

R. Schroth, Münster.

Zusammenfassung: Nach einem Abriß der Entwicklung der photogrammetrischen Auswertegeräte in den letzten 15 Jahren werden verschiedene Ausbaustufen von Informationssystemen und deren Verknüpfung zu photogrammetrischen Systemkonzepten erläutert. Die Beschreibung des Wandels in der Aufgabenstellung der photogrammetrischen Datenerfassung und die Auswirkungen auf Produktionsabläufe bilden den zweiten Teil dieser Abhandlung.

1. EINLEITUNG

(1) Obwohl die Forschung im Bereich der traditionellen Photogrammetrie, verbunden mit digitaler Erfassung bereits vor mehr als einem Jahrzehnt einen sehr hohen Stand erreichte und die universitären Einrichtungen vehement in neue Gebiete wie die digitale Bildverarbeitung und Robot Vision vordrangen, erfuhr die Anwender in den letzten Jahren sehr starke gerätetechnische Veränderungen von seiten der Systemanbieter. Die Impulse hierfür kamen eindeutig aus der Computer-Industrie und hier vor allem aus dem Bereich der CAD- und Datenbank-Technologie.

Deshalb sollen im folgenden die Auswirkungen der technologischen Entwicklungen aus dem CAD-Bereich auf die photogrammetrischen Benutzer skizziert werden. Einen Schwerpunkt bildet dabei die bedeutende Rolle der Photogrammetrie beim Aufbau und der Pflege von geographischen Informationssystemen.

(2) Die photogrammetrische Auswertung, insbesondere von Luftbildern, hat das Ziel, sowohl geometrische Informationen, im wesentlichen die Abstraktion der Topographie der Erdoberfläche, als auch beschreibende Informationen, wie zum Beispiel die Flächennutzung, zu liefern. Die Darstellung dieser Informationen erfolgte bis vor ca. 5 Jahren nahezu ausschließlich in analogen Kartenwerken. Um die Produktion solcher Kartenwerke zu optimieren, begann man Ende der 70'er Jahre mit der Entwicklung der rechnergestützten photogrammetrischen Auswertung. Diese Rechnerunterstützung bezog sich im wesentlichen auf die Steuerung von automatischen Zeichentischen wie zum Beispiel das System Avioplot RAP der Firma WILD oder das System COGRA von Dietrich (1980). Selbstverständlich beinhalteten die meisten Systeme für die analogen Stereoauswertegeräte Module zur Berechnung der Modellorientierungen oder deren Unterstützung. Bei analytischen Auswertegeräten wurden ebenfalls Graphikmodule integriert. Diese Verfahren brachten eine deutliche Produktionssteigerung, ersetzten aber häufig nicht die manuelle Reinzeichnung.

In einer weiteren Stufe, Anfang der 80'er Jahre, begann man mit der Speicherung der Steuerdaten für die

Zeichentische, um diese Daten in interaktiven graphischen Systemen weiter verarbeiten zu können (vgl. Dietrich (1981), Hobbie (1984)). Hierbei war es notwendig, die graphischen Informationen mit Hilfe einer Logik zu klassifizieren, d.h. jedes topographische Objekt wurde mit einem speziellen Schlüssel versehen und mittels einer Codierung konnten punkthafte, linienhafte und flächenhafte Objekte gebildet werden. Die Auswertegeräte waren aber bei dieser Methode immer noch mit Zeichentischen ausgerüstet, um dem Operateur anhand einer Kontrollzeichnung einen Überblick und eine Prüfmöglichkeit zu verschaffen.

Parallel zu dieser Entwicklung erschienen Systeme auf dem Markt, die es ermöglichten, unmittelbar am photogrammetrischen Auswertegerät interaktive graphische Bearbeitungen vorzunehmen. Hierzu zählen die aus der CAD-Technologie entwickelten Systeme Wildmap von der Firma WILD oder das Stereo Digitizer Interface der Firma INTERGRAPH. Ein Anschluß war sowohl an analoge als auch analytische Auswertegeräte möglich. Ein automatischer Zeichentisch an jedem einzelnen Auswertegerät war damit nicht mehr erforderlich. Dessen Funktion übernahm ein graphischer Bildschirm. Allerdings verhinderten sowohl die hohen Investitionskosten als häufig auch das mangelnde know how der Anwender, daß diese Systeme eine breite Anwendung fanden. Erst die im Zusammenhang mit der stürmischen Entwicklung auf dem Personal Computer Markt entstandenen CAD-Software Pakete, wie z.B. AutoCAD oder MicroStation, schafften Ende der 80'er Jahre den endgültigen Durchbruch, die photogrammetrischen Auswertegeräte mit low cost Graphiksystemen auszustatten bzw. nachzurüsten.

Bereits Mitte der 80'er Jahre erschienen allerdings Informationssysteme auf dem Markt, bei denen die Photogrammetrie einen wesentlichen Bestandteil der Datenerfassung darstellte. Systeme wie PHOCUS der Firma ZEISS, System 9 von WILD (jetzt PRIME-WILD) oder Intermap Analytic von INTERGRAPH garantierten die Integration der photogrammetrischen Datenerfassung in die geographischen Informationssysteme. Die Überlagerung der graphischen Informationen mit dem Luftbild stellt dabei eine wesentliche Komponente dieser Systeme dar, worauf später noch näher eingegangen wird.

(3) Im folgenden werden die verschiedenen raumbezogenen Informationssysteme klassifiziert und deren Bezug zu den unterschiedlichen photogrammetrischen Systemkonzepten hergestellt. Auf die Einflüsse der Fernerkundung wird hier bewußt verzichtet, auch wenn sie künftig eine wesentliche Rolle in diesem Bereich spielen wird.

2. KLASSIFIZIERUNG VON INFORMATIONSSYSTEMEN

Nach Calkins und Tomlinson (1977) läßt sich ein Informationssystem wie folgt definieren:

"Ein Informationssystem soll einen Anwender in seiner Entscheidungsfindung im Bereich Forschung, Planung und Management unterstützen. Es beinhaltet eine Reihe von Entwicklungsstufen von der Beobachtung und Sammlung von Daten über ihre Analyse bis hin zur Unterstützung bei Entscheidungs-

findungsprozessen."

Um ein rechnergestütztes Informationssystem in der definierten Weise anwenden zu können, muß es folgende Basiskomponenten beinhalten (vgl. auch Burrough (1987)):

- Datenerfassung und Klassifizierung
- Datenverwaltung
- Datenextraktion
- Datenmanipulation und Analyse
- Datendarstellung

Diese Basiskomponenten sind Bestandteil jeder Hard- und Softwarekonfiguration raumbezogener Informationssysteme. Eine Zusammenstellung solcher Konfigurationen ist bei Schroth (1989) aufgeführt.

Die Photogrammetrie findet sich im wesentlichen in der ersten Basiskomponente, der Datenerfassung und Klassifizierung, als gleichberechtigte Methode der Informationsgewinnung neben der terrestrischen Vermessung oder dem Digitalisieren bzw. Scannen analoger Vorlagen wieder. Die reine Datengewinnung erfordert nicht unbedingt ein komplett ausgebautes Informationssystem. Deshalb werden im folgenden die einzelnen Anwendungsstufen klassifiziert, wobei die Rasterdatenverarbeitung und hybride Systeme nicht abgehandelt werden (siehe Abb. 1).

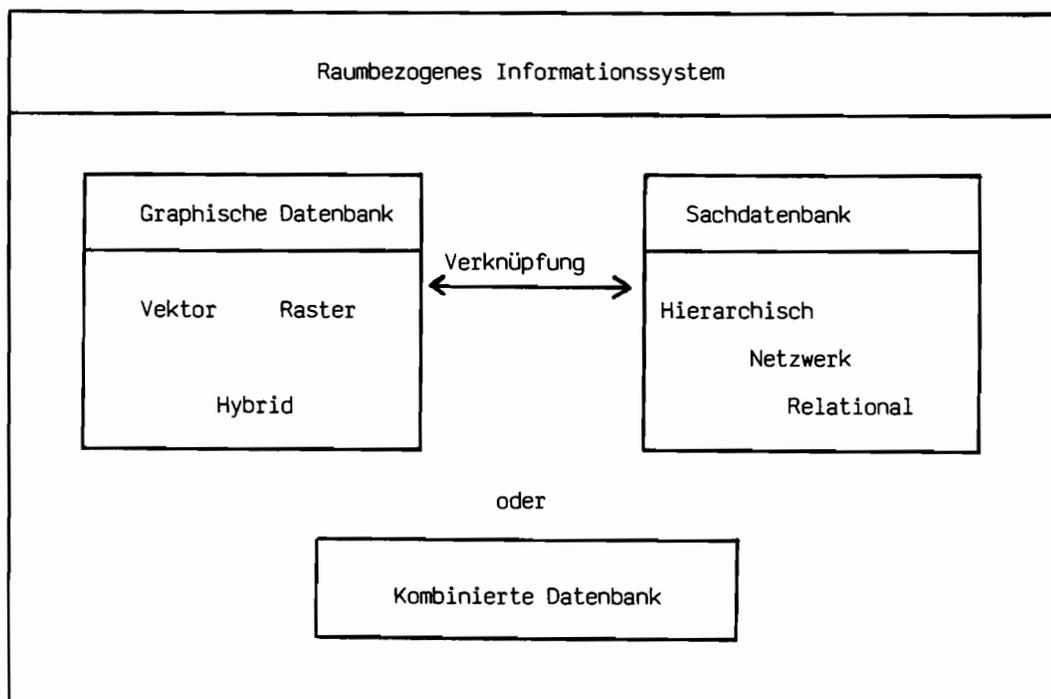


Abb. 1: Datenbanken zur Organisation raumbezogener Informationen

2.1 CAD-SYSTEME

Die einfachste Anwendungsstufe der graphischen Datenverarbeitung ist der Einsatz reiner CAD-Systeme zur Zeichnungserstellung und Zeichnungsverwaltung. Eine Attributierung bzw. Klassifizierung erfolgt ausschließlich in der Graphik, z.B. über Farbzweisung, Linienarten, Ebenen usw. Im wesentlichen herrscht hier eine einfache Dateiverwaltung vor, in der die graphischen Objekte in der Regel durch die o.g. Klassifizierungsmerkmale und Verknüfungsbeziehungen verwaltet werden. Beispiele für solche Systeme in der CAD-Kartographie sind die Produkte AutoCAD (AUTODESK) oder MicroStation (INTERGRAPH).

2.2 DUALE DATENBANKSYSTEME

Im Gegensatz zu den reinen CAD-Systemen erfolgt bei den dualen Systemen eine Verknüpfung zwischen alphanumerischen Attributen, sogenannten Sachdaten und den graphischen Daten. Die Datenhaltung selbst erfolgt getrennt in zwei Datenbanken, wobei die Sachdaten in hierarchischen, netzwerkartigen oder relationalen Datenbanken geführt werden. Retrieval-Funktionen sind im Bereich der Graphik und/oder den Sachdaten möglich. Beispiele für solche Funktionen sind:

- Anzeige aller Leitungen vom Typ XXX, die älter als 10 Jahre sind und mehr als 5 Störfälle hatten
oder
- Liste aller Eigentümer der Grundstücke in dem Kartenblatt Nr.YYY.

Einige duale Datenbanksysteme sollen hier genannt werden:

IGDS/DMRS (INTERGRAPH), AutoCAD bzw. MicroStation in Verbindung mit dBase (ASHTON TATE),
ARC/INFO (ESRI), GRADIS 2000 (STRÄSSLE) mit ORACLE.

Der Aufbau geographischer Informationssysteme ist mit dieser Konzeption möglich, wobei auch topologische Beziehungen in der Anwendung mit integriert werden können.

2.3 KOMBINIERTE DATENBANKEN

Die kombinierten Datenbanken stellen z.Zt. die oberste Stufe raumbezogener oder geographischer Informationssysteme dar. Graphische Daten und Sachdaten werden hier gemeinsam in einer relationalen oder objektorientierten Datenbank verwaltet (vgl. Scheck (1988), Herring (1989)). Die Verwaltung der topologischen Beziehung ist hier teilweise bis hin zum topologischen Editor realisiert, so daß keine 2-Stufen-Lösung wie bei den dualen Datenbanken notwendig ist. Probleme treten heute allerdings immer noch im Antwort/Zeitverhalten bei großen Datenmengen auf. Erst eine sehr leistungsfähige Hardware mit hoher

Rechengeschwindigkeit und großem RAM-Speicher macht diese Systeme produktionsfähig.

Als Beispiele für kombinierte Datenbanken sollen hier die Systeme TIGRIS (INTERGRAPH), SYSTEM 9 (PRIME-WILD), INFOCAM (KERN) und GRADIS 3000 (STRÄSSLE) genannt werden.

Im nächsten Abschnitt wird die Auswirkung dieser im Bereich der Informationssysteme entstandenen Klassifizierung auf die photogrammetrischen Systemkonzepte erläutert.

3. PHOTOGRAMMETRISCHE SYSTEMKONZEPTE

Neben der klassischen Unterteilung photogrammetrischer Stereoauswertegeräte in die analoge und analytische Technologie kommen in jüngster Zeit zwei neue Entwicklungsstufen hinzu, die integrierten Systeme und die digitalen photogrammetrischen Arbeitsstationen.

3.1 ANALOGUE UND ANALYTISCHE SYSTEME

(1) Auch im Zeitalter der Computertechnologie sind noch eine Vielzahl analoger Auswertegeräte im Einsatz. Deren Wirtschaftlichkeit beruht auf einer Reihe von Gründen:

- a) Hohe Anschaffungskosten forderten eine lange Abschreibungsdauer.
- b) Robuste Konstruktionen gewährleisteten eine lange Lebensdauer.
- c) Der Einsatz von Analog-Digital-Wandlern und Arbeitsplatzrechnern beschleunigte die Orientierungsprozesse.
- d) Die Koppelung mit CAD-Systemen schaffte einen vollwertigen Arbeitsplatz für die graphische Datenerfassung.

Bei den Wirtschaftlichkeitsüberlegungen kommt auch hinzu, daß bei einem auf reine graphische Datenerfassung beschränkten Einsatz das Verhältnis von Orientierungs- zu Auswertzeit relativ klein ist, so daß der Vorteil analytischer Systeme kaum zum Tragen kommt.

Der Einsatz bestehender analoger Auswertegeräte in Verbindung mit einfachen CAD-Systemen auf PC-Basis hat im Bereich der Datenerfassung für raumbezogene Informationssysteme auch heute noch seine volle Berechtigung.

(2) Ähnlich stellt es sich im Bereich der analytischen Auswertegeräte dar. Erst die Anbindung an die CAD-Systeme brachte ein wirtschaftliches Verfahren zur graphischen Datenerfassung. Selbstverständlich kommen beim Einsatz analytischer Systeme deren universelle Einsatzmöglichkeiten und die

damit verbundenen Vorteile, die hinreichend bekannt sind, zum Tragen.

Diese Systemkonzepte, sowohl auf analoge als auch auf analytische Geräte bezogen, stellen im Bereich der graphischen Datenerfassung allerdings nur die erste Stufe zu einem geographischen Informationssystem dar. Denn die erfaßten Vektorinformationen müssen in einem weiteren Schritt in topologische Beziehungen zueinander gebracht werden, um raumbezogene Analysen durchführen zu können. Ein Beispiel hierfür ist das Konzept der Firma KERN, das photogrammetrisch gewonnene Informationen mit dem Softwareprodukt INFOCAM in eine topologische Datenbank integriert oder das Produkt MGE (MicroStation GIS Environment) der Firma INTERGRAPH, bei welchem mit MicroStation gewonnene graphische Informationen in topologische Beziehungen gebracht werden können.

3.2 INTEGRIERTE SYSTEME

Mit dem Begriff 'integrierte Systeme' bezeichnet man voll in geographische Informationssysteme eingebundene photogrammetrische Auswertegeräte. Topologische Beziehungen werden unmittelbar bei der Datenerfassung berücksichtigt. Allerdings bezogen auf die Topologie ist eine vollständige Integration bis heute, nach Kenntnis des Autors, lediglich beim System 9 der Firma PRIME-WILD im 2-dimensionalen Bereich realisiert. Teilrealisierung stellen die Systeme PHOCUS (ZEISS) und Intermap Analytic (INTERGRAPH) dar.

Ob die mitunter sehr komplexe Datenerfassung bei einem vollständig integrierten System sich gegen die 2-Stufen-Lösung, d.h. Erfassung und topologische Aufbereitung, in der Anwendung durchsetzen kann, wird die Zukunft zeigen. Hinzu kommt noch der immense Widerspruch zwischen der Photogrammetrie als 3-dimensionales Meßverfahren und der in der Anwendung auf 2 Dimensionen beschränkten Topologie.

3.3 DIGITALE PHOTOGRAMMETRISCHE ARBEITSSTATIONEN

Die hohe Leistungsfähigkeit der Computer-Technologie in bezug auf Rechnergeschwindigkeit und Speicherplatz gestattet es heute, die im Bereich der Rasterdaten- und Bildverarbeitung gewonnenen Erkenntnisse in die Konzeption digitaler photogrammetrischer Arbeitsstationen einfließen zu lassen (vgl. Grün (1989)). Die Einbindung in geographische Informationssysteme ist hier nahezu ideal, da die Hardware-Konfiguration beinahe identisch ist.

Die Realisierung solcher Systeme ist unterschiedlich weit fortgeschritten bzw. ist noch im Prototyp-Stadium. Es sollen hier nur beispielhaft die Systeme DSP1 (KERN), PI 1000 (TOPCON), Context Mapper (CONTEXT VISION) und Softcopy (INTERGRAPH) erwähnt werden. Der Marktdurchbruch für diese Systeme ist sehr stark von den Kosten für die Speichertechnologie und der Bereitstellung digitaler Bilddaten abhän-

gig. Die digitalen photogrammetrischen Arbeitsstationen bilden in Verbindung mit Bildverarbeitungs- und geographischen Informationssystemen den Schwerpunkt der künftigen photogrammetrischen Geräteentwicklung:

Diese Vielzahl von Entwicklungen in der Datenverarbeitung und deren Auswirkungen auf die photogrammetrische Datenerfassung haben unmittelbar Einfluß auf Aufgabenstellungen in der Anwendung genommen. Dies soll in den folgenden Abschnitten skizziert werden.

4. WANDEL DER AUFGABENSTELLUNG

Der Wandel in der photogrammetrischen Datenerfassung ist unmittelbar mit dem Wechsel von der analogen Karte zur Datenbank verbunden. Dieser Wechsel beinhaltet nicht die Erstellung ein und desselben Produktes mit veränderten Produktionsmethoden, sondern die Herstellung eines völlig neuen Produktes. Die für Datenbanken notwendigen Konsistenzbedingungen über alle Informationen vermindern deutlich die Abhängigkeit von individuellen Einflüssen. Zum Beispiel wird die persönliche Einflußnahme auf die graphische Ausgestaltung auf Grund festgelegter Symbolbibliotheken starr geregelt oder die Einhaltung einer Datenstruktur über die Benutzeroberfläche gesteuert. Aber auch durch die Verwendung von Systemen mit Superimposition, d.h. der Überlagerung graphischer Informationen mit dem Meßbild, wird eine gleichbleibende und von der Tagesform des Operateurs unabhängige Qualitätsstufe erreicht.

Das erweiterte Anwendungsspektrum, z.B. raumbezogene Analysen der gewonnenen Informationen, fordert auch neue und umfangreiche Qualitätskontrollen. Die Ausgabe einer Kontrollzeichnung genügt bei weitem nicht mehr. Spezielle aufgabenbezogene Prüfprogramme sind notwendig, um die Konsistenz, logische Regelwerke oder Verknüpfungsbeziehungen zu kontrollieren.

Neue Aufgabenbereiche kommen durch die Systemerweiterungen hinzu. So ermöglicht die oben genannte Superimposition auf sehr elegante Weise die Fortführung bestehender graphischer Datenbanken (vgl. Schroth und Arnold (1988)), aber auch die Qualitätskontrolle dieser Informationen, wenn sie nicht photogrammetrisch, z.B. durch Digitalisieren analoger Karten, gewonnen wurden.

Dieser Wandel in der Aufgabenstellung hat auch unmittelbaren Einfluß auf den Ausbildungsstand der Mitarbeiter. Neben der Beherrschung der photogrammetrischen Grundlagen und der Abstraktions- und Interpretationsfähigkeit bei der Informationsgewinnung muß ein Operateur heute mit der Handhabung graphischer Systeme vertraut sein. Selbst sorgfältig konzipierte Benutzeroberflächen erfordern ein Mindestmaß an Hintergrundinformationen über die Strukturen und Arbeitsweisen eines Systems, um in kritischen Fällen richtige Entscheidungen treffen zu können. Eine derart gestaltete Ausbildung existiert zur Zeit nicht, und dies bedingt für den Anwender lange und damit kostenintensive Schulungs- und Einarbeitungszeiten seiner Mitarbeiter.

5. AUSWIRKUNG AUF DIE PRODUKTIONSABLÄUFE

Die im vorangegangenen Abschnitt beschriebene Veränderung der Aufgabenstellung, im wesentlichen bedingt durch die komplexen Zusammenhänge heutzutage unbedingt notwendiger Planungsprozesse, vor allem im Bereich der Umweltverträglichkeit, wirkt sich unmittelbar auf die Produktionsabläufe der Informationsgewinnung aus. Die Vielzahl unterschiedlichster Informationen und deren internen Relationen können flächendeckend nur mit DV-technischer Unterstützung sinnvoll verarbeitet werden. Deshalb steht zu Beginn eines jeden Projektes die DV-technische Konzeption, auch bei der photogrammetrischen Informationsgewinnung.

Im Rahmen der DV-Konzeption sind Vorgaben über die zu erfassenden Objekte zu treffen, deren Verknüpfungen untereinander und ihre Attributierung im Datenbank-Design festzulegen. Die graphischen Darstellungen sind zu definieren und die Anbindung an bestehende Informationen und deren eventuelle Integration zu beachten. Um eine Vereinfachung der Auswertung zu erreichen und die oftmals komplizierten Regelwerke möglichst fehlerfrei zu erfüllen, sind spezielle projektbezogene Benutzeroberflächen in der Konzeptionsphase mit zu erstellen. Dies alles erfordert einen hohen Vorbereitungsaufwand für die Projektabwicklung, in der Regel völlig unabhängig von der Projektgröße.

Die vorbereitenden Tätigkeiten sind in enger Abstimmung mit den Anwendern zu treffen, was oftmals einen nicht zu vernachlässigenden Aufklärungs- und Beratungsaufwand erfordert.

Im Hinblick auf die Schnittstellen zwischen einzelnen Produktionsabteilungen sind die DV-technischen Vorgaben streng einzuhalten. Die gewonnenen Informationen laufen in der Regel interdisziplinär bei der Datenbankverwaltung zusammen. Früher stand am Ende eines Produktionsprozesses die manuelle Reinzeichnung. Dagegen ist heute ein umfassender Integrationsprozeß notwendig. Geometrische Informationen aus der Photogrammetrie, thematische Informationen aus der Interpretation bzw. Fernerkundung und eine Vielzahl weiterer Informationen fließen gemeinsam in ein geographisches Informationssystem. Diese Integration unter Berücksichtigung von Abhängigkeiten schränkt die Flexibilität der Projektabwicklung deutlich ein und erfordert auch ein hohes Maß an Projekteinarbeitung für die einzelnen Mitarbeiter.

Durch die in den Abschnitten 2 und 3 skizzierten technischen Entwicklungen hat sich die Produktivität der photogrammetrischen Auswertung deutlich erhöht. Dies wird allerdings durch die genannten zusätzlichen Aufgabenbereiche mehr als ausgeglichen. Dabei muß ganz klar der Wandel der Produkte mit beurteilt werden, deren wirtschaftliche Vergleichbarkeit auf Grund einer kaum zu objektivierenden Bewertung der Qualität nur sehr schwierig realisierbar ist.

6. SCHLUGBEMERKUNGEN

Die enorme Entwicklung im Bereich der Datenverarbeitung hat eine starke Veränderung in der photogrammetrischen Landschaft bewirkt. Nicht nur die Arbeitsmittel haben sich gewandelt, auch die zu erstellenden Produkte weisen einen hohen Grad an Komplexität auf, wie er in der Zeit der analogen Kartenerstellung nicht denkbar war. Dabei stehen wir heute erst am Anfang dieser Entwicklung.

Dem gegenüber stehen die Personen, die mit diesen neuen Werkzeugen umgehen sollen. In ihrer Ausbildung nur mangelhaft auf diese Techniken vorbereitet (vgl. Hobbie (1989)), ermöglichen erst lange, kostenintensive Schulungen die notwendigen Zusatzqualifikationen. Es ist bei weitem nicht damit getan, einen CAD-Kurs zu besuchen, um mit einem Informationssystem umgehen zu können.

Bereits 1975 wies Ackermann darauf hin, daß eine interdisziplinäre Zusammenarbeit notwendig ist und Photogrammetrie, Vermessungswesen und Kartographie bei der Erstellung und Führung von raumbezogenen Informationssystemen bis hin zu Umweltinformationssystemen eine Schlüsselrolle einnehmen sollen. Leider ist dies nur zum Teil eingetreten. Fachfremde Berufszweige drangen in diese neue Technologie ein, schneller und flexibler, als die oben genannten Disziplinen. Hier gilt es für Lehre, Forschung und Anwendung, sich auf die lange Tradition der Automation und Datenverarbeitung zu besinnen und die entsprechenden Grundlagen und das notwendige Fachwissen für die neuen Informationstechnologien zu vermitteln.

LITERATUR

ACKERMANN, F.: Das Vermessungswesen in der Herausforderung der Automation. ZfV 1975, S. 30-39.

BURROUGH, P.A.: Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. Clarendon Press, Oxford 1987.

CALKINS, H.W. und TOMLINSON, R.F.: Geographical Information Systems, Methods and Equipment for Land Use Planning. International Geographic Union Comm., U.S. Geological Survey, Reston 1977.

DIETRICH, A.: Entwicklung und praktischer Einsatz eines Programmsystems zur Steuerung des photogrammetrischen Digitalzeichentisches AVIOTAB TA. Proceedings of ISP-Congress (Commission IV), Hamburg 1980.

DIETRICH, A.: Das System "COGRA" zur rechnergestützten digitalen photogrammetrischen Auswertung. BuL 1981, S., 9-18.

GRÜN, A.: Digital Photogrammetric Processing Systems: Current Status and Prospects.

Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 55, 1989, S. 581-586.

HERRING, J.R.: The Definition and Development of a Topological Spatial Data System.

Proceedings des Seminars Photogrammetrie und Landinformationssysteme, Lausanne 1989.

HOBBIE, D.: Extended Graphical Plotting with the Planicomp. Schriftenreihe des Instituts für

Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Heft 9, Stuttgart 1984.

HOBBIE, D.: Gedanken zur wissenschaftlichen Ausbildung in der Photogrammetrie, Schriftenreihe des

Instituts für Photogrammetrie der Universität Stuttgart, Heft 14, Stuttgart 1989.

SCHECK, H.-J.: Perspektiven zukünftiger Datenbanksysteme - Erweiterbarkeit und Objektorientierung.

Proceedings der AM/FM Regionalkonferenz, Siegen 1988.

SCHROTH, R. und ARNOLD, H.D.: Fortführung von geographischen Informationssystemen.

Proceedings der AM/FM Regionalkonferenz, Siegen 1988.

SCHROTH, R.: Informationssysteme und ihre Einsatzmöglichkeiten für die Dokumentation siedlungs-

spezifischer Ökosysteme. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, Frankfurt 1989.