



Ein Meß- und Auswertesystem zur Sohlgrundaufnahme

Günter Reichel ¹, Alexander Jawecki ²

¹ *Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Wasserwirtschaft (IWHW), Abt. für Hydrologie und Wasserwirtschaftliche Systemplanung, Universität für Bodenkultur, Nußdorfer Lände 11, A-1190 Wien*

² *Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Wasserwirtschaft (IWHW), Abt. für Hydrologie und Wasserwirtschaftliche Systemplanung, Universität für Bodenkultur, Nußdorfer Lände 11, A-1190 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **80** (4), S. 190–199

1992

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Reichel_VGI_199214,  
Title = {Ein Me{\ss}- und Auswertesystem zur Sohlgrundaufnahme},  
Author = {Reichel, G{"u}nter and Jawecki, Alexander},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {190--199},  
Number = {4},  
Year = {1992},  
Volume = {80}  
}
```





Ein Meß- und Auswertesystem zur Sohlgrundaufnahme

von Günter Reichel und Alexander Jawecki, Wien

Zusammenfassung

In diesem Artikel wird ein Meß- und Auswertesystem zur Sohlgrundaufnahme beschrieben, das am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (IWHW) der Universität für Bodenkultur konzipiert wurde. Das System besteht im wesentlichen aus einer Anlage zur Erfassung der Position eines bewegten Meßbootes, einer Echolotanlage zur Tiefenmessung und einem Softwarepaket für die Sammlung und Auswertung der Daten.

1. Problemstellung

Die Erfassung des Sohlgrundes von fließenden und stehenden Gewässern ist für Fragestellungen von Bedeutung, die sich von der Sicherung von Schifffahrtswegen über die frühzeitige Erfassung von Auskolkungen bei Wasserbauten bis zur wissenschaftlichen Bearbeitung von Sedimentations- und Erosionsprozessen oder von Zusammenhängen zwischen Morphologie und Gewässerökologie erstrecken.

Das in diesem Artikel beschriebene Meß- und Auswertesystem zur Sohlgrundaufnahme wurde am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau (IWHW) der Universität für Bodenkultur konzipiert und besteht aus einer Anlage zur Erfassung der Position eines bewegten Meßbootes, einer Echolotanlage zur Tiefenmessung und einem Softwarepaket für die Sammlung und Auswertung der Daten. Die Besonderheit des Meßsystems liegt darin, daß es weitgehend aus kommerziell verfügbaren Standardkomponenten zusammengestellt ist. Die Meßmethodik selbst, welche dem System zugrunde liegt, ist in der Literatur dokumentiert [4] und findet auch Anwendung bei der Vermessung der Donau durch die österreichische Wasserstraßendirektion [6]. Auf die grundsätzlichen Meßfehler der Echolotmessung soll hier nicht eingegangen werden, sie sind u.a. in [1] und [3] beschrieben. In diesem Beitrag soll die Konzeption der Anlage und die Realisierung des Konzeptes im Vordergrund stehen.

2. Vorgaben bei der Konzeption des Meßsystems

Für die Entwicklung des Systems waren folgende Ziele zu beachten:

- Verwendung von Standardkomponenten bei Hard- und Software
- Offene, einfache Datenstruktur
- Sicherheit in der Bedienung
- Wirtschaftliche Realisierung

Die Verwendung von Standardkomponenten bei Hard- und Software bietet eine Reihe von Vorteilen: im Bedarfsfall ist eine Adaption der Anlage an spezifische Problemstellungen leicht möglich, da einzelne Komponenten gegen „bessere“ (genauere, schnellere) ausgetauscht werden können. Darüber hinaus erhöhen Standardkomponenten auch die Wirtschaftlichkeit, da sie die Flexibilität der Anlage erhöhen und auch im Zuge von terrestrischen Vermessungen eingesetzt werden können.

Eine offene Struktur der Daten erlaubt, daß die Auswertung der Sohlgrunddaten in Abhängigkeit von den jeweiligen Problemstellungen mit beliebigen Softwarepaketen erfolgen kann. Damit können auch kommerzielle Programme, welche die Verarbeitung drei-

Eine klasse Sache

Klasse 1

Klasse 2

Klasse 3

Stellen Sie sich Ihr eigenes Meßsystem mit diesen Bausteinen zusammen: ✓ Dem Basisinstrument mit einem nahezu unübertrefflichen Betriebssystem, dem 2-achsigen Stehachsenkompensator, der seriellen Zweibege-Datenkommunikation, der koaxialen Optik und vielen anderen Funktionen, die Ihre Arbeit effizienter, zuverlässiger und angenehmer machen. ✓ Drei Klassen für Genauigkeit und Reichweite. ✓ Numerische Tastatur. ✓ Alphabetische

Tastatur. ✓ Servo-Antrieb. ✓ Mechanischer Antrieb. ✓ Kapazität des internen Speichers von 1000 bis zu 10.000 Punkte. ✓ Kapazität des externen Speichers für bis zu 3000 Punkte. ✓ 10 verschiedene Programme zur Daten-erfassung und für Feldberechnungen. ✓ Die RPL 500 ermöglicht Ihnen, während Sie am Meßpunkt stehen, zu messen, zu speichern, Meßwerte zu berechnen und Daten zu überprüfen.

Stellen Sie sich Ihr eigenes Meßsystem zusammen!

Was würden Sie tun, wenn Sie Ihr eigenes Meßsystem nach Ihren Wünschen zusammenstellen könnten? Sie würden es Ihrer Arbeitsweise und Ihren Aufgaben anpassen. Richtig? Wie sollte Ihr Ergebnis sein? Sollte es nicht zuverlässiger und gewinnbringender sein? Selbstverständlich! Das ist kurz gesagt die Philosophie, die hinter dem System 500 steht. Dem System, das Sie nach Ihren Anforderungen zusammensetzen.

Es ist leicht. Sie beginnen mit der Entscheidung, welche Genauigkeit und welche Reichweite Sie wünschen. Dazu gibt es noch weitere 20 Funktionen, die Sie wählen und mit Ihren Ansprüchen in Einklang bringen können. Kreieren Sie Ihr „Trauminstrument“, wir machen dann Wirklichkeit daraus. Mit anderen Worten: Sie wählen die Spezifikationen und den Preis. Das ist Freiheit!

Geodimeter System 500

Die Freiheit wählen zu können

Interessiert? Rufen Sie uns an und vereinbaren Sie einen Termin mit uns oder fordern Sie einen Prospekt an. Wir geben Ihnen 65 triftige Gründe, sich für das Geodimeter System 500 zu entscheiden.

Den Coupon bitte kopieren oder ausschneiden und an uns schicken oder faxen. Geotronics GmbH, Feldstraße 14, W-6108 Weiterstadt. Fax: (06151) 89 11 23.

Ja! Ich möchte selbst kreativ sein.

- Ich möchte eine unverbindliche Vorführung
- Ich möchte ausführlichere Informationen über das System 500

Name _____

Firma _____

Straße _____

Ort _____

Telephon _____



dimensionaler Geländedaten und die Erstellung von Karten und Plänen unterstützen, verwendet werden. Es ist daher möglich, daß – wenngleich für die Messung und Auswertung ein System zusammengehöriger und zueinander passender Software-Komponenten vorhanden ist – praktisch jeder Bearbeitungsschritt auch unabhängig vom bestehenden Auswertesystem gelöst werden kann. Dies ist besonders bei Datenanalysen für wissenschaftliche Fragestellungen von Bedeutung, die keine schematisierte, immer gleiche Bearbeitung erlauben.

Die Sicherheit in der Bedienung ist gerade bei Feldmessungen besonders wichtig. Nachdem in der Regel unter hohem Zeitdruck und mitunter bei ungünstigen Bedingungen (Witterung, kleine Boote ohne Kabine, Kommunikation nur über Funk, etc.) gearbeitet wird, ist eine hohe Funktionalität und die größtmögliche Sicherheit für Hard- und Software erforderlich. Diesen Anforderungen wurde dadurch Rechnung getragen, daß alle Komponenten der Meßanlage weitgehend selbständig arbeiten und kaum Bedienungsfehler zulassen. Die Programme zur Datenerfassung und -auswertung zwingen den Anwender, alle erforderlichen Bedienungsschritte in der richtigen Reihenfolge durchzuführen. Alle Schritte, die sich logisch zwingend aus vorhergehenden Schritten ergeben, werden von den Programmen selbstständig durchgeführt.

Wegen der unterschiedlichen Aufgabenstellungen, für die das Meßsystem eingesetzt wird, ergab sich die Forderung nach einer hohen Flexibilität der Anlage. Es sollte für Messungen der Donau ebenso gut einsetzbar sein wie zum Beispiel im Marchfeldkanal oder in einem Baggerteich. Daher mußte die Anlage so konzipiert werden, daß sie von großen Meßschiffen und kleinsten Booten aus eingesetzt werden kann.

3. Das Meßprinzip

Das System zur Vermessung des Sohlgrundes besteht aus einer Anlage zur polaren Verortung des fahrenden Meßbootes und einer Echolotanlage zur Messung der Wassertiefe. Die Bestimmung der Position des Meßschiffes beruht auf der Polarpunktbestimmung. Mit einer am Ufer auf einem koordinativ bekannten Standort aufgestellten Totalstation wird ein am Meßboot über dem Echolot befestigter Reflektorkranz manuell verfolgt. Die Distanz von der Totalstation zum Boot sowie Horizontal- und Vertikalwinkel werden per Funk zum Meßschiff übertragen und dort verarbeitet. Im Idealfall wird die Position etwa zweimal pro Sekunde bestimmt. Wird aber der Reflektorkranz außerhalb einer vorgegebenen Toleranz anvisiert oder verfehlt, werden solange keine Positionsdaten übertragen, bis die vorgegebene Genauigkeit in der Visur wieder erreicht wird. Eine Überprüfung von Schreiner [5] ergab, daß die theoretische Genauigkeit einer einzelnen Positionsbestimmung bei ca. 0,1% der Beobachtungsdistanz liegt. Die praktische Genauigkeit bei bisherigen Messungen lag bei durchschnittlich 20 cm.

Die Echolotanlage zur Tiefenbestimmung ermöglicht eine direkte digitale Aufzeichnung der gemessenen Tiefen. Dabei wird eine Genauigkeit von einem Dezimeter erreicht. Wird eine höhere Genauigkeit gefordert, kann das analog aufgezeichnete Echogramm ausgewertet werden. Dies erlaubt die Erfassung der Sohle mit einer Auflösung von $\pm 1,5$ cm.

Die Aufzeichnung der Echolot- und Positionsdaten erfolgt auf einem unter MS-DOS laufenden Computer auf dem Meßboot. Für Zwecke der Navigation werden die Positionsdaten on-line ausgewertet. Wird für die Meßfahrten ein bestimmter Kurs vorgegeben (z.B. Flußquerprofile), wird die Position des Meßbootes relativ zu diesem Kurs angezeigt. Auf einer Anzeige am Bildschirm und auf einer externen Anzeige für den Bootsführer werden folgende Informationen dargestellt:

- die Abweichung vom vorgegebenen Kurs
- die Geschwindigkeit senkrecht und parallel zum vorgegebenen Kurs
- die Position entlang des Kurses (Stationierung)

Die on-line ausgewertete Position des Meßbootes relativ zu einem vorgegebenen Kurs wird allerdings nur als Unterstützung für die Navigation des Meßbootes ausgewertet. Für die Sohgrundvermessung selbst werden die von der polaren Verortung erhaltenen Lagedaten (Entfernung und Winkel) aufgezeichnet.

4. Die technische Umsetzung

4.1 Hardware

Die Anlage zur Sohgrundaufnahme besteht aus einem elektronischen Theodolit, einem elektrooptischen Entfernungsmesser, einer Telemetrieanlage zur Übertragung der Positionsdaten vom Ufer zum Meßboot, einem Echolot und einem Computer zur Datenverarbeitung. Funktional gliedert sich die Anlage in die Uferstation und die Mobilstation am Meßboot (siehe Abbildung 1):

Uferstation:

- elektronischer Theodolit SOKKISHA DT5
- elektrooptischer Entfernungsmesser FENNEL PULSAR
- Sendeteil der Telemetrieanlage

Mobilstation:

- Empfangsteil der Telemetrieanlage
- Echolotanlage zur digitalen und analogen Aufzeichnung der Tiefen (Kombination aus NAVISOUND-10 und LOWRANCE X-16)
- Computer zur Datenspeicherung und On-line-Auswertung der Positionsdaten

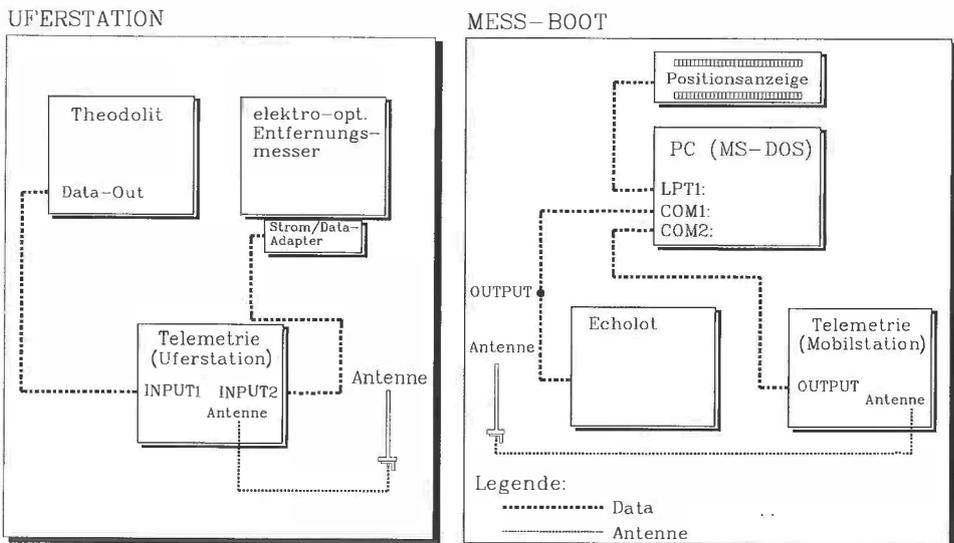


Abb. 1: Funktionale Gliederung des Meßsystems

4.2 Software

Die Verknüpfung der Daten von Theodolit und Entfernungsmesser sowie die dazu erforderliche Steuerung des elektronischen Theodoliten erfolgt durch den Sendeteil der Tele-

metrieanlage. Zunächst wird die vom Entfernungsmesser ermittelte Distanz zum Meßboot übernommen. Anschließend wird der Theodolit zum Ausgeben der gemessenen Winkel aufgefordert. Diese werden übernommen und gemeinsam mit der Entfernung auf einem Funkkanal zum Boot übertragen. Sofern von Theodolit und Entfernungsmesser nicht innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne die erwarteten Werte geliefert werden, wird von der Telemetrieanlage ein Code zum Meßboot übertragen, der eine Fehlermeldung auslöst.

Am Meßschiff (Mobilstation) wird die Übernahme aller Daten in den Computer von einem speziell entwickelten Programm gesteuert. Die Übernahme der Positionsdaten vom Empfangsteil der Telemetrie und der Tiefendaten vom Echolot erfolgt ohne Rückmeldung zu den Meßgeräten. Für jeden Datensatz (Echolot oder Position) wird der Zeitpunkt registriert, zu dem er vom Computer übernommen wird. Die Verknüpfung der Positions- und Tiefendaten (Rohdaten) zu einem dreidimensionalen Bild des Sohlgrundes (X,Y,Z-Koordinaten für alle Tiefenmessungen) erfolgt nach Abschluß der Meßfahrten mit einem eigenen Nachprozessor.

Neben der Übernahme der Sohlgrunddaten während der Meßfahrt werden vom beschriebenen Programm auch jene Vermessungsaufgaben unterstützt, die vor der eigentlichen Sohlgrundaufnahme erforderlich sind. Die Koordinaten des Standortes der Uferstation können direkt eingegeben oder automatisch durch Rückwärtseinschneiden ermittelt werden. Für diese Arbeiten und zur Festlegung des Sollkurses für die Navigation ist das Programm mit einer relationalen Datenbank verbunden.

5. Die Auswertung der Sohlgrundmessungen

5.1 Auswertung der Rohdaten

Bei der Auswertung der Rohdaten sind die Tiefenwerte des Echolotes mit den Positionsdaten der polaren Verortung zu verknüpfen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Positionen $(x(t_i), y(t_i))$ und die Tiefenwerte $z(t_i)$ nicht zu den gleichen Zeitpunkten gemessen werden, und daß zwischen der Übernahme der Daten am Meßschiff und der Gewinnung der Positionsdaten (Entfernung und Winkel) systembedingt eine Zeitverzögerung gegeben

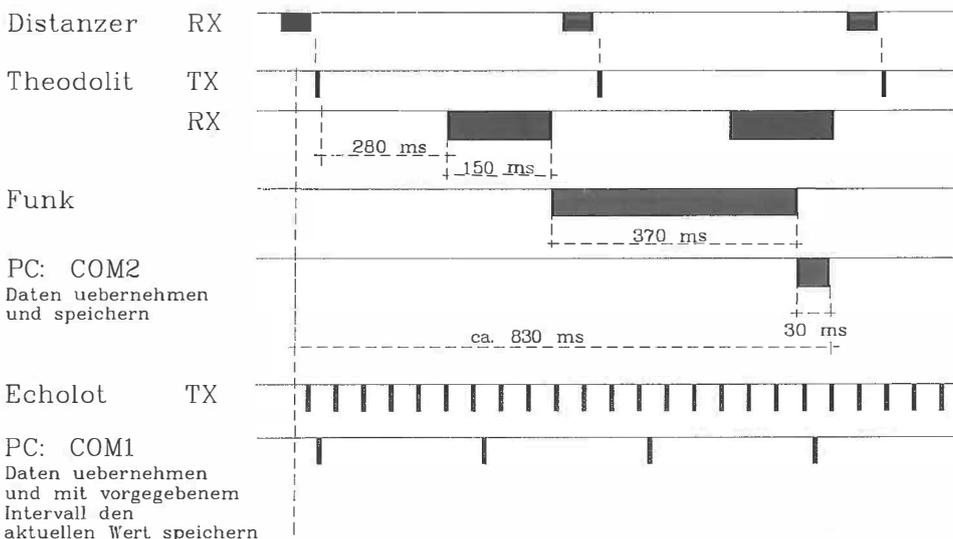
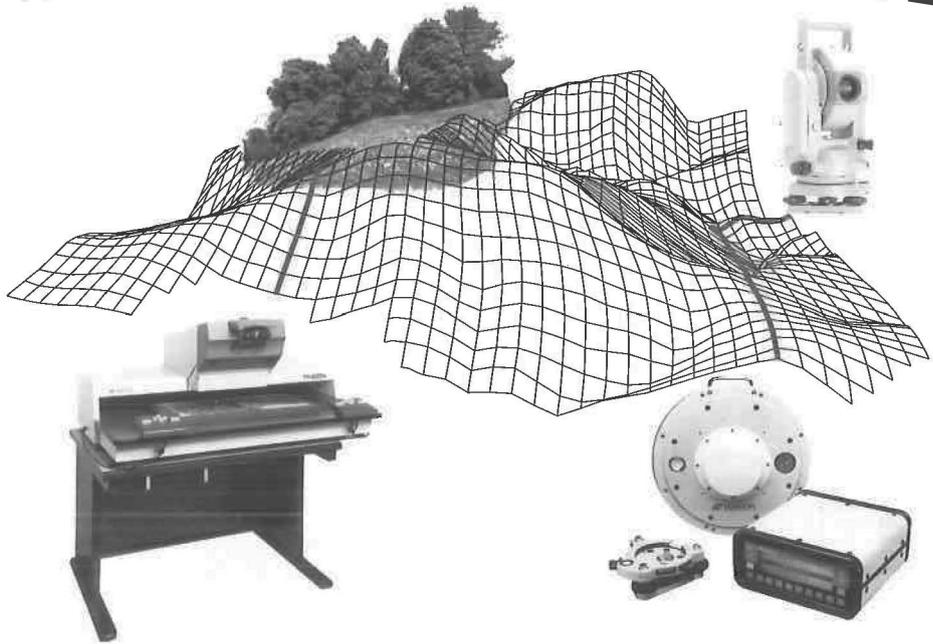


Abb. 2: Zeitlicher Ablauf von Datenübertragung und Datenübernahme



Innovation mit Netz



**TOTALSTATIONEN
PHOTOGRAMMETRIE
GPS
CAD**

IPECAD

Ges.m.b.H. & Co. KG

Czerningasse 27, A-1020 Wien, Tel. 0222/214 75 71-53, Fax 0222/214 75 71-54

ist (siehe Abbildung 2). Entsprechend ist die Position $(x(t_j), y(t_j))$ für alle Zeitpunkte t_j der Tiefenmessung zu interpolieren. Auch muß bei der Auswertung der Rohdaten eine Zeitverschiebung innerhalb der Positionsdaten ausgeglichen werden, da die Winkelwerte gegenüber den Entfernungen eine Verzögerung von 0,4 Sekunden aufweisen. Damit ergeben sich folgende Schritte:

- Zunächst werden für alle Winkelwerte die dazugehörigen Distanzen durch lineare Interpolation berechnet.
- Durch Transformation der nun zeitlich zusammengehörigen Werte für Winkel und Distanz (Polarkoordinaten) in das Gauß-Krüger-Koordinatensystem erhält man die Lagekoordinaten $(y(t_j), x(t_j))$, deren Verbindung die Bahn des Meßschiffes darstellt.
- Danach wird für jeden Zeitpunkt t_j , für den ein Tiefenwert vom Echolot vorliegt, die Position $(y(t_j), x(t_j))$ durch lineare 2d-Interpolation bestimmt.
- Durch Berücksichtigung der Eintauchtiefe des Echolotsschwingers, der Wasserschallgeschwindigkeit und der Höhe des Wasserspiegels erhält man die räumlichen Koordinaten der Sohle.

5.2 Erstellung von Plänen und Karten aus Sohlgrunddaten

Für die weitere Auswertung der Sohlgrunddaten (x,y,z) -Triplets können beliebige Programmpakete von kommerziellen Anbietern verwendet werden, die Auswahl geeigneter Programme erfolgt in Abhängigkeit von der Problemstellung. Im hier beschriebenen Auswertesystem sind Programme zur Darstellung von Längs- und Querprofilen und von Karten mit Schichtenlinien enthalten.

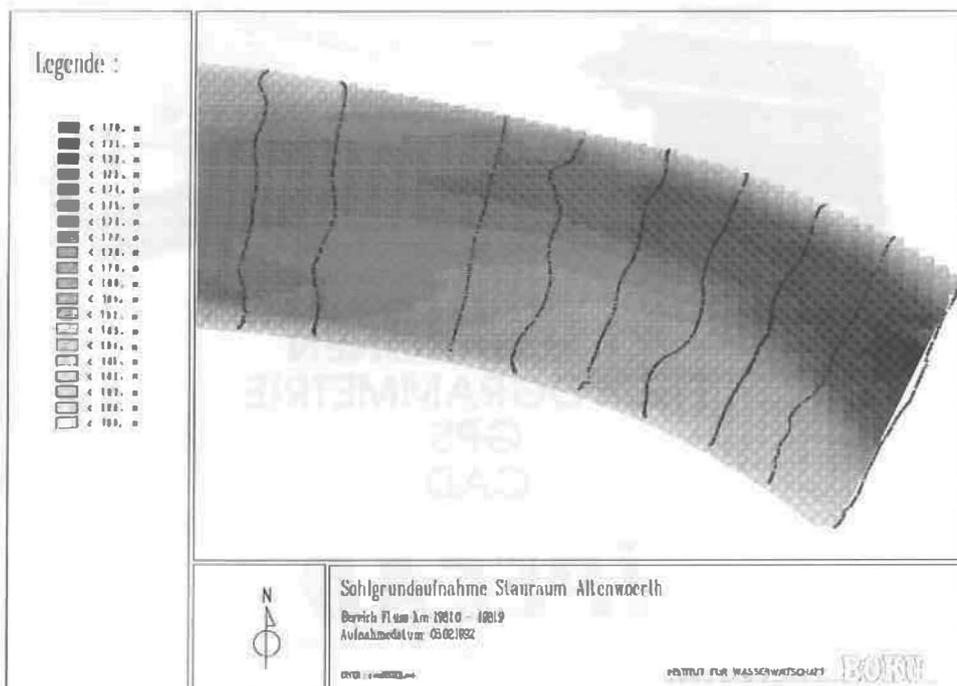


Abb. 3: Beispiel einer automatisch erstellten Tiefenkarte

Leistungen, die Grenzen sprengen



Setzen Sie auf Dialog, um Meßprobleme zu lösen

Freies Stationieren mit Ausgleichung; Koordinatenbestimmung; Absteckung nach Koordinaten; Abstand Punkt - Gerade; Spannmaßbestimmung ...

Hat Ihr Tachymeter für jedes Meßproblem eine elegante Lösung?

Wenn für Sie die Software eines elektronischen Tachymeters „verständlich“ sein muß, dann führt an den Computer-Tachymetern



Neu! Computer-Tachymeter Rec Elta

Rec Elta der Baureihe E von Carl Zeiss kein Weg vorbei.

Die Software der Rec Elta bietet universelle Möglichkeiten, selbst für komplexe Meßaufgaben. Im Dialog erreichen Sie schnell und zuverlässig das gewünschte Meßergebnis. Und, weil Sie mit einem Rec Elta mit interner Registrierung Zeit sparen – durch praxisgerechte Zusatzfunktionen ...



Zeiss Österreich GmbH
Rooseveltplatz 2
1096 Wien
Tel. 02 22-423601
Fax 02 22-434425

BAU-REIHE E
Zukunftsweisende
Elektronik im
Vermessungswesen

Automatische Erfassung von Luftdruck und Temperatur

Die Auswertung für Längs- und Querprofile ist dann erforderlich, wenn mehrere Aufnahmen für ein und dasselbe Aufnahmeprofil verglichen werden sollen. Als Referenz werden die Sollprofile verwendet, die als Vorgabe für die Navigation verwendet werden. Die Tiefenwerte werden jeweils auf die zugehörigen Sollprofile projiziert. Als Ergebnis erhält man Längs- und Querprofile mit Stationierung und Tiefenwerten.

Das Programm zur Erstellung von Karten mit Schichtenlinien wurde als Makro-Routine zu ARC/INFO [2] erstellt. Alle erforderlichen Informationen werden vom Anwender interaktiv abgefragt. Die Erstellung der Karten erfolgt weitgehend automatisiert, spezifische ARC/INFO-Kenntnisse sind nicht erforderlich.

Vom Programmablauf ergeben sich folgende Schritte, die durchgeführt werden:

- Die x,y,z-Koordinaten der Sohlgrundaufnahme werden in die interne Datenbank von ARC/INFO übernommen.
- Anschließend werden für ein äquidistantes Raster die Sohlkoten für alle Rasterelemente interpoliert.
- Über eine Tabelle erfolgt eine Zuordnung der Rasterelemente zu Höhenstufen, denen für die Darstellung Farbcodes zugeordnet werden.
- Zuletzt werden die Sohlgrundaufnahmen dargestellt, Legenden und Texte werden ergänzt (siehe Abbildung 3).
- Operationen mit Programmoptionen von ARC/INFO (z.B. zum Vergleich von Messungen, zur Berechnung von Umlagerungen und Volumina, etc.) werden vorbereitet und sind in der Folge leicht möglich.

6. Zusammenfassende Bewertung

Mit der Realisierung des Meß- und Auswertesystems zur Sohlgrunderfassung steht ein wichtiges Werkzeug für hydrographische Messungen zu Verfügung. Durch die Verwendung von Standardkomponenten bei Hard- und Software konnte ein flexibles Instrumentarium entwickelt werden, das ein wirtschaftliches Arbeiten bei der Datengewinnung und -verarbeitung erlaubt. Die offene Datenstruktur bietet Optionen für jeden Bearbeitungsschritt, wodurch auch spezielle Problemstellungen – z.B. Echolotungen bei nicht-horizontalem Wasserspiegel (Flüsse) – lösbar sind.

Als besonderer Vorteil des Konzeptes ist im Zusammenhang mit der Verwendung von Standardkomponenten die Vielseitigkeit der Meßanlage hervorstreichend. Auch für die kombinierte Vermessung von Gewässersohle und terrestrischen Bereichen (Ufer und Böschungen) kann dieselbe Anlage verwendet werden. Die Vermessung der terrestrischen Punkte erfolgt mit geodätischer Genauigkeit, indem anstelle des Reflektorkranzes ein einzelner Reflektor verwendet wird. Unabhängig von der Echolotung kann die polare Verortung für alle Meßaufgaben verwendet werden, die eine genaue Positionierung eines Meßgerätes (zu Wasser oder zu Land) erfordern. Durch die On-line-Auswertung und die Anzeige der Position kann leicht eine beliebige, vorgegebene Position angefahren werden. Die Erfassung der Position erfolgt bei Verwendung von einem Reflektor mit geodätischer Genauigkeit.

Literatur

- [1] Bundesanstalt für Gewässerkunde (1983): Zur Genauigkeit der Tiefenmessung mit Echoloten. BfG-0102, Koblenz.
- [2] ESRI (1990): The Geographic Information System Software, Volume I/II. Environmental System Research, California.
- [3] Heyne, K.H. (1982): über die Genauigkeit von Echolot-Messungen. Vermessungstechnik, Jg. 30, Heft 3.

- [4] Rosengarten, H. (1987): Ein geometrisches Modell der Wasseroberfläche zur Beschickung von Küstenvermessungen. Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr.150.
- [5] Schreiner, P. (1992): Datenanalyse zur Anwendung von akustisch-hydrimetrischen Meßgeräten. Diplomarbeit am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur (in Ausarbeitung).
- [6] WSD (1988): Stromsohlenvermessung SUSY 30. Interner Arbeitsbericht der österreichischen Wasserstraßendirektion (WSD).

Anschrift der Verfasser:

Reichel, G., Dipl.-Ing., V.Ass., Jawecki, A., Dipl.-Ing., V.Ass.,
 Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Wasserwirtschaft (IHW), Abt. für Hydrologie und Wasserwirtschaftliche Systemplanung, Universität für Bodenkultur, Nußdorfer Lände 11, A-1190 Wien

Diplomarbeiten

Die geodätischen Institute der Technischen Universität Graz haben erstmalig am 9. Dezember 1992 den Fritz-Löschner-Preis 1992 für hervorragende Diplomarbeiten auf dem Gebiet der Satellitenaltimetrie an die Herren Klaus Kramer, Heimo Scharler und Claus Zehner verliehen. Dieser Preis ist mit einer Dotation von öS 10.000,- verbunden. Ein herzliches „Glück auf“ den Preisträgern für weitere wissenschaftliche Arbeiten.

Heimo Scharler

Erarbeitung der mathematisch-physikalischen und numerischen Modelle zum Crossover-Adjustment der Bahnen des Satelliten ERS-1

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie, Abteilung für Mathematische Geodäsie und Geoinformatik der TU Graz, 1992.

Begutachter und Betreuer: o.Univ.Prof. Dr. Hans Sünkel

Mitbetreuender Assistent: Dipl.-Ing. Fürst

In einem Crossover-Adjustment, einer Kreuzungspunktausgleichung, werden die radialen Bahnunsicherheiten von Altimetersatelliten modelliert. Die Arbeit wurde im Rahmen des GEOMED-Projektes, bei dem es um die Geoidbestimmung im Mittelmeerraum geht, durchgeführt und ist dreigeteilt: Zusammenfassung und Diskussion der theoretischen Grundlagen, Behandlung der Programmmodule von Knudsen (Kopenhagen) und Testrechnungen im Mittelmeer mit GEOSAT-Daten.

Ausgangsdaten für eine solche Ausgleichung sind Kreuzungspunktdifferenzen, die jedoch invariant gegenüber gewissen Anteilen des radialen Bahnfehlers sind, wodurch ein Rangdefekt der Normalgleichungen entsteht. Die Lösungsmöglichkeiten lassen sich wie folgt zusammenfassen: Bestimmung einer beliebigen partikulären Lösung durch Fixieren von Bahnbögen, Singulärwertzerlegung sowie die Minimierung einer hybriden Norm. Die Vor- und Nachteile der Möglichkeiten werden diskutiert, wobei die Prinzipien einer Ausgleichung mit hybrider Norm ausführlicher behandelt werden. Bei den Testrechnungen werden die grundlegenden Eigenschaften der verschiedenen Ausgleichsmodelle anhand eines 3x3-Beispiels demonstriert und sowohl in einem größeren Testgebiet als auch im gesamten Mittelmeer Crossover-Adjustments durchgeführt.

Diplomprüfung am 9.12.1992 (mit Auszeichnung)

Klaus Kramer und Claus Zehner

Altimeterkalibrierung des Satelliten ERS-1

Diplomarbeit, ausgeführt am Institut für Theoretische Geodäsie, Abteilung für Mathematische Geodäsie und Geoinformatik der TU Graz, 1992.

Begutachter und Betreuer: o.Univ.Prof. Dr. Hans Sünkel

Mitbetreuender Assistent: Dipl.-Ing. Fürst