

Digitales Geländemodell Küste (DIGEKÜ) – Grundlagen und Aufgabe –

Von WILFRIED SCHLEIDER und GERD BUZIEK

Zusammenfassung

Umfassende Erkenntnisse über Ursachen morphologischer Veränderungen im deutschen Küstenvorfeld der Nordsee lassen sich nur mit einem Geographischen Informationssystem (GIS) gewinnen. Basisdaten liefern die Ergebnisse hydrographischer Vermessungen. Die Aufbereitung dieser Daten zu einem Digitalen Geländemodell Küste – DIGEKÜ – wird dargestellt.

Summary

Significant insight into the causes of morphological changes in the German coastal zone can only be achieved using a Geographical Information System (GIS). Basic data are obtained from hydrographic surveys. The technique for generating a digital coastal topographical model (DIGEKÜ) is presented.

Inhalt

1. Einleitung	139
2. Ablage der Vermessungsdaten	139
3. Verarbeitung der Meßdaten zu Tiefenlinien	140
4. Hardware-Komponente	141
5. Software-Komponente	141
5.1 Die TASH-Module	141
6. Die interaktive Bearbeitung	143
6.1 Das graphisch-interaktive Programmsystem GRIPS	144
7. Ausblick	144
8. Schriftenverzeichnis	144

1. Einleitung

Seit 1975 werden die deutschen Küstengewässer der Nordsee annähernd alle 5 Jahre in unterschiedlicher Ausdehnung vermessen. Es handelt sich hierbei um eine Gemeinschaftsaufgabe der wasserbaulichen Küstendienststellen des Bundes und der Bundesländer sowie des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH). Die Projektleitung liegt bei der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest in Aurich. Die jeweils auf 3 Jahre terminierte Vermessung läuft erneut seit 1989 und wird derzeit im Jade–Weser–Elbe–Gebiet küstenseitig bis zur MThw-Linie durchgeführt (Schleider, 1985).

2. Ablage der Vermessungsdaten

Über die unterschiedlichen Vermessungsmethoden im Küstengebiet ist mehrfach veröffentlicht worden, auch über die Einflüsse der Standardabweichungen der Ortung, der

Beschickung sowie des Squats auf die Tiefenmeßgenauigkeit (Meiswinkel, 1983). Abschließende, allgemeingültige Aussagen dürften sich jedoch erst mit Einbeziehung von GPS-Messungen erzielen lassen.

Die Ablage sämtlicher Vermessungsdaten eines jeden Jahres erfolgt nach Plausibilisierung im Blattschnitt des Küstenkartenwerkes, Maßstab 1:25 000 in Gauß-Krüger-Koordinaten und NN bzw. SKN-Bezug beim Rechenzentrum der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe. Für das Küsteningenieurwesen soll damit die Möglichkeit geschaffen werden, über längere Perioden Epochenvergleiche über morphologische Veränderungen im Küstenvorfeld durchzuführen (Hofstede u. Schüller, 1988). Für eine Tiefenlinienbearbeitung wird die Punktmenge des unregelmäßigen digitalen Geländemodells als Tiefenpunktplan in ein regelmäßiges digitales Geländemodell überführt (Digitales Geländemodell Küste – DIGEKÜ).

3. Verarbeitung der Meßdaten zu Tiefenlinien

Die Wasser- und Schifffahrtsdirektion Nordwest erprobt derzeit in einer KFKI-Projektgruppe (WSV des Bundes, Küstendienststellen der Länder, Institut für Kartographie der Universität Hannover) mit Hilfe eines Digitalen Geländemodells Küste (DIGEKÜ) die Datenablage so zu verringern, daß ein Genauigkeitsverlust für Tiefenliniendarstellungen im Maßstab 1:25 000 unerheblich ist und somit die für den Küsteningenieur erforderliche Hardcopy einer linienhaften Darstellung der Küstenmorphologie (Küstenkarten) jederzeit eindeutig realisierbar ist. Die Untersuchungen werden am Küstenkartenblatt 2406 Borkum mit einer Punktmenge von 38 761 Tiefenpunkten durchgeführt.

Unter Beachtung des derzeitigen Standes des Pilotprojektes stellt sich der Datenfluß zur Zeit wie folgt dar (Abb. 1):

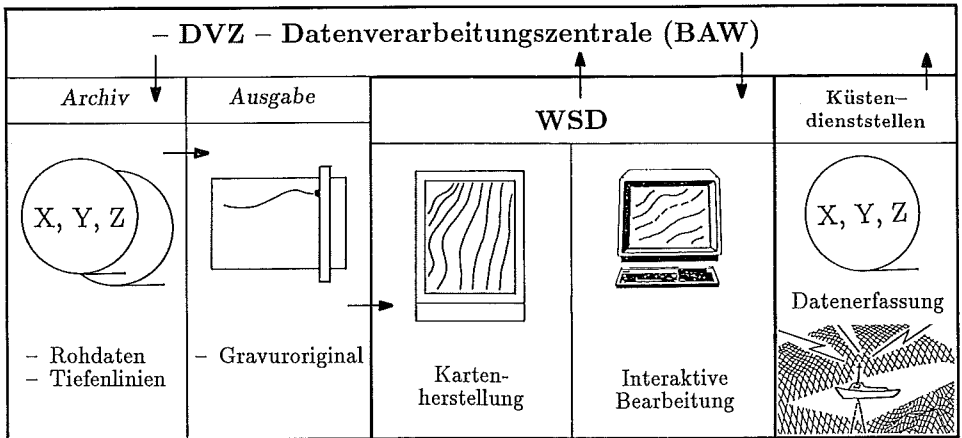


Abb. 1. Datenfluß in der WSV

Beginnend mit der Datenerfassung, die sowohl von den Wasser- und Schifffahrtsämtern als auch vom Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie durchgeführt wird, werden die korrigierten und beschickten Rohdaten der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) zugeleitet. Die BAW archiviert die Daten und leitet sie an die Wasser- und Schifffahrtsdirektion weiter. Innerhalb der WSD findet die interaktive Bearbeitung der mit Hilfe des digitalen Geländemodells Küste (DIGEKÜ) statt.

demodells abgeleiteten Tiefenlinien statt. Die Ausgabe des Gravuroriginals wird von der BAW mit dem dortigen Präzisionsplotter durchgeführt. Die endgültige Kartenherstellung erfolgt dann bei der WSD, die die Karten zur weiteren Verwendung an ihre Wasser- und Schifffahrtsämter weiterleitet.

4. Hardware-Komponente

Für das Projekt steht ein graphisch interaktiver Arbeitsplatz mit nachfolgender Hardware-Komponente zur Verfügung:

- Zentraleinheit CADMUS 9780/5 mit einer Rechenleistung von 4 MIPS
- Festplatte 5,25" Winchester
- Integriertes Streamer-Laufwerk mit einer Kapazität von 150 Mb
- Farbgraphiksystem CGS
- Alphanumerischer Bildschirm NOKIA-VDU 220
- Maus für Farbgraphikbildschirm
- AT-Rechner, Typ MEMOREX-TELEX
- Trommelplotter DIN A0, CALCOMP 1044 GT
- Matrixdrucker
- ARISTO-Digitalisierarbeitsplatz, Typ GRA 0613

5. Software-Komponente

Das Programmsystem TASH (Topographisches Auswertesystem der Universität Hannover) wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereiches SFB 149 „Vermessungs- und Fernerkundungsverfahren an Küsten und Meeren“ am Institut für Kartographie der Universität Hannover entwickelt (Grundey u. Kruse, 1978).

Seit der Installation der ersten Version auf der Cyber 172/76-14 des RRZN (Regionales Rechenzentrum Niedersachsen) wurden, der stetigen Entwicklung der Hardware folgend, die TASH-Module ständig neuen Rechnern und Prozessorarchitekturen angepaßt.

Die aktuelle TASH-Version wurde am IfK (Institut für Kartographie) auf einer Microvax II unter dem virtuellen Betriebssystem VMS entwickelt. Die grundsätzliche Entscheidung über die Installation der Software beruht auf einer Wertung der KFKI-Projektgruppe „Synoptische Vermessung der deutschen Küstengewässer der Nordsee“ (ROHDE, 1979).

Die zur Installation des Programmsystems notwendigen Modifikationen beziehen sich auf die Besonderheiten des Betriebssystems MUNIX und dem unter diesem Betriebssystem installierten FORTRAN-Compiler. Auf eine Neuentwicklung von TASH in der mit UNIX-Betriebssystemen harmonisierenden Programmiersprache C wurde zunächst verzichtet.

5.1 Die TASH-Module

Die zur Aufbereitung mit TASH vorgesehenen plausibilisierten Daten der hydrographischen Vermessungen können vor der Berechnung des DGM (Digitales Geländemodell) einer weiteren interaktiven Bearbeitung unterzogen werden, so daß in jedem Fall ein von groben und systematischen Fehlern bereinigtes, auf NN oder SKN beschicktes Stützpunktfeld als Eingangsdatensatz dient.

Zur weiteren Bearbeitung der Daten wird der Anwender im interaktiven Dialog durch das Programmsystem geführt. Der Benutzer kann zur Erstellung der Direktiven die Defaultparameter nutzen oder aber je nach Anwendung Direktivenmodifikationen vornehmen. Nachfolgend ist der Leistungsumfang des Programmsystems beschrieben (KRUSE, 1987).

Das Programm TASH-PRE-MAIN kontrolliert das Stützpunktfeld auf formal-logische Fehler und generiert Steuerdateien für den weiteren Rechenlauf. Ferner werden statistische Daten ermittelt, die dem Anwender Informationen über das zu bearbeitende Gebiet liefern. Liegen Kenntnisse über linienhafte Strukturinformationen des Meeresgrundes vor, so wird das Stützpunktfeld hinsichtlich dieser Geländeinformationen gegliedert.

Bruchkanten, Formlinien, markante Punkte und Aussparungsflächen, die keine Geländeinformationen beinhalten, können so zur morphologisch plausiblen Wiedergabe des Geländes berücksichtigt werden.

In Anbetracht der besonderen Umstände bei der hydrographischen Vermessung ist die Erfassung von linien- und punkthaften Strukturinformationen allerdings ein Problem, da die Daten nicht immer in Richtung des stärksten Gefälles profilartig aufgenommen werden.

Die vorverarbeiteten Daten werden dem Programm TASH-FLE-MAIN zur definierten Gitterberechnung des DIGEKÜ zugeführt.

Im Rahmen der Untersuchungen des IfK im vom BMFT (Bundesminister für Forschung und Technologie) geförderten Projekt „Feintopographische Vermessung ausgewählter Küstenbereiche zur Bestimmung von morphologischen Analyseeinheiten“ hat sich zur Ableitung einer Isoliniendarstellung in Wattgebieten eine Gitterweite von 50 m als geeignet erwiesen. Bei allgemeiner Anwendung des DGM im Küstengebiet sollten die nachfolgend genannten Orientierungsdaten u. a. auch zur Wahrung der Kompatibilität verbindlich sein:

- es wird im Gauß-Krüger-System gearbeitet,
- geodätische Grundlage bildet das Bessel-Ellipsoid,
- die je nach Anwendung gewählte Maschenweite des DGM wird über ein Gitter mit 1-km-Einteilung verwaltet.

Um eine bestmögliche Approximation der Höhe im lokalen Bereich der Gitterpunkte zu gewährleisten, nutzt TASH die Interpolationsmethode der „Gleitenden Flächen“.

Der Anwender könnte zwischen verschiedenen mathematischen Flächenansätzen wählen, kann die Auswahl aber wie im Projekt dem Programm überlassen, welches nach einem statistischen Verfahren zu jedem Gitterpunkt die jeweils bestmögliche Flächenapproximation auswählt. Die nachstehenden Flächenansätze stehen zur Verfügung:

1. Ellipsoidische Fläche:

$$z_i = a_1 + a_2 \cdot x_i + a_3 \cdot y_i + a_4 \cdot x_i \cdot y_i + a_5 \cdot x_i^2 + a_6 \cdot y_i^2$$

2. Hyperbolische Fläche:

$$z_i = a_1 + a_2 \cdot x_i + a_3 \cdot y_i + a_4 \cdot x_i \cdot y_i$$

3. Schrägebene:

$$z_i = a_1 + a_2 \cdot x_i + a_3 \cdot y_i$$

4. Horizontalebene:

$$z_i = a_1$$

Eine optimale Approximation des Geländereiefs in den Gitterpunktumgebungen ist damit gewährleistet.

Die Ableitung der Isolinien wird in dem von TASH-FLE-MAIN berechneten Gitter mit

dem Modul TASH-ISO-MAIN durchgeführt. Sind dem Programm Formlinieninformationen zugeführt worden, wird das Gitternetz mit einem Dreiecksnetz in diesen Bereich verdichtet. Die Interpolation der Tiefenlinien wird dann in den Dreiecksseiten durchgeführt.

Die im Gitter interpolierten und einer Isolinie zugeordneten Punkte werden zunächst einer Glättung unterzogen, um Schleifenbildungen zu vermeiden. Die Ausrundung der Tiefenlinien erfolgt mit einem Polynom 5. Grades, dessen Krümmungscharakteristik über einen vom Benutzer wählbaren Parameter gesteuert werden kann.

Weitere Systemmodule erlauben die perspektive Darstellung (TASH-PERDA) des DGM, die Berechnung von Volumina und Massendifferenzen (TASH-FLE-DIFF) sowie die Berechnung und Darstellung von Profilen als Geländeschnitte.

6. Die interaktive Bearbeitung

Der entscheidende Unterschied zwischen hydrographischen und topographischen Vermessungen besteht in der Tatsache, daß der Meeresboden vielfach ohne Berücksichtigung seiner Oberflächenstrukturen erfaßt wird. Die Erfassung der zur morphologisch richtigen Wiedergabe des Geländereiefs wichtigen Strukturinformationen (Bruchkanten, Geripplinen usw.) kann daher nicht in Angesicht des Geländes erfolgen und unterbleibt in der Regel. Praxisreife Ansätze zur Ableitung dieser Informationen aus den originären hydrographischen Stützpunktfeldern liegen z.Z. noch nicht vor, so daß eine interaktive Überarbeitung der Isobathen vorgesehen werden muß.

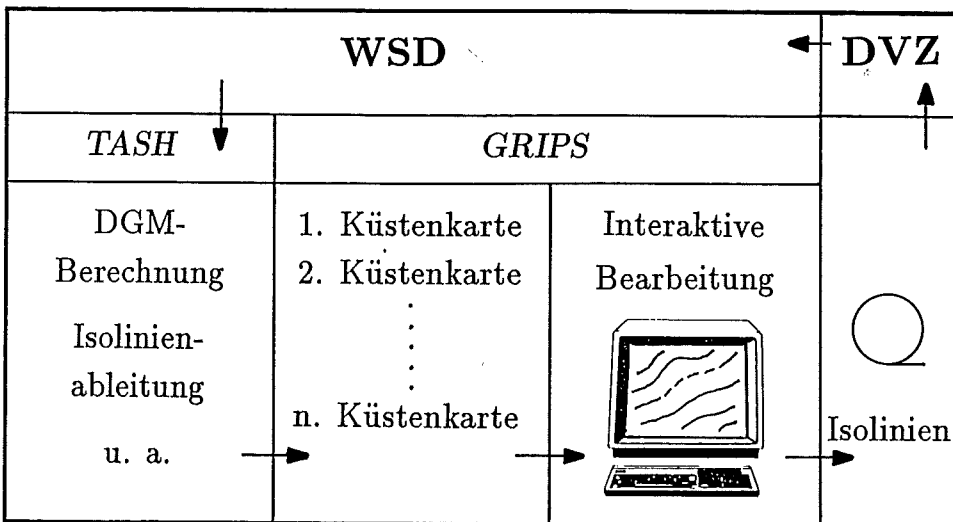


Abb. 2. Datenbearbeitung in der WSD

Aus diesem Grunde wurde das Programmsystem TASH mit einer Schnittstelle zum graphischen interaktiven Programmsystem GRIPS versehen.

Neben der interaktiven Überarbeitung der Tiefenlinien in kritischen Bereichen besteht die Möglichkeit, mit dem interaktiven System Manipulationen zur Ausgestaltung der graphischen Ausgabe vorzunehmen. So sind auch thematisch orientierte Darstellungen ableitbar.

Der innerhalb der WSD bestehende Arbeitsablauf wird durch nachstehende Abbildung veranschaulicht:

6.1 Das graphisch-interaktive Programmsystem GRIPS

GRIPS wurde von der Firma Kohns und Poppenhäger in Neunkirchen (Saarland) entwickelt. Nach einem Typenkonzept werden Tiefenlinien, Aussparungsflächen, Gebietsgrenzen usw. geordnet. Ergänzend sind Objektnummern zu vergeben. Die Typklassenbelegung selbst erfolgt bereits im Programmsystem TASH.

7. Ausblick

Das Digitale Geländemodell Küste (DIGEKÜ) ist in seiner gegenwärtigen Konzeption in der Lage, die Daten hydrographischer Vermessungen zu Tiefenliniendarstellungen in Küstenkarten aufzubereiten. Das gesamte in TASH implementierte Leistungsspektrum ist voll nutzbar und in bezug auf die Anwendung in der Hydrographie bereits mehrfach ausgetestet (CLAUSSEN u. KRUSE, 1988; BUZIEK u. HÖLTJE, 1988). Im vorgestellten Projekt werden u. a. Benutzeroberfläche, Zeitbedarf und Datensicherheit von GRIPS untersucht.

Die in der Küstenvermessung herrschenden besonderen Verhältnisse erfordern eine interaktive Überarbeitung der Ergebnisse.

Darüber hinaus ist mit dem graphisch-interaktiven System GRIPS eine applikationsbezogene graphische Ausgestaltung der von TASH erzeugten Ergebnisse möglich.

Ferner soll das Digitale Geländemodell Küste die Grundlage für den Aufbau eines Geographischen Informationssystems bilden. Im Rahmen eines solchen Systems ist die Aufnahme von weiteren Parametern, wie z. B. Seegang, Meeresströmung, Windrichtung und -stärke u. v. a. m., vorgesehen.

8. Schriftenverzeichnis

- BUZIEK, G. u. HÖLTJE, A.: The Topographic Survey of Tidal-Flat Areas by the Waterline-Method. Proceedings of the sixth Biennial International Symposium of the Hydrographic Society, pp. 137, Amsterdam 1988.
- CLAUSSEN, H. u. KRUSE, I.: Application of the DTM-Program TASH for Bathymetric Mapping. International Hydrographic Review, Monaco, July 1988.
- GRUNDEY, M. u. KRUSE, I.: Berechnung und Auswertung von digitalen Flächenmodellen (DFM). AVN 85, 1978.
- HOFSTEDE, J. u. SCHÜLLER, A.: Dynamisch-morphologische Analysen im Wattgebiet der Deutschen Bucht, Ergebnisse des KfKI-Projekts MORAN1 und Ausblicke für MORAN2. Hamburger Geographische Studien, 1988.
- KRUSE, I.: TASH – Ein Programmsystem zur Berechnung von digitalen Geländemodellen (DGM) und zur Ableitung von Isoliniendarstellungen. Beitrag Nr. 15, Kontaktstudium 1987, Institut für Kartographie, Universität Hannover.
- MEISWINKEL, H.-G.: Zur Genauigkeit der Tiefenmessung mit Echoloten, BfG (Hrsg.), Koblenz, 1983.
- ROHDE, H.: Die Forschungsarbeiten des KfKI. Die Küste, H. 34, 1979.
- SCHLEIDER, W.: Vermessungen in den Küstengewässern der Nordsee – 3. Synopse –. ZfV 2/1987.
- SONDERFORSCHUNGSBEREICH 149: Jahresbericht 1977, Nr. 81, 1978.