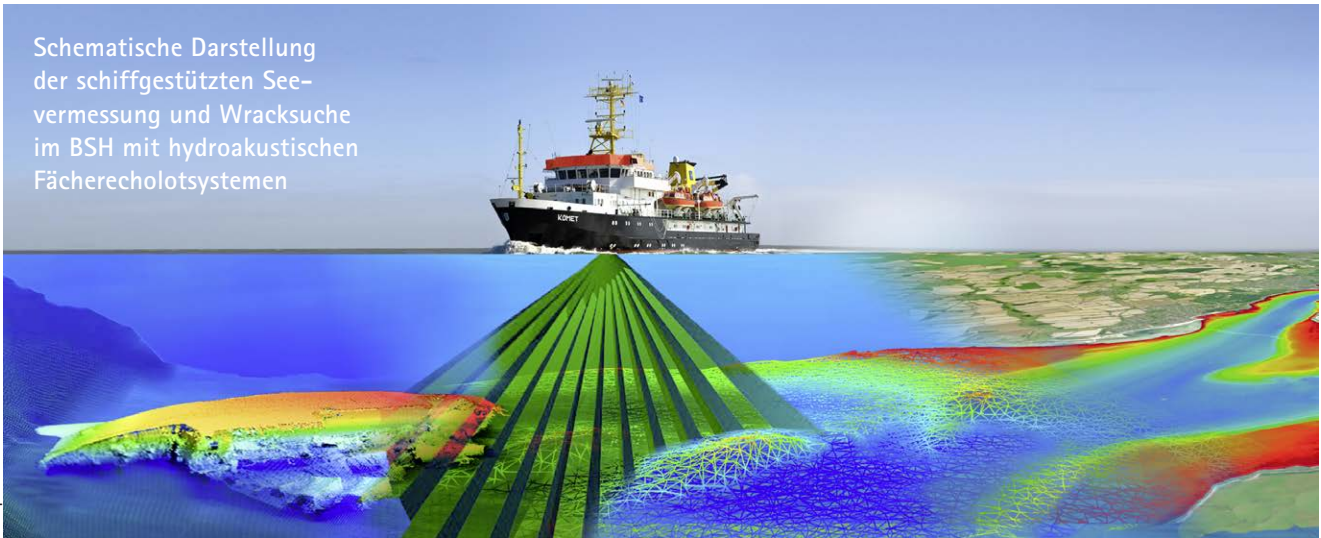
Neben der Topographie des Meeresbodens erfassen Echolotverfahren auch Objekte auf dem Meeresboden, die für die Schifffahrt gefährlich sein können. Für die deutschen Gewässer sind derzeit etwa 3000 Unterwasserhindernisse in Nordsee und Ostsee bekannt. Alte Piratenschiffe und gesunkene Schiffe aus den beiden Weltkriegen zählen genauso dazu wie größere Steine oder Steinfelder. »Wo es wirklich gefährlich wird, das Unterwasserhindernis also nautisch relevant ist, erfolgt eine Kennzeichnung durch schwimmende Seezeichen«, sagt Patrick Westfeld. Dazu zählt beispielsweise die Jan Heweliusz, eine polnische Fähre, die 1993 östlich vor Rügen gesunken ist. 55 Menschen kamen dabei ums Leben.

Während die Jan Heweliusz einerseits durch eine Tonne markiert und andererseits auch in Seekarten verzeichnet ist, ist ein Teil der Wracks und dergleichen nur in einer nichtöffentlichen Datenbank eingetragen. Auf diese kann nur bei berechtigtem Interesse zugegriffen werden. »Dabei handelt es sich teilweise um gesunkene Schiffe, bei deren Untergang Menschen ums Leben kamen und daher als Seegräber zu schützen sind«, sagt Westfeld.

Vor allem Schiffswracks ändern aufgrund von Meeresströmung und Materialverfall ständig ihre Lage und Form. Gerade auf viel befahrenen Schiffsrouten müssen Unterwasserhindernisse in regelmäßigen Abständen

Schematische Darstellung der schiffgestützten Seevermessung und Wracksuche im BSH mit hydroakustischen Fächerecholotsystemen

Bildquelle: BSH



wiederholt vermessen werden. Jedes Jahr führt das BSH ungefähr 200 Untersuchungen durch, pro Jahr kommen bis zu 50 neue Hindernisse dazu. Dazu gehören neue, unbekannte Wracks, aber auch große Steine. Dagegen kann man nicht viel machen. Was aber sofort geborgen werden muss, sind für die Schifffahrt gefährliche Objekte, z. B. verloren gegangene Anker, Masten und Container.

Das also sind die zwei Hauptaufgaben der BSH-Seevermessung: die Bereitstellung der Meeresbodentopographie in Form von digitalen 3D-Geländemodellen sowie das Monitoring von Unterwasserhindernissen. »Eigentlich ist dabei die Herangehensweise vergleichbar mit Vermessungen an Land, bloß das Messsignal ist ein anderes, damit man durch das Wasser messen kann«, sagt Patrick Westfeld. Er versteht Hydrographie als Teilgebiet der Geodäsie und findet es schade, dass noch zu oft eine Trennung besteht. Er sagt: »Die Geodäsie ist die Wissenschaft von der Vermessung der Erde. Und Wasser ist letztendlich nur ein Medium oben drauf.«

Was das Wasser angeht, würde Colin Devey sogar noch einen Schritt weitergehen. Devey ist Geologe am GEOMAR Forschungszentrum in Kiel. Und er sagt ganz klar: »Das Meer ist mir eigentlich im Weg.« Ihn interessiert nämlich, wie sich die Ozeanbecken entwickelt haben. »Während der Entstehung frieren sie ihre Geschichte ein«, sagt er. Für diese Art von Forschung sind bathymetrische Verfahrungen und die Erfassung des Meeresbodens unerlässlich. Allerdings sind es gerade die großen Ozeane, deren Topographie noch größtenteils unbekannt ist.

Zwar wurden die ersten bathymetrischen Verfahren überhaupt im Atlantik angewendet: Schon lange wussten Seefahrer von der Existenz des mittelatlantischen Rückens. Die Wassertiefen wurden vor der Entwicklung des Sonars zu Beginn des 20. Jahrhunderts nämlich mit Bleileinen bestimmt. Aber jenseits dieser Highlights schaut es anders aus. Zwar ist es inzwischen mit Hilfe der Satellitaltimetrie möglich, auch die Höhen und Tiefen der Ozeane relativ bequem aus dem Weltall zu erfassen. Aber ein echter Ersatz kann das nicht sein, Echolotverfahren sind der Altimetrie überlegen, was die Auflösung angeht.

Devey erwähnt in diesem Zusammenhang den verschollenen Malaysia-Airlines-Flug 370 von 2014. Bevor die Behörden überhaupt damit anfangen konnten, den Meeresboden abzusuchen, mussten zunächst Karten jenes Meeresbodens angefertigt werden. Das kostete nicht nur Zeit, sondern auch sehr viel Geld. »Man muss eine Karte haben, damit man tieftauchende Geräte dort hinunterschicken kann«, sagt Devey. Schließlich wäre es desaströs, wenn ein solches Gerät in ein Steinfeld hineingerät.

Die Weltozeane sind allerdings nicht die relativ flache Ostsee, bei der es selten tiefer als 50 bis 60 Meter hinunter geht. Zwar gibt es Hersteller, die behaupten, ihre Echolote könnten auch bis fast in den Mariannengraben – Tiefe: über 10 Kilometer – und wieder zurück den Schall schicken und erfassen. Allerdings entspricht die Auflösung rund einem Prozent der Tiefe des Meeresbodens: Sie ist geringer als die Genauigkeit der reinen Streckenmessung, weil auch Unsicherheiten des Gesamtsystems eine Rolle spielen. »Das heißt, bei einer Tiefe von 3000 Metern sind 30 Meter die bestmögliche Auflösung«, sagt Devey. Hier können Fächerecholote helfen, die an Unterwasserfahrzeugen befestigt sind und die eine bessere Auflösung ermöglichen, da Tieftauchroboter den Abstand zum Meeresboden verringern. Auch das GEOMAR verfügt über solche Fahrzeuge.

Andererseits werden künftig auch autonome Trägerfahrzeuge zum Einsatz kommen können, also Schiffe, die mit Fächerecholoten ausgestattet sind und beispielsweise selbstständig den südlichen Ozean erkunden können. »Robotik ist die einzige Chance, die Seabed2030 hat«, sagt Devey. Das »Seabed2030 Project« der GEBCO – kurz für »General Bathymetric Chart of the Oceans«, einer internationalen Organisation – und die japanische Nippon Stiftung möchte bis 2030 den kompletten Ozean kartieren. Angesichts von dreihundert Millionen Quadratkilometern nicht kartiertem Ozeanboden ist das ein ehrgeiziges Ziel. Und somit gibt es noch einiges zu tun, bis auch die letzten blauen Flecken auf den Karten dieser Erde verschwunden sind.

Kontakt: f.konitzer@gmail.com