

RECHNERGESTÜTZTE PHOTOGRAMMETRIE UND KARTOGRAPHIE BEI HANSA LUFTBILD - PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Von F. S. Kröll, Münster

Einleitung

Die ungestüme und ungeheuer fruchtbare Entwicklung der Elektronik während der letzten Jahre ermöglichte durch den Trend zu immer kleineren, kompakteren und leistungsfähigeren Bausteinen mit zunehmender Betriebssicherheit und konstant sinkenden Herstellungskosten eine rasche Verbreitung von Rechenanlagen. Außerdem ist ein zunehmend verstärkter Einsatz von automatischen Präzisionszeichentischen festzustellen. Parallel zu der gerätetechnischen Entwicklung fanden und finden komfortable und komplexe Programmsysteme nicht nur Eingang in die Alltagspraxis der Geodäsie und Photogrammetrie - die hier besonders interessieren - sondern werden auch zur Lösung verwaltungstechnischer Aufgaben im Rahmen von allgemeinen Informationssystemen herangezogen. Diese haben als Gerüst häufig topographische Informationen; z.B. Leitungskataster. Fortwährend steigende Personalkosten und die allgemeine Wirtschaftslage bedingen die Ausschöpfung aller Rationalisierungsmöglichkeiten. Um die Wettbewerbsfähigkeit im Rahmen der freien Marktwirtschaft zu erhalten, ist es für ein reines Privatunternehmen, wie die Hansa Luftbild, unerlässlich, sich ändernden Aufgabenstellungen bestmöglich anzupassen und eine Umstellung von erprobten analogen Auswerteverfahren auf digitale Methoden auch für topographische Anwendungen vorzunehmen.

Zur Bewältigung unserer Aufgaben benötigen wir ein möglichst flexibel einsetzbares Gesamtsystem aus optimal aufeinander abgestimmten Geräten für die Datenerfassung, die Datenaufbereitung und die Datenweiterverwendung einerseits und den dafür notwendigen Programmen andererseits.

Die Hansa Luftbild führt photogrammetrische Arbeiten für Behörden und private Gesellschaften als Auftraggeber aus. Eine große Mannigfaltigkeit unterschiedlicher Aufgaben mit voneinander stark abweichenden Spezifikationen, was den Umfang und die Symbolisierung der darzustellenden Kartendetails betrifft, muß dabei gelöst werden.

Auch im Rahmen eines automatisierten Systems muß man den Ablauf der Arbeiten den variablen Spezifikationen und dem einsetzbaren Personal anpassen können. Zusätzlich müssen wir uns als Dienstleistungsbetrieb darauf einstellen, digitale Daten für eine Vielzahl unterschiedlicher Rechen- und Zeichenanlagen und für jeweils andere Symbolisierungen aufzubereiten, sowie für die Weiterverwendung innerhalb auftraggeberspezifischer Informationssysteme zur Verfügung stellen zu können.

Für die digitale Datenerfassung stehen im wesentlichen nur die bekannten fest verdrahteten Geräte wie Zeiss Ecomat 11 / 21, Wild EK 8 / 22, Sjöo Datacom 701 A, Dell Foster RSS 400, Retab NC 1000 EK, u.ä. zur Verfügung, wenn man von noch nicht weit verbreiteten und zur Zeit noch sehr teuren APC-Plottern und neuesten Ansätzen für den Einsatz von Hewlett Packard-Tischrechnern bei Zeiss und Kern absieht.

Die seit Jahren beim Rykswaterstaat in den Niederlanden und beim Ontario Ministry of Transportation & Communications in Canada (siehe Aalders [1] und v.d. Hout [8], MacLeod [11] und [12]) in der Praxis angewandten Verfahren zeigen, daß mit diesen Geräten eine Automatisierung der Reinzeichnung in großen Maßstäben durchaus möglich ist.

In einem unveröffentlichten Vortrag vor der niederländischen Gesellschaft für Photogrammetrie hat Jr. Rietveld am 18.10.1974 über nicht unerhebliche Schwierigkeiten berichtet, die auftreten, wenn die Aufbereitung topographischer Daten nicht interaktiv erfolgen kann. Diese Erfahrungen decken sich mit jenen, die bei der Hansa Luftbild im Rahmen der Aerotriangulation und der Profilmessung, bei einer Registrierung auf Lochstreifen, gesammelt wurden. In beiden Verfahren kann man sich umständlich helfen, da die registrierten Daten vor oder nach einer rechnerischen Verarbeitung doch auf Lochkarten umgesetzt werden. Aus der Menge der Lochkarten kann man manuell fehlerhafte Datensätze aussondern. Zur automatischen Elimination von als fehlerhaft gekennzeichneten Punktregistrierungen gibt es auch entsprechende Programme. Sofern nur halbautomatisierte Verfahren zur Ausnutzung programmgesteuerter Zeichenanlagen angewandt werden

sollen, kann man sich mit einer nachträglichen manuellen Überarbeitung der Kartenoriginale behelfen, wenn Eingriffe in die Menge digitaler Daten nicht vor der Zeichnung zu deren Korrektur bzw. Änderung erfolgen können.

Die Verwendung einmal erfaßter digitaler Daten innerhalb eines umfassenden Informationssystems setzt jedoch zwingend eine wirtschaftlich optimale Lösung des Problems der Datenaufbereitung voraus. Ursprünglich angestellte Wirtschaftlichkeitsabschätzungen bei Hansa Luftbild haben gezeigt, daß die Sicherstellung der Weiterverwendung digitaler Daten für viele Anwendungen und unterschiedliche Benutzer eine entscheidende Bedeutung für den Erfolg eines automatisierten Verfahrens bekommen würde.

System der Hansa Luftbild für die rechnergestützte Photogrammetrie und Kartographie

Die nur schwerpunktmäßig genannten Voraussetzungen, Bedingungen und Voruntersuchungen haben zu einer Eigenentwicklung geführt, bei der in Zusammenarbeit mit der Firma Dynamap und Professor Dr. A. R. Boyle von der Universität von Saskatchewan das bei der Hansa Luftbild eingesetzte System entstand.

Fig. 1 zeigt, daß die Datenerfassung interaktiv dreidimensional mit dem Planicart oder dem Planimat und zweidimensional mit dem Gradicon-Digitalisieretisch erfolgt. Diese Daten, zusammen mit Informationen, die aus anderen Quellen stammen, bzw. mit anderen Geräten (terrestrisch) erfaßt wurden, bilden die digitale Karte, welche als Informationssystem aufgefaßt werden kann. Es besteht hauptsächlich aus Positions- und Codeangaben, wobei letztere die Information über die an der entsprechenden Position vorhandenen Kartendetails darstellen. (Boyle, Kröll [7] und Kröll [9], [11]). Einen wesentlichen Bestandteil des Informationssystems stellen auch Namen (α - numerisch) dar. (Fig. 3).

Für die interaktive Datenaufbereitung, die aus organisatorischen Gründen unabhängig von der Erfassung erfolgt, wird aus der im allgemeinen dreidimensionalen Karte eine zweidimensionale Grundrißprojektion (mit Höheninformationen) auf einem Speicherbildschirm in symbolisierter Darstellung gezeichnet. (Kröll [10], Boyle, Boone [5]). (Fig. 4).

Interaktiv bedeutet für die genannten zwei Arbeitsphasen, daß sowohl die Datenerfassung als auch die Aufbereitung im Sinne eines Mensch-Maschine-Systems im Dialog mit einer PDP 8/e Rechenanlage (mit 16 k Kernspeicher, Magnetplatte mit 1,6 Mio. Worten Speicherkapazität und industriekompatiblen Magnetbandgerät für Ein- und Ausgaben auf 9 Spuren mit 800 bpi) erfolgt.

Unter dem Begriff Aufbereitung sind die Fehlerkorrektur, die Randanpassung von Modellen bzw. Digitalisiereinheiten vom Gradicon, die Einarbeitung von Feldvergleichsdaten und Erhebungen für eine Kartenfortführung zusammengefaßt. (Fig. 4).

Ein weiterer wesentlicher Teil des Programmsystems ist die Datenaufbereitung für die automatische Kartierung, die zunächst unabhängig von den zu verwenden Zeichenanlagen und Routinen der Hersteller erfolgt. Zu diesem Vorgehen sind wir gezwungen, da alleine in der Bundesrepublik bei Behörden und Ingenieurbüros, die sich mit Vermessung, Photogrammetrie und Kartenherstellung befassen, etwa 55 von 9 verschiedenen Firmen hergestellte Zeichenanlagen im Einsatz sind. Von einer Firma stammen davon allerdings etwa 45 % der Anlagen, dafür existieren jedoch 4 unterschiedliche Zeichenprogramme, so daß damit praktisch 13 verschiedene Mengen von Befehlen bestehen. (Diese Angaben erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit).

Zu dieser automationsfeindlichen Tatsache kommt noch hinzu, daß die Ausführung der Kartierung nach einer Vielzahl unterschiedlicher Zeichenschlüssel gewünscht wird, die jeweils wegen deren Übernahme aus manuellen Prozessen für Zeichenautomaten denkbar ungeeignet sind.

Erwähnt werden muß noch, daß für viele photogrammetrische Projekte eine Aufteilung der Kartendetails auf Grund- und Deckfolien gewünscht wird.

Ein besonderes Problem, das mit automatischen Verfahren nicht lösbar ist, sondern bestenfalls nur interaktiv gelöst werden kann, stellt die partielle Einpassung alter Katasterunterlagen mit häufig inhomogener Genauigkeit in die photogrammetrisch ausgewertete Topographie dar.

Da grundsätzlich das allgemeine Programm zur Aufbereitung der Daten für die Zeichnung angewandt wird, bevor die Codeangaben der digitalen Karte durch plotterspezifische Befehle für die Kartierung, Ritzung, Gravur oder Lichtkopfzeichnung ersetzt werden, kann der Aufwand für die Erstellung der Programme für die letztgenannte Arbeitsphase relativ kleingehalten werden. In dem allgemeinen Programm wird auch sichergestellt, daß nur eine reduzierte Durchschnittsmenge von Zeichenbefehlen (die dann allen Anlagen gemeinsam ist) für beliebig komplex symbolisierte Darstellungen benötigt wird.

Für die Verwendung der digitalen Karte als Modul einer auftraggeberspezifischen Datenbank wird es wegen der Vielzahl dafür eingesetzter oder einzusetzender Systeme erforderlich werden, Formatänderungen durchzuführen. Zur Zeit ist auch die Ausgabe in einem TBM-kompatiblen Format möglich.

Die numerische Verarbeitung digitaler Daten wurde an einigen Hundert unabhängigen Modellen für Blockausgleichungen nach PAT-M-43 ausgeführt.

Fig. 2 zeigt die Strukturen und Interrelationen der einzelnen Programmmodule, die zur Bewältigung der anhand Fig. 1 diskutierten Aufgaben und Projektphasen nötig und vorhanden sind.

Datenerfassung:

Mit Hilfe der Zeichenvorschrift für die Deutsche Grundkarte 1:5 000 und einiger Legenden, die besonders für die Erstellung von Leitungskatasterkarten häufig Verwendung finden, wurde ein Katalog von Objekt-Codezahlen für von uns darzustellende Kartendetails aufgestellt, der ohne Berücksichtigung der speziellen Elemente für Bundesbahnpläne etwa 400 Einzelheiten umfaßt.

Allerdings haben wir festgestellt, daß je Projekt davon nur eine kleine Untermenge Anwendung findet und etwa 70 - 80 % einer topographischen Karte (Planimetrie und Höhenlinien/Höhenpunkte) aus etwa 15 bis 20 unterschiedlichen Codes aufgebaut werden können. (Naturgemäß gibt es Projekte, bei denen die Verhältnisse ungünstiger liegen!).

Alle möglichen Details müssen trotzdem einmal festgelegt werden, damit die Datenerfassung systemintern einheitlich erfolgen kann. Die gewünschte Variation wird nach der Gesamtbearbeitung durch Programme sichergestellt.

Bei der Hansa Luftbild besteht der Objektcode aus jeweils einem Buchstaben und zwei Zahlen. Eine dritte Zahl wird zukünftig eingegeben werden, damit eine automatische Berücksichtigung geometrischer Bedingungen (parallele Linien, rechteckige Objekte usw.) durch den Rechner erfolgen kann.

Durch die Verwendung eines Buchstabens an der ersten Stelle des dreistelligen Objektcodes erreicht man nicht nur eine 26-fache Steigerung der Kapazität gegenüber rein numerischen Codes, sondern, was besonders vorteilhaft ist, bei einer geschickten topographischen Gliederung der Details eine gesteigerte mnemotechnische Reproduzierbarkeit. Dies ist sicher eine der Ursachen, daß sich die Auswerter sehr schnell an die häufig vorkommenden Codes gewöhnten.

Zusätzlich zur Eingabe der Objektcodes muß der Auswerter einen Datencode spezifizieren, damit der Rechner Einzelpunkte, Kontrollpunkte, Paßpunkte, inkrementelle Linien, Polygonlinien, Symbole, komplex zusammengesetzte Symbole, gezeichnete Signaturen, Symbole mit Nameninformation und α -numerische Informationen registrieren und zusätzlich entsprechende Kontrollen der Daten ausführen kann. (Kröll |10|).

Sehr viele Linien, die photogrammetrisch ausgewertet werden müssen, gehören jedoch mehreren topographischen Merkmalen an. (z.B.: Eine Böschungsoberkante, die gleichzeitig Straßenrand, Waldrand und einen Zaun darstellt; viele ähnliche Beispiele lassen sich mühelos finden!). Um die Menge der Codeinformation nicht übergebühlich auszudehnen, werden als Zusatzinformation zu einer solchen Linie Symbole registriert und in der Aufbereitungsphase die Linienelemente für die nicht registrierten Objekte kopiert. Dabei wird darauf geachtet, ob die Information für die digitale Karte benötigt wird oder als nicht darzustellendes Element nur zur Füllung etwa einer Böschungsfläche mit Signaturen dienen soll. Die dabei angewandten Funktionen sind auch nötig, um aus Linienelementen geschlossene oder offene Polygone für Flächenberechnungen bilden zu können (Kröll |10|).

Es sei hier noch darauf hingewiesen, daß durch Anwendung spezieller Routinen bereits während der rechnergestützten Datenerfassung eine beachtliche Elimination von Fehlern, die der Auswerter erkennt, stattfindet, ohne daß die Auswertung dadurch verzögert wird und daß die Beachtung logischer Routinen durch den Rechner dem Auswerter mehr Freiheit läßt, sich auf die Interpretation zu konzentrieren. Ein wirtschaftlicher Vorteil entsteht dadurch, daß Fehler, die der Rechner erkennt, verbessert werden können, solange das Modell noch orientiert ist und als fehlerhaft einmal erkannte Stellen der Karte nicht erst während der Endkontrolle nochmals gesucht werden müssen. (Boyle, Kröll [7] und Kröll [10]).

Datenaufbereitung:

Im Gegensatz zu den Programmen für die dreidimensionale photogrammetrische Datenerfassung, die für die Hansa Luftbild entwickelt wurden, waren Programme für die Digitalisierung mit Tischen von Bendix (Aristo), d-mac, Gradicon u.ä., sowie für die interaktive Datenaufbereitung mit dem Tektronix-611-Bildschirm, schon vor mehreren Jahren operationell. (Boyle [2], [3], [4] und Boyle, Boone [5]). Trotzdem hat auch in diesen Programmen eine nicht unbeträchtliche Weiterentwicklung und Umstrukturierung bzw. Neuprogrammierung stattgefunden. (Anhang A)

Bei einer Analyse der Anforderungen an ein digitales System wurde festgestellt, daß sehr große Unterschiede existieren, je nachdem, ob man bestehende Karten digitalisiert, oder in Modellen messen muß, wo die Interpretation der darzustellenden Details einen nicht unerheblichen Anteil am Meßvorgang einnimmt. (Boyle, Kröll [7]).

Ein entscheidendes Kriterium für ein interaktives System sind die Zugriffszeiten zu großen Datenmengen. Während der "3. Geodätischen Woche 1975" hatte die Hansa Luftbild einem breiten Fachpublikum die wesentlichen interaktiven Funktionen der Datenaufbereitung mit einem Speicherbildschirm demonstriert. Beliebig abänderbare Symbolisierungen, Vergrößerungen und Verkleinerungen, Symbol-, Linien- und Schriftmanipulation wurden dabei ebenso gezeigt, wie notwendige Funktionen im Rahmen eines Informationssystems. Die Datenmenge bestand dabei aus ungefähr 80 000 Punkten, die in ca. 45 bis 75 sec. je nach selektierter Datenmenge, auf dem Bildschirm variabel symbolisiert gezeichnet bzw. aus denen Detailangaben innerhalb dieser Zeitgrenzen abgefragt und beantwortet wurden. Diese Zeitangaben zeigen, daß eine sorgfältig aufgebaute Speicher- und Zugriffsorganisation realisiert ist.

In Köln wurde das System noch mit 8 k Worten Kernspeicher betrieben; ein "refresh-typ" Bildschirm benötigt nur für die ständige Neugenerierung des Bildes mindestens diese, wenn nicht eine größere Kernspeicherkapazität. Selbst dann tritt dort noch das Problem auf, daß das Bild flackert, wenn die darzustellende Datenmenge zu groß wird. An unserem Speicherbildschirm ist der Rechner nach dem Bildaufbau frei für andere Aufgaben, allerdings muß man geringfügige Wartezeiten während des Bildaufbaus hinnehmen. In unserem System werden Elemente des augenblicklich und zuletzt dargestellten Bildes immer automatisch gekennzeichnet; zusätzlich kann ein Gattungsbild jederzeit definiert werden, um diese notwendigen Wartezeiten stark zu reduzieren. Entsprechende Vorkehrungen im Programmsystem verhindern somit unnötige Suchprozesse in der großen Menge digitaler Daten.

Das Aufbereitungsprogramm als Informationssystem

Sämtliche Kartendetails, unabhängig von der gerade gewählten Symbolisierung am Bildschirm, können mit einem kleinen Anzeigekreis, der frei über die Bildschirmfläche bewegt werden kann, angesprochen und über die gemeinsamen Koordinaten der Details und der aktuellen Position des Kreises in der Datenmenge identifiziert werden. Bei vielen nahe beisammen liegenden Details empfiehlt sich dafür eine Vergrößerung des Bildes, die in Zweierpotenzen, und künftig nach beliebigen Faktoren, bis 32-fach erfolgen kann.

Bisher wurden dreistellige Objektcodes erwähnt, da häufig nur über diese drei Stellen während der Auswertung verfügt wird. Die Programme erlauben jedoch eine Verfügung über insgesamt 16 Stellen, so daß 12 Stellen für codierte Zusatzinformationen genutzt werden können.

Ober unterschiedliche Befehle druckt das Programm an einem Ausgabegerät (Teletype, Bildschirm usw.) entweder die ersten 4 oder alle 16 Stellen oder beliebig limitierbare aus den 16 möglichen Stellen aus und erlaubt, sofern gewünscht, deren Änderung. Es wird damit verhindert, daß innerhalb einer Korrekturphase irrtümlich Teile des Gesamtcodes abgeändert oder zerstört werden. Man kann dadurch jederzeit Auskunft über die an bestimmten Stellen gespeicherten Informationen, ebenso wie über die genauen Positionskoordinaten, erhalten.

In das System sind Suchroutinen eingebaut, die es ermöglichen, alle Details aufzurufen, die einen gemeinsamen Charakter an bestimmter Stelle des Objektcodes haben. Bei einer hierarchischen Ordnung der Objektcodes ist das eine sehr wertvolle Funktion für ein Informationssystem!

Eine weitere wichtige Funktion für die Arbeiten der Hansa Luftbild ist die Möglichkeit, den Kartendetails auftraggeberabhängige Deckfoliennummern zuzuordnen und dann jeweils den Inhalt einer Deckfolie gemeinsam aufzurufen.

Zu allen Namen und Symbolen kann eine Klassen-/Unterklasseninformation gespeichert werden, so daß eine Unterscheidung nach der Bedeutung bei Ortsnamen oder eine Zuordnung zur Gewässer-, Wald- oder Katasterfolie oder anderen Merkmalen, nicht nur durch die Objektcodeinformation möglich ist. (Boyle, Kröll [7]). Entsprechende Routinen, die den Zugriff zu Datenklassen und Unterklassen unabhängig vom Objektcode ermöglichen, sind fertiggestellt!

Datenaustausch:

Bisher wurden Magnetbänder mit etwa 10 Stellen, die zusammen 5 verschiedene Rechenanlagen einsetzen, ausgetauscht. Die Magnetbanddaten konnten jeweils sofort ohne Schwierigkeiten eingelesen und verarbeitet werden. Dafür war allerdings eine genaue Spezifikation der Formate und Registriercodes notwendig. Trotz normalem Postversand, auch nach Übersee, sind bisher keine Magnetbänder zerstört worden.

Die Hessische Zentrale für Datenverarbeitung/Wiesbaden mit einer DC 2 Contraves- und einer Xyneticsanlage, der Landschaftsverband Westfalen Lippe/Münster mit einer DC 2 Contravesanlage, die Fa. Contraves/Zürich mit einer Coragraph III-Anlage und die Fa. Intertrade/München mit einem Xyneticstisch (mit Xynetics Zeichenprogrammssystem) haben uns ermöglicht, entsprechend aufbereitete topographische Daten an ihren Zeichenanlagen zu zeichnen bzw. zu ritzen, wofür wir diesen Stellen sehr dankbar sind! Wir konnten bei diesen Arbeiten wertvolle Vergleiche über die unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten und die allgemeinen Zeichenprogramme gewinnen. Diese Erkenntnisse sind wichtig für eine möglichst wirtschaftliche Nutzung der spezifischen Gegebenheiten der verschiedenen Zeichensysteme. Vorbereitungen für eine Erweiterung unserer Möglichkeiten, topographische Daten auch an anderen Zeichenanlagen zu verarbeiten, wurden eingeleitet.

Ausblick:

Während der Planicart mit drei Rotationsgebern für die drei Geräteachsen ausgestattet ist, hat die Fa. Zeiss an einem Planimat für x und y Lineargeber und an z einen Rotationsgeber montiert. Eine zweite Rechenanlage ist bereits bestellt und wird noch in diesem Herbst installiert.

Die Fa. Dynamap hat auch Programme entwickelt, die eine gleichzeitige Benutzung von 2 Bildschirmen für die Aufbereitung eines Auftrages ermöglichen. Ein umfangreiches Übersichtsbild kann damit auf einem großen Tektronix 4014-Bildschirm entstehen, während ein kleinerer und schnellerer Tektronix 611-Bildschirm für die fortlaufende Änderung von Ausschnitten zur Verfügung steht.

Bis Ende 1975 werden Programme abgeschlossen sein, die den Zugriff und die Speicherung über mehrere Magnetplatteneinheiten sicherstellen. Damit sind die Voraussetzungen geschaffen, um praktisch unbegrenzte Datenmengen für die Aufbereitung oder als Basis eines Informationssystems für einen schnellen Dialog bereitzuhalten.

Erwähnung finden soll noch, daß unter der Leitung von Professor Dr. A. R. Boyle ein "Geographisches Informationssystem" weiterentwickelt wird, von dem Teile bereits als umfassendes Auskunftssystem in Verbindung mit interaktiven Bildschirmen für die riesigen, wirtschaftlich ungemein wichtigen Nord-West-Territorien in Canada, aber auch in Nordamerika eingesetzt sind. Eine Tatsache, die bei den genannten kurzen Zugriffszeiten eigentlich nicht verwundern sollte. (Boyle |6|).

Abschließend sei darauf hingewiesen, daß anfangs auch bei Hansa Luftbild der Zeitaufwand für so komplexe Programmierarbeiten unterschätzt wurde, doch ist der Fortschritt in der Entwicklung unseres Systems, der während der letzten 2 Jahre stattgefunden hat, enorm groß.

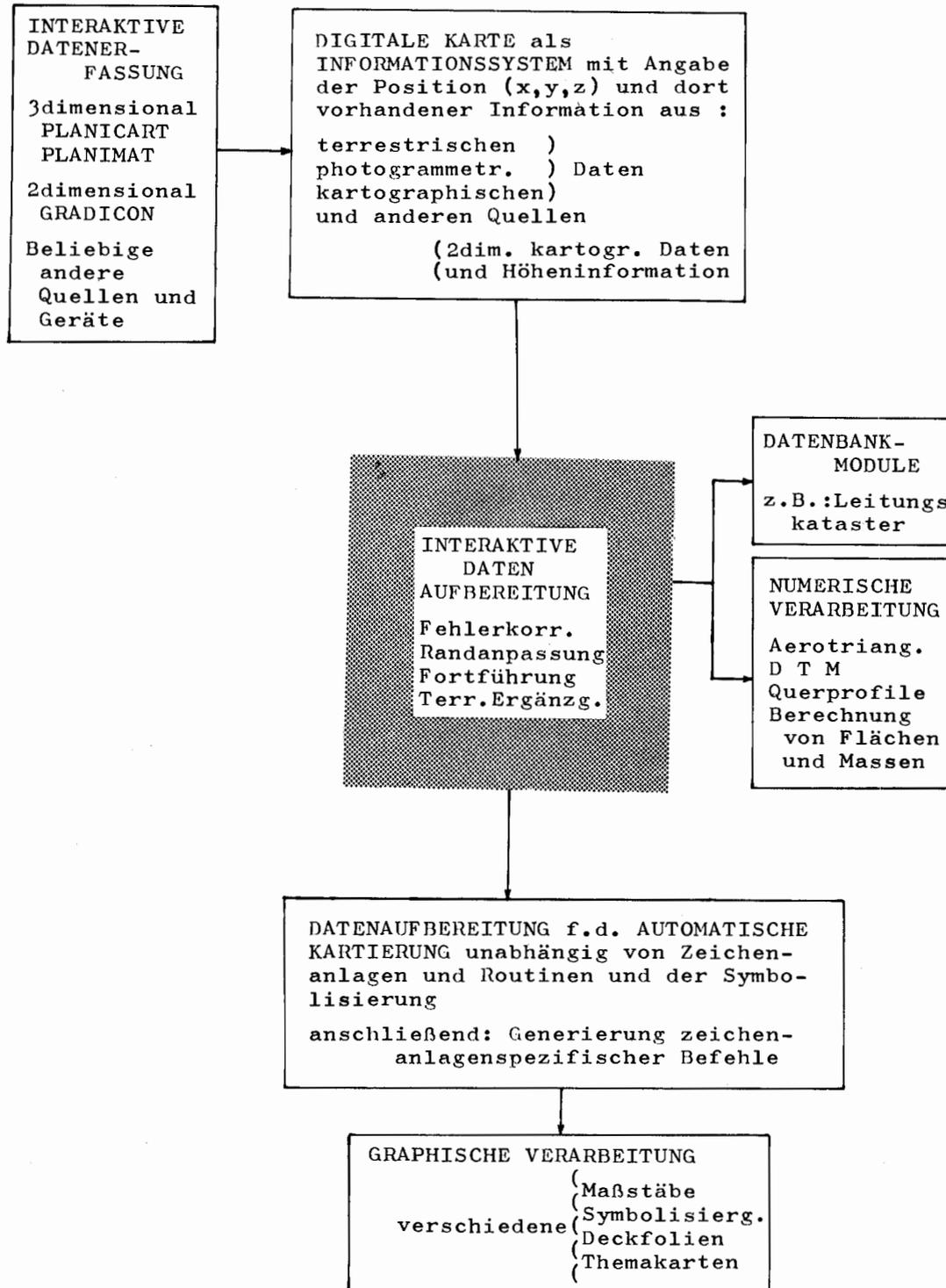
Das gesamte in ca. 15 Mannjahren entwickelte Programmsystem umfaßt zur Zeit etwa 120 000 Befehle. Da in überwiegendem Maße Programm- und Datentransfers zwischen Magnetplatte und Kernspeicher und ordnende Funktionen (housekeeping) ausgeführt werden müssen, sind die Programme in Assembler geschrieben. Bei dem erreichten Entwicklungsstand kann ein Benutzer das System als "blackbox", sowohl für die interaktive Aufbereitung, als auch als Informationssystem nutzen. Da der verwendete Kleinrechner als ausgereiftes Modell mit gutem Betriebssystem mit fast unglaublich geringer Kernspeicherkapazität auskommt, ist es sicherlich wirtschaftlich gerechtfertigt, Systemkomponenten, ähnlich den bei Hansa Luftbild verwendeten, auch neben einer eventuell vorhandenen Großrechenanlage einzusetzen.

Für eine schnelle, wirtschaftliche Nutzbarmachung der genannten Systementwicklung für die Praxis der Photogrammetrie ist eine Standardisierung komputergerechter Zeichenvorschriften und eine Vereinheitlichung der allgemeinen Zeichenprogramme unterschiedlicher Hersteller dringend notwendig.

Literatur

- |1| Aalders, H.J.G.L.: "Digitaal fotogrammetrisch kaarteren".
Geodesia II/1972
- |2| Boyle, A.R.: "Automation in Hydrographic Charting".
The Canadian Surveyor, Vol. 24, No. 5, Dec. 1970
- |3| Boyle, A.R.: "CAMC-Program, General User Description",
Oct. 1973, University of Saskatchewan
- |4| Boyle, A.R.: "Advanced Interactive Digitization Program Digit".
Electr. Eng. Dept., U. of SASK., 1974
- |5| Boyle, A.R. und Boone, D.: "Computer Aided Map Compilation", (CAMC).
Pres. Paper, Computer Aided Design Conference,
Southampton, 1972
- |6| Boyle, A.R.: "Geographic Information Systems in Hydrography and
Oceanography".
The Canadian Cartographer, Vol. 11, No. 2, XII 1972
- |7| Boyle, A.R. und Kröll, F.S.: "Online Collection and Manipulation of
Two and Three Dimensional Topographic Data with a
New System at Hansa Luftbild".
Pres. Paper, 7th International Conference on
Cartography, Madrid, 1974. To be published in
"Internationales Jahrbuch für Kartographie"
by G.M. Kirschbaum and K.-H. Meine, 15. Band, 1975
- |8| v.d. Hout, D.M.A.: "Digitale Grundrißkartierung in großen Maßstäben".
Bildmessung und Luftbildwesen, Vol. 38, 85-90, 1970
- |9| Kröll, F.S.: "Digitale Erfassung topographischer Daten und deren
automatische Verarbeitung".
Bildmessung und Luftbildwesen, Vol. 42, No. 3, 1974
- |10| Kröll, F.S.: "Interactive Editing Topographic Data".
Pres. Paper, Technical Working Session on Automation
in Cartography, ICA, Comm. III, Enschede, 1975
- |11| Kröll, F.S.: "Automatisierung bij Hansa Luftbild, Münster".
Nederlands geodetisch tijdschrift, IX 1975
- |12| MacLeod, M.H.: "Semi-Automated Large Scale Mapping".
Pres. Paper, ISP Congress, 1972
- |13| MacLeod, M.H.: "Halbautomatische großmaßstäbige Kartierung beim
Ontario Min. of Transp. and Comm.".
Bildmessung und Luftbildwesen, Vol. 41, 212-218, 1973
- |14| Wilkie, W.T.: "Computerized Cartographic Name Processing".
M.Sc. Thesis, University of Saskatchewan, Saskatoon,
April 1973

Digital Equipment Corp.,	Maynard, MASS, USA 01754
Dynamap Ltd.,	P.O.Box 2032, Saskatoon, SASK., CANADA, S7K 3S7
Hansa Luftbild GmbH,	Postfach 3609, 44 Münster/Westf., BRD
Instronics,	Stittsville, ONT., CANADA KOA 360
Tektronics,	Beaverton, OR., USA 97005
University of SASK.,	Dept. of Electr. Eng., Saskatoon, SASK., CANADA S7N 0W0
Carl Zeiss,	Postfach 35/36, 7082 Oberkochen, BRD



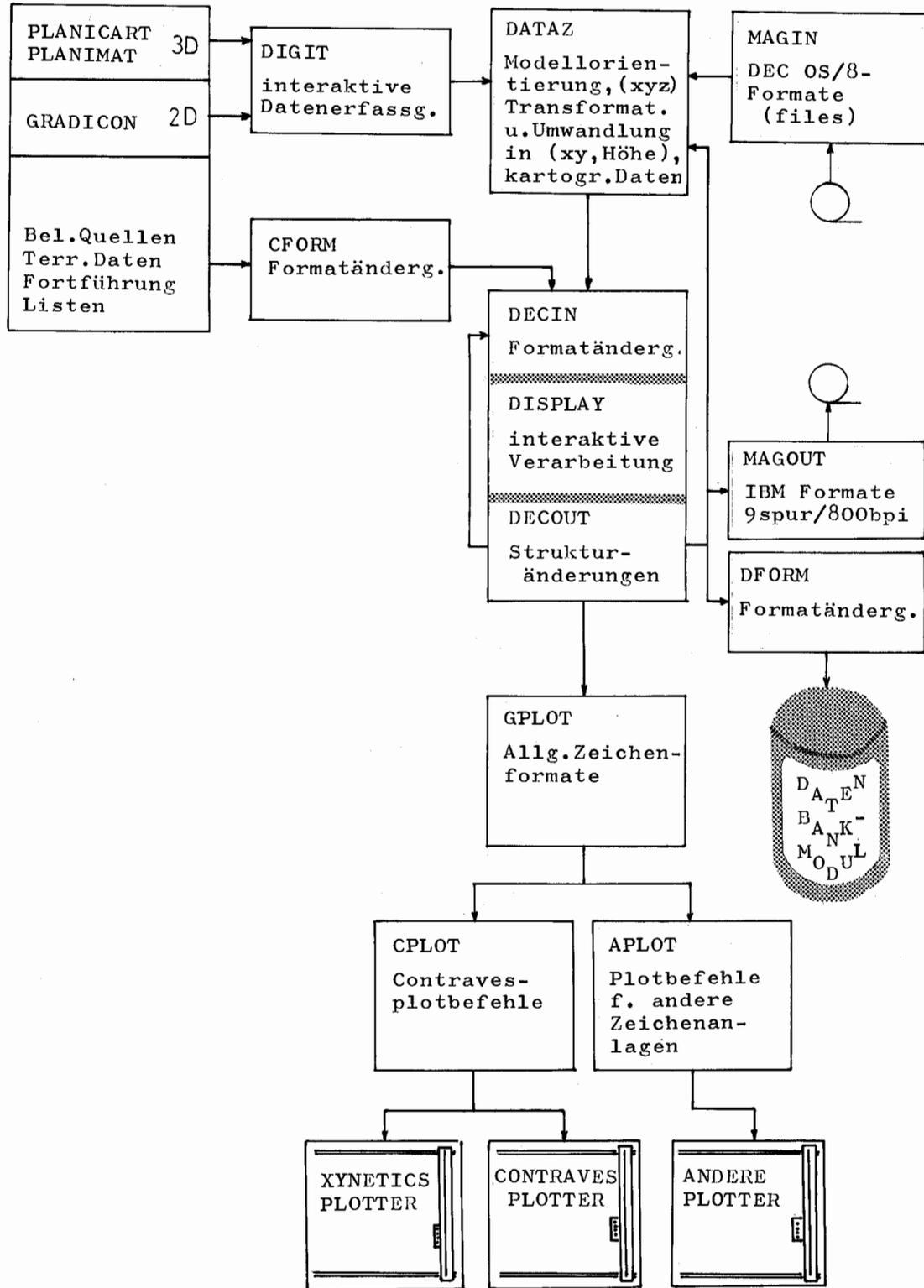
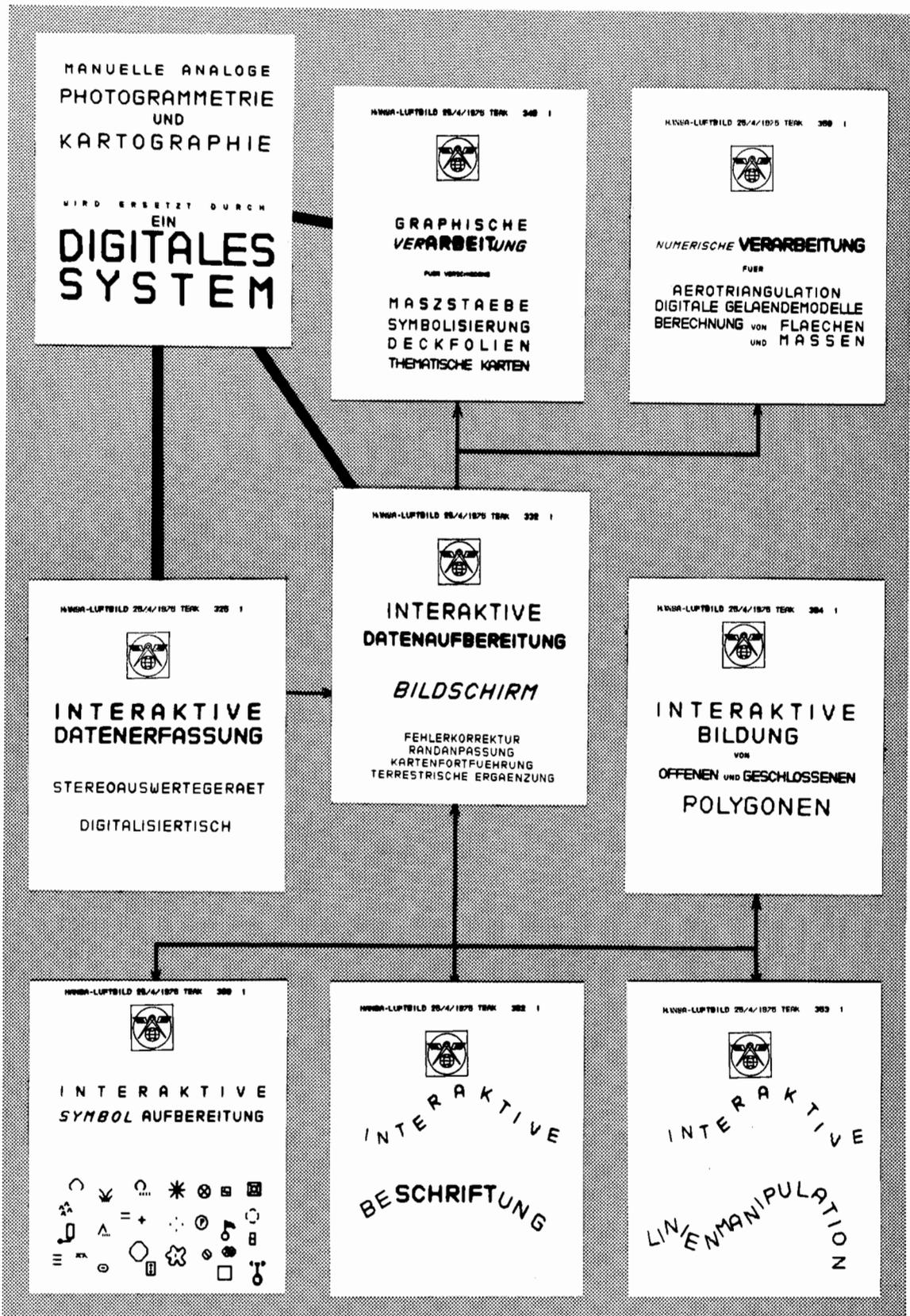


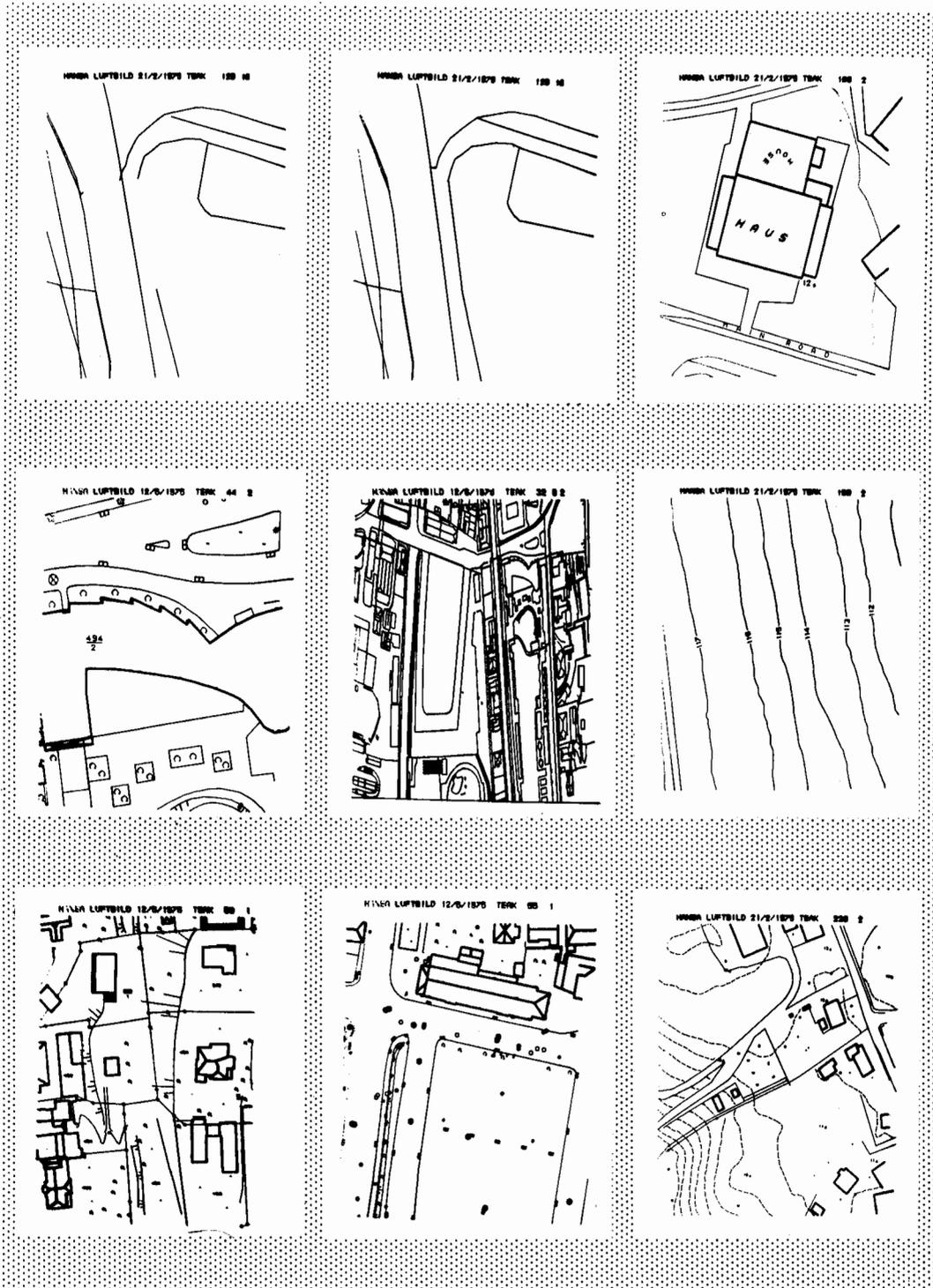
Fig. 2: Übersicht über die Programmkomponenten





Hansa Luftbild

Fig.3: Beispiele interaktiver Beschriftung, linear 3.8 fach verkleinert.



Hansa Luftbild

Fig.4: Beispiele interaktiver Datenaufbereitung, linear 3.8 fach photographisch verkleinert.

A n h a n g A

A Aufbereitungsfunktionen:

A 1. Allgemeine Darstellungsfunktionen:

- Auswahl und Änderung des Bildmittelpunktes
- Vergrößerung und Verkleinerung des Bildes
- Auswahl und Änderung der Symbolisierung
- Auswahl und Unterdrückung von Kartendetailgruppen

A 2. Ordnungsfunktionen:

- zuletzt dargestelltes Bild
- Neuzeichnung des zur Zeit dargestellten Bildes
- Definition eines Gattungsbildes
- stark verkleinertes Übersichtsbild mit allgemeinem vorselektierten Inhalt ohne unwesentliche Details

A 3. Eigentliche Aufbereitungsfunktionen:

A 3.1 - Änderung und Ergänzung des Objektcodes

A 3.2 - Linienaufbereitung: Markierung von Anfangs- und Endpunkten von Linien; Änderung der Richtung von Linien; Teilung von Linien in unabhängige Teile bzw. deren Vereinigung; Teilung von Linien mit Änderung des Objektcodes; Löschung von Teilen oder Einheiten von Linien; Generierung von sauberen Linienschnitten; Hinzufügung von neuen Linien oder Ergänzung von Teilen von Linien; Verlängerung von Linien über deren Endpunkte hinaus; Verkettung von Linien; Verbindung von Linien durch Gerade oder interpolierte Übergänge; Konstruktion von T-Verbindungen.

A 3.3 - Aufbereitung von Namen: Eingabe von Namen über das Teletype; Verschiebung und Drehung von Namen; Anpassung an topographische Linien (z.B. Flüsse); Unterteilung und Löschung von Namen; Änderungen der Schriftgröße, des Stils der Schrift und der Schriftdicke; Behandlung von Einzelbuchstaben durch Hinzufügung, Austausch, Einfügung, Löschung und Spreizung der Zwischenräume.

A 3.4 - Aufbereitung von Symbolen: Hinzufügung, Verschiebung, Rotation, Größenänderung, Änderung des Stils (Zeichendicke), Vervielfachung und Löschung von Symbolen.

A 3.5 - Aufbereitung von gezeichneten Symbolen, die in eine vorgegebene Anzahl von gemessenen Punkten eingepaßt werden (z.B. Brücke, Steg): Angabe der gemessenen Eckpunkte mit fortlaufenden Nummern; Hinzufügung oder Löschung oder Verschiebung eines Eckpunktes; Änderung der Reihenfolge der Eckpunkte; Löschung des gesamten Symbols.

A 3.6 - Aufbereitung von Symbolen und Namen: Änderung des Zwischenraumes zwischen Symbol und Namen; Rotation des Namens bei unverändertem Symbol.

A 3.7 - Aufbereitung von Tiefenangaben für hydrographische Karten: Auswahl, Änderung der Tiefenangaben und Einfügung oder Löschung sowie Zurückweisung einer Auswahl.

A 4. Interaktive Bildung von Polygonen und Routen:

- als Kopie vorhandener und Bildung neuer Informationen (z.B. Flächen aus unterschiedlicher Begrenzung oder Zusammenstellung optimaler Transportwege).

A 5. Eingabe von Feldvergleichsdaten aus:

- Orthogonalaufnahme
 - Polaraufnahme
 - Festlegung durch Entfernungen
- Zur Verbindung der einzelnen Punkte werden die Funktionen A 3. herangezogen.
- Berücksichtigung von Dachüberständen.

A 6. Hilfsfunktionen: Löschung bzw. Änderung der letzten Eingabe am Teletype; Unterbrechung der Zeichnung auf dem Bildschirm; Rückkehr zu den OS/8 Überwachungsprogrammen des Rechners; Beendigung einer Eingabeserie; Weiterführung der Aufbereitung nach deren Beendigung ohne Anfangsdialog; Ausgabe von Änderungen an das System, die während der Änderung nur systemintern, vorläufig gespeichert werden (z.B. während des Ablaufes einer Verschiebung, Drehung, Spreizung von Namen bis zu deren endgültiger Positionierung).
(siehe auch Kröll |10|).

Zusammenfassung

Berichtet wird über das bei Hansa Luftbild, Münster, eingesetzte System aus Geräten und Programmen für die zwei- und dreidimensionale digitale Erfassung und Aufbereitung von topographischen Daten, die jeweils rechnergestützt, sonst aber unabhängig voneinander, erfolgen. Der Rechner ist auch für die Weiterverwendung der digitalen Information, zum Beispiel zur Steuerung automatischer Präzisionszeichenanlagen verschiedener Fabrikate, eingesetzt. Die Voraussetzungen, die zur Entwicklung dieses Systems geführt haben, dessen Gerätekomponenten und die modular einsetzbaren Programmteile werden ebenso beschrieben, wie die vielfältigen Anwendungen. Besonders genannt sind einige Funktionen der Aufbereitungsprogramme, die deren Verwendung in einem Informationssystem ermöglichen. Mitgeteilt werden auch die bisher mit dem System gesammelten Erfahrungen:

- bei der Entwicklung und Implementation des Systems;
- mit dem angeführten System der Codezahlen, welche die Information über die darzustellenden Kartendetails repräsentieren;
- über den Datenaustausch für unterschiedliche Rechenanlagen;
- mit den allgemeinen Zeichenprogrammen verschiedener Zeichenanlagen.

Summary

Described is a system for two and three dimensional online collection and manipulation of digital topographic data. This system, being in operation at Hansa Luftbild in Muenster, FRG, is composed of hardware and software. Each of these phases work online with a mini computer though independently from each other. The computer is also used for further processing of this digital information; e.g. to control automated precision plotters of various brands. The presumptions and conditions of the development of this system, its hardware components and the programs which can be used as modules are described as well as their applications. Some functions of the programs for the manipulation are summarized. They allow its use within an information system as well. The reported experiences collected so far with this system concern:

- development and implementation of the system;
- the applied system of codes, representing the various features to be mapped;
- the exchange of digital data for different computers;
- the general drawing routines belonging to various precision plotters.

Résumé

L'exposé présente le système d'appareils (hardware) et de programmes (software) mis en oeuvre par la firme Hansa-Luftbild de Münster, pour l'acquisition et l'élaboration de données topographiques concrétisant deux ou trois dimensions. Les deux phases du traitement numérique - acquisition et élaboration - sont assistées par un ordinateur, mais se déroulent indépendamment l'une de l'autre. L'ordinateur sert également à l'exploitation ultérieure des informations numériques, p.ex. pour la commande automatique de coordinatographes de précision de marques différentes. L'exposé signale les circonstances qui ont conduit au développement du système, puis décrit les appareils qui le composent, le software modulaire et les multiples possibilités d'application. Au sujet des programmes d'élaboration, il précise quelques fonctions qui rendent ces programmes utilisables dans un système informatique. Pour terminer, il communique les expériences recueillies

- au cours du développement et de la réalisation du système;
- avec les codes adoptés pour la représentation numérique des détails à cartographier;
- pour l'échange des données digitales entre des ordinateurs de types différents;
- avec les programmes généraux de tracé graphique pour divers coordinatographes de précision.

Resumen

Se informa sobre el sistema utilizado por Hansa Luftbild de Münster que se compone de equipos y programas para el registro y procesamiento digital en dos y tres dimensiones de datos topográficos, que en ambos casos tienen lugar con la ayuda de una computadora, aunque son independientes entre sí. La computadora se emplea también en el subsiguiente procesamiento de las informaciones digitales, por ejemplo, para controlar coordinatógrafos automáticos de precisión de distintos fabricantes. Se describen tanto las condiciones que han llevado al desarrollo de este sistema, sus componentes y las partes modulares de los programas, como sus múltiples aplicaciones. Se citan especialmente algunas funciones de los programas de preparación que facilitan el empleo en un sistema de información. Además, se presentan las experiencias hechas hasta la fecha con el sistema:

- en el desarrollo y la implementación del sistema;
- con el mencionado sistema de código que representa la información sobre los detalles cartográficos a representar;
- sobre el intercambio de datos para otras computadoras;
- con los programas generales para dibujo en distintos coordinatógrafos.