

GIS-Technologie

Einsatzmöglichkeiten in Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Teil 1)

von Andreas Matheja

Für den Aufbau von Simulationsmodellen in Wasserbau (3D Modellierung hydrodynamischer Belastungsfälle, Hochwasserschutz) und Küsteningenieurwesen (Seegangmodellierung und Risikobeurteilung verschiedener Küstenschutzsysteme) und die abschließende Visualisierung und Interpretation der Ergebnisse haben Geographische Informationssysteme in der interdisziplinären Zusammenarbeit eine enorme Bedeutung erlangt. Grundlegende Konzepte sollen daher in diesem Beitrag exemplarisch vorgestellt werden. Hierfür wurden aus der großen Anzahl verfügbarer Programmsysteme ein kommerzielles System (ARC/INFO) und ein frei verfügbares System (GRASS 4/5) mit vergleichbarem Leistungsumfang ausgewählt.

1. Einführung

Ein Geo-Informationssystem bezeichnet im weitesten Sinne ein integriertes System aus Hardware, Software, Daten und EDV-Personal zur effizienten Eingabe, Speicherung, Aktualisierung (Fortführung), Analyse und Darstellung aller Formen geographisch referenzierbarer Daten (vergl. z.B. [5], Tab. 1).

GIS-Komponente*	Gültigkeit	Bemerkung
Hardware	3-5 Jahre	Kann nur bedingt aus den heute bekannten Produktzyklen im PC-Bereich abgeleitet werden, da meist spezielle Systeme zum Einsatz kommen.
Software	7-15 Jahre	Dies gilt in etwa auch für das Anwenderwissen, das durch geeignete Fortbildungsmaßnahmen der Produktentwicklung nachzuführen ist.
Daten	25-70 Jahre	Die hier gemeinte „Verwendbarkeit“ der Datengrundlage darf nicht mit den u.U. erheblich kürzeren Fortführungszeiträumen verwechselt werden (z.B. im Falle von ATKIS ¹ 5 Jahre).

* Zwischen den drei Komponenten besteht eine Kostenrelation von etwa 1:5:25 [7].

Tab. 1: Gültigkeitszeiträume verschiedener GIS-Komponenten [2]

In diesem Sinne handelt es sich um einen software-gestützten Prozeß (Abb. 1). Synonym wird der Begriff GIS für eine bestimmte Klasse technischer Software verwendet, die Unterstützung für die o.g. Aufgaben bietet. Neben Datenhaltung und -modellierung steht die Klassenbildung (z.B. Sedimentation: schwach: 0-3cm/a; mittel: 3-15cm/a; stark: 15-80cm/a) und Verschneidung räumlicher Daten, sowie die Produktion digitaler Karten im Rahmen von Entscheidungsprozessen im Vordergrund.

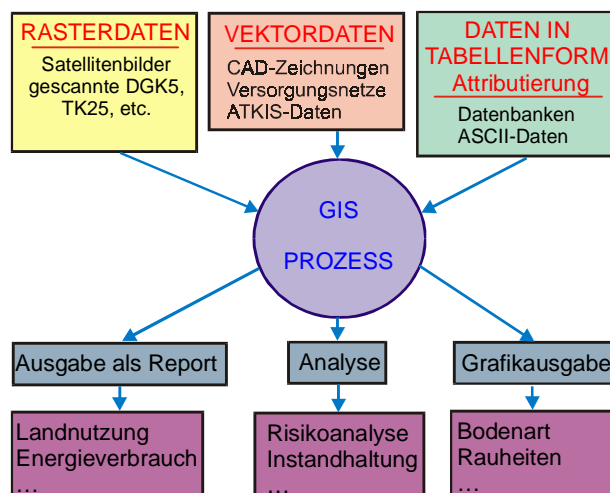


Abb. 1: Beispiel eines typischen GIS-basierten Prozesses (modifiziert nach [8])

¹ ATKIS: Amtlich Topographisch-Kartographisches Informationssystem

Innerhalb der numerischen Modellierung von Naturprozessen (Strömungszustände, Sedimenttransport, See- gangsvorhersage etc.) kommt der GIS-Technologie bei Datenhaltung, Visualisierung und Verschneidung der Modellergebnisse (z.B. Überflutungsgrenzen, Ableitung gefährdeter Bereiche) eine besondere Bedeutung zu. Auch die Ablage von Objektdaten des Wasserbaus erfolgt zunehmend in eigens hierfür konzipierten GIS- Systemen (z.B. ELWIS [4], WAGIS etc.).

2. Grundlegende Konzepte

GIS-Systeme sind in ihrer Grundkonzeption objektbezogen. Sie integrieren geometrische, graphische, thematische und administrative Beschreibungen (Attribute) zu raumbezogenen Objekten. Die digitale Behandlung von **geometrischen** (Lage- und Höhenangaben) und **beschreibenden** (Bewuchsparameter, Sohlbeschaffenheit, Geländeneigung etc.) Daten gestattet zudem die Zusammenstellung des Datenmaterials unter verschiedenen Gesichtspunkten.

Objektbildung

Die in GIS-Systemen enthaltenen Einheiten, die elementar oder zusammengesetzt sein können, und die sowohl eine quantitative (geometrische) als auch qualitative (thematische) Komponente aufweisen, werden als raumbezogene Objekte bezeichnet. Ein Objekt ist eine konkrete physisch, geometrisch oder begrifflich begrenzte Einheit der Natur mit individueller Identität (Unikat mit Zuordnung zu einer bestimmten Objektklasse, z.B. Polygon mit Klassenzuordnung *Böschungsoberkante*).

Datenmodelle

Die **Geometriedaten** eines Objektes umfassen sämtliche geometrischen Datenelemente in Vektor- bzw. Rasterdarstellung (Abb. 2). Objekte werden anhand eines netzwerkartigen Datenmodells beschrieben, d.h. in Punkte, Linien und Flächen gegliedert. Sie lassen sich auf diese Art und Weise durch Verzweigungs- informationen in nahezu beliebiger Komplexität aufbauen. Die Sachdaten (Attributierung) werden vornehmlich mit Hilfe relationaler Modelle (Tabellenform) verwaltet, was u.a. die Möglichkeit eröffnet RDBMS (bzw.) ODBMS² des Anwenders einzubeziehen bzw. neben den im GIS-System enthaltenen Systemen parallel einzusetzen (Abb. 3).

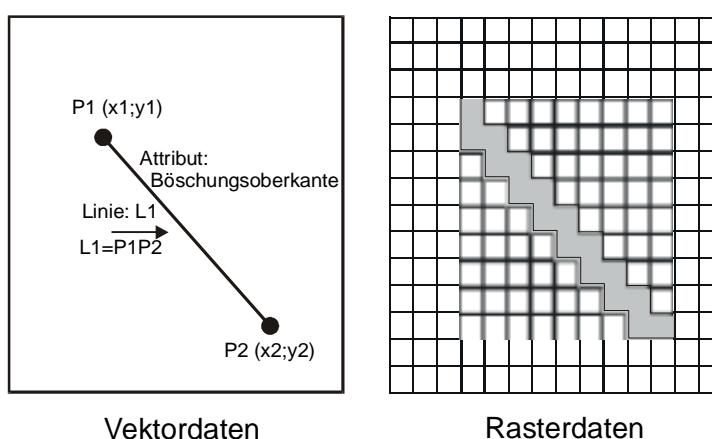


Abb. 2: Datenelemente in Vektor- und Rasterdarstellung

² RDBMS: Relationale Datenbank Management Systeme

ODBMS: Objekt-orientierte Datenbank Management Systeme

Die Geometriebeschreibungen erfolgen i.d.R. in Koordinatenmanier, womit die Wahl eines Bezugssystems und die Metrik festliegen. Innerhalb der Topologie stehen Punkte und Linien in einer gegenseitigen Beziehung zueinander, nicht jedoch die geometrische Form dieser Beziehung. Der Punkt (topologisch „Knoten“) ist der Träger der geometrischen Grundinformation. Linien und Flächen werden als Folge charakteristischer Punkte betrachtet. Die Form des Verbindungselementes kann durch Zusatzinformationen beschrieben werden. Der Träger der topologischen Information ist die Kante. Die Topologie eines räumlichen Gebildes verhält sich gegenüber topologischen Transformationen (z.B. Verschiebung eines „Knotens“) invariant, während sich die Geometrie durchaus verändern kann (vergl. Abb. 3).

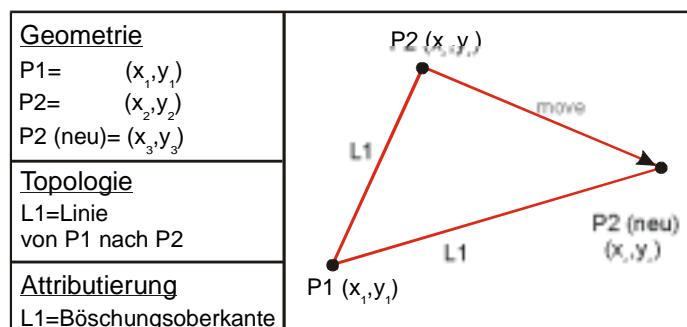


Abb. 3: Geometriedaten, Topologie (Verzweigungsinformation) und Sachdaten (Attributierung)

Vektordaten

Unter Vektordaten wird die auf Punkten und Kanten beruhende Beschreibung von raumbezogenen Objekten verstanden. Ihre Grundelemente sind der *Punkt*, die *Linie*, die *Fläche* und die daraus resultierenden *Nachbarschaftsbeziehungen*. Vektordaten werden über die gesamte Maßstabsskala eingesetzt; im großmaßstäblichen Bereich sind sie jedoch dominant.

Rasterdaten

Im Gegensatz zu Vektordaten bezieht sich die Rasterdarstellung direkt auf Flächen. Diese Repräsentation eines raumbezogenen Objektes basiert auf dem Grundobjekt „Pixel“, welches zeilen- und spaltenweise in einer Matrix gleichförmiger Elemente angeordnet ist. Die Attributierung erfolgt über die einheitliche Flächenfüllung bestimmter Objektklassen (z.B. Sohlmaterial: Kies – grau, Sand - gelb). Rasterdaten enthalten somit lediglich Informationen über die Eigenschaften der Pixel (keine logischen Verbindungen zwischen den einzelnen Pixeln).

Hybridmodell

Bei Verwendung raster- und vektororientierter Daten entstehen hybride GIS-Systeme, was bei den heute marktgängigen Produkten i.a. der Fall ist. Dem hybriden GIS eröffnen sich sowohl neue Datenquellen (z.B. das digitale Orthophoto), als auch neue Arbeitsweisen (Bildschirmdigitalisierung bzw. digitale Photogrammetrie).

3. Leistungsumfang ARC/INFO

Nach o.g. Definition erfüllt ARC/INFO [1] die Voraussetzungen eines hybriden GIS-Systems. Sein modularer Aufbau in Form einer „Sammlung verschiedener Werkzeuge“ (Tool-Box) bietet dem Anwender im praktischen Einsatz die Möglichkeit ein eigenes System zu gestalten und an seine Notwendigkeiten anzupassen. Dies setzt eine Analyse der Problemstellung, eine Definition der eigenen Zielvorstellungen und die anschließende Festlegung der hierfür notwendigen Handlungsschritte voraus. Dies gilt nicht bei Anwendung vorgefertigter Module³ (Wasserwirtschaft, Straßenplanung, Verwaltung von Versorgungsnetzen etc.). Die Namensgebung

³ Im konkreten Anwendungsfall entsteht jedoch i.a. ein beträchtlicher Programmieraufwand, der i.d.R. von Seiten des übergeordneten Projektmanagements bagatellisiert wird, was in der Folge erhebliche Kosten bzw. Verzögerungen in der Bearbeitung nach sich zieht.

entwickelt sich aus dem generellen Aufbau des Systems (Abb. 4). Im System ARC sind alle geometrischen Funktionen und Algorithmen unter Anwendung einer topologischen Datenstruktur zusammengefaßt. INFO ist das in das ARC-System eingebundene Datenbanksystem, welches die zu den Geometriedaten gehörigen Sachdaten in Form von Attributen verwaltet.

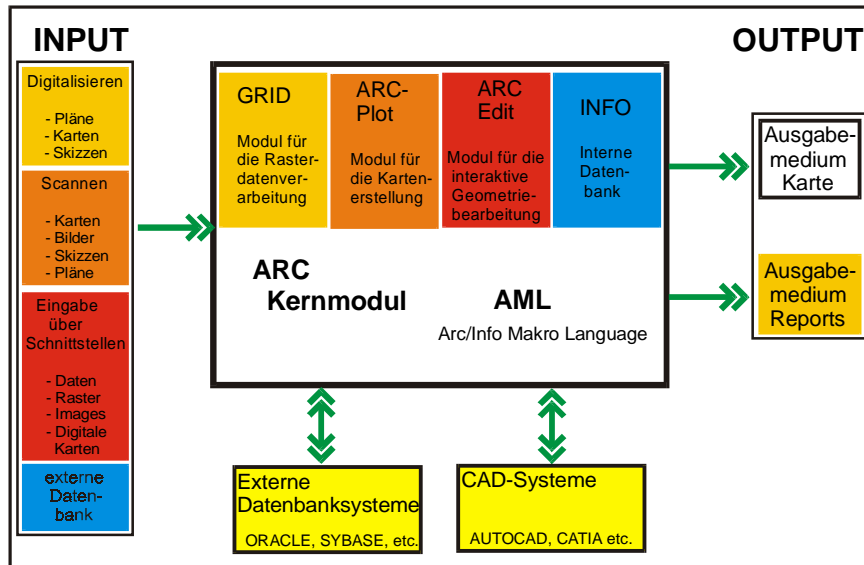


Abb. 4: Systemaufbau ARC/INFO

Datenmodell

Das Datenmodell führt die Topologie auf die geometrischen Einheiten Punkt, Pixel, Arc und Polygon zurück. Alle können als Träger von Sachdaten benutzt werden. Dabei werden Punkt, Arc und Polygon als Vektordaten und Pixel als Rasterdaten geführt. Für jedes der vier Elemente kann in der Datenbank eine Attributtabelle angelegt, unabhängig verwaltet und ausgewertet werden (Abb. 5).

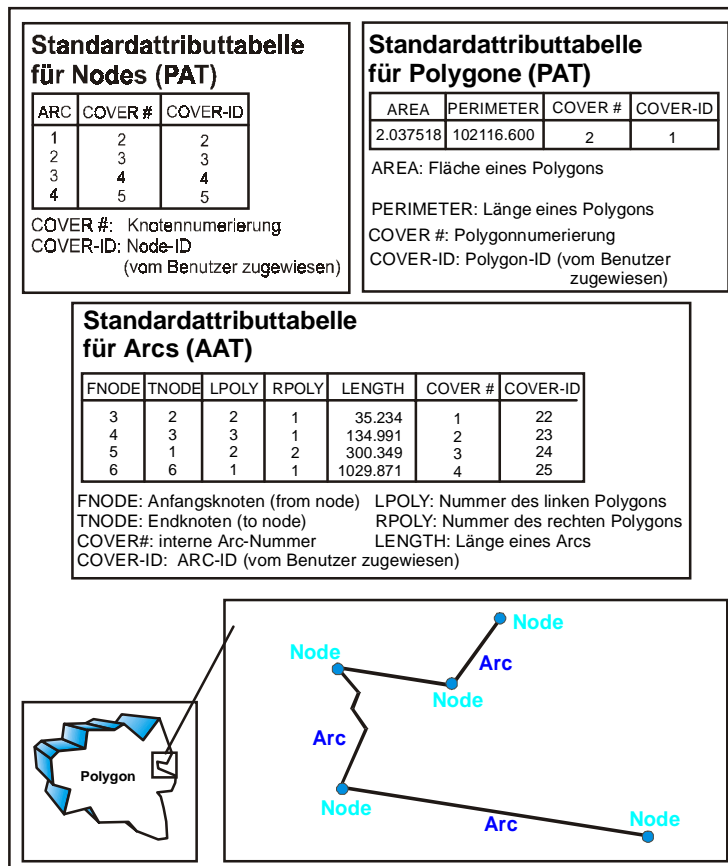


Abb. 5: Standardattributtabellen in ARC/INFO

Für die Ablage von Objektklassen (z.B. Rauheiten im Modellgebiet) fungieren neben der Hauptspeichereinheit dem „Coverage“ (Vektorformat) die Einheiten GRID (rasterbasiertes Coverageäquivalent), LATTICE (Gitter, in welchem Attribute in einem gleichmäßigen Stützpunktfeld stetig dargestellt werden), TIN (triangulierte irreguläre Netzwerke mit stetiger Ausweisung der Attribute auf den interpolierten Dreiecksflächen) und Images (digitale Bilder, die ein Objekt in einem gleichmäßigen Raster ohne Attributierung darstellen).

Analyseverfahren

Jeder Raumbezugsseinheit werden in der Datenbank Merkmale in der Form von Attributen zugewiesen. Über formulierte Bedingungen innerhalb der Attributtabelle werden hierbei geometrische Bezüge zu den Attributen hergestellt (z.B. Selektion von Flächen mit einer Größe $> X$ und dem Attribut Y). Eine Überlagerung ist sowohl mit vollständigen Coverages als auch mit selektierten Teilmengen möglich. Je nach Überlagerungstyp werden Vereinigungs- oder Schnittmengen gebildet bzw. Aus- oder Einblendungen vorgenommen.

Import- und Exportmöglichkeiten

ARC/INFO verfügt über eine Vielzahl von Schnittstellen zu CAD-Programmen bzw. anderen GIS-Systemen. Hervorzuheben ist die Möglichkeit aus ATKIS mittels EDBS⁴ exportierte Datenbestände einzubinden.

Programmierbarkeit

Für fachspezifische Benutzerschnittstellen stellt das System die Programmiersprache AML⁵ zur Verfügung. Sie bietet die Möglichkeit dem Benutzer eine „maßgeschneiderte“ grafische Oberfläche zu schaffen und die in den verschiedenen Modulen (Abb. 4) verfügbaren Befehle zu hinterlegen. Außerdem besteht die Möglichkeit externe Programmsysteme (z.B. in C oder FORTRAN programmierte numerische Modelle, wie FESWMS, RMA2 oder SED2D) in derartige Anwendungssysteme zu integrieren.

Aufbau von digitalen Geländemodellen

Digitale Geländemodelle (DGMs⁶) können in ARC/INFO mit Hilfe des TIN⁷ Moduls bzw. des GRID Moduls aufgebaut werden. Für die Anwendung der Modellierungsverfahren müssen Geländepunkte (x,y,z-Werte) in ausreichender Dichte und Genauigkeit vorhanden sein. Eine Approximation der Geländeoberfläche (Relief) ist möglich, wenn Stützpunkte und zusätzliche Informationen (Wölbungsradien, Hangneigungen, Aussparungsflächen, Geripplinien etc.) in ausreichender Dichte vorliegen. Die in ARC/INFO vorgehaltenen Funktionalitäten sind hierbei nicht mit denen anderer Systeme (z.B. TOPSY⁸) deckungsgleich. Ein Vergleich ist nur beschränkt möglich, da funktionale Code-Sequenzen von ARC/INFO nicht offengelegt sind.

4. Leistungsumfang GRASS

Das geographische Informationssystem GRASS⁹ wurde ursprünglich durch eine Entwicklergruppe des USACERL¹⁰ (bis Version 4) konzipiert und entwickelt. Die in der Entwicklung begriffene GRASS V.5beta4 [6] wird unter der GNU General Public Licence¹¹ distribuiert.

⁴ EDBS: Einheitliche Datenbankschnittstelle

⁵ AML: Arc Macro Language

⁶ DGM: Durch Idealisierung und Abstraktion (Nichtberücksichtigung bestimmter Oberflächenformen) abgeleitetes dreidimensionales Modell (mathematische Flächenapproximation) der physikalischen Geländeoberfläche (Relief) durch die räumlichen Koordinaten einer repräsentativen Menge von Geländepunkten.

⁷ TIN: Triangulated Irregular Network

⁸ TOPSY: Topographisches System der Landesvermessung + Geobasisinformation Niedersachsen (LGN)

⁹ GRASS: Geographic Resources Analysis Support System

¹⁰ USACERL: U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory

Als hybrides System mit Schwerpunkt auf der Verarbeitung von Rasterdaten bietet GRASS alle Voraussetzungen, um als vollwertiges GIS-System anerkannt zu werden. Unter den genannten WWW-Adressen steht es, zumindest für Version 4, für nahezu alle Zielplattformen kostenfrei zur Verfügung. Als „non profit“ GIS werden die gesamten Sourcen (C-Code), auch für die in den letzten fünf Jahren entwickelten Benutzerschnittstellen (XGRASS – unter Version 5 nicht mehr unterstützt und TclTkGRASS, Abb. 6) vorgehalten. Daher ist eine Anpassung an nicht vorgehaltene Zielplattformen und entsprechende Eigenentwicklungen auf der Basis von GRASS immer möglich. Auch benötigte Funktionalitäten können hier „entliehen“ werden.

Ähnlich wie ARC/INFO präsentiert sich GRASS in seiner Grundform als „Tool-Box“, deren Funktionalität jedoch durch Offenlegung des C-Codes nachvollziehbar ist. Erst die o.g. Benutzeroberflächen erleichtern dem ungeübten Nutzer den Einstieg. Die hierfür notwendige Einarbeitungszeit steht der von ARC/INFO nicht nach.

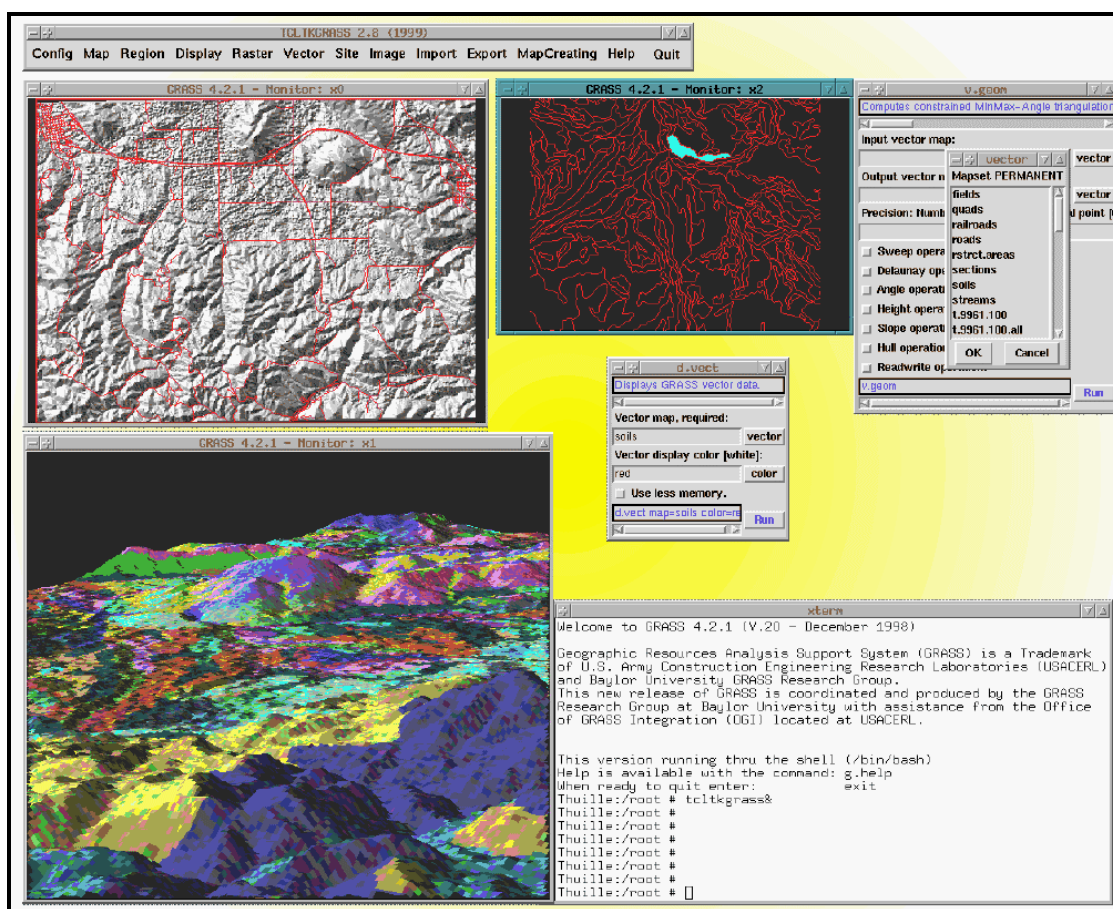


Abb. 6: GRASS Benutzerschnittstelle TclTkGRASS

Datenmodell

Ähnlich dem „Workspace“ Konzept von ARC/INFO werden Dateien eines Projektgebietes unterhalb eines spezifischen Punktes im Dateibaum („mapset“) angeordnet. GRASS ist in der Lage, pro Raster-, Vektor- und Siteinformation (Rasterzelle, Vektorfläche etc.) eine Kategorie und ein Label zu verwalten. Eine Kategorie ist ein Zahlenindex, der o.g. Objekten zugewiesen wird. Das Label als freies Textfeld weist dem Zahlenindex eine weitere Information zu. Wenn Berechnungen (v.a. im Rasterbereich) durchgeführt werden, werden die Ergebnisse im Kategorienfeld abgelegt. Reichen diese zwei Informationsfelder nicht aus, könne die externen Datenbanken „RIM“ (University of Washington) und „Postgres“ angeschlossen werden. Ein direkt

¹¹ GNU Public License: Lizenzvereinbarung gegenüber der Free Software Foundation zum Erhalt „freier“ Software.

angeschlossenes DBMS¹² ist in GRASS, im Gegensatz zu ARC/INFO (INFO-Datenbank), nicht vorhanden. Eingriffe in die dokumentierte Struktur des „mapset“ aus der Betriebssystemebene heraus sind kaum möglich und aufgrund der vielfältigen Verknüpfungen auch nicht empfehlenswert.

Analyseverfahren

Die implementierten Rasteroperationen (z.B. „mapcalc“-Funktionen), Verschneidungsfunktionen (z.B. r.patch) und die vorhandenen Darstellungsmöglichkeiten (mapgen und xmapgen) sind ausreichend, auch wenn sie die Mächtigkeit der ARC/INFO Funktionalität nicht in allen Punkten erreichen.

Import- und Exportmöglichkeiten

Die vorgehaltenen Schnittstellen für Rasterdaten sind ausreichend, setzen jedoch ein Grundwissen bzgl. Koordinatentransformation und Rasterdatenbearbeitung (z.B. mit „xv“¹³) voraus. Für den Export sind nur wenige Schnittstellen (ASCII, MPEG, TARGA und PPM) vorhanden. Populäre Dateiformate (TIF, GIF) können jedoch mit „xv“ hieraus erzeugt werden. Eine ATKIS-Schnittstelle existiert nicht. Der Import/Export von ARC/INFO Coverages ist möglich.

Programmierbarkeit

Dank der uneingeschränkten Implementierung in „C“ und der Offenlegung jeder Routine sind der Adaption von GRASS und der Einbindung externen Funktionalitäten (z.B. numerische Modelle), anders als in ARC/INFO, nahezu keine Grenzen gesetzt. Durch die Einhaltung von Qualitätsstandards bzgl. Funktionalität und Dokumentation, kann der geeignete Programmierer relativ einfach eigene Anwendungssysteme aufsetzen, ohne die Gesamtfunktionalität einzubinden, was im Einzelfall relativ „schlanke“ und damit wartungsarme Anwendungsapplikationen ermöglicht.

Aufbau von digitalen Geländemodellen

Die Funktionalitäten für den Aufbau digitaler Geländemodelle (DGMs) sind unzureichend. Im Rasterbereich und im Vektorbereich existieren nur wenige Tools, die wesentliche Elemente von DGMs (z.B. Bruchkanten, Aussparungsflächen, vorgegebene Geländeneigungen etc.) nicht berücksichtigen können. Die Mächtigkeit des TIN Moduls in ARC/INFO bzw. von speziell zu diesem Zweck entworfener Anwendungssysteme (TASH) werden auch nicht annähernd erreicht.

5. Abschließende Bewertung

ARC/INFO Version7

Im Gegensatz zu externen RDBMS zeigen sich in INFO Grenzen bei der Manipulation und Abfrage von Daten. Die „Datei-orientierte“ Ablage der Daten führt sehr schnell zu einer unübersichtlichen Verzeichnisstruktur mit einer für den Anwender nur schwer nachvollziehbaren Dateibelegung. Der permanente Raumbezug ist jedoch neben der Verfügbarkeit vorgefertigter Module für nahezu jeden Anwendungsbereich einer der wesentlichen Vorteile von ARC/INFO. Als GIS-System mit der wohl weitesten Verbreitung verfügt ARC/INFO zudem über eine umfangreiche Schnittstellensammlung, die es erlaubt Daten aus nahezu jedem anderen Geo-Basisinformationssystem (z.B. ATKIS) zu importieren¹⁴. Die notwendige Einarbeitung wird jedoch i.a. unterschätzt, da bei der Projektierung die notwendige Adaption auf die spezifische Fragestellung im fachlichen

¹² Obwohl eine direkte Kopplung mit einem DBMS nicht vorgesehen ist, verfügt das DBMS RIM über eine Schnittstelle zu GRASS und kann entsprechend eingebunden werden.

¹³ Frei verfügbares Tool zur Bearbeitung von pixelbasierten Bildern.

¹⁴ Dies kommt nicht einer fortwährenden Integration der ATKIS-Datenbestände gleich. Zu Fortführungszwecken ist der Import zu wiederholen, was jedoch durch die Konzeption der EDBS-Schnittstelle (one-way) in ATKIS auch bewußt so gewollt ist.

Kontext verharmlost wird bzw. durch Suggestion einer schon vorhandenen Lösung die Konturen der notwendigen Arbeiten verschwimmen. Dies muß nicht immer die Programmierung einer grafischen Benutzeroberfläche sein. Auch der Anschluß geeigneter Peripherie bzw. die Verwaltung der aufgespielten Lizenzen („Node locked“ oder freier Netzzugriff etc.) und der für die Benutzung vorgesehenen Anwender erfordert einen erheblichen Aufwand.

ARC/INFO in seiner ursprünglichen Version (ohne Berücksichtigung von ARC/VIEW) ist daher nur für die Realisierung größerer GIS-Projekte von mittel- bis langfristiger Dauer vorzusehen. Für den ungeübten Benutzer bietet es kaum die Möglichkeit relativ schnell Ergebnisse in Form von Karten, Verschneidungen o.ä. zu erzeugen.

GRASS Version 4/5

Als frei verfügbares GIS bietet GRASS eine Funktionalität welche zwar die Mächtigkeit der in ARC/INFO vorgehaltenen Tools nicht erreicht, jedoch mittel- und langfristig eine Alternative darstellt. Insbesondere die intensive Portierung auf Linux und die z.Zt. unternommenen Anstrengungen eine stabile Version 5 zu entwickeln belegen, daß Funktionalität und Verfügbarkeit auf allen wichtigen Plattformen zukünftig gewährleistet sein werden. Insbesondere für Anwendungssysteme mit hohem Entwicklungsanteil und für die Einbindung eigener Applikationen ist GRASS eine wahre Alternative. Die jetzt noch nicht vollständig ausgereiften Benutzerschnittstellen werden in naher Zukunft eine Grundfunktionalität gewährleisten, die es auch dem Benutzer ohne Vorbildung ermöglicht die für seine Fragestellung notwendigen Operationen auszuführen. Die Implementierung in „C“ gewährleistet auch zukünftig ein hohes Maß an Portabilität und somit die Umsetzung in objektorientierte Hochsprachen wie C++ und JAVA. Damit sind auch die Grundlagen für den zukünftig sicherlich notwendigen Aufbau verteilter GIS-Anwendungen gelegt.

6. Ausblick

Zukünftig werden die bereits heute etablierten GIS-Systeme, von denen hier nur zwei in kurzer Form vorgestellt werden konnten, verschiedene Entwicklungsstadien durchlaufen, die schon heute absehbar sind:

1. Spezielle Anwendungssysteme (z.B. die diversen „Fachschalen“ von SMALLWORLD GIS) werden sich in ihrer weiteren Entwicklung und Fortführung u.U. von der Entwicklung ihrer „Muttersysteme“ abkoppeln. Mit Hilfe der verschiedenen Muttersysteme wird es verstärkt zur Konzeption und Realisierung spezieller Anwendungssysteme kommen, deren Funktionalität durch zusätzliche Softwarebausteine erheblich ergänzt wird. Dieser Prozess wird vornehmlich auf Fachsysteme beschränkt sein, die infolge ihrer Lukrativität (z.B. Verwaltung von Energieversorgungsnetzen) die hohen Entwicklungskosten rechtfertigen.
2. Innerhalb dieses hochdynamischen Prozesses werden Systeme die auf offenen Standards (dokumentierte Schnittstellen und Datenstrukturen und stringente Anweisungen für die Implementierung von Modulen) und Hochsprachen wie C (wie z.B. GRASS), C++ und JAVA aufsetzen deutliche Vorteile haben, da generische Codeerzeugung und Portabilität enorme Einsparungen im Reengineering-Prozess ermöglichen.
3. Für eine Minimierung der notwendigen Einarbeitungszeit werden GIS-Systeme angeboten werden, die bei eingeschränkter Funktionalität, aber grafischer Unterstützung des Benutzers, eine zunehmende Akzeptanz erfahren werden (Beschränkung auf das wesentliche). Ein aktuelles Beispiel ist ARC/VIEW, das obwohl mit einer eigenen objektorientierten Sprache versehen, bei weitem nicht die Funktionalität von ARC/INFO erreicht, jedoch die Liste der 1999 neu installierten Systeme anführt.
4. Der Einsatz verteilter Anwendungen (z.B. CORBAgis [3]) wird an Bedeutung gewinnen [8], da kooperative Workgroups den langfristigen Erfolg zukünftig erst ermöglichen werden. Großprojekte wie ATKIS haben gezeigt, daß monolithische Strukturen mit zentraler Ausrichtung den Aufbau von Geobasisdaten nicht in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigen können und in der Fortführung

mit enormen Problemen konfrontiert werden, wenn nicht auf dezentralen und qualitätsgesicherten Workflows aufgesetzt werden kann.

5. Die Verknüpfung verschiedener Systeme und die Einbindung externer Funktionalität (z.B. in Form von Simulationsprogrammen) wird Systeme mit offenen Schnittstellen favorisieren.

Der letztgenannte Punkt wird insbesondere in Fachgebieten die unmittelbar auf georeferenzierbaren Datenbeständen aufsetzen (wie z.B. der numerischen Simulation im Wasserbau und Küsteningenieurwesen) das entscheidende Kriterium für die Auswahl von GIS-Systemen sein und soll daher in einem zukünftigen Beitrag gesondert betrachtet werden.

Der Autor Dr.-Ing. Andreas Matheja ist wiss. Assistent am Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover.

Literatur

- [1] ARC/INFO Home Pages: <http://www.esri.com>; <http://ESRI-Germany.de>. Quelle: WWW, 1999.
- [2] Bill, R. und D. Fritsch: Grundlagen der Geoinformationssysteme. Volume 1, Springer Verlag, Berlin, 1991.
- [3] CORBAgis – Object Management Group (OMG): <http://www.omg.org>. Quelle WWW, 1999.
- [4] ELWIS: Fachkonzept Internet-Server, Bundesanstalt für Gewässerkunde, 1998.
- [5] GIS-Definitionen (Beispiele). <http://www.epa.gov/docs/ngispr/gis.html>;
<http://gisdasc.kgs.ukans.edu/dasc/gis.html>; <http://fatboy.larc.nasa.gov/qat/gisdefinition.html>.
Quelle: WWW, 1998.
- [6] GRASS Homepage Europe: <http://www.geog.uni-hannover.de/grass>. Quelle, WWW, 1999.
- [7] Grünreich, D.: Aufbau von Geo.Informationssystemen im Umweltschutz mit Hilfe von ATKIS. In: O. Günther, K.-P. Schulz und J. Seggelke (Hrsg.): Umweltschutz geographischer Informationssysteme. Wichmann Verlag, 1992.
- [8] Krabbe, H.: Entwurfs- und Anwendungsunterstützung für verteilte Abläufe in Umweltinformationssystemen. Dissertation, Fakultät für Mathematik und Informatik, Technische Universität Bergakademie Freiberg.