EIN NEUES PROGRAMMSYSTEM FUER DIE DIGITALE KARTIERUNG

EBERHARD ASSMUS
WILD HEERBRUGG LTD.
CH-9435 HEERBRUGG
SCHWEIZ
COMISSION II, WORKING GROUP 1

ZUSAMMENFASSUNG

Vorgestellt wird ein Programmpaket, das die Aufgaben der digitalen Kartierung aus Luft- und terrestrischen Aufnahmen in Verbindung mit analytischen und analogen Auswertegeräten zweckmässig löst.
Es erlaubt eine rechnerunterstützte Direktkartierung auf den Digitalzeichentischen WILD TA2 oder WILD TA10 und die Registrierung der Geländepunkte und aller Graphikparameter auf Magnetplatte.
Vor allem die Verwendung einer Menütastatur sorgt für eine gute Kommunikation zwischen Auswerter und Computer und gestaltet die Datenerfassung universell, sehr benutzerfreundlich und sicher gegen Fehlbedienungen.
Zum Programmpaket gehören verschiedene Vorbereitungsprogramme, das Datenerfassungsprogramm und ein Programm zur Ausgabe der Koordinaten und der Graphik auf Magnetband und zur off-line-Ausgabe auf WILD TA2/TA10.

ABSTRACT

A software-package for digital mapping on the analytical and analogue stereoplotter systems of WILD Heerbrugg, has been developed.
The program system enables computer controlled direct plotting on WILD TA2 or WILD TA10 tables and the registration of terrain points together with all graphic parameters on disk.
A menu keyboard provides for an efficient communication between user and computer and enables universal user-optimised data collection with minimum operating errors.
The program-package includes initialization programs, the data collection program, and a program to store the coordinates and the graphic parameters on magnetic tape or to produce an off-line-plot on WILD TA2/TA10.

1. EINLEITUNG

Die Herstellung von Strichkarten mit Hilfe der direkten graphischen Auswertung von absolut orientierten Modellen ist seit Jahrzehnten das am meisten angewandte photogrammetrische Verfahren. Inzwischen wurde durch den Einsatz von Minicomputern bei der rechnerunterstützten Analogauswertung und bei den analytischen Systemen die Qualität der graphischen Ergebnisse und die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens beträchtlich gesteigert [1], [2].
Neben der Direktkartierung wird immer häufiger ein zweiter Weg zur Kartenherstellung beschritten: Die Koordinaten von Einzelpunkten und Punktfolgen werden samt einigen Schlüsselzahlen (Codierungen) auf einem Datenträger, z.B. auf Magnetplatte gespeichert. Zeitlich getrennt wird diese "digitale Karte" auf einem Zeichentisch ausgegeben.
Diese indirekte Methode hat folgende Vorteile:
Die digitalen Daten können editiert werden, sie können in Anwenderprogrammen, interaktiven graphischen Systemen oder Datenbanken weiterverarbeitet werden, und schliesslich können beliebige Teilmengen der digitalen Karte in beliebigen Massstäben und Ausschnitten beliebig oft ausgezeichnet werden.
Für das analytische Auswertesystem AVIOLYT/AVIOTAB und für das rechnerunterstützte Analogauswertesystem AVIOPLOT wurde das Programmpaket "DIGITAL MAPPING" entwickelt.

2. Ein Ueberblick über die Module des Programmpaketes DIGITAL MAPPING:

a) Erstellen von Bibliotheken (Systeminitialisierung):

- Bibliothek für Symbole:
  Der Benutzer zeichnet die gewünschten Symbole von Hand vergrössert auf und digitalisiert sie - zerlegt in Geraden und Kreisbögen - auf dem Zeichentisch.

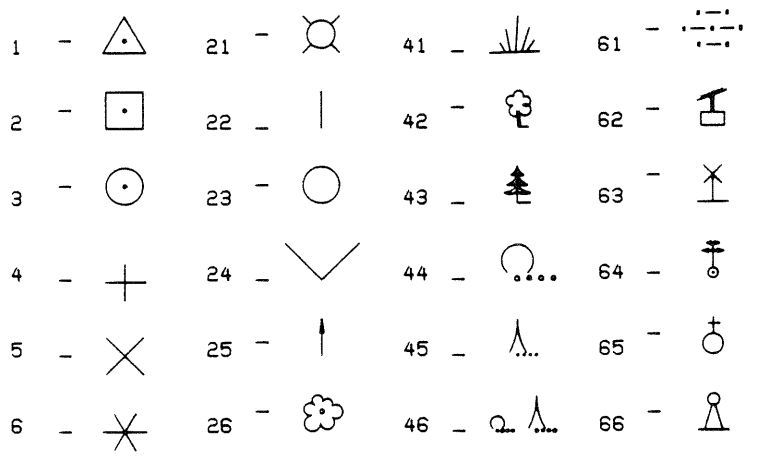

Fig. 1: Auszug aus einer vom Benutzer definierten Symbolbibliothek

- Bibliothek für Linienarten:
  Der Benutzer definiert den Linientyp (durchgezogen, gestrichelt, strichpunktiert, Kombinationen mit Symbolen, Sequenz von Halbkreisen) und verschiedene Parameter (z.B. Länge des Strichs, Symbolnummer, Kreisradius).
  Ausser diesen "einfachen" Linienarten können auch "Mehrfachlinien" definiert werden: Parallel zur abgefahrenen Linie werden automatisch weitere Linien gezeichnet. Für die Parallelen werden die Nummer der (einfachen) Linienart, die Werkzeugnummer und der Abstand von der abgefahrenen Linie vordefiniert.
  Beispiel: Die Mitte eines Weges wird mit gehobenem Zeichenstift abgefahren, anschliessend werden automatisch die beiden Seiten des Weges gezeichnet.

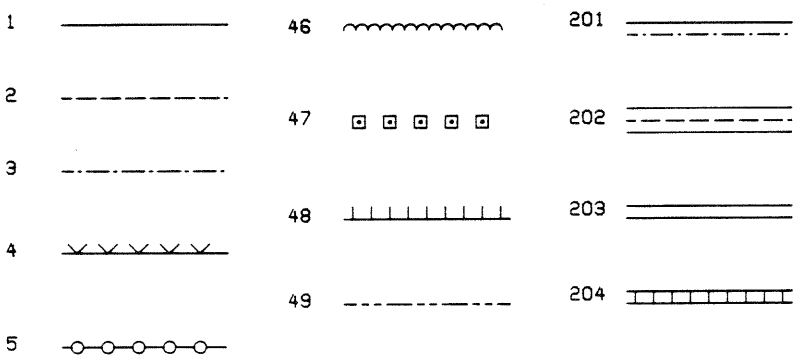

Fig. 2: Auszug aus einer vom Benutzer definierten Linienbibliothek

b) Belegung der Menuetastatur (Systemgenerierung):

Mit diesem Programm belegt der Operateur die Tasten der Menuetastatur mit den Codierungen und graphischen Parametern der bei der Auswertung auftretenden Objektklassen.

c) Vorbereitung des Kartenblatts:

- Zeichnen des rechteckigen Zeichnungsrahmens, der Netzkreuze oder Netzlinien, Beschriftung mit Koordinatenwerten und frei wählbaren Texten.
  Der Zeichnungsrahmen kann gegen das Landessystem gedreht sein.
- Kartieren von Passpunkten mit wählbarer symbolischer Darstellung. Die Punkte können mit der Punktnummer oder mit der Z-Koordinate beschriftet werden.
- Zeichnen von beliebigen Texten

d) Auswertung:

Es sind drei Arten der Auswertung möglich:
- Direktkartierung auf TA2 oder TA10 mit hochentwickelten graphischen Funktionen,
- die Registrierung der Punkte und der graphischen Parameter auf Magnetplatte oder
- die gleichzeitige Kartierung auf Zeichentisch und Registrierung auf Magnetplatte.

Fehlerhafte Registrierungen können bereits während der Auswertung korrigiert werden.

e) Ausgabe der binären Dateien mit den registrierten Punkten und den Parametern der Graphik auf

- Bildschirm
- Drucker
- Magnetband
- Magnetplatte (ASCII-Code)
- Zeichentisch

3. Die Elemente der auf Magnetplatte registrierten Daten:

Um die Dateien universell weiterverarbeiten zu können, enthalten sie für jeden registrierten Punkt die folgenden Informationen:

a) Die Koordinaten X, Y und Z

b) Eine Statusinformation. Sie definiert

- den Typ des registrierten Punktes: Einzelpunkt, Linienanfangspunkt, Zwischenpunkt, Linienendpunkt
- die Art der Punktverbindung:
  geradlinig, Kurveninterpolation, Linienzug mit rechten Winkeln, Punkt auf Kreis, automatisch ausgelöste Punkte in dichter Folge.

c) Graphische Parameter: Dazu gehören u.a.

- die Nummer des Symbols oder der Linienart in der entsprechenden Bibliothek,
- Parameter für die Symbole, für die Beschriftung mit Höhenzahlen, für die Schraffur
- Parameter bei der Beschriftung mit Texten

d) Objektcodierung ("feature code", Datentyp):

Der Inhalt eines Codewortes mit acht alphanumerischen Zeichen kann vom Benutzer entsprechend der späteren Weiterverarbeitung der Daten definiert werden.
Diese Objektcodierung legt fest, welche Bedeutung der Punkt in einem Programm des Anwenders hat. Im Gegensatz zu den anderen Datenelementen wird er innerhalb der Systemprogramme nicht verwendet. Erst das Anwenderprogramm interpretiert den Inhalt der Objectcodierung.

4. Die Kommunikation zwischen Operateur und Rechner:

Mit dem Programm DIGITAL MAPPING wird die Arbeit des Operateurs bei der graphischen und digitalen Auswertung erleichtert:
Der Operateur identifiziert die im Modell erkennbaren topographischen Elemente, übermittelt das Ergebnis dieser Klassifizierung an den Rechner und kann sich dann voll auf die Messung und Registrierung der Objekte konzentrieren.
Für die Kommunikation mit dem Computer stehen drei Hardware-Elemente zur Verfügung:

- Mit dem Fussschalter kann der Auswerter sehr häufig benötigte Steuerbefehle rasch an den Rechner übertragen, ohne von den Okularen wegzuschauen und ohne die Hände von den Handrädern bzw. von der Freihandführung zu nehmen:
  Registrieren von Punkten, Definition von Linienanfang und Linienende, Heben und Senken des Zeichenstiftes.
- Die Menuetastatur dient in erster Linie der Vorwahl von Objektklassen. Vor Beginn der Auswertung überlegt sich der Kunde, welche topographischen Objekte (z.B. Wohnhaus, Feldweg, Brücke, Aussichtsturm, Bruchkante, Höhenlinie) in dem von ihm zu bearbeitenden Projekt vorkommen, mit welchen Objektcodierungen die Registrierungen versehen, und wie die Objekte graphisch dargestellt werden müssen.
  In einem eigenen Programmabschnitt (Systemgenerierung) ordnet er jeder Objektklasse eine sog. Objekttaste der Menuetastatur zu und belegt diese Taste mit den Codierungen und graphischen Parametern.
  Während der Auswertung braucht der Operateur sich nicht mehr um die Eingabe komplizierter Codeworte und um die Form der graphischen Ausgabe zu kümmern. Er identifieziert nur noch das Objekt, drückt die dazu gehörende Taste und kann dann sofort mit der Kartierung und Registrierung beginnen.
  Die Systemgenerierung muss für alle gleichartigen Aufgaben nur einmal durchgeführt werden. Alle Auswertungen, bei denen man dieselbe Tastaturbelegung verwendet hat, haben so die gleiche graphische Ausgestaltung.
  Hat der Auswerter eine falsche Taste gedrückt und damit einen falschen feature code aktiviert, erkennt er dies rasch an der unerwünschten graphischen Darstellung. Die Direktkartierung kontrolliert also die Codierungen der digitalen Karte.
- Die zu der aktivierten Objekttaste gehörenden Parameter werden in Form eines Menues am alphanumerischen Bildschirm gelistet. Durch Eingabe von Werten mit Hilfe der alphanumerischen Tastatur können sie während der Auswertung kurzfristig geändert werden.

5. Beschreibung der Menuetastatur:

Die Tastatur besitzt eine ebene Oberfläche, die in 8 mal 8 unbeschriftete und jeweils mit einer Leuchtdiode versehene Tastenfelder unterteilt ist.

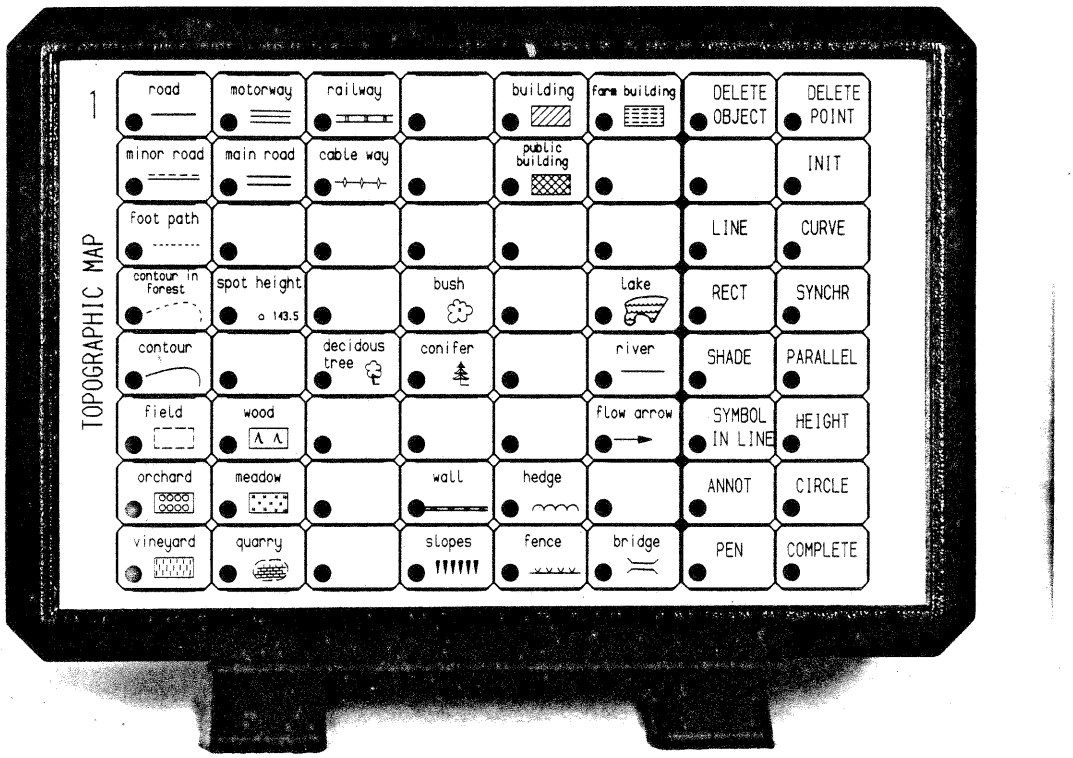

Fig. 3: Menuetastatur

Auf die Tastatur wird eine Klarsichtfolie gelegt, die der Benutzer entsprechend der Vorbelegung der Tasten mit leicht verständlichen Namen oder mit Symbolen beschriftet.
Die Objekttasten können auf beliebig viele "Seiten" verteilt werden. Für jede Seite ist eine eigene Folie anzufertigen. Die Folien werden vom Systemgenerierungsprogramm fortlaufend numeriert.
Beim Wechsel von einer Seite zur anderen ist nur die Folie auszutauschen und die Nummer der neuen Folie in den Rechner einzugeben.
Drückt man ein Tastenfeld, wird an den Rechner über eine serielle Schnittstelle (RS 232 C) ein Codewort geschickt.
Gesteuert vom Rechner werden die Leuchtdioden der aktiven Tasten eingeschaltet. Ist eine Taste unbelegt oder an dieser Stelle im Programmablauf verboten, ertönt ein Hupsignal.
Die Tastatur ist nicht auf ein bestimmtes Programm fixiert, sondern kann leicht auch für andere System- oder Anwenderprogramme eingesetzt werden.

6. Funktionstasten im Programm DIGITAL MAPPING:

Von den 64 Tasten der Menuetastatur stehen dem Benutzer sechs Spalten = 48 Tasten als Objekttasten zur Verfügung. Die beiden restlichen Spalten enthalten folgende Funktionstasten, die im Programm fest programmiert sind:

- INIT: Initialisieren und Aendern verschiedener Auswerteparameter: z.B. Orientierung der Zeichnung, Steuerung der Ausgabe auf Zeichentisch oder Magnetplatte, Eingabe der Foliennummer
- PEN: Wechsel der Werkzeugstation
- COMPLETE: Schliessen von Linienzügen
- ANNOT: Beschriften mit frei wählbaren Texten
- CIRCLE: Zeichnen von Kreisen und Kreisbögen
- DELETE OBJECT und
  DELETE POINT: On-line-Editierung: Löschen des letzten auf Magnetplatte geschriebenen Objektes bzw. Punktes. Die meisten fehlerhaften Daten können dadurch bereits während der Auswertung korrigiert werden.

Die folgenden Tasten sind Attribute zu den Objekttasten. Sie verringern die notwendige Zahl von Objekttasten:

- Art der Punktverbindung innerhalb von Linien:
  - LINE: Geradlinige Verbindung zwischen einzeln ausgelösten Punkten
  - CURVE: Kurveninterpolation zwischen einzeln ausgelösten Punkten
  - SYNCHR: Der Zeichenstift fährt synchron zur Messmarke, die Registrierung von Zwischenpunkten auf Magnetplatte wird automatisch nach frei wählbaren Weg- oder Zeitintervallen ausgelöst.
- RECT: Die Punkte eines geschlossenen Polygonzuges, insbesondere die Ecken von Gebäuden werden durch eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate so verschoben, dass in den Eckpunkten rechte Winkel entstehen.

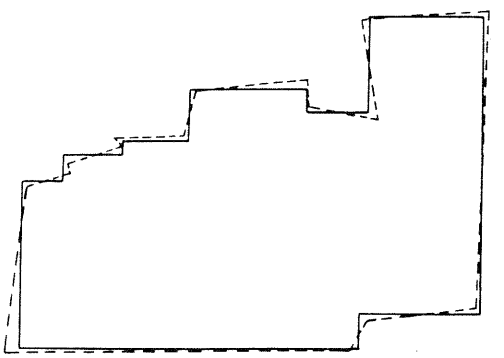

Fig. 4: Gemessener Polygonzug (gestrichelt), ausgeglichener Polygonzug mit rechten Winkeln (durchgezogen)

- PARALLEL: Parallel zu der abgefahrenen Linie wird mit gemessenem Abstand automatisch eine zweite Linie gezeichnet.

- SHADE: Drei Varianten:
  Schraffur der Fläche innerhalb eines geschlossenen Polygonzuges mit einer Schar von parallelen Geraden (aus der Linienbibliothek) oder
  Ausfüllen der Fläche innerhalb eines geschlossenen Polygonzuges mit Symbolen (aus der Symbolbibliothek) oder
  Zeichnen von Böschungsschraffen zwischen die letzten beiden abgefahrenen Linien (in Vorbereitung).

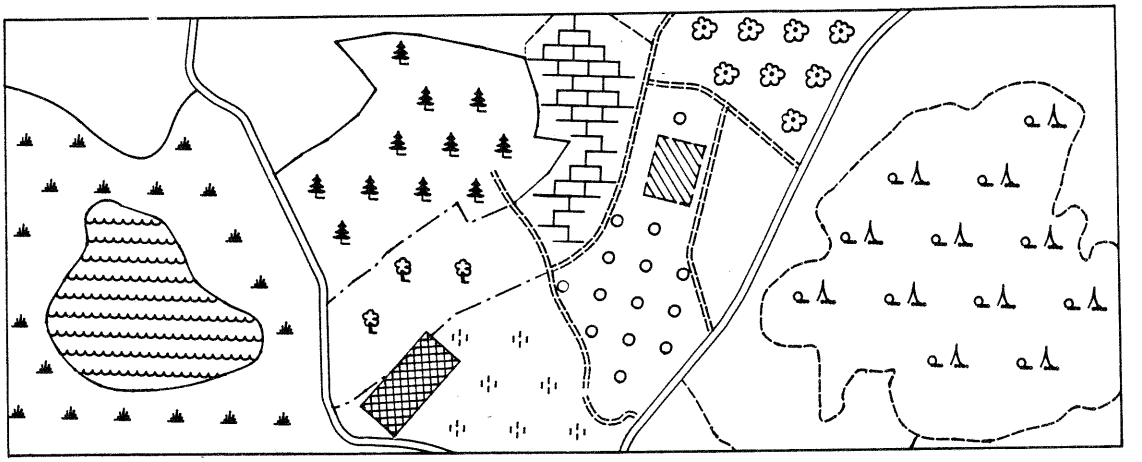

Fig. 5: Beispiel für das Zeichnen von Doppellinien, für die Schraffur mit Geraden und für die Flächenfüllung mit Symbolen

- SYMBOL IN LINE: Zeichnen eines Symbols in jedem Brechpunkt eines Polygons
- HEIGHT: Beschriften von Einzelpunkten mit der Höhenzahl

7. Die Belegung der Objekttasten:

Wie bereits erwähnt, können die Objekttasten beliebig vieler Folien definiert werden. Belegt werden sie u.a. mit dem feature code, dem Code für das Symbol bzw. die Linienart, den Symbolparametern, den Parametern für die Höhenzahlen und für die Schraffur.
Die Bedienungssicherheit wird dadurch erhöht, dass zusätzlich auch noch für jede Taste festgelegt wird, wie sie mit den Funktionstasten kombiniert werden darf:
Bei Linienzügen muss der Benutzer angeben, welche der drei Arten der Punktverbindung: LINE, CURVE oder SYNCHR sofort nach Drücken der Objekttaste aktiv ist. Die beiden nicht initialisierten Möglichkeiten können dann entweder als zugelassen (nachträgliches Umschalten ist erlaubt) oder als verboten erklärt werden.
Auch für die Attribut-Tasten RECT, PARALLEL, SHADE, SYMBOL IN LINE und HEIGHT ist zu definieren, welche der drei Möglichkeiten gelten soll: Taste ist sofort aktiv, nachträgliches Einschalten ist erlaubt oder Taste ist immer verboten.

Beispiele:

- Der Benutzer will eine Objekttaste für alle Wohnhäuser definieren. Die Gebäude sollen in der Regel mit rechten Winkeln gezeichnet und mit parallelen Linien schraffiert werden. Dementsprechend legt er fest:

LINE initialisiert, CURVE und SYNCHR verboten, RECT und SHADE initialisiert und PARALLEL verboten.
Drückt man die Objekttaste "Wohnhaus", leuchten die Dioden der Objekttaste und der Funktionstasten LINE, RECT und SHADE.
Drückt man auf SYNCHR, CURVE oder HEIGHT, ertönt ein Hupsignal.
RECT und SHADE können durch Drücken der Funktionstaste aus- und wieder eingeschaltet werden.

- Für die Taste "Höhenlinie" sei SYNCHR initialisiert, CURVE erlaubt, LINE und die übrigen Attribute seien verboten. Dies bedeutet, dass in der Regel der Zeichenstift synchron zur Messmarke fährt. Es ist aber erlaubt, von SYNCHR nach CURVE umzuschalten und wieder zurück.

  Je genauer man bei der Systemgenerierung festlegt, welche Kombinationen zwischen Objekt- und Funktionstasten verboten sind, um so mehr ist die Arbeitsweise des Operateurs bei der Auswertung vorgeschrieben und damit abgesichert.

8. Editieren der registrierten Daten:

Werden nach Abschluss des Modells Fehler bei der Registrierung auf Magnetplatte entdeckt, ist es möglich, einzelne Punkte zu löschen oder mit den richtigen Codierungen und Koordinaten zu überschreiben.
Derzeit wird ein Programmteil entwickelt, der eine komfortablere Editierung erlaubt, allerdings weiterhin unter Verwendung der alphanumerischen Tastatur und des Bildschirmes.
Ein Editierprogramm, das die Korrektur vieler Datenfehler und graphischer Unschönheiten ermöglicht, sollte folgenden Forderungen gerecht werden:

- Strukturierte Dateien. Nur so können die gesuchten Datenelemente rasch gefunden werden.
- Eingabe der Koordinaten von Punkten durch Digitalisieren auf einem Zeichentisch oder besser: mit Hilfe eines graphischen Bildschirmes
- Nach jedem Editierschritt muss der aktuelle Zustand sofort graphisch sichtbar werden. Dies ist nur mit graphischen Bildschirmen möglich.

Eine Editierung, die diese Wünsche erfüllt, wird mit der zukünftigen Editierstation von WILD, Heerbrugg zur Verfügung stehen.

9. Die Off-line-Ausgabe der auf Magnetplatte registrierten Daten:

Bei der Datenerfassung werden auf einer binären "Massenpunktdatei" für jeden Punkt die drei Koordinaten, der feature code und die Statusinformation (Typ des Punktes und Art der Punktverbindung) abgelegt. In einer synchron zur Massenpunktdatei erstellten "Graphik-Datei" werden die graphischen Parameter abgelegt. Die beiden Dateien sind über Zeiger miteinander verknüpft: Jede Registrierung in der Massenpunktdatei enthält die Adresse der dazugehörenden Graphik in der Graphik-Datei.

Im Ausgabeprogramm können diese Dateien auf folgende Peripheriegeräte ausgegeben werden:

- Bildschirm (zur Kontrolle)
- Drucker (zur Dokumentation)
- Magnetband oder Magnetplatte:

  Die Ausgabe erfolgt im ASCII-Code. Das Format für jede Registrierung, die Block-Struktur und die Länge der Blöcke können frei gewählt werden. Es ist möglich, nur den Inhalt der Massenpunktdatei auszugeben oder zusätzlich auch die Graphikparameter.

- Zeichentisch (TA 2 oder TA10):
  Falls eine Graphikdatei existiert, hat die entstehende Zeichnung dieselbe Qualität wie die Direktkartierung,ja sogar eine bessere, da die fehlerhaften und mit DELETE POINT oder DELTE OBJECT gelöschten Elemente nicht mehr gezeichnet werden.
  Durch Verwendung eines Filters auf den feature code ist es möglich, nur Teile der Daten auszeichnen zu lassen, insbesondere einzelne Objektklassen.
  Wie im folgenden beschrieben, können die Projektionsrichtung, der Massstab und der Zeichenbereich (Window) geändert werden.

10. Einige Funktionen des Programmpaketes, mit denen insbesondere die Auswertung terrestrischer Modelle sehr erleichtert wird:

- Bei allen Programmabschnitten, die eine graphische Ausgabe enthalten, ist es möglich, das Objekt in verschiedenen Richtungen zu projizieren (dreidimensionale Drehung) und dann auf dem Zeichentisch zu orientieren (ebene Affin- oder Helmerttransformation).
  Das bedeutet: Die graphische Auswertung ist von der Lage des Landessystems und des Modelles unabhängig! Dadurch ist es z.B. problemlos möglich, das Objekt im Grundriss, Aufriss usw. zu kartieren.
- Ebenso kann in allen Programmen ein rechteckiger Zeichenbereich (plotting window) definiert werden, der gegenüber dem Zeichentisch und dem Landessystem gedreht sein kann.
  Die Zeichnung entsteht nur innerhalb des Windows; bei der Direktkartierung fährt der Tisch ausserhalb des Bereichs mit gehobenem Zeichenstift.
  Das Window hat keinen Einfluss auf die Ausgabe auf Magnetplatte.

- In den analytischen Auswertegeräten ist es ausserdem möglich, das Achssystem, das aus der Bewegung der beiden Handräder und der Fusscheibe gebildet wird, beliebig gegenüber dem Modell zu drehen.
  Dadurch können z.B. schräg aufgenommene Fassaden bequem ausgewertet werden. Es ist möglich, Schichtlinien und Schnitte in beliebigen Ebenen zu erfassen.
- In den analytischen Geräten kann man ferner bis zu zehn (kleine) Modelle gleichzeitig auf den Bildträger legen und orientieren. Bei der Auswertung kann man sehr rasch, sogar innerhalb einer Linie, von einem Modell in ein anderes überwechseln. Dadurch ist es nicht mehr notwendig, die Auswertung im Bereich der Modellübergänge nachträglich zu überarbeiten.

11. Schlussbemerkungen

Mit dem Programmpaket "DIGITAL MAPPING" steht ein universelles und trotzdem benutzerfreundliches System zur Verfügung.
Es ist so gestaltet, dass der Anwender die Arbeitsweise eigenverantwortlich definieren kann.
Gerade weil durch die erweiterten Möglichkeiten die Bedienung des Systems immer komplexer wird, wurde auf eine gute Führung mit Hilfe gut strukturierter Menues und auf Sicherheit gegen Fehlbedienungen grösster Wert gelegt.
Die gleichzeitige Verwendung des Programms in analytischen und analogen Auswertegeräten sorgt für eine einheitliche Bedienung der modernen photogrammetrischen Systeme.

LITERATUR:

[1] Höhle J., Jakob A., 1981: New instrumentation for direct photogrammetric mapping. Photogr. Eng. and Remote Sensing, Band 47, Seite 761-767

[2] Kreiling W., Hasler A., 1980: The Wild AVIOLYT AC1/AVIOTAB TA2: a computer-controlled photogrammetric system. Paper Komm. II, 14. ISP-Kongress, Hamburg