

Vermessung des Oberlaufs der Elbe in der Tschechischen Republik mit einem Fächerlot

Ein Beitrag von *Martin Gutowski* und *Robert Knap*

Der Oberlauf der Elbe in der Tschechischen Republik gilt als schwer schiffbares Gewässer mit geringen Wassertiefen und variablen Pegelständen. Mit Hilfe einer Förderung im Rahmen des IRIS-Europe-II-Projektes wurde ein System zur Bereitsstellung von tagesaktuellen, elektronisch abrufbaren Tiefendaten für die sichere Navigation, Gewässeruntersuchung und -instandhaltung entwickelt. Das Pilotprojekt, in dem der Einsatz des Fächerlotsystems getestet wurde, welches die Datenbasis der flächendeckenden Bathymetriedaten lieferte, wird vorgestellt.

Fächerlot | Elbe | Flachwasser | Bathymetrie | Interferometrie | Flussinformationssystem

Einleitung

Der Oberlauf der Elbe in der Tschechischen Republik gilt als schwer schiffbares Gewässer mit geringen Wassertiefen und stark variierenden Pegelständen. Das staatliche Unternehmen Povodí Labe ist für die Verwaltung der Wasserstraßen des Elbeeinzugsgebiets in Tschechien verantwortlich. Es hat sich zusammen mit dem privaten Unternehmen VARS BRNO a.s., welches auf technische Lösungen für Transport und GIS-Anwendungen spezialisiert ist, europäische Fördergelder im Rahmen des IRIS-Europe-II-Projektes gesichert. Der Schwerpunkt des Vorhabens ist die Entwicklung von Flussinformationssystemen (River Information System, RIS) und deren international koordinierte Anwendung für des Verkehrsmanagement im Rahmen des RIS-Standards der EU-Richtlinie 2005/44/EC. Das geförderte Projekt hat unter anderem das Ziel, Binnenschiffen aktuelle und verlässliche Tiefeninformationen zur Verfügung zu stellen, um eine Navigations- und Beladungsplanung zu ermöglichen.

Um eine zuverlässige Datenbasis zu schaffen, wurde entschieden, ein Fächerlotsystem anzuschaffen, welches eine effektive flächendeckende

Erfassung von Bathymetriedaten nach dem S-44-Standard der IHO ermöglicht. Damit sollte das zuvor verwendete Auslegersystem ersetzt werden, welches als zu ungenau, nicht flächendeckend und wenig effizient eingestuft wurde. VARS BRNO a.s. entschied sich für das Flachwasser-Fächerlotsystem GeoSwath Plus von Kongsberg GeoAcoustics, um die hydrographischen Vermessungen des Fahrwassers durchzuführen, um Hindernisse zu detektieren und um Gebiete für Baggermaßnahmen auszuzeichnen.

Das Messgebiet

Die Pilotversuche fanden am Flussabschnitt der Elbe von Ústí nad Labem bis an die Grenze zur Bundesrepublik Deutschland statt (Abb. 1). Diese 42 km lange Strecke ist extrem flach mit Wassertiefen von 1 m bis zu 6 m, mit stark schwankenden Pegelständen. In diesem Teil des Flusses können sich die zur Schifffahrt freigegebenen Abschnitte im Laufe eines Tages ändern – in Abhängigkeit des Niederschlags und der damit einhergehenden Sedimenteinträge. Die Fahrrinne ist oft nicht breiter als 40 m. In dieser Strecke kam es aufgrund der Begebenheiten in der Vergangenheit öfter zu Schiffsunfällen.

Methodik

Das Fächerlotsystem wurde auf dem als Vermessungsschiff umfunktionierten, ehemaligen Schieber-Schlepper »Střekov« installiert (Abb. 2), der eine Länge von 16 m, eine Breite von 4 m und einen Tiefgang von 0,9 m hat. Einige bauliche Veränderungen des Schiffes wurden vor der Installation durchgeführt. Schwerpunkte der Umbautätigkeiten waren die Anpassung des Führerhauses, die Installation eines neuen Dieselgenerators, die Verkabelung der Stromversorgung und die Teilerneuerung des Decks sowie des Motors. Zusätzlich waren noch andere Anpassungen erforderlich, um das Schiff wiederaufzubauen.

Die Schallwandler des GeoSwath-Plus-Fächerlots in der 250-kHz-Ausführung wurden mittels einer zurückziehbaren Stangenhalterung am Bug angebracht (Abb. 3). Die Schallwandler haben während des Einsatzes einen Tiefgang von 60 cm. Die Installation erlaubt es, die Schallwandler zur

Autoren

Dr. Martin Gutowski ist Product Sales Manager bei Kongsberg GeoAcoustics in Großbritannien

Robert Knap ist bei VARS BRNO a.s. in der Tschechischen Republik beschäftigt

Kontakt unter:

martin.gutowski@kongsberg.com
???@vars.cz

Abb. 1: Das Messgebiet für die Pilotversuche: Der Flussabschnitt der Elbe zwischen der tschechischen Stadt Ústí nad Labem und der Grenze zur Bundesrepublik Deutschland



Wartung und zum Navigieren in gefährlichen Situationen schnell an Bord zu bringen. Auf der V-Platte am Ende der Stangenhalterung wurden sowohl die Backbord- und Steuerbordschwinger sowie der Bewegungssensor Kongsberg Seatex MRU-H, das Echolot Tritech PA200-20 als auch die Schallgeschwindigkeitssonde Valeport Mini-SVS angebracht. Die Geräte sind durch eine Käfigkonstruktion geschützt, welche Beschädigungen durch Treibgut verhindert. Die Peripheriesensorik wird durch einen Richtungssensor, ein RTK-GPS-System mit GSM-Korrekturen und eine Valeport-Schallgeschwindigkeitssonde komplettiert.

Das GeoSwath-Plus-System arbeitet nach dem interferometrischen Prinzip, bei dem von dem Backbord- und Steuerbordschwinger jeweils ein weiter, vom Meeresboden bis an die Wasseroberfläche reichender Schallkegel geformt wird, in den das Schallsignal ausgestrahlt wird. Das Schallsignal wird von der Sohle zurückgestreut und von im Schallwandler befindlichen Elementen erfasst, um aus der Phasendifferenz und der Laufzeit Winkel-, Entfernungspaare und Rückstreuamplituden aufzuzeichnen. Das System erfasst somit gleichzeitig georeferenzierte Side-Scan-Daten und hochauflösende Bathymetriedaten in einem Öffnungswinkel von $240^\circ \times 0,75^\circ$ (in der verwendeten 250-kHz-Version). Eine Vermessung vom Nadir bis zur Wasseroberfläche ist somit gegeben, ohne die Schallwandler zu neigen. Die Überdeckung ist von der Qualität des zurückgestreuten Schallsignals abhängig und erreicht im extremen Flachwasserbereich Werte über der 12-fachen Wassertiefe.

Die Kalibrierung des Systems wurde oberhalb des Wehrs in Ústí nad Labem durchgeführt. Die Sohle besteht hier aus einer ebenen Betonplatte, die geodätisch vermessen wurde. Sowohl eine Patch-Test-Kalibrierung als auch ein Vergleich der Messwerte mit der geodätischen Vermessung konnten hier erfolgreich abgeschlossen werden.

Datenerfassung und -verarbeitung

In dem Pilotprojekt wurden drei repräsentative Teilstücke vermessen, die alle Anforderungen und möglichen Probleme des Vermessungsgebiets aufweisen und die somit zur Studie und Optimierung des Verfahrens dienen. Die durchschnittliche Länge einer einzelnen Vermessungslinie betrug 3 km. Als maximale Überdeckungsweite wurden 30 m eingestellt, mit mindestens 50 % Überlapung auf jeder Seite. Die Software GS+ wurde sowohl für die Datenerfassung und als auch für die -auswertung verwendet.

Nach einer Analyse der Schallgeschwindigkeitsprofile und ihrer Variationen im Messgebiet, wurde eine Schallgeschwindigkeitsmessung am Anfang und am Ende jeder Vermessungslinie als ausreichend identifiziert. Ausnahmen bildeten Bereiche mit irgendwie gearteten Einflüssen, in denen dann lateral und temporär eine größere Anzahl von Profilen erhoben wurden.

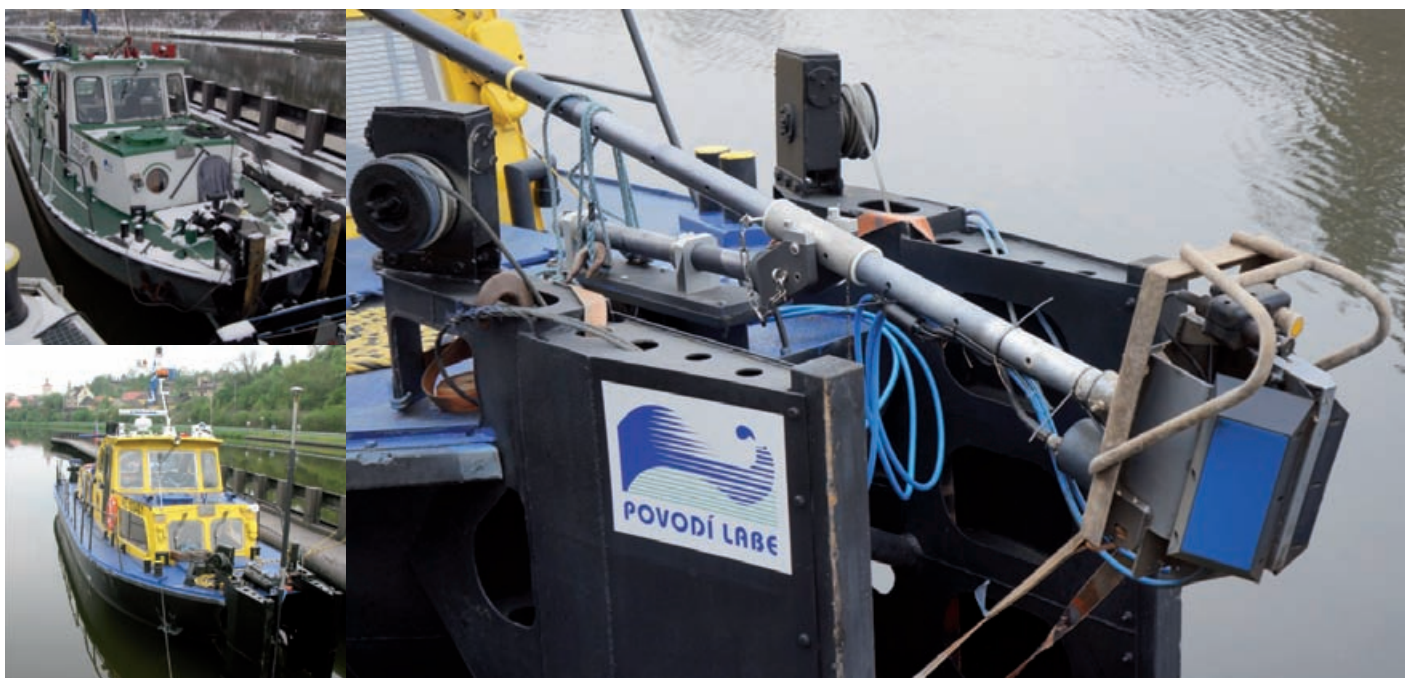
Bei der Verarbeitung von Daten aus flachen Gewässerbereichen zwischen 1,5 m und 2 m wurde eine verwendbare Datenüberdeckung von 20 m erzielt, und selbst in sehr flachen Bereichen konnte immer noch eine Überdeckung von 10 m erreicht werden. Die Datendichte führte in allen Bereichen zu einer vollständigen flächenhaften Überdeckung, wie sie von den maßgeblichen Standards gefordert wird.

Als vertikale Referenz wurde die Geoidhöhe aus dem RTK-GPS-Signal verwendet, daher war eine kontinuierliche Verfügbarkeit des GSM-Korrektursignals unumgänglich. Dies konnte durch eine gute Mobilfunkverbindung weitgehend gewährleistet werden.

Um die Wassertiefe berechnen zu können, musste neben der Erfassung der Bathymetriedaten in Bezug auf die Höhenreferenz eine Modellierung des Wasserstands durchgeführt werden. Ein wichtiger Bestandteil des Projekts war die Anpas-

Abb. 2 (kleine Bilder, links): Der ehemalige Schlepper »Střekov« vor und nach dem Umbau zum Vermessungsschiff

Abb. 3: Zurückziehbare Wandlerhalterung. Auf der, durch eine Käfigkonstruktion geschützten V-Platte sind der Backbord- und Steuerbordschwinger sowie ein Kongsberg Seatex MRU-H-Bewegungssensor, eine Valeport Mini-SVS-Schallgeschwindigkeitssonde und ein Tritech PA200-20-Echolot angebracht. Die Schallwandler haben während des Einsatzes einen Tiefgang von 60 cm





sung des numerischen Modells zur Berechnung des Pegelstands.

Bathymetrische Daten für Standardpegelstände wurden nach der Bearbeitung den elektronischen Binnengewässerkarten (IENC) hinzugefügt. Pegelkorrekturberechnungen werden täglich erzeugt und auf den Server geladen. Binnenschiffer können auf die aktuellen Daten mittels IENC-Systemen zugreifen, wie z. B. Radarplot oder Tresco (Abb. 4). In diesen IENC-Systemen werden die aktuellen Tiefenwerte dargestellt, die mittels der aktuell übertragenen Pegelstände und der vorhandenen

Bathymetriedaten in Bezug auf Standardpegelstände berechnet werden.

Ergebnisse

Das Messgebiet konnte effizient gemäß den Anforderungen in den Standards vermessen werden. Die auf der Fächerlotvermessung basierenden detaillierten digitalen Geländemodelle der Sohle brachten viele Details zutage, die bei der Vermessung mit der bisher verwendeten Single-beam-Technologie verborgen blieben. Viele Objekte, die möglicherweise eine Gefahr für die Navigation darstellen, wurden lokalisiert und anschließend aus der Fahrrinne entfernt (Abb. 5).

Die digitalen Geländemodelle wurden auch für die Planung der Baggerarbeiten und für die Berechnung von Baggervolumen verwendet. Weiterhin konnten durch Wiederholungsmessungen natürliche Sedimentumlagerungen beobachtet und quantifiziert werden (Abb. 6). Zudem konnte das System erfolgreich bei einer Suchaktion eingesetzt werden, die als schnelle Reaktion auf einen Schiffsunfall im Oktober 2011 durchgeführt wurde.

Seit der Auswertung des Pilotprojekts, bei der gezeigt werden konnte, dass das verwendete Fächerlot effizient flächendeckende Bathymetriedaten gemäß den Standards bereitstellt, wird das System routinemäßig im tschechischen Abschnitt der Elbe eingesetzt. □

Abb. 4: Elektronische Binnengewässerkarten (IENC) zeigen die Wassertiefen in Abhängigkeit des aktuellen Pegelstands. Als Datengrundlage dienen die digitalen Geländemodelle aus der Fächerlotvermessung und die modellierten Pegelstände



Abb. 5: Das Wrack eines ca. 6 m langen Bootes, dargestellt in den Fächerlotdaten und bei der Bergung

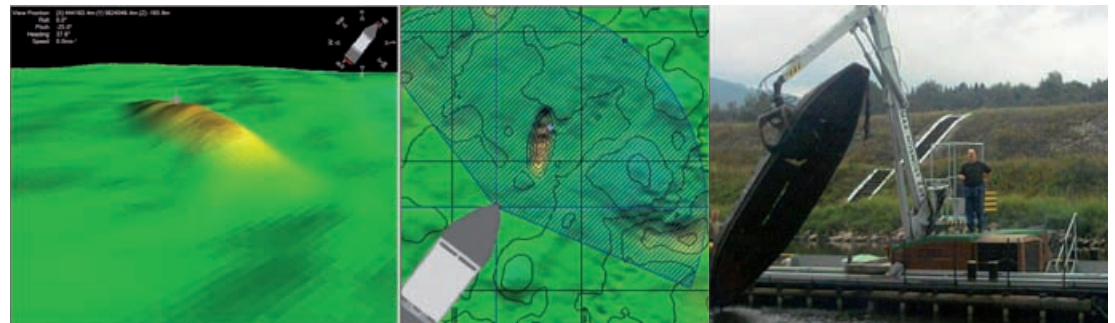


Abb. 6: Das digitale Sohlmodell zeigt Sedimentwellen. Die überlagerten Längsprofile weisen die Veränderungen – das Wandern der Sedimentwellen – in Abständen von 13 und sieben Tagen aus

