

ZIELE, METHODEN UND PRAKTISCHER STAND DER DIGITALEN KARTIERUNG

D. Grünreich, Hannover

1. VORBEMERKUNG

In diesem Vortrag werden zunächst grundsätzliche Betrachtungen zum Begriff der "Digitalen Kartierung" angestellt. Es folgen dann im Hauptteil Ausführungen zu den Zielen, den Methoden und dem Stand der digitalen Kartierung aus der Sicht der Landesvermessungsbehörden. Danach werden die Arbeiten zum Aufbau und Einsatz von Landinformationssystemen (LIS) im Bereich der AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland) vorgestellt. Abschließend werden die dabei wichtigsten offenen Probleme aufgezeigt.

2. EINFÜHRUNG

Der in der Photogrammetrie benutzte Begriff "Digitale Kartierung" hat sich seit seiner Einführung in den 70er Jahren inhaltlich stark verändert. Zunächst verstand man darunter die digitale Registrierung geometrisch exakter Informationen von topographischen Objekten einschließlich ihrer Objektcodes im Sinne einer Entwurfsdarstellung für die automatische Reinzeichnung einer großmaßstäbigen topographischen Karte. Aufgrund der in den letzten Jahren durchgeführten Entwicklungen im Hard- und Softwarebereich wurde es möglich, sowohl die Prozesse der Informationsgewinnung zu optimieren (z. B. interaktive Korrektur, Bildüberlagerung) als auch typisch kartographische Prozesse (z. B. die musterblattgerechte Reinzeichnung topographischer Grundkarten) auszuführen. In jüngster Zeit ist dieser Trend zur inhaltlichen Ausweitung in einer Definition zum Ausdruck gekommen, die unter "Digitaler Kartierung" in Übereinstimmung mit dem anglo-amerikanischen Sprachgebrauch (digital mapping) das Erzeugen und Bereitstellen raumbezogener Informationen mittels digitaler Technologie versteht (vgl. SCHENK 1987).

Diese Definition umfaßt nicht nur den traditionellen Aufgabenbereich von Photogrammetrie und Fernerkundung (Gewinnung raumbezogener Informationen), sondern auch den der Kartographie, die die Ergebnisse einer topographisch-thematischen Landesaufnahme zu vermitteln hat. Sie erfüllt diese Aufgabe seit rund 200 Jahren durch die Herstellung und Fortführung topographischer Kartenwerke mit Hilfe ständig verbesserter Verfahren. In den letzten 20 Jahren sind die theoretischen und methodischen Grundlagen der Kartographie so weiterentwickelt worden, daß der Übergang von den traditionellen zu rechnergestützten Verfahren auch in der Praxis möglich geworden ist.

Dieser Wandel kommt besonders in der Definition des Kartenbegriffs zum Ausdruck. Während man traditionell unter einer Karte eine "maßstäblich verkleinerte, generalisierte und erläuterte Grundrißdarstellung von Objekten der Erde in einer Ebene" versteht (IKV 1973), wird sie in einem neuen Definitionsvorschlag von HAKE als "maßgebundenes strukturiertes Modell räumlicher Bezüge" bezeichnet (HAKE 1987). Diese auf der Modelltheorie beruhende Definition geht davon aus, daß die Karte als Modell sowohl eine digitale als auch analoge Form haben kann. Dadurch ist es möglich, Karten als digitale Modelle in Datenbanken zu speichern und die von ihrer Speicherfunktion befreite (analoge) Karte verstärkt als benutzerorientiertes Kommunikationsmittel zu gestalten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich die "Digitale Kartierung" in einer Umbruchphase befindet. Diese Situation wird im folgenden aus der Sicht der Praxis verdeutlicht.

Im 3. Abschnitt werden dazu die gegenwärtig in der Praxis eingesetzten Verfahren und Methoden dargestellt und diskutiert. Im 4. Abschnitt werden die Arbeiten zur Entwicklung und Realisierung von Landinformationssystemen (LIS) im Bereich der AdV vorgestellt. Abschließend folgt im 5. Abschnitt eine Betrachtung zu den von Wissenschaft und Praxis zu lösenden Forschungs- und Entwicklungsaufgaben.

3. GEGENWÄRTIGER STAND DER DIGITALEN KARTIERUNG IN DER PRAXIS

Es ist zunächst allgemein festzustellen, daß die in den Vermessungsbehörden der Länder und dem Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG) sowie bei den als Auftragnehmer tätigen Privatfirmen eingesetzten Verfahren gegenwärtig das Ziel haben, die vorhandenen Kartenwerke - von den großmaßstäbigen Liegenschaftskarten bis zur kleinmaßstäbigen Internationalen Weltkarte 1:1.000.000 (IWK) - fortzuführen, bei schlechter Qualität zu erneuern oder durch andere Produkte, z. B. Luftbildkarten, zu ergänzen. Im einzelnen ergibt sich folgende produktorientierte Gesamtdarstellung.

3.1 ERNEUERUNG VON LIEGENSCHAFTSKARTEN

Die Erneuerung der aus dem 19. Jahrhundert stammenden Liegenschaftskarten mittels rechnergestützter Verfahren nimmt in der Praxis einen breiten Raum ein. Unter Berücksichtigung der knappen Ressourcen einerseits und der Leistungsfähigkeit der möglichen Methoden andererseits hat sich folgender Verfahrensablauf durchgesetzt:

Wenn Neuvermessungen erforderlich sind, werden diese i.d.R. nach dem Verfahren der Polaraufnahme mit digitalem Datenfluß vom Felde zur häuslichen Bearbeitung durchgeführt. Soweit möglich, werden jedoch die Ergebnisse einwandfreier Vermessungen ausgewertet und automatisch zu Koordinaten und Kartieransätzen verarbeitet. Falls keine Messungszahlen vorliegen, werden die entsprechenden Gebiete aus Liegenschaftskarten manuell digitalisiert und rechnerisch auf die koordinierten Gebiete unter Berücksichtigung geometrischer Bedingungen eingepaßt. Bei umfangreichen Erneuerungsarbeiten werden die Liegenschaftskarten interaktiv kartographisch bearbeitet und anschließend graviert.

Die gegenwärtig überwiegend mit SICAD-Systemen der Fa. Siemens durchgeführten interaktiven Prozesse haben ein hohes methodisches Niveau erreicht. Durch die Beschaffung weiterer numerischer und graphischer DV-Systeme, die z. B. gegenwärtig für den dezentralen Einsatz in der Niedersächsischen Vermessungsverwaltung durchgeführt wird, wird das Leistungspotential, auch im Hinblick auf die Einführung der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK), ausgebaut. Nähere Angaben hierzu werden im Abschnitt 4 gemacht.

3.2 DEUTSCHE GRUNDKARTE 1:5000

Im Bereich der topographischen Landesaufnahme, deren Ergebnisse i.d.R. die Deutsche Grundkarte 1:5000 (DGK5) ist, dominieren die photogrammetrischen Verfahren.

Dies gilt in erster Linie für die Erfassung der Reliefinformationen, wofür standardmäßig ZEISS-Planicompsysteme eingesetzt werden. Daneben werden Höheninformationen einerseits aus Analogdarstellungen manuell oder automatisch mittels Scannerdigitalisierung, Raster-Vektor-Transformation und rechnergestützte Höhenzuweisung sowie andererseits in bestimmten Gebieten terrestrisch gewonnen.

Für die nachfolgende Berechnung von digitalen Geländemodellen (DGM) und Höhenliniendarstellungen sind verschiedene Programmsysteme im Einsatz, z. B. SCOP, TOPSY. Ihre Leistungsfähigkeit wurde durch eine spezielle Arbeitsgruppe des Arbeitskreises Topographie der AdV umfassend untersucht (AdV 1980). Die dabei aufgedeckten methodischen Probleme konnten weitgehend gelöst werden. Bei genauen DGM-Messungen ($m_h = \pm 0,2 - 0,3$ m), wie sie für das Topographische System (TOPSY) des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes benötigt werden, tritt jedoch der spezifisch photogrammetrische Schleppfehler in der Größenordnung bis zu 0,8 m auf. Eine Beseitigung dieses Fehlereinflusses ist durch Einführung der digitalen Korrelation in den praktischen Meßprozeß denkbar und wünschenswert.

In mehreren Ländern wird das DGM für die rechnergestützte Herstellung von Orthophotos verwendet. Diese werden für die Fortführung der topographischen Kartenwerke einerseits, aber andererseits auch als Ergänzung zu diesen benutzt (z. B. in NRW). Die Herstellung von Orthophotos kann dabei als Vorstufe zur

digitalen Erfassung der Situation (Grundriß) angesehen werden. Die vektorielle Erfassung der Situation trifft in der Praxis noch nicht nennenswert in Erscheinung, weil die dafür erforderliche Hard- und Software zunächst in einem Kooperationsvorhaben der Fa. Zeiss mit dem Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen erprobt wird. Die mit Planicomp/Planimap und Videomap erzielten Ergebnisse sind sowohl hinsichtlich der Verknüpfung von Katastergrundriß mit topographischem Grundriß als auch hinsichtlich der kartographischen Präsentation vielversprechend (PAPE 1986). Offene methodische Probleme bezüglich der Interaktionsmöglichkeiten im Meßprozeß und bei der kartographischen Gestaltung wie auch hinsichtlich des Datenaustausches mit anderen Systemen sollen mit dem neuen PHOCUS-System (HOBBIE 1987) gelöst werden.

3.3 RECHNERGESTÜTZTE BEARBEITUNG MITTEL- UND KLEINMABSTÄBIGER TOPOGRAPHISCHER KARTENWERKE 1 : 25000 - 1 : 1000 000

Allgemeines Ziel der überwiegend zur Fortführung eingesetzten Verfahren ist es, aufwendige kartentechnische Prozesse maschinell durchzuführen und nur die schwierigen, wegen fehlender methodischer Lösungen bisher nicht automatisierbare Arbeitsabschnitte (z. B. die kartographische Generalisierung) den Kartographen zu überlassen, um so eine Beschleunigung und Rationalisierung zu erreichen. In methodischer Hinsicht werden vektor- und rasterorientierte Verfahren unterschieden.

Die Entwicklung eines vektororientierten Verfahrens für die Fortführung der TK 25 setzte bereits vor 15 Jahren ein (HARBECK 1972). Die technischen Voraussetzungen für eine musterblattgerechte Originalisierung mittels einer Lichtzeichenkopfmachine sind aber erst seit 1980 gegeben. Das Verfahren beschränkt sich darauf, die in einer Fortführungsvorlage 1:10000 aus verschiedenen Quellen (z. B. Luftbilder 1:32000, DGK5) zusammengetragenen Veränderungen manuell unter Verwendung eines Menues mit allen darzustellenden Signaturen zu digitalisieren und nach interaktiver Überarbeitung mit dem Graphisch-Interaktiven Arbeitsplatz (GIAP) der automatischen Zeichenanlage zuzuführen. Alle weiteren Prozesse werden nach konventionellen Methoden ausgeführt. Nach Angaben von (LEHMBROCK, OSTER 1981) wird mit diesem Verfahren gegenüber der konventionellen Kartenfortführung 40 % der Arbeitszeit eingespart. Zukünftig soll ein Anfang 1987 beschafftes kartographisches Rasterdaten Verarbeitungssystem der Fa. Scitex eine weitergehende digitale Bearbeitung bis zur Ausgabe gerasterter Offsetfilme ermöglichen.

Ein solches Verfahren, das Methoden der digitalen Bildverarbeitung in der Kartographie nutzt, wurde erstmalig von WEBER für die Fortführung der Topographischen Übersichtskarte 1 : 200 000 (TÜK 200) für das Scitex-Response 250-System im IfAG entwickelt (WEBER 1983). Die Grundzüge des Verfahrens sind folgende: Die Originalfolien einer Karte werden durch Scannen sowie geometrische und radiometrische Transformationen in entzerrte digitale Binärbilder umgewandelt. Es ist ein Vorzug des Verfahrens, daß dieser Vorgang nur einmalig durchgeführt werden muß. Mit einer ähnlichen Prozedur werden die von Kartographen ausgearbeiteten Fortführungsvorlagen behandelt. Dabei wird das Grauwertunterscheidungsvermögen des Scanners ausgenutzt. Danach werden die Fortführungsinformationen mit den veralteten Originalen auf dem Rasterbildschirm dargestellt und in einem interaktiven Prozeß zu neuen digitalen Originalfolien verarbeitet. In einem anschließenden Batchprozeß werden die Folien symbolisiert, freigestellt, um die vektoruell erfaßten geographischen Namen und Bezeichnungen ergänzt sowie entsprechend der vorgesehenen Druckart (Einzel- oder Mischfarbendruck) digital gerastert. Gegenüber dem bei konventioneller Fortführung erforderlichen Zeitbedarf von 5000 Arbeitsstunden für 200 Arbeitsgänge werden nach den vorliegenden Erfahrungen erhebliche Rationalisierungsgewinne erzielt.

Nicht zuletzt auch aufgrund der positiven Erfahrungen des IfAG wird gegenwärtig im Bayerischen Landesvermessungsamt ein Verfahren für die beschleunigte Fortführung der TK25 mittels eines Rasterdatenverarbeitungssystems der Firmen Dr. HELL und Dr. WIRTH entwickelt. Das Verfahren entspricht in seinen Grundzügen dem TÜK200-Verfahren. Interessant ist dabei aber, daß die Fortführungsinformationen aus Orthophotos entnommen, auf sog. Tilgungsdecker bzw. Veränderungsfolien übertragen und anschließend gescannt werden. Ein Ansatzpunkt für

eine methodische Verbesserung wäre die Verwendung von digitalen Orthophotos, die unmittelbar auf dem Bildschirm gemeinsam mit den veralteten Originalfolien dargestellt und interaktiv ausgewertet werden könnten (APPELT 1987).

Eine Darstellung des Standes der digitalen Kartierung wäre unvollständig, würde man nicht auf die älteste Entwicklung im IfAG eingehen. Es handelt sich um die rechnergestützte Fortführung der IWK. Hierfür wurde auf der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ab 1974 finanzierten kartographischen Automationsanlage ein interaktives System mit einem kartographischen Datenbanksystem im Vektorformat, das sog. CIPS-System, entwickelt. Damit wurde die sog. EURODB, die das "Original" der IWK darstellt, aufgebaut und durchgeführt. Die vektororientierten Verfahrensteile werden z. Z. auf einem VAX-Rechner neu implementiert. Die graphische Ausgabe der IWK erfolgt seit neuestem wegen der Vorteile der Rasterdatenverarbeitung auf dem Scitex-Plotter. Damit ist ein hybrides Verfahren entstanden.

3.4 FOLGERUNGEN

Zusammenfassend läßt sich der Stand der "Digitalen Kartierung" in den Landesvermessungsbehörden durch folgende Punkte charakterisieren:

1. Hauptziel ist es bisher, die musterblattgerechte Bearbeitung der amtlichen Kartenwerke durch den Einsatz rechnergestützter Verfahren zu rationalisieren und die Fortführung in akzeptablen Zeitabständen (etwa 5 Jahre) sicherzustellen.
2. Für die überwiegend im Bereich der großmaßstäbigen Kartenwerke des Liegenschaftskatasters und der topographischen Landesaufnahme eingesetzten vektororientierten Verfahren sind in den letzten Jahren in methodischer Hinsicht umfassende Systemlösungen realisiert worden. Sie befinden sich im Einsatz oder werden gegenwärtig unter Produktionsbedingungen getestet und optimiert.
3. Für die Fortführung von mittelmaßstäbigen topographischen Karten gibt es bisher keine, den Gesamtprozeß umfassende Systemlösung, weil einerseits flächendeckende digitale Informationen fehlen und andererseits die methodischen Probleme der rechnergestützten kartographischen Generalisierung lediglich ansatzweise gelöst sind, so daß die Generalisierung nach wie vor von Kartographen manuell ausgeführt werden muß.

Die bisher entwickelten rechnergestützten Fortführungsverfahren beschränken sich daher auf die Rationalisierung der karten- und reprotechnischen Prozesse durch Anwendung von Methoden der digitalen Bildverarbeitung.

4. Als Beispiel für die künftig wichtigen hybriden, aus Methoden der Vektor- und Rasterdatenverarbeitung bestehenden Verfahren, kann die Bearbeitung der IWK unter Einschluß der EURODB angesehen werden.
5. Außer von den fachlich-methodischen Problemen wird die Einführung rechnergestützter Verfahren noch von den beiden folgenden Faktoren wesentlich beeinflusst:
 - 5.1 Aufgrund der beschränkten Haushaltsmittel haben die hohen Systemkosten bisher nur die Beschaffung relativ weniger Systeme für den zentralen Einsatz erlaubt. Diese Situation könnte sich ändern durch sinkende Kosten der bisher angebotenen Systeme oder durch die Entwicklung kostengünstigerer Systemlösungen.
 - 5.2 Mit dem verfügbaren Personal kann die Produktion in den Bereichen Aerotriangulation, DBM - und Orthophotoherstellung, photogrammetrischen Kartierung sowie Erneuerung von Liegenschaftskarten durchgeführt werden. Von einigen Ausnahmen abgesehen (z. B. IfAG), herrscht dagegen ein Mangel an ausgebildetem Personal für die Computerkartographie. Diese Situation wird sich voraussichtlich erst dann verbessern, wenn die Ergebnisse des von der Deutschen Gesellschaft für Kartographie durchgeführten Modellversuchs zur modernen Ausbildung der Kartographen vorliegen und angewendet werden.

6. Nicht zuletzt aber spielt auch die innerhalb der AdV seit einigen Jahren geführte Diskussion über die Zukunft der amtlichen topographischen Kartenwerke eine starke Rolle. Dabei tritt die bisher nur in Ausnahmefällen (z. B. EURODB) mögliche flächendeckende Bereitstellung digitaler topographisch-kartographischer Informationen deutlich in den Vordergrund. Die bisher produktorientiert eingesetzten Verfahren der "Digitale Kartierung" entwickeln sich dabei - ganz im Sinne der im 2. Abschnitt gegebenen Definition - zu Komponenten eines LIS.

Das hierfür in der AdV entwickelte Konzept wird im folgenden Abschnitt kurz vorgestellt.

4. LIS-ENTWICKLUNGEN IN DER ADV

4.1 VORGESCHICHTE

Im IfAG wurden in den letzten 10 Jahren die methodischen Voraussetzungen für ein kleinmaßstäbiges LIS geschaffen (GÖPFERT 1986). Es beruht auf den IfAG-spezifischen Entwicklungen auf den Gebieten der vektor- und rasterorientierten Computerkartographie sowie der digitalen Bildverarbeitung im Bereich der Fernerkundung. Zu den Basisdaten gehören die topographisch-kartographischen Informationen der EURODB, der Verwaltungsgrenzdatenbank VGRENZ sowie des geographischen Namensbuchs der BRD; weitere Informationen können aus Fernerkundungen oder raumbezogenen Planungssystemen hinzukommen. Die aus verschiedenen Quellen stammenden Informationen werden nach dem digitalen Folienprinzip im Rasterdatenformat verknüpft.

Etwa im gleichen Zeitraum wurden durch Arbeitsgruppen der AdV die Programm- und Datenbanksysteme für die Automatisierung der Liegenschaftskarte realisiert. Das Gesamtsystem besteht aus den Komponenten "Automatisiertes Liegenschaftsbuch (ALB)" und "Automatische Liegenschaftskarte (ALK)", die autonom geführt und über Referenzdaten (Flurstücks- und Grundrißkennzeichen) miteinander verknüpft werden. Ziel dieser Entwicklung ist es, neben der Verbesserung der Verfahrensabläufe in der Verwaltung Basisdaten für großmaßstäbige LIS, z. B. Leitungskataster, bereitzustellen. Das die beschreibenden Informationen des Liegenschaftskatasters enthaltende ALB ist bisher in sieben Bundesländern eingeführt worden bzw. im Aufbau.

In Niedersachsen ist das ALB flächendeckend seit 1984 in Benutzung. Gegenwärtig werden landesweit in einem 5-Jahres-Programm die geodätischen Basisinformationen in die Punktdaten der ALK eingeführt. Danach soll mit dem Aufbau der digitalen Liegenschaftskarte in der Grundrißdatei begonnen werden. Produktionstests laufen hierfür seit 1983.

Aus der Vielzahl der interessanten Informationen zur Entwicklung des Automatisierten Liegenschaftskatasters seien die folgenden für weitere LIS-Entwicklungen wichtige herausgehoben:

1. Es ist eine mit erheblichen öffentlichen Mitteln über den Anwendungsbereich Liegenschaftskataster hinaus einsetzbare Systemkonzeption und Systemtechnologie erarbeitet worden; u. a. Graphisch-Interaktiver Arbeitsplatz (ALK-GIAP), logisches Datenmodell für die Speicherung von Grundrißobjekten.

2. Bei flächendeckendem Aufbau von ALB und ALK steht eine digitale Informationsquelle zur Verfügung, die für die verschiedensten Anwendungsgebiete nutzbringend erschlossen werden kann. So sei im Hinblick auf den Einsatz in der Topographischen Landesaufnahme darauf hingewiesen, daß 70 % der topographischen Grundrißobjekte bereits in der ALK geführt werden (GRÜNREICH 1985) und das ALB einen flächendeckenden Nachweis der Landnutzungsarten enthält, der heutigen Anforderungen, z. B. der Planung oder Flächenstatistik, vollauf gerecht wird.

Seit Anfang der 80er Jahre wird nun der Ruf nach digitalen topographisch-kartographischen Informationen immer lauter. Dies hängt zusammen mit der zunehmenden Einführung der graphischen Datenverarbeitung (GDV) für die rechnergestützte Herstellung thematischer Karten einerseits und dem Aufbau von digi-

talen Fachinformationssystemen, z. B. für die Fahrzeugnavigation oder im Bereich der Geowissenschaften andererseits.

Im Hinblick auf eine volkswirtschaftlich vernünftige Lösung planen die für die benutzergerechte Bereitstellung topographischer Informationen zuständigen Landesvermessungsämter und das IfAG den Aufbau eines "Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS)". Es handelt sich dabei insgesamt um ein LIS, das den Maßstabsbereich der bisherigen topographischen Kartenwerke und zusätzlich den Maßstab 1 : 2 500 000 abgedeckt. Auf die im Herbst dieses Jahres vom AdV-Vorsitzer herausgegebene Veröffentlichung zum ATKIS-Vorhaben möchte ich ausdrücklich hinweisen.

4.2 AMTLICHES TOPOGRAPHISCH-KARTOGRAPHISCHES INFORMATIONSSYSTEM (ATKIS)

Systemaufbau und Realisierungsansätze dieses seit 1984 laufenden Schwerpunktobjektes der AdV sollen nachfolgend in aller Kürze skizziert werden:

1. Inhalt

Der Inhalt von ATKIS läßt sich in "Topographischer Kernbereich" und "Topographischer Randbereich" gliedern. Zum Kernbereich gehören insbesondere die geometrischen und beschreibenden Informationen von Siedlungs-, Verkehrs- und Gewässerobjekten, der Vegetation und des Reliefs. Zum Randbereich gehören entsprechende Informationen über die verschiedenen Arten von Gebieten (z. B. politische und administrative Gebiete, Natur- und Landschaftsschutzgebiete).

2. Struktur und Datenfluß (Abb. 1)

Kernstück von ATKIS ist eine Datenbank, die einerseits die originären Objektinformationen einschließlich der Relationen und andererseits daraus abgeleitete kartographische Darstellungen speichert und verwaltet. Die erste Informationsmenge wird als "Digitales (Topographisches) Landschaftsmodell (DLM)", die zweite als "Digitales Kartographisches (Landschafts)modell (DKM)" bezeichnet.

Ein DLM wird noch weiter unterteilt in ein "Digitales Situationsmodell (DSM)" und ein "Digitales Geländemodell (DGM)". Es ist aus technischen und ökonomischen Gründen vorgesehen, mehrere DLM aufzubauen, die über den gesamten Maßstabsbereich von 1:5000 bis 1:2 500 000 verteilt werden. Um die DLM bzw. DKM voneinander unterscheiden zu können, werden sie mit einem "Maßstabskürzel" versehen, das den durch Genauigkeit und Vollständigkeit der Informationen bestimmten Modellmaßstab näher kennzeichnet. So ist z. B. das DLM 25 ein Modell, das sich inhaltlich an der TK 25 orientiert. Im Hinblick auf die Speicherung großer Mengen objektorientierter Informationen ist ein logisches Datenmodell im Vektorformat mit hierarchischer Struktur entwickelt worden.

Als Informationsquellen kommen in Frage:

- die Landschaft selbst,
- vorhandene topographische Karten guter Qualität (z. B. DGK 5),
- Luftmeßbilder und Satellitenbilder,
- digitale Modelle anderer Fachverwaltungen,
- digitale Nachweise (Geographisches Namensbuch, Statistik-Datenbanken).

Dementsprechend sind als Erfassungsverfahren vorgesehen:

- die terrestrische-topographische Aufnahme (in möglichst geringem Umfang),
- Verfahren der manuellen und künftig automatischen Digitalisierung von Karten (2D-Geometrie),
- Verfahren der analytischen und digitalen Photogrammetrie (3D-Geometrie),
- Verfahren der rechnergestützten Modellgeneralisierung und
- Verfahren der alphanumerischen Datenverarbeitung

Die Verknüpfung der aus verschiedenen Informationsquellen stammenden Teilm Modelle geschieht über geometrische, topologische, thematische und hierarchische Relationen (WEBER 1978).

ATKIS

Datenflußkonzept

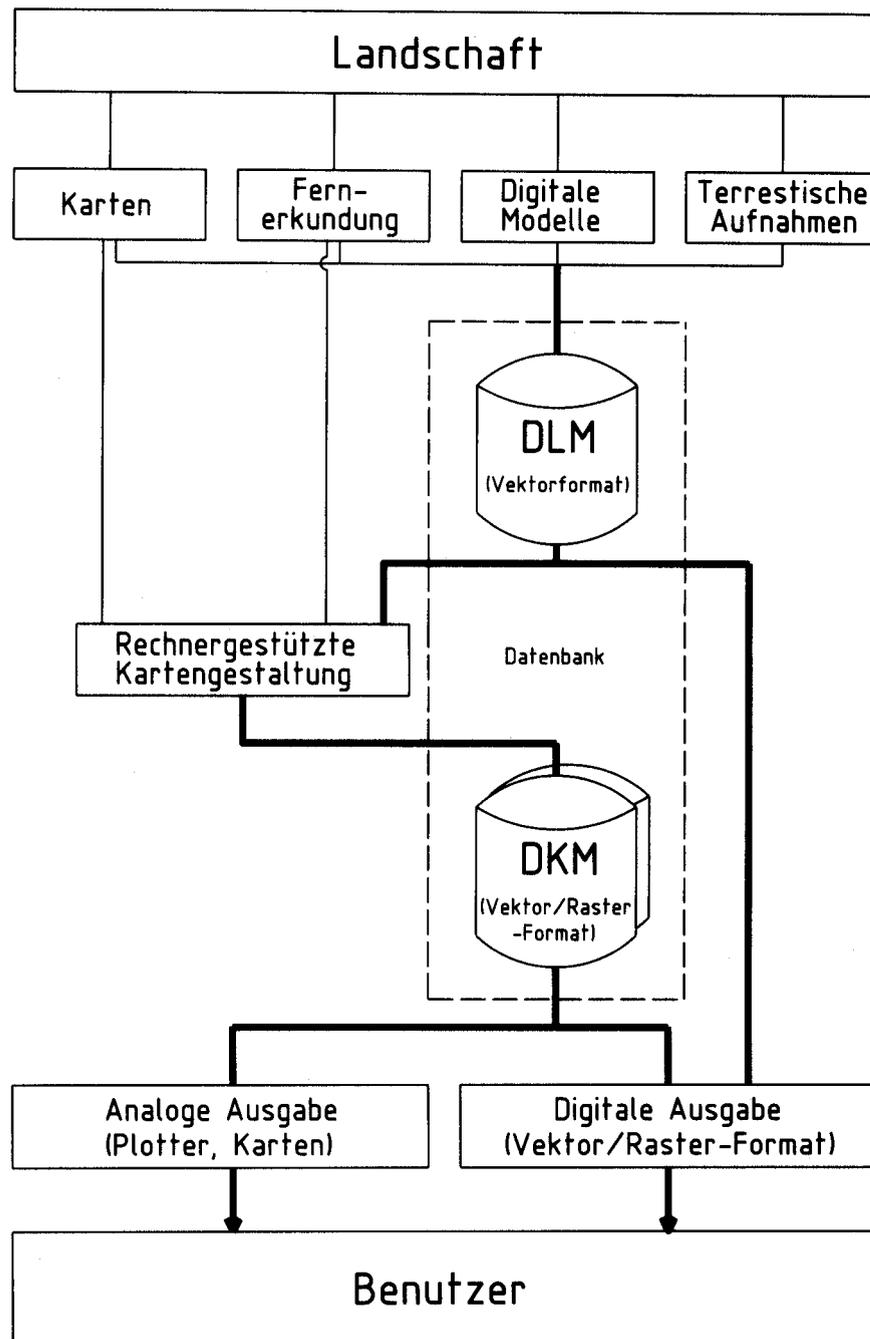


Abbildung 1

Maßgeblich für die Erfassung der geometrischen Informationen ist die geforderte Genauigkeit. Sie ergibt sich für die in der ersten Realisierungsstufe vorrangig aufzubauenden DLM 25, DLM 200 und DLM 1000 aus folgender Tabelle:

	Lagegenauigkeit	Höhengenauigkeit
DLM 25	+3m für die wichtigsten Objekte	+ - 0,5 m
DLM 200	+ - 30m, mindestens wie TÜK 200	---
DLM 200	wie IWK	---

Die Erfassung der beschreibenden Objektinformationen richtet sich nach dem attributorientierten Objektartenkatalog (OKA), der bis Ende 1987 entwickelt werden wird.

Aus einem DLM werden durch batchorientierte und interaktive Prozesse die DKM des entsprechenden Maßstabsbereiches erzeugt (Rechnergestützte Kartengestaltung), z. B. aus dem DLM 25 die DKM 25, DKM 50 und DKM 100. Durch Verwendung von kartentypspezifischen Signaturschlüsseln werden dabei die topographischen Objekte in Kartengegenstände transformiert.

Die DKM wie auch das DLM sollen den Benutzern über eine standardisierte Schnittstelle in digitaler Form zur Verfügung gestellt werden. Über eine analoge Ausgabeschnittstelle können aber auch graphische Darstellungen, z. B. die Standardausgaben der topographischen Kartenwerke, hergestellt werden.

3. Systemrealisierung

Die Realisierung von ATKIS hat in der ADV die höchste Priorität. Anfang 1989 soll die erste Software- und Datenbankversion einsatzbereit sein. Unter Abwägung aller Gesichtspunkte hat die ADV daher beschlossen, die ATKIS-Systemsoftware auf der Grundlage des ALK-Systems zu entwickeln. Die Arbeiten hierzu sind in vollem Gange.

Parallel dazu beschäftigen sich Projektgruppen in den Landesvermessungsämtern von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit der Entwicklung und Erprobung von Verfahren für den Aufbau des DLM 25 unter Berücksichtigung der verfügbaren Methoden und Ressourcen.

5. SCHLUBBEMERKUNGEN

Es war Absicht meiner Ausführungen, aufzuzeigen, daß die "Digitale Kartierung" im Bereich der Adv in verfahrenstechnischer und konzeptioneller Hinsicht einen Stand erreicht hat, der dem z. B. auf der AUTOCARTO in London (1986) vorgestellten internationalen Niveau entspricht.

Es ist heute möglich, mit den verfügbaren Verfahrenslösungen und der modernen Computertechnologie flächendeckende LIS aufzubauen und zu führen. Im Hinblick auf eine bessere Wirtschaftlichkeit der Informationsgewinnung, der Datenverarbeitung und Speicherung einerseits sowie die Optimierung der Informationsbereitstellung in Form von kartographischen Darstellungen andererseits sind noch eine Reihe offener Probleme zu lösen.

Hierzu gehören

- die Mustererkennung bei der automatischen Digitalisierung von Karten (LICHTNER 1987),
- die Erfassung und Integration von Informationen aus Fernerkundungssystemen (z. B. SPOT) in die DLM und DKM,
- die im Zusammenhang mit dem digitalen Datenfluß vom großmaßstäbigen DLM der Landesaufnahme zu den kleinmaßstäbigen DLM auftretenden Probleme der Modellgeneralisierung,
- die rechnergestützte kartographische Generalisierung im Zusammenhang mit der Ableitung der DKM und anderer kartographischer Darstellungen,
- die Entwicklung eines kostengünstigen hybriden kartographischen Arbeitsplatzes für die integrierte Verarbeitung von kartographischen Vektor- und Rasterdaten mit digitalen Bilddaten der Fernerkundung.

Für Forschung und Entwicklung gibt es also ein breites Betätigungsfeld methodischer und systemtechnischer Aufgaben bis hin zur praxisreifen Entwicklung von Expertensystemen.

LITERATURVERZEICHNIS

- ADV 1980 (Hrsg.) : Erprobung von Höhenlinieninterpolationprogrammen - Schlußbericht Bonn 1980.
- Adv 1987 (Hrsg.) : Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS) - Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler Landschaftsmodelle. Adv 1987 (in Vorbereitung).
- APPELT, G. 1987 : Die Nachführung der topographischen Karte 1:25000 mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 4/87.
- GÖPFERT, W. 1986 : Fernerkundungsdaten und Kartographische Datenbanken für regionale Landinformationssysteme. ZfV (1986) S. 542 - 543.
- GRÜNREICH, D. 1985 : Untersuchungen zu den Datenquellen und zur rechnergestützten Herstellung des Grundrisses großmaßstäbiger topographischer Karten. Diss., Hannover 1985.
- HAKE, G. 1987 : Gedanken zu Form und Inhalt heutiger Karten. Festvortrag anlässlich der Ehrenpromotion an der Ruhruniversität Bochum am 20.05.87.
- HARBECK, R. 1972 : Über einen Versuch zur automatischen Zeichnung der Topographischen Karte 1:25000. Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen (NakaVerm), Reihe I, Nr. 55.
- HOBBIE, D. 1987 : PHOCUS und PLANICOMP P-Serie. - Die neue Produktgeneration von Carl Zeiss, Oberkochen, Bul 3/87.
- IKV 1973 : Mehrsprachiges Wörterbuch kartographischer Fachbegriffe. Wiesbaden 1973.
- KRAUSS, G.
HARBECK, R. 1985 : Die Entwicklung der Landesaufnahme. Wichmann-Verlag, Karlsruhe 1985.
- LEHMBROCK, H., OSTER, M. 1981 : Die automationsgestützte Fortführung der Topographischen Karte 1:25000 in Nordrhein-Westfalen. KN 31 (1981), S. 52 - 59.

- LICHTNER, W. 1987 : Alternative Möglichkeiten der Digitalisierung graphischer Vorlagen. 4. Kontaktstudium des Instituts für Kartographie der Univ. Hannover 1987.
- PAPE, E. 1986 : Die Herstellung der Deutschen Grundkarte 1:5000 in digitaler Form. Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie, Stuttgart 1986, Heft 11, S. 181 - 190.
- SCHENK, T. 1987 : NASA vergibt 5-Millionen-Dollar-Auftrag an das Department of Geodetic Science and Surveying, Ohio State University. Bul 1/87.
- WEBER, WIG. 1978 : Geographische Informationssysteme - ein Überblick und Gedanken zur weiteren Entwicklung. NakaVerm, I/75. Frankfurt a.M. 1978.
- WEBER, WIG. 1983 : Konzept zur automationsgestützten Fortführung der Topographischen Übersichtskarte 1:200 000 im Rastermodus. NakaVerm, I/91. Frankfurt a.M. 1983.

ZUSAMMENFASSUNG

In Übereinstimmung mit dem anglo-amerikanischen Terminus "digital mapping" wird "Digitale Kartierung" definiert als "Erzeugen und Bereitstellen raumbezogener Informationen mittels digitaler Technologie."

An verschiedenen Beispielen aus dem Bereich der Landesvermessungsämter und dem IfAG wird aufgezeigt, daß die eingesetzten Verfahren gegenwärtig der Fortführung und Neuherstellung der amtlichen Kartenwerke im Maßstabsbereich 1:1000 bis 1: 1000 000 dienen. Dabei kommen Methoden der analytischen photogrammetrischen Stereokartierung und der vektororientierten graphischen Datenverarbeitung sowie der digitalen Bildverarbeitung zum Einsatz. Letztere als Ersatz für konventionelle karten- und reprotechnische Prozesse.

Darüber hinaus werden die in der AdV seit über 10 Jahren betriebenen Arbeiten zur Entwicklung von LIS in verschiedenen Maßstabsbereichen vorgestellt. Besonders hohe Priorität hat dabei das "Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS)".

Abschließend werden Ansatzpunkte für künftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aufgezeigt, die zu praxisreifen Lösungen, z. B. der kartographischen Mustererkennung, der Datengewinnung aus Satellitenbildern und der rechnergestützten Generalisierung, führen sollten.

OBJECTIVES, METHODS AND STATUS OF DIGITAL MAPPING IN PRACTICE

ABSTRACT

First "digital mapping" is defined as "production and provision of spatial information by means of digital technology."

The recent status of digital mapping applied in the state surveying offices and the Institute for Applied Geodesy (IfAG) is described. The aim is revision and renewal of the official map series in the scale range 1:1,000 up to 1:1,000,000. For this purpose analytical photogrammetric mapping and vector-oriented graphic data processing are applied as well as digital image processing, the latter in order to substitute conventional reproduction techniques.

Furthermore the results of work in the field of LIS performed in the last 10 years are presented. Emphasis is put on ATKIS, i.e. the "Authoritative Topographic-Kartographic Informationssystem" which is in development since 1984.

Finally, some starting points for future research and development, e.g. in the fields of cartographic pattern recognition, data capturing from satellite images and generalisation, are given.

Dr.-Ing. D. Grünreich
Niedersächsisches Landesverwaltungsamt
- Abteilung Landesvermessung -
Warmbüchenkamp 2
D-3000 Hannover 1