

Gewässervermessung – Technische Details

Echolote

Für die Tiefenmessung steht ein Simrad EA400-Echolote mit zwei Frequenzen und ein Sonar-Echolot mit einer Frequenz zur Verfügung. Jede Frequenz hat ihre eigenen physikalischen Eigenschaften: Öffnungswinkel, Auflösung, Bodeneindringung etc. Für jede Anwendung muss abgeklärt werden, welche Frequenz genutzt werden soll. Näheres hierzu unter *Schwinger*.

Auf den Meßbooten stehen Netzwerke zur Verfügung, in die die Echolote eingebunden sind. Für die 3D-Positionierung des Meßbootes setzen wir RTK-GPS ein. In Gebieten mit Abschattungen, z. B. unter Brücken, an Kaimauern oder Kraftwerksbauten, werden selbstnachfolgende Tachymeter eingesetzt. Diese Methoden können auch kombiniert werden.

Die Echolote können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden. Es stehen Meßschwinger mit den Frequenzen 200 kHz/38 kHz zur Verfügung.

Die Meßschwinger können ganz bewusst an verschiedenen Positionen des Bootes montiert werden, um mit einer Meßfahrt mehrere Streifen zu messen.

Die Bootsbewegungen werden mittels Gyro (digitalen Kreiseln) und einem elektronischen Kompass erfasst und in der Datenauswertung berücksichtigt. Die für die Geometrie relevanten Sensorendaten (Echolot, 3D-Position, Gyro und Kompass) werden in Hydro Pro zusammengeführt und gespeichert. Diese Software läuft auf einem feldtauglichen Laptop.

Das Meßprinzip digitaler Echolote

Echolotgeräte arbeiten mit Schallimpulsen. Abhängig von der Wassertiefe wird bis zu zehn Mal pro Sekunde ein Schallimpuls ausgesendet. Von natürlich vorhandenen Reflektoren im Wasser (z. B. Gewässergrund, Fisch, Schwebstoffe) wird ein Teil des Schallimpulses zurück zum Echolot reflektiert. Die Zeit vom Aussenden des Impulses bis zum Eintreffen des reflektierten Echos wird vom Echolot exakt gemessen. Mittels der Geschwindigkeit des Schalls im Wasser kann die Wegstrecke respektive die Wassertiefe berechnet werden.

Die physikalischen Eigenschaften der Schallausbreitung erlauben keine Bündlung wie bei einem Laserstrahl. Der Schall breitet sich stets kegelförmig aus. Durch entsprechende Konstruktion der Schallgeber kann diese Kegelöffnung beeinflusst werden. Je tiefer die Frequenz wird, umso schwieriger wird eine enge Bündelung des Schallkegels.

Da grundsätzlich die kürzeste Distanz zum Reflektor gemessen wird, ist es wichtig, für die Erstellung von Geländemodellen mit einer möglichst engen Kegelöffnung zu messen. Da ein einzelner größerer Stein in der beschallten Fläche diesen Reflektor darstellen kann, führen Messungen mit größeren Öffnungswinkeln häufiger zu falschen Ergebnissen.

Bei Böschungen führt ein größerer Öffnungswinkel zu systematischen Fehlern, die nur mit aufwendigem Postprocessing annähernd korrigiert werden können. Echtzeitkorrekturen der Hangneigungseinflüsse sind mit normaler Technik und Software nur möglich, wenn senkrecht auf eine Böschung zugefahren wird, was in der Praxis nur möglich ist, wenn die Oberfläche des Gewässergrundes schon bekannt ist.

Zudem muss bei großen Kegelöffnungen mit einem größeren Anteil an grob falschen Messungen gerechnet werden: Luftblasen im Wasser, Seitenechos von Ufermauern oder Felswänden etc. Trotzdem kann nicht immer mit einem eng gebündelten Schwinger hoher Frequenz gemessen werden. Die Reichweite nimmt mit höherer Frequenz stark ab. Mit einem Meßgeber von 710 kHz (Öffnungswinkel $\pm 1,5^\circ$) kann lediglich bis zu einer Tiefe von ca. 60 m gemessen werden.

Schwinger mit 200 kHz haben in der Regel einen Öffnungswinkel von ca. $\pm 3,5^\circ$. Mit diesem Schwinger werden wie oben beschrieben deutlich bessere Resultate erzielt. Dieser Schwinger kann in Wassertiefen bis ca. 550 m eingesetzt werden.

Der Schwinger mit 38 kHz hat einen großen Öffnungswinkel von $\pm 6^\circ$. Er wird deshalb für besondere Aufgaben eingesetzt. Objekte unter Wasser, wie z. B. Verankerungsseile von Molen etc. sind mit diesem Schwinger einfacher aufzufinden. Eine besondere Eigenschaft von tiefen Frequenzen ist das Eindringvermögen in weiche Sedimente. Mit diesem Schwinger können Schlammdicken und die Bodenbeschaffenheit besonders gut dargestellt werden. Muss die Schlammdicke jedoch exakt quantifiziert werden, ist eine Eichung der Eindringtiefe mittels Probeentnahme/Kernbohrung erforderlich.

Jeder Ping (Aussenden eines Schallimpulses durch das Echolot und Empfangen der Echos) wird vollständig digital gespeichert.

Als Gedankenmodell kann man sich vorstellen, dass die gesamte Wassersäule in ca. 1 cm dicke horizontale Schichten geteilt wird. Jede Schicht entspricht einer Wassertiefe. Für jede Schicht wird die Stärke des reflektierten Echos aufgezeichnet und gespeichert. Somit entsteht ein Bild über die ganze gescannte Wassersäule sowie über den Bereich im Boden, der vom Schallimpuls gescannt werden konnte.

Geologen können anhand dieser Bilder Rückschlüsse auf die Bodenbeschaffenheit ziehen. Für Biologen und Ökologen sind oft die in der Wassersäule sichtbaren Schwebstoffe wie Plankton oder Verunreinigungen von Interesse.

Weil die Echolot-Rohdaten vollständig gespeichert werden, können die Daten nachträglich mit geänderten Parametern beliebig oft abgespielt werden. Bei Bedarf können Auswertesoftware und Daten an den Auftraggeber abgegeben werden, damit er die Einstellungen für zusätzliche Auswertungen nach seinen Bedürfnissen vornehmen kann.

Im Gegensatz zu konventionellen analogen Echoloten, die lediglich einen Tiefenwert digital ausgeben, kann mit dem Simrad EA400 die Messung genauestens überwacht und durch vielfältige Parameter gesteuert werden.

Sidescan

Einsatzgebiete

- Überwachung von Fahrrinnen der Großschifffahrt
- Wracksuche für Versicherungen
- Suchen von historischen Wracks
- Untersuchen von Grabungsstätten
- Wissenschaftliche Untersuchungen
- Kartieren von Wasserpflanzen
- Kartieren von unterschiedlichen Bodenarten
- Untersuchung von Bodenmorphologie
- Bauwerksuntersuchungen

Eigenschaften des Meßschwingers

- Frequenz 120 kHz
- Öffnungswinkel $\pm 150^\circ$
- Reichweite ca. 350 m

Sidescan-Messungen funktionieren nach demselben Prinzip wie vertikale Echolotmessungen. Das Prinzip der vertikalen Echolotmessung ist detailliert beschrieben unter *Echolot* und *Meßprinzip*.

Bei einem Vertikal-Echolot wird der Schallimpuls in gebündelter Form senkrecht nach unten ausgesandt. Nicht so bei einem Sidescan-Echolot. Hier wird der Schallimpuls als eine flache, vertikale Scheibe seitwärts ausgesandt. Seitlich des Bootes kann somit ein ganzer Bereich des Gewässergrundes flächenhaft auf Unregelmäßigkeiten in einer einzelnen Peilfahrt untersucht werden.

Wird ein regelmäßiger Flußgrund gescannt, erscheint im Sidescan-Bild als Abbild des gleichmäßigen Echos ein „graues Rauschen“. Unregelmäßigkeiten, wie große Steine oder Brückenpfeiler, stellen gute Reflektoren dar und zeichnen sich demzufolge als starkes Echo im Sidescan-Bild ab (dunkle Stellen). Löcher im Flußgrund (z. B. von Baggerarbeiten, Kolke) reflektieren keinen Schall. Demzufolge sind an diesen Stellen auf dem Sidescan-Bild helle Stellen zu sehen. Auch hinter großen Objekten sind als Folge der Abschattung helle Streifen zu sehen.

Die Auflösung von Sidescan-Bildern hängt von verschiedenen Faktoren ab: Fahrgeschwindigkeit, Qualität des Echolotes, Meßfrequenz Schallgeber (physikalische Begrenzung/Wellenausbreitung), Meßdistanz (Wiederholungsrate), Stabilität des Meßbootes, Genauigkeit der Positionsbestimmung, Auflösung des Ausgabegerätes (Bildschirm, Drucker etc.). Die optimale Konfiguration muss jeweils der Aufgabe entsprechend gefunden werden. In der Regel kann angenommen werden, dass Objekte mit einer Längenausdehnung ab ca. 0,3 m, die sich höhenmäßig ca. 0,1 m vom regelmäßigen Flußgrund abheben, geortet werden können.

Das Planen von Sidescan-Messungen und vor allem deren Interpretation erfordert viel Fachwissen und Erfahrung.

Digitale Sidescan-Verfahren bieten viele Vorteile und halten folgende Möglichkeiten bereit:

- Produktion eines Meßstreifens, nach Bedarf mit unterschiedlichen Parametern (Farbton, Quermaßstab etc.)
- Detailliertes Darstellen von Bereichen (Zoomen von Objekten)
- Bearbeitung mit diversen Bildbearbeitungsverfahren
- Darstellung einer Meßfahrt als maßstäblicher Plot durch Entzerren mit Hilfe eines Geländemodells
- Mosaiking (Zusammensetzen) verschiedener Meßfahrten zu einem Plan
- 3D-Darstellung des Mosaiks zur Vereinfachung der Interpretation für Fachleute anderer Bereiche
- Ausmessen von Objekten

Zusätzlich zu den Sidescan-Rohmessungen werden folgende Informationen digital aufgezeichnet:

- Positionen (z. B. Landeskoordinaten) im 1Hz-Intervall mittels RTK-GPS oder Tachymeter. Damit ist die aktuelle Position stets bekannt.
- Ausrichtung des Sidescans mittels Gyro-Kompass, damit auch bei Kurvenfahrten die Meßrichtung des Scans bekannt ist.

Mehr dazu unter *Objektsuche/Wracksuche*.

Positionierungssysteme

Jedes Positionierungssystem hat Vor- und Nachteile. GPS und tachymetrische Verfahren ergänzen sich in idealer Weise. Die Zuverlässigkeit eines Endproduktes hängt wesentlich von der Qualität der Positionsbestimmung ab. Da ein Stillstehen auf dem Wasser nicht möglich ist, sind alle hydrographischen Meßverfahren dynamische Verfahren. Das Meßboot ist stets in Bewegung.

An Meßsysteme werden deshalb hohe Anforderungen gestellt:

- Korrekte Messung auf bewegte Ziele durch das Meßsystem (Zielerfassung, synchronisierte Winkel und Distanzmessung etc.)
- Exakte Synchronisierung mit anderen Geräten
- Anschluss an Navigations- und Speichersoftware
- Hohe Wiederholungsrate der Messungen

Navigation und Registrierung

Für die Navigation und die Registrierung der Messdaten steht vorwiegend die Software HydroPro von Trimble zur Verfügung. Näheres dazu unser *Navigation*.

Tachymetrische Verfahren

An Land wird ein zielperfolgendes Tachymeter aufgestellt und eingemessen.

Vertikal oberhalb des Meßsensors auf dem Meßboot wird ein 360° Reflektorprisma angebracht, das nun vom Tachymeter verfolgt wird. Die vom Tachymeter gemessenen Werte werden laufend per Datenfunk zum Navigationscomputer auf dem Meßboot übermittelt. Hier werden die Koordinaten des Meßbootes berechnet.

Vorteile

- Horizontabdeckungen stören nicht
- Wasserspiegelunabhängige Messungen

Nachteile

- Nur einsetzbar bis ca. 500 m Distanz
- Gegenlicht kann problematisch sein
- Genauigkeit nimmt mit der Distanz ab
- Sichtverbindung zwischen Landstation und Meßboot notwendig
- Nur ein Boot gleichzeitig messbar

Einsatzgebiete

- Im Bereich von Brücken
- Im Bereich von Kaimauern
- Im Bereich von Gebäuden (z. B. Kraftwerke)
- Kleinflächige Aufträge oder Ergänzung von mit GPS nicht messbaren Teilgebieten

GPS-Verfahren

Ein einzelnes GPS-Gerät kann seine Position anhand von Distanzmessungen zu Satelliten auf ca. 5 – 10 m genau bestimmen. Durch den Einsatz eines zweiten feststehenden GPS-Gerätes (Referenzstation) kann die Genauigkeit immens gesteigert werden. Das zweite Gerät berechnet Korrekturwerte, die in Echtzeit zum Meßboot übertragen werden.

Mit Präzisions-RTK-GPS-Geräten können so unter normalen Bedingungen in Echtzeit Genauigkeiten im cm-Bereich erreicht werden.

Navigation und Meßwertspeicherung

Für die Echtzeitnavigation und die Meßwertspeicherung bei hydrographischen Anwendungen wird in der Regel die Software HydroPro von Trimble eingesetzt. Sie dient unterschiedlichen Aufgaben.

Navigation in Echtzeit

Jeder seriösen Arbeit liegt ein Konzept zugrunde. Dieses Konzept muss auch umgesetzt werden können. Beispielsweise soll bei den meisten hydrographischen Aufgaben das Meßgebiet in einem regelmäßigen Profilraster abgefahren werden. Um dieses Raster auch tatsächlich fahren zu können, muss jederzeit die genaue Position des Meßbootes bekannt sein.

Für einzelne Profile mögen Visurstäbe am Ufer oder Verfahren mit Meßseilen ausreichend sein. Für Aufträge mit kleinen Profilabständen wird das Einrichten dieser Hilfsmittel jedoch aufwendig; auf Seen versagen diese Verfahren ganz. Außerdem lassen sich solche Verfahren nicht automatisieren.

In HydroPro wird die Position des Meßbootes anhand der Daten der Positionierungssysteme berechnet und graphisch in einer Übersichtskarte angezeigt.

Vordefinierte Profile (Punkte, Linien, Routen) können ebenfalls angezeigt werden. In Echtzeit wird die Ablage von Profilen berechnet und als Ziffer oder in Form eines „Offline-Bar“ angezeigt.

Als Übersichtskarte (Hintergrund) können dxf-Dateien oder Rasterbilder angezeigt werden.

Überwachung der Messgeräte

Positionierungssysteme wie z. B. Meßsensoren können ausfallen. Sieht man das erst nach abgeschlossener Messung, bleiben unter Umständen Lücken in den Auswertungen, die mit großem Aufwand nachzumessen sind.

Um das zu vermeiden, werden mit HydroPro alle Sensoren ständig überwacht und die Messwerte angezeigt. Fällt ein Sensor aus, wechselt der angezeigte Messwert sofort seine Farbe und beginnt zu blinken.

Der zurückgelegte Weg wird graphisch in die Übersichtskarte eingeblendet. Noch nicht gemessene Flächen sind so auf einen Blick sichtbar und können ergänzt werden.

Generieren von Beschriftungen für Messgeräte

Mittels der Software HydroPro können Telegramme generiert werden, die zusammen mit den Sensor-Rohdaten gespeichert werden können. Als Beispiel: Aus den Daten des Positionierungssystems (Winkel und Distanzen) können Stationierungen auf Flussachsen etc. berechnet werden. Damit kann der Echolot-Meßstreifen beschriftet werden.

Geocodierung der gemessenen Daten

Jedem gemessenen Sensorwert wird digital eine Position zugewiesen. Mittels CAD können so die Sensordaten in vielfältiger Weise kartiert werden (s. *Produkte*).

Um die große Menge an Sensordaten (Echolot, Strömungsmesser oder andere Geräte) auch nutzen zu können, muss ein automatischer Datenfluß von der Aufnahme bis zum CAD sichergestellt sein.

Das Einzeichnen einzelner Echolot-Meßwerte von Hand in Plankopien ist für professionelle Arbeiten keine Lösung. Zu jedem registrierten Messwert wird ebenfalls die Genauigkeit der Positionsbestimmung gespeichert. Mit Filtertools werden Daten bereinigt, so dass nur Messwerte in die weitere Verarbeitung gelangen, die einer definierten Qualität genügen. Damit kann gewährleistet werden, dass die Messwerte am richtigen Ort kartiert werden.

Höhenkurvenplan

Inhalt

- Äquidistanz zweckmäßig zu Maßstab und Geländeform oder speziell angepasst für den Verwendungszweck
- Höhenkoten
- Wenn vorhanden, Zufügen der Situation aus CAD-Datei des Kunden (dxf, dgn etc.) oder gescannt von analogen Plänen

Verwendung

- Allgemeine Planungen
- Vom Wasserspiegel unabhängige Darstellung

Tiefenlinienplan oder Tiefenzonenplan

Inhalt

- Äquidistanz zweckmäßig zu Maßstab und Geländeform oder speziell angepasst für den Verwendungszweck: Kritische Fahrrinnentiefe, Soll-Baggertiefe etc.
- Tiefenkoten
- Der Tiefenplan wird entweder direkt aus den Messwerten abgeleitet oder aus der Differenz zwischen Wasserspiegel und Geländemodell berechnet. Der Wasserspiegel kann dabei aus den Messungen abgeleitet werden oder aus hydraulischen Modellversuchen vorliegen.
- Wenn vorhanden, Zufügen der Situation aus CAD-Datei des Kunden (dgn, dxf etc.) oder gescannt von analogen Plänen.

Längs- und Querprofile

Inhalt

- Profillinie aus Geländemodellen (z. B. verschiedene Zustände gleichzeitig)
- Liegen genügend dichte Geländemodelle vor, können jederzeit beliebige Profile daraus abgeleitet werden.
- Automatische Beschriftung, regelmäßiger Abstand oder Beschriftung der Knickpunkte
- Zusatzinformationen wie Bodenbedeckung etc.
- Stationierung/Höhenbeschriftung
- Projizierte Einzelobjekte etc.

Verwendung

- Detailansicht
- Konventionelle Volumenberechnungen mittels Planimeter durch den Kunden

Querprofile verlieren aufgrund technischer Möglichkeiten (z. B. farbige Plandarstellung oder digitaler Volumenberechnungen) an Bedeutung.

Digitale Geländemodelle

Ein digitales Geländemodell ist eine strukturierte Datenbank, die eine Geländeoberfläche digital beschreibt. Die Oberfläche wird dabei meist durch Dreiecke nachgebildet.

Oft werden Abkürzungen DGM (Digitales Geländemodell) oder DTM (Digital Terrain Model) verwendet.

Was von der Oberfläche dargestellt wird, ist dabei offen gelassen:

- Bestehende Geländeoberfläche aus topographischer Aufnahme oder aus hydrographischer Messung
- Geplante Geländeoberfläche
- Veränderte bestehende Geländeoberfläche

Berechnete Oberflächen oder mathematische Oberflächen können in der gleichen Weise beschrieben werden:

- Differenz zweier Oberflächen
- Genauigkeit der Messung modelliert als Oberfläche
- Strömungsgeschwindigkeiten modelliert als Oberfläche
- Berechnete Oberflächen aus einer Funktion $z=f(x,y)$

Da Geländemodelle vorwiegend zur Modellierung von Geländeoberflächen eingesetzt werden, hat sich eine dazu passende Terminologie gebildet. Auf mathematische Oberflächen können diese Begriffe sinngemäß übertragen werden.

Aus Geländemodellen abgeleitete Produkte:

- Höhenkurvenpläne
- Tiefenlinienpläne
- Differenzenpläne
- Längs- und Querprofile
- 3D-Ansichten
- Volumenberechnungen
- Digitale Berechnungsgrundlagen
- Grundlage für Baumaschinenteuerungen

Das Geländemodell ist also immer die Grundlage für weiterführende Darstellungen und Berechnungen.

Qualität von Geländemodellen

Folgende Faktoren beeinflussen die Qualität eines Geländemodells:

- Dichte der Grundlagedaten
- Genauigkeit der Daten in Lage (x, y)
- Genauigkeit des Messwertes (z)
- Zuverlässigkeit der Daten
- Dreiecksvermaschung, Bruchkanten (=Möglichkeiten der Software und Sorgfalt bei der Auswertung)

Das Erstellen von qualitativ hoch stehenden Geländemodellen braucht Fachwissen und Erfahrung.

Schlechte Geländemodelle können für einige Produkte, wie z. B. Differenzenpläne zwischen zwei Zuständen, nicht verwendet werden. Dies zeigt sich oft erst Jahre nach der Erstellung des Ursprungsmodells.

Graphische Verbesserungen ohne Qualitätssteigerung am Geländemodell

Höhenkurven sind nur ein Abbild des Geländemodells. Sie sind Linienzüge, die in gleicher Höhe auf dem Dreiecksmodell liegen. Auf jeder Dreiecksseite ergibt sich ein scharfer Knickpunkt.

Der Linienpunkt kann durch graphische Elemente (Bezierkurven oder Splines) angenähert (verschönert) werden, damit er auf dem Plan für das Auge besser aussieht. Das zugrunde liegende Modell bleibt dadurch unbeeinflusst.

Diesen Umstand gilt es zu berücksichtigen, wenn Geländemodelle für Volumenberechnungen oder für Maschinensteuerungen verwendet werden.

Elemente des Geländemodells

Ein wichtiger Punkt bei der Erstellung von Geländemodellen ist die Dreiecksvermaschung. Sie kann durch fachmännische Bearbeitung der Modellierung wesentlich beeinflusst werden. Eine mangelhafte Dreiecksvermaschung wirkt sich auf die Qualität sämtlicher daraus abgeleiteter Produkte negativ aus.

Folgende Elemente stehen zur Modellierung eines Geländemodells zur Verfügung:

- Einzelpunkte: Gemessene oder berechnete Stützpunkte
- Bruchkanten: Linien, die nicht von Dreiecken geschnitten werden dürfen
- Umrandungslinie: Gebietsperimeter. Er verhindert, dass außerhalb des gemessenen Gebietes Dreiecke berechnet werden.
- Insellinien: Gebiete innerhalb der Umrandungslinie, die ausgespart werden müssen.

Bruchkanten sind für die Qualität von Geländemodellen ein entscheidender Faktor. In der Gewässervermessung sind diese Bruchkanten aber nie direkt sichtbar und müssen deshalb mit iterativen Berechnungsschritten definiert werden. Dies ist sehr zeitaufwendig und erfordert große Erfahrung.

Volumenberechnung

Inhalt

- Volumenangaben, Auftrag/Abtrag
- Dokumentation in Form eines Berichtes oder eingetragen im Plan
- Kombinierbar mit Höhenkurvenplänen, Tiefenlinienplänen etc.
- Parameter der Volumenberechnung frei wählbar, auch zellenweise möglich

Verwendung

- Volumenberechnung zwischen Geländemodell und festgelegter Höhenkote
- Volumenberechnung zwischen verschiedenen Geländemodellen
- Volumenberechnung zwischen Geländemodell und geplantem Terrain
- Transportdistanzen
- Umschlagdistanzen

3D-Ansichten

Inhalt

- Farbcodierung entsprechend den Bedürfnissen des Projektes
- Regelmäßiges Grid für die Verdeutlichung der Perspektive/Geländeform
- Situation
- Zusatzinformationen

Verwendung

- Anschauliche Darstellung für ungeübte Planleser
- Einbinden in Dokumentationen und Präsentationen des Kunden

Trackplot

Inhalt

- Aufzeichnung der gemessenen Punkte
- Farbliche Unterscheidungen von Meßtag oder Meßfile etc.
- Exakte Meßzeit

Verwendung

- Übersicht während der Arbeitsausführung
- Dokumentation der ausgeführten Arbeiten
- Positionieren von Ereignissen wie Fotoaufnahmen, Handnotizen etc.

Gewässerkarten

Inhalt

- Dokumentation des Gewässerzustandes
- Fahrrinnensicherheit
- Einläufe
- Flußkilometrierung
- Uferzonen
- Uferbefestigungen
- Hochwasserschutzmaßnahmen
- Überflutungsgebiete
- Gefahrenzonen
- Konzessionsgrenzen
- Unterhaltspflichten

Verwendung

- Grundlage für Vertragsdokumente
- Wasserbau
- Bevölkerungsschutz

Navigationskarten

Inhalt

- Wassertiefen
- Hindernisse
- Verkehrsregelung
- Bojen
- Gefahrenzonen
- Allgemeine Informationen (Betriebszeiten in Schleusen etc.)

Verwendung

- Dokumentationen
- Beweissicherung für Behörden
- Fahrrinnensicherheit
- Navigationsunterlagen für die Großschifffahrt
- Touristische Informationen

Objektsuche/Wracksuche

Meßstreifen einer Sidescan-Messung

- Dargestellte Breite 50 – 200 m
- BMP-Datei, Breite ca. 500 Pixel, daher beschränkte Auflösung
- Aufzeichnung wird während der Meßfahrt generiert, kann nachträglich im Innendienst mit anderen Parametern nochmals generiert werden
- Beschriftung mit Koordinaten, Kurs etc.
- Nicht maßstabsgetreu, nicht winkeltreu
- Gleichzeitige Aufzeichnung mit Vertikal-Echolotungen möglich

Mosaik aus mehreren Meßfahrten

- Mit Geländemodell entzerrte Sidescan-Aufzeichnungen
- Maßstabsgetreue Zusammensetzung verschiedener Meßfahrten
- Georeferenziert, kann z. B. einem Situationsplan hinterlegt werden
- Gebietsausdehnung unbeschränkt
- Auflösung nur durch physikalische Eigenschaften des Meßschalls beschränkt

3D-Ansichten

- Mosaik auf Geländemodell aufgezogen
- Ansicht aus verschiedenen Perspektiven möglich

3D-modellierte Objekte

- Anhand des Schattenwurfs modellierte Objekthöhen werden mit dem Geländemodell kombiniert
- Plastische Darstellung des Objektes
- Perspektivische Ansichten