

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie
Hamburg

Kommission II

Winfried Lorch und Reiner Schwebel

CARL ZEISS, Oberkochen, West Germany

EIN DIGITALZEICHENTISCH FÜR DIE GRAPHISCHE PHOTOGRAMMETRISCHE AUSWERTUNG

Abstract:

With the DZ-7 CARL ZEISS, Oberkochen, presents a new digital tracing table. The outstanding features of the DZ-7 are its superior graphical quality, high operation speed and a sophisticated microprocessor control with macro instructions for graphical functions. In the DZ 7-A version the tracing table is used for graphical on-line mapping with analog stereo instruments, in the DZ 7-P version for on- and off-line mapping with the C-100 PLANICOMP and in the DZ 7-C version for off-line mapping with desk or minicomputers. For the latter application the following program systems are available: GEOS for integrated geodetic evaluation and mapping, and HIFI for contour line mapping.

1. Einleitung

Die graphische Auswertung - das bis heute bevorzugte Verfahren der praktischen Photogrammetrie - steht im Umbruch. Die klassische Kartierung - gekennzeichnet durch gleichzeitiges Auswerten und Zeichnen - wird insbesondere im Bereich der großmaßstäblichen Kartierung mehr und mehr durch digitale on- oder off-line Methoden ersetzt. Es gilt als erwiesen, daß die digitalen Verfahren vergleichsweise bessere Qualität bei höherer Arbeitsgeschwindigkeit und höherer Wirtschaftlichkeit durch deutliche Reduktion der zeichnerischen Weiterbearbeitung ergeben. Sowohl bei der on line- als auch bei der off line-Methode nimmt der digitale Zeichentisch eine zentrale Stellung ein /1/. Mit der Neuent-

wicklung des Digitalzeichentisches DZ-7 schafft CARL ZEISS, Oberkochen, die Voraussetzungen für eine optimale Nutzung dieser Methoden. An der Entwicklung des DZ-7 haben mitgewirkt: K. Felle, K.-H. Preis, H. Krastel, B. Freiberger und P. Mayer.

2. Zielsetzungen und Anforderungen

Der Neuentwicklung liegen folgende Zielsetzungen zugrunde:

- a) Universeller Einsatz des Zeichentisches sowohl für photogrammetrische on- und off line-Kartierungen als auch geodätische Kartierungen.
- b) Komponentenweiser Aufbau des Systems, ausgehend von der Basiseinheit des Zeichentisches, in Anpassung an die jeweilige Aufgabe erweiterbar mit zusätzlichen Hard- und Software-Komponenten.
- c) Hohe graphische Qualität und hohe Arbeitsgeschwindigkeit bei vergleichsweise niedrigen Kosten.
- d) Entlastung des externen Rechners (Tisch- oder Minicomputer) von Steueraufgaben des Zeichentisches durch Mikroprozessor-Steuerung.
- e) Bereitstellung eines leistungsfähigen Instruktionssatzes von Makrobefehlen zur Vereinfachung der Programmierung von graphischen Aufgaben.
- f) Weitgefaßtes und zukunftsorientiertes Konzept, um mit der Basiseinheit an der weiteren Entwicklung partizipieren zu können.

3. Beschreibung des DZ 7-Systems

Basiseinheit des Systems ist der Digitalzeichentisch DZ-7 mit Mikroprozessor-Steuerung, Vektorgenerator und graphischen Grundfunktionen. Mit den weiteren Komponenten IEC-Bus und V 24-Interface, photogrammetrischem Panel, Zeichengenerator und graphischer Basis-Software in Form von Unterprogramm-Bibliotheken werden die folgenden Arbeitseinheiten konfiguriert (Fig. 1):

- DZ 7-A für photogrammetrische on line-Kartierung mit Stereoanaloggeräten,
- DZ 7-P für photogrammetrische on line-Auswertung mit analytischem Stereoauswertegerät PLANICOMP C-100 einschließlich der zu C-100 gehörenden off line-Kartierungen und
- DZ 7-C für off line-Kartierungen mit Tisch- oder Minicomputer, vornehmlich für HP-Rechner und geodätischen Anwendungen.

Jede der drei Konfigurationen ist auf die anderen beiden erweiterbar.

3.1 Zeichentisch

Der Zeichentisch DZ-7 (Fig. 2) besteht aus einem Unterbau mit den elektronischen Steuer- und Verstärkereinschüben, einem Rahmen mit Zeichenfläche, Führung und beidseitigem Antrieb des Primärwagens, dem Primärwagen mit Sekundärwagen und Zeichenkopf sowie einem Panel für die Grundfunktionen. Rahmen mit Zeichenfläche (Format 1000 mm x 1200 mm) sind zwischen 0° (horizontal) und 70° neigbar. Um dem Betrachter eine optimale Sicht auf die Zeichenfläche zu bieten, bewegt sich der Primärwagen von vorn nach hinten bzw. von unten nach oben und umgekehrt. Der Zeichenkopf kann je nach Ausführung mit 1 oder 3 Zeichenwerkzeugen (Kugelschreiber, Tuschehalter, Gravurstichel oder Dünnmine) bestückt werden und weist insbesondere wegen der Strichlierung eine hohe Absenkefrequenz (max. 35 Hz) auf. Die wesentlichen technischen Daten für die Basis-Einheit sind in Fig. 3 zusammengestellt. Die Auflösung von 0,01 mm ist Voraussetzung für eine hohe graphische Qualität, die sich in der Toleranz $\pm 0,025$ mm für gerade Linien ausdrückt. Je nach Aufgabe kann zwischen Präzisionskartierung geringerer Arbeitsgeschwindigkeit und Schnellkartierung (max. 280 mm/s) geringerer Qualität gewählt werden.

3.2 Mikroprozessor-Steuerung

In allen drei Ausbaustufen des DZ-7 ist der Mikroprozessor die wichtigste Komponente für die Tischsteuerung. Für die Leistungsfähigkeit und Flexibilität der Steuerung ist deshalb die Programmierung des Mikroprozessors von entscheidender Bedeutung. Die Steuerungsfunktionen können in zwei Gruppen eingeteilt werden:

- Interne Funktionen, z.B. kontrolliertes Beschleunigen und Abbremsen des Zeichentisches, Geradeninterpolation, Symbol- und Zeichengenerator.
- Interpretation und Ausführung der von außen eingegebenen Befehle, z.B. Zeichnen einer geraden Linie, Zeichnen von Buchstaben, Ziffern und Symbolen, Digitalisierung der Zeichenstiftposition.

Von unmittelbarer Bedeutung für den Benutzer ist die zweite Funktionsgruppe, die in Fig. 4 zusammengestellt und in Fig. 5 in ihrer graphischen Ausführung dargestellt ist. Als wesentliche Merkmale sind zu nennen:

- Aufbau der Befehle nach funktionellen Gesichtspunkten, d.h. insbesondere Trennung von Vorbereitungs- und Ausführungsfunktionen. Der Befehlssatz wurde in enger Anlehnung an die HP Graphics Language entwickelt.
- Darstellung der Befehlsparameter frei wählbar, d.h. nicht an ein bestimmtes Format gebunden.

Bei Anschluß an einen externen Rechner werden die Befehle mit zugehörigen Parametern in der dargestellten Form als Daten an den Zeichentisch übermittelt. Beim Anschluß an ein photogrammetrisches Auswertegerät werden die Betriebsfunktionen am Bedienungspanel eingestellt und die Befehle ebenfalls am Panel oder von einer Fußtaste ausgelöst.

Die Mikroprozessor-Steuerung ist damit in ihrer Grundkonzeption unabhängig von der Ausbaustufe des Zeichentisches.

Für den Betrieb mit einem photogrammetrischen Auswertegerät stehen einige zusätzliche Panel-Funktionen zur Verfügung (s. Abschnitt 4.1).

3.3 Rechneranschlüsse

Für die Steuerung des DZ-7 von einem Tisch- oder Minicomputer aus ist eine Verbindung zum Rechner notwendig. Diese besteht aus einem rechnerseitigen Interface mit Verbindungskabel und dem Interface des Zeichentisches. Der DZ-7 ist serienmäßig mit den Interfaces für einige der am häufigsten verwendeten Rechnerschnittstellen ausgerüstet:

- Serielles Interface RS 232 C (V 24),
- IEC-Interface für bit-parallele, byte-serielle Übertragung mit zusätzlichen Steuerleitungen.

Über das Interface werden die Instruktionen blockweise in einen Pufferspeicher übertragen, so daß der externe Rechner in der Steuerung des Datenverkehrs entlastet wird.

3.4 Graphische Grundsoftware

Bei Rechneranschluß müssen die Steuerbefehle und -parameter in der in Fig. 4 dargestellten Form als Ausgabedaten an den Zeichentisch übertragen werden. Um die Erstellung von Anwendungsprogrammen zu erleichtern, steht eine Unterprogramm-Bibliothek zur Verfügung. Diese graphische Grundsoftware ist allgemein konzipiert und in BASIC bzw. FORTRAN IV geschrieben, in der Ausführung jedoch auf das Tischrechner-System HP 9835/45 bzw. die HP 1000-Familie von Hewlett Packard abgestimmt. In der Form der Aufrufe entspricht die Grundsoftware den von HP benutzten graphischen BASIC-Befehlen bzw. den FORTRAN-Aufrufen der weitverbreiteten Calcomp-Zeichensoftware.

4. Anwendungen

4.1 Photogrammetrische on line-Kartierung mit Stereoanaloggeräten

Für photogrammetrische on line-Kartierung mit Stereoanaloggeräten steht die Version DZ 7-A zur Verfügung. Das am Zeichentisch befestigte Panel ist um verschiedene Funktionen, wie z.B. Wahl der Vergrößerung zwischen Modell und Karte oder Betrachtungsversatz, erweitert. Die während der Auswertung laufend benutzten Funktionen sind in dem photogrammetrischen Panel (Fig. 6) realisiert. Wie beim DZ-5 werden die beiden Betriebsarten "Folgen"- und "Geradenzeichner" unterschieden. Bei "Folgen" wird die Bewegung des Modellwagens entsprechend Maßstabswahl synchron auf den Zeichentisch übertragen, was in der Regel zur Kartierung von natürlichen Objekten, z.B. Gewässer, zur Anwendung kommt. Für den Folgebetrieb stehen die Linienarten

normal, strichliert und strichpunktiert sowie 5 Symbole zur Verfügung (Fig. 7). Die Betriebsart "Geradenzeichner" gestattet die geradlinige Verbindung von Punkten, wobei ebenfalls die in Fig. 7 dargestellten Linienarten sowie zusätzlich die Kombination von Symbolen mit geradlinigen Verbindungen benutzt werden können. Beim Übergang von Folgen- auf Geradenzeichner wird der Umschalt- punkt als Anfangs- bzw. Endpunkt einer Geraden interpretiert. Mit der Funktion M (Memory) und R (Return) können Polygone geschlossen und mit EC (Edge Completion) Rechtecke ergänzt werden, die durch 3 Eckpunkte vorgegeben sind (Fig. 8). Eine Erweiterung der Funktionen, z.B. das Zeichnen einer stetigen Kurve durch Punktfolgen, ist in Vorbereitung.

Mit dem DZ 7-A werden in einfacher und übersichtlicher Weise die Standard-Kartieraufgaben teilautomatisiert und ein hoher Rationalisierungsgrad erzielt. Auf die Kombination des Auswertegerätes mit einem Tischcomputer zur rechnerunterstützten Auswertung mittels Programm- paket CASP und auf die Steuerung des Zeichentisches mit demselben Rechner, z.B. zur Kartenblattvorbereitung, sei hingewiesen.

4.2 Kartierung mit PLANICOMP C-100

Bei der on line-Kartierung mit dem PLANICOMP wird der DZ-7 in der gleichen Weise wie der DZ-6 betrieben /2/. Bei den off line-Programmen wird der DZ-7 über die IEC-Schnittstelle betrieben, so daß der C 100-Rechner von den Zeichenfunktionen wesentlich entlastet wird.

4.3 Kartierung von abgeleiteten Höhenlinien

Die mit dem Programmsystem HIFI (Höheninterpolation mit finiten Elementen /3/) aus einem digitalen Geländemodell abgeleiteten Höhenlinien können mit dem DZ-7 kartiert werden. Die abgeleiteten Punktfolgen werden durch Interpolation verdichtet und als Vektoren an den DZ-7 gegeben. Interpolation und Zeichentisch-Steuerung erfolgt mit dem HP-1000, der gleichzeitig das analytische Stereoauswertegerät PLANICOMP C-100 oder den analytischen Orthoprojektor ORTHOCOMP Z-2 /4/ betreiben kann.

4.4 Geodätisches Auswertesystem GEOS

Mit der Einführung des registrierenden Sekundentachymeters Elta-2 und des Digitalzeichentisches DZ-7 sind hardwaremäßig die Voraussetzungen für den automatischen Datenfluß von der geodätischen Aufnahme über die Berechnung bis zur Kartierung geschaffen (Fig. 9). Für die Berechnungen stehen heute bereits auf der Tischrechnerebene, z.B. mit dem System HP 9835/45, leistungsfähige Geräte mit Bildschirm, schnellen Massenspeichern und Ausgabegeräten zur Verfügung.

Auf der Softwareseite wurde ein Programmsystem für die interaktive geodätische Auswertung entwickelt (Fig.10). Die programmtechnische Schnittstelle zur Hardware stellt für die Aufnahmedaten das Programm TRANS dar, das die Daten aus dem im Datenumsetzer DAC-100 eingesetzten

Datenspeicher MEM liest, interpretiert und in einem allgemeinen Datenfile des Massenspeichers ablegt. Die zentrale Einheit des Programmsystems ist die Koordinatendatenbank CODA. Die Handhabung der Datenbank und der Aufruf der angeschlossenen Anwendungsprogramme erfolgt in der Form der Menütechnik. Durch Wahl eines Menü-Kommandos wird ein bestimmter Programmablauf gestartet. Nach Ausführung kehrt das Programm in das Menü zurück und ist für das nächste Kommando bereit.

Das Programm TANA zur Tachymeter-Netzausgleichung und die geodätischen Anwendungsprogramme können ebenfalls von der Datenbank aus aufgerufen werden. Die benötigten Festpunktkoordinaten werden dabei aus der Datenbank übernommen. Im Anschluß an die Auswertung können die Neupunktkoordinaten in die Datenbank übertragen werden. Die Koordinatendatenbank dient weiterhin als Grundlage für die Erstellung einer graphischen Datenbank, in der die für die Kartierung erforderlichen Parameter hinzugefügt werden. Die geodätischen Kartierprogramme MAP können auf die Koordinatendatenbank und auf die graphische Datenbank zurückgreifen. Die vom DZ-7 benötigten Steuerinstruktionen werden schließlich mit Hilfe der graphischen Grundsoftware GRAPH erzeugt.

5. Schluß

Mit dem Digitalzeichentisch DZ-7 steht ein sehr leistungsfähiges und flexibles Gerät mittlerer Preisklasse zur Verfügung. Sein Einsatz wird sowohl bei der on line-Kartierung den Operateur an einem photogrammetrischen Auswertegerät als auch bei der off line-Kartierung den externen Steuerrechner entlasten. Als Schlußglied in der Kette geodätisches Aufnahmegerät - Rechner - Zeichentisch hat er die Voraussetzungen für ein interaktives Programmsystem zur geodätischen Auswertung und Kartierung geschaffen.

Literatur:

- /1/ Schwebel, R.: Der Digitalzeichentisch DZ-5, Bildmessung u. Luftbildwesen, 1/1976, S. 23-29.
- /2/ Hobbie, D.: C-100 PLANICOMP, the analytical stereoplotting system from CARL ZEISS, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 43, No. II, Nov. 1977, pp. 1377-1390.
- /3/ Ebner, H.: HIFI - Ein Minicomputer-Programmsystem für Höheninterpolation mit finiten Elementen, Presented Paper, 14. ISP-Kongreß, Hamburg, 1980
- /4/ Faust, H.-W.: ORTHOCOMP Z-2, der analytische Orthoprojektor von CARL ZEISS, Presented Paper, 14. ISP-Kongreß, Hamburg, 1980.

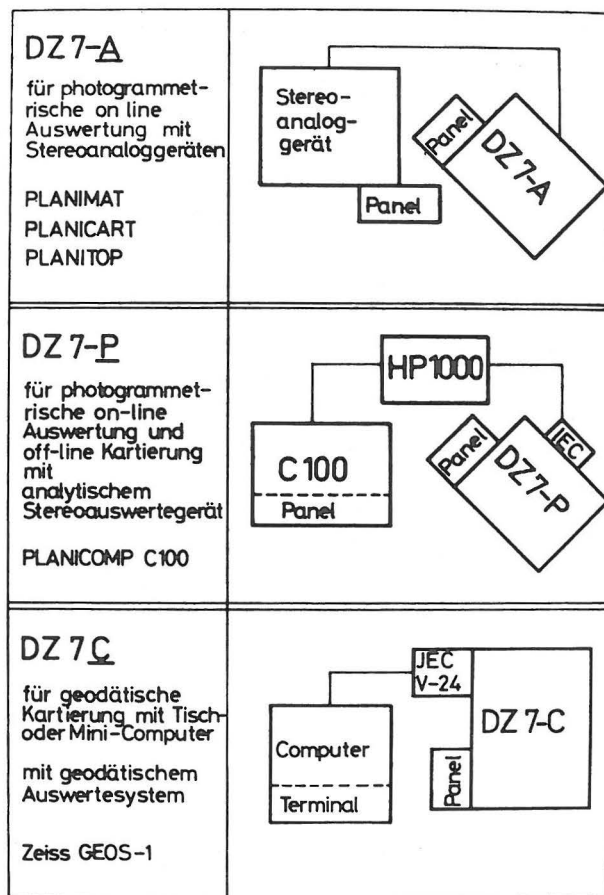


Fig. 1.: DZ-7 Ausbaustufen und Anwendungen

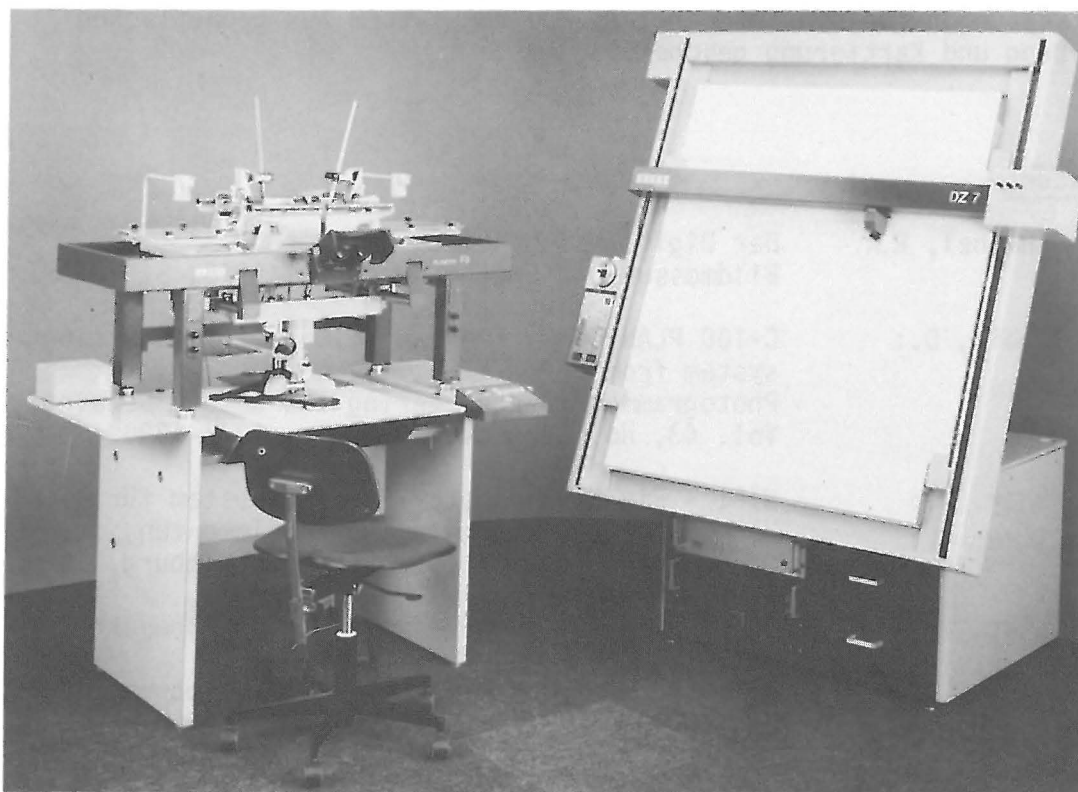


Fig. 2.: DZ-7 Gesamtansicht mit PLANITOP

KARTIERFORMAT: 1000 MM (X) , 1200 MM (Y)
 AUFLÖSUNG: 0,01 MM
 MITTLERER KARTIERFEHLER \pm 0,05 MM
 MAXIMALE KARTIERGESCHWINDIGKEIT BEI VEKTORBETRIEB: 90, 140,
 280 MM/S BEI START-STOP-BETRIEB: 45 MM/S
 MAXIMALE BESCHLEUNIGUNG: 1 M/S²
 ZEICHENKOPF: MAXIMAL 3 ZEICHENWERKZEUGE, MAX. ABSENKFREQUENZ
 35 HZ
 EBENHEIT DER ZEICHENFLÄCHE: 0,2 MM
 NEIGUNG DES ZEICHENTISCHES: 0 - 70°

Fig. 3.: DZ-7 Technische Daten

STANDARD-BETRIEBSFUNKTIONEN

IN	INITIALISATION	SETZEN VON STANDARD-PARAMETER
PU	PEN UP	ZEICHENWERKZEUG AUF
PD	PEN DOWN	ZEICHENWERKZEUG AB
SP (I)	SELECT PEN	WAHL DES ZEICHENWERKZEUGES I
VS (I)	VELOCITY SELECTION	WAHL DER KARTIERGESCHWINDIGKEIT I
IW (X ₁ , Y ₁ , X ₂ , Y ₂)	INPUT WINDOW	EINGABE UND ÜBERWACHUNG KARTIERBEREICH UND ENDLAGEN
OD (X, Y, P)	OUTPUT DIGITALISATION	ÜBERGABE DER POSITION X, Y UND DES ZUSTANDES P DES ZEICHENWERKZEUGES AN DEN RECHNER

FAHRBEFEHLE

PA (X, Y)	PLOT ABSOLUT	KARTIEREN EINES PUNKTES; X, Y BEZOGEN AUF REFERENZPUNKT
PR (Δ X, Δ Y)	PLOT RELATIVE	KARTIEREN EINES PUNKTES; Δ X, Δ Y BEZOGEN AUF LETZTEN PUNKT
PS (-X, Δ Y)	PLOT START - STOP	WIE PR, JEDOCH IN START-STOP-BETRIEB

LINIENARTEN, ZEICHEN UND SYMBOLE

LT (I, L, G)	LINE TYPE	WAHL DES LINIENTYPS I, ANGABEN VON STRICHLÜCKENLÄNGEN L BZW. G
SM (I)	SYMBOL	ZEICHNEN VON SYMBOLLINIEN
LB (ASCII)	LABEL	ZEICHNEN VON ALPHA-NUMERISCHEN ZEICHEN UND EINZELSYMBOLEN
SL (α)	SLANT	SCHRÄGE α DES ZEICHENS
SI (H, B)	SIZE	HÖHE H UND BREITE B DES ZEICHENS
DI (R, R)	DIRECTION	NEIGUNG DER ZEICHENFOLGE
SY (S)	SYMBOL SIZE	GRÖÖE S DES SYMBOLS
SD (R, R)	SYMBOL DIRECTION	RICHTUNG DES SYMBOLS

Fig. 4.: Auszug aus dem Befehlssatz des Mikroprozessors

SYMBOLS

Normal · + × □ ◇ △ ○ ⊙ ○

Größe
Beispiel s=2 □ △ s=0,5 □ △

Drehung
Beispiel RUN=2 RISE=1 □ △ RUN=0 RISE=-1 ▽

Alpha-numerische Zeichen

Normal ZEISS DZ7

Höhe-Breite-Variation
Beisp. H=2 W=1 ZEISS DZ7

Beisp. H=0,5 W=1 ZEISS DZ7

Neigung
Beisp. T=05 ZEISS DZ7

Fig. 5.: Graphische Darstellung des Befehlssatzes

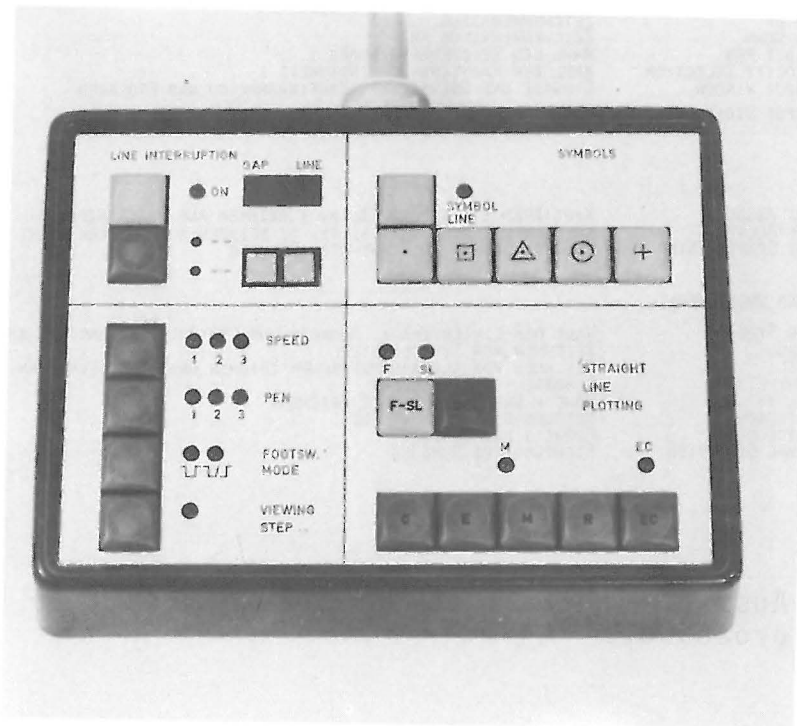


Fig. 6.: DZ-7 Photogrammetrisches Panel

SYMBOLLE



Linien

Normal: _____

Strichliert: Linie l(mm) : Lücke g(mm)

Beispiele: l=5, g=5 - - - - -
 l=9, g=1 - - - - -
 l=1, g=9 -

Strichpunktliert: Linie l : Lücke g : Linie g : Lücke g

Beispiele: l=9, g=5 - - - - -
 l=9, g=1 - - - - -
 l=1, g=9 -

Fig. 7.: DZ 7-A Symbole

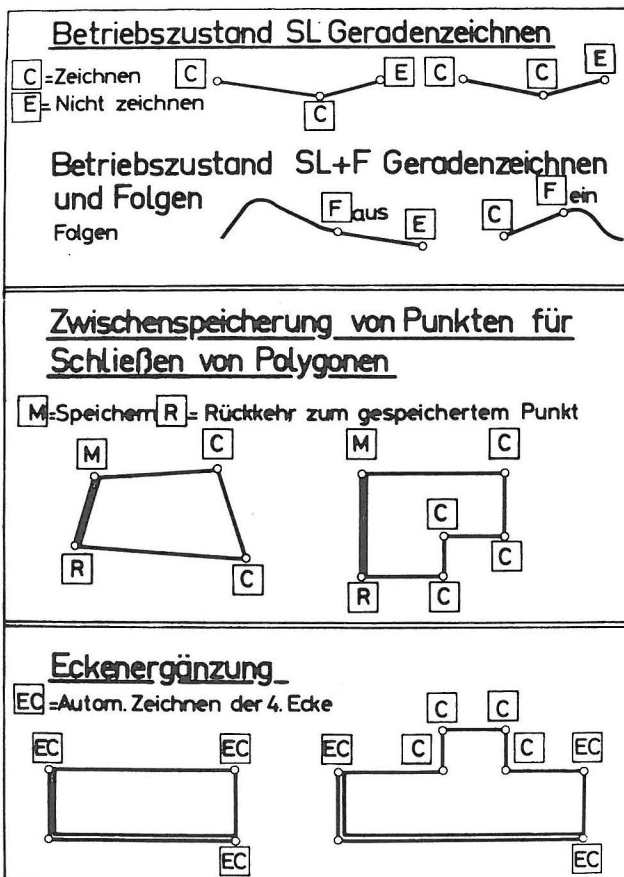


Fig. 8.: Standardfunktionen bei Vektorbetrieb

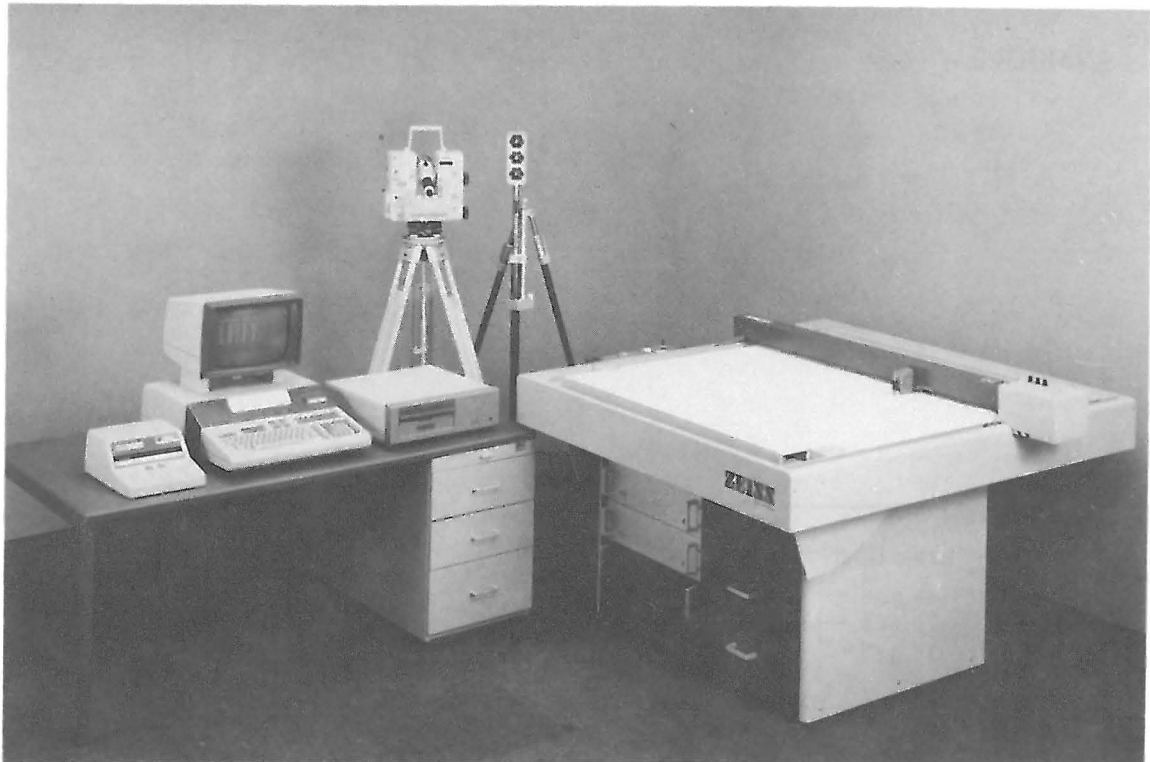


Fig. 9.: GEOS Gerätekonfiguration

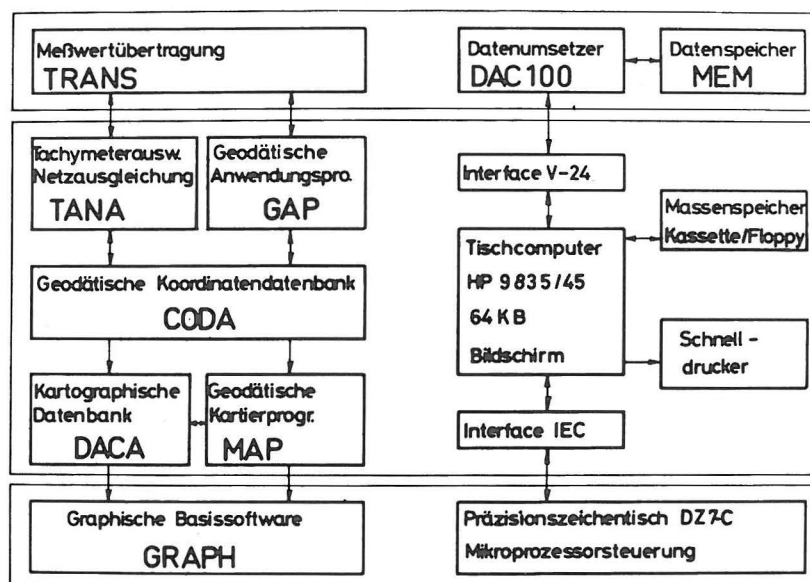


Fig. 10: GEOS Übersicht Hard- u. Software-Komponenten