

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie
Hamburg 1980

Kommission III

Dierk Hobbie

CARL ZEISS, Oberkochen, West Germany

DAS ZEISS AS-PROGRAMMSYSTEM ZUR INTERAKTIVEN MESSUNG VON PHOTOGRAMMETRISCHEN DATEN

Abstract:

A program system for minicomputers is presented here, which permits an interactive working method to be applied for digital measurements on mono and stereocomparators and on stereoplotters. As compared with previous measuring techniques, transmission errors are reduced, the data measured can be directly checked by computations and corrected if necessary, and direct access can be made to processing programs and to data files. The PK 1-AS program in practical use since early 1979 has fully met the expectations placed in this new technique.

1. Einleitung

Die elektronischen Rechenanlagen haben im allgemeinen Vermessungswesen bereits seit vielen Jahren ihre feste Bedeutung bei der Verarbeitung und Verwaltung digitaler Daten. Mit den kompakter und preiswerter werdenden Rechnermodellen wächst in jüngster Zeit das Interesse, digitale Verfahren und Komponenten bereits bei der Erfassung und Aufbereitung der zu messenden Informationen einzusetzen.

Insbesondere die bahnbrechenden Möglichkeiten des analytischen Stereoauswertesystems ZEISS-PLANICOMP /1/ haben dazu beigetragen, die Vorteile von Meßunterstützung und unmittelbarer Datenprüfung durch Rechner aufzuzeigen. Es lag deshalb nahe, diese Möglichkeiten auch den herkömmlichen

Komparatoren und Stereoauswertegeräten nutzbar zu machen und die Möglichkeiten einer on line-Kopplung der photogrammetrischen Auswertegeräte am Minicomputer zu untersuchen.

Ergebnis dieser Überlegungen ist die Konzeption eines aus Hardware und Software bestehenden Systems für eine interaktive Arbeitsweise in der Photogrammetrie, welches im folgenden vorgestellt werden soll. Während es sich bei der Hardware um bereits seit langem bei der off line-Digitalisierung verwendete ZEISS-Bausteine sowie um bewährte Rechnerperipherie der Fa. Hewlett Packard handelt, wurde das ZEISS AS-Programmsystem auf der Grundlage der PLANICOMP-Erfahrung völlig neu entwickelt.

2. System-Konzeption

Die der System-Konzeption zugrunde gelegten Richtlinien stellen heute gleichzeitig die wesentlichen Merkmale des ZEISS AS-Programmsystems dar:

- Software und Hardware zur Erfassung, Sammlung, Prüfung, Aufbereitung und Abspeicherung bzw. Ausgabe von digitalen Daten von Mono-, Stereokomparatoren und Stereoauswertegeräten.
- Möglichkeit für den Auswerter, den Arbeitsablauf mittels Menue-Technik interaktiv zu beeinflussen.
- Kommunikation, d.h. Dialogführung und Ergebnisdarstellung über standardmäßige Rechner-Terminals.
- Dialogsprache wählbar zwischen englisch, deutsch, spanisch, französisch, japanisch und durch Fortran-kundige Benutzer nachträglich veränderbar.
- Anpassung des Formates aufbereiteter Daten an vorhandene oder zukünftig lieferbare Verarbeitungsprogramme, z.B. für Blockausgleichungen und DTM-Berechnungen.
- Konzeption des Programm-Paketes so, daß es als Zusatzaufgabe ("Nebenbeschäftigung") in Minicomputern mit Real-Time-Betriebssystemen laufen kann.
- Konzeption allgemein und in Fortran IV, jedoch Ausführung für Rechner der HP 1000-Familie von Hewlett Packard.
- Datenerfassung mittels standardmäßiger ZEISS-Digitalisier-Bausteine und handelsüblicher Rechner-Interfaces.
- Installation und Inbetriebnahme ohne Vorkenntnisse (keine Änderung des Betriebssystems notwendig).

Weitere, wesentliche Merkmale, die ebenfalls die allgemeine Leistungsfähigkeit beschreiben, sind bei der Beschreibung von Hardware und Software genannt.

3. Hardware-Konfiguration

Ein für interaktive Arbeitsweise vorbereitetes photogrammetrisches Meßgerät muß mit einer Koordinatenübermittlung zum Rechner und einem Rechner-Terminal zur Dialogführung ausgestattet sein (Fig. 1).

Zur Koordinatenübermittlung ist außer den Rotations- oder Linearimpulsgebern zur Analog-Digital-Wandlung der zu messenden Größen und einem zugehörigen Koordinatenerfassungsgerät eine Verbindung zum Rechner notwendig. Diese Verbindung besteht aus dem Rechner-Interface des Koordinatenerfassungsgerätes, einer Kabelverbindung und dem rechnerseitigen Interface. Als Koordinatenerfassungsgerät für ZEISS-Stereoauswertegeräte der Reihe PLANITOP, PLANICART, PLANIMAT und PLANIGRAPH sowie für den ZEISS-Monokomparator PK-1 sind geeignet das elektronische Interface- und Steuergerät DIREC /2/ sowie das Datenerfassungs- und Übertragungssystem ECOMAT-12 /3/. Beide Geräte erlauben unter anderem Zählung, Anzeige und Übertragung von 2 oder 3 (bzw. max. 4) Koordinaten, aber auch die Übermittlung eines Tastenzustandes, insbesondere die erfolgte Betätigung einer zugehörigen Fußtaste. Sie sind serienmäßig mit einem Rechner-Interface ausgestattet. Das Koordinatenerfassungsgerät für den ZEISS-Stereokomparator PSK-2 ist der ECOMAT-21 /4/, der unter anderem Zählung (Fein und Grob) und Anzeige von 4 Koordinaten ermöglicht. In Verbindung mit einem besonderen Rechner-Interface kann auch dieses Gerät zur Koordinatenübertragung zu Rechnern eingesetzt werden.

DIREC und ECOMAT erlauben die Koordinatenübertragung zu einem Rechner nach dem "Handshake"-Verfahren und festgelegtem Übertragungsprotokoll in differentieller oder TTL-Logik über eine 16 bit Duplex-Verbindung mit zusätzlichen Steuerleitungen. Bei Anschluß an ein Rechnersystem der Reihe HP 1000 ist rechnerseitig ein entsprechendes HP-Interface in einen freien I/O-Schlitz einzusetzen. Eine Änderung des Betriebssystems ist jedoch nicht notwendig, so daß die Einrichtung und der Anschluß einer interaktiven photogrammetrischen Meßstation auch vom Benutzer selbst durchgeführt werden kann.

Das Rechner-Terminal zur Dialogführung kann im Prinzip jedes an den jeweiligen Rechner anschließbare bzw. schon vorhandene Terminal mit alpha-numerischer Tastatur sein. Im Hinblick auf eine flüssige Arbeitsweise und den Dialogumfang sollte ein Bildschirm-Terminal mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von mindestens 1200 baud (entsprechend etwa 120 Zeichen/sec) gewählt werden. Vorteilhaft sind eine zusätzliche Zifferntastatur und programmierbare Tasten. Von den HP-Terminals sind insbesondere die Modelle 2622 und 2645 und gegebenenfalls das Graphic-Terminal 2648 geeignet. Fig. 2 zeigt einen für interaktive Messungen eingerichteten Monokomparator PK-1, angeschlossen an einen HP 1000-Computer.

4. Software-Konfiguration

Monokomparator (x' , y'), Stereokomparator (x' , y' , x'' , y'') und Stereoauswertegerät (x , y , z) bedingen eine unterschiedliche Datenstruktur und eine voneinander abweichende Prüfung und Aufbereitung der Daten. Dementsprechend wurden drei verschiedene Programme PK-AS, PSK-AS und PLANI-AS konzipiert, die jedoch in der grundsätzlichen Struktur gleich sind.

Die Programme sind in Fortran IV geschrieben, besitzen Overlay-Struktur und setzen ein Betriebssystem mit File-Management (RTE 2, 3 oder 4 bei HP) voraus, das Programme von mindestens 15 K Worten Länge verarbeiten kann. Als programminterner Datenbereich wird ein lokaler Common verwendet, der nach wesentlichen Änderungen jeweils auf einen sogenannten "Shutdown"-File des Plattenspeichers geschrieben wird, um bei einer späteren Wiederbenutzung des Programmes an den jeweils letzten Zustand anknüpfen zu können.

Der Common-Datenbereich der AS-Programme enthält Parameter, die unter anderem Auswertegerät, Auswerter, Datum (für Protokollzweck), Aufnahmekamera, Orientierung (für Kontroll- und Transformationszwecke) und den Meßablauf betreffen. Zusätzlich ist ein Koordinatenspeicher für Messungen und "Referenzdaten" enthalten, der als Pufferspeicher vor einer endgültigen Ausgabe der geprüften Daten auf einen permanenten File des Plattenspeichers oder ein Peripheriegerät dient (Fig. 3).

Die Steuerung des Programmes geschieht nach Art der Menue-Technik. Durch Eingabe eines Kommandos am Terminal wird jeweils eine Einzelmaßnahme veranlaßt oder ein komplexerer Vorgang begonnen, welcher auch zusätzliche Entscheidungen erfordern kann. In beiden Fällen kehrt das Programm nach Ausführungsende in das Menue zurück und wartet auf ein weiteres Kommando. Die Befehle werden in der Regel aus drei Buchstaben gebildet, die nach mnemotechnischen Gesichtspunkten ausgewählt wurden.

Mit den Menue-Kommandos werden folgende grundsätzliche Funktionen aufgerufen:

- Einzelmessungen von Punkten und Speicherung in einem Pufferspeicher (STORE);
- Manipulation gemessener Punkte wie Anzeigen, Löschen, Skippen, d.h. Sperren, Umnumerieren einzelner oder Ausdrucken oder Löschen aller Punkte einer Gruppe (DISPLAY, DELETE, SKIP, RENUMBER, LIST, CLEAR);
- Übertragung der gemessenen Punkte zwischen Pufferspeicher und einem permanenten Datenfile des Plattenspeichers bzw. einem Ausgabegerät der Rechnerperipherie (SAVE, ENTER, REENTER);
- Inkrementelle und individuelle Registrierung großer Punktmengen für ein digitales Höhen- oder Situationsmodell (nur im PLANI-AS für Stereoauswertegeräte) (RECORD, INCREMENT);
- Messung abgeleiteter geometrischer Größen wie Längen, Winkel, Flächen- und Rauminhalte (nur im PLANI-AS);
- Orientierungsrechnungen für Kontrolle und zur Bestimmung von Transformationsparameter, je nach Meßgerät innere, relative oder absolute Orientierung;
- Manipulation von Protokoll-, Transformations- und Steuerparametern (PARAMETER CONTROL);
- Zugriff auf permanente Datenfiles zwecks nachträglicher Datensichtung oder -korrektur bzw. Ausgabe zu oder Eingabe von Peripheriegeräten (FILE EDIT).

Als Beispiel zeigt Fig. 4 eine Zusammenstellung des Befehlsvorrates für das PK-AS-Programm (s. auch /5/). Im folgenden sind weitere allgemeine Merkmale der AS-Software genannt:

Die AS-Programme für Komparatormessungen erlauben es, bereits abgelegte Datensätze in den Pufferspeicher zurückzurufen. Damit können z.B. Ergänzungsmessungen vorgenommen werden oder eine relative Orientierung zwischen den Bildern zweier Streifen gerechnet werden.

Mit besonderen Befehlen (NEXT, CONTINUE) kann eine Kette von definierten Einzelbefehlen gestartet werden. Insbesondere die Maßnahmen bei erfolgreichem Abschluß eines Meßabschnittes werden damit vereinfacht (z.B. NEXT = SAVE + LIST + CLEAR + ...). Diese Sammelbefehle sind durch den Benutzer programmierbar, d.h. sie können der jeweiligen Aufgabe angepaßt werden.

Ist das verwendete Terminal mit programmierbaren Tasten ausgestattet, können die wichtigsten Befehle auf jeweils eine Taste gelegt werden. Dadurch ist eine weitere Vereinfachung in der Handhabung erreicht.

Bei der Ausgabe der gepufferten Messungen auf einen permanenten Datenfile kann zwischen verschiedenen Ausgabeformen (je nach Gerät Maschinen-, Bild-, Modell- oder Landeskoordinaten) und Korrekturzuständen (affiner oder homogener Filmschrumpf, radiale Verzeichnung, Erdkrümmung) gewählt werden.

Die Struktur der ausgegebenen Daten entspricht dem PLANICOMP C-100. Damit sind die Meßergebnisse unmittelbar kompatibel mit den für den C-100 angelegten, allgemeinen Datenbereichen (General Files) sowie den zur Zeit angebotenen off line-Programmen: der modellweisen Streifen- oder Blockausgleichung (C105, PATM der TU Stuttgart /6/), der Bündelblockausgleichung (PATB der TU Stuttgart /7/, BLUH der TU Hannover /8/) und den DTM-Programmen (HIFI der TU München /9/).

Wie beim PLANICOMP werden neben Steuer- und Transformationsparameter auch Orientierungs- und Protokoll Daten verwaltet, so daß jederzeit ein Arbeitsbericht in Form eines Standard-Protokolls ausgegeben werden kann.

Ausdrucke, Dialoghinweise und Fehlermeldungen erfolgen in Klartext serienmäßig in englisch, deutsch, französisch oder spanisch. Die Auswahl der Dialogsprache wie auch der Umfang von Dialoghinweisen erfolgt durch einen jederzeit veränderlichen Steuerparameter. Da die Programmteile für die Textausgabe (Subroutinen) dem Benutzer auch als Quellprogramm zur Verfügung gestellt werden, ist eine nachträgliche Änderung oder Erweiterung des ausgegebenen Textes durch einen Programmierer möglich. Ebenso kann eine weitere Sprache hinzugefügt werden. Da das HP 2645-Terminal von Hewlett Packard auch mit Zeichensätzen für z.B. kyrillische, arabische oder japanische (Katakana) Schrift geliefert werden kann, ist damit erstmals eine bisher nicht vorstellbare Anpassung der photogrammetrischen Datenverarbeitung an besondere nationale Bedürfnisse möglich.

6. Ausblick

Das ZEISS-AS-Programmsystem zur interaktiven Auswertung an Komparatoren und Stereoauswertegeräten wird die digitalen Meßaufgaben der Photogrammetrie erheblich verbessern. Wesentlichen Anteil hat dabei die unmittelbare Prüfmöglichkeit der gemessenen Daten und der direkte Zugang des Auswerters zu den anderen, für die Weiterverarbeitung im Rechner-System vorhandenen Programmen. Fehler werden früher erkannt und damit wird ihre Ursache leichter aufzudecken sein, so daß zuverlässigere Messungen gewonnen werden. Interaktive Meßverfahren sind deshalb auch indirekt schneller.

Die sofortige Kontrolle gibt dem Auswerter mehr Sicherheit, der Zugriff auf die Weiterverarbeitung auch mehr Einblick in den gesamten Arbeitsablauf. Die gesteigerte Produktivität dieser Arbeitsweise geht deshalb nicht wie so oft in der Arbeitswelt zulasten der Arbeitsbedingungen. Im Sinne der heute so oft geforderten Humanisierung des Arbeitsplatzes erfährt der photogrammetrische Auswerter eine reale Aufwertung.

Der Erfolg einer interaktiven Software beruht wesentlich auf der Handlichkeit, der Flexibilität und der Transparenz der programmierten Möglichkeiten. Dem vorliegenden Programmsystem liegen umfangreiche Erfahrungen sowohl in der Software-Entwicklung (PLANICOMP) als auch in der photogrammetrischen Problemstellung und in der Arbeitsweise der Praxis zugrunde. Deshalb kann diese Programm-Entwicklung bereits heute als ausgereift angesehen werden.

Das AS-Programmsystem befindet sich in Verbindung mit dem ZEISS-PK 1 bereits seit Anfang 1979 in intensivem praktischen Einsatz 10%. Die bisherigen Erfahrungen sind ausnahmslos positiv. Bereits heute ist die interaktive Arbeitsweise bei den Benutzern nicht mehr wegzudenken. Es läßt sich vermuten, daß die off line-Methoden der digitalen Datenerfassung in der Photogrammetrie in wenigen Jahren der Vergangenheit angehören werden.

Literatur:

- /1/ Hobbie, D.: C 100-PLANICOMP, the analytical stereoplotting system from CARL ZEISS. Photogrammetric Engineering 11/1977.
- /2/ Hobbie, D.: Das ZEISS-STEREOCORD G 2, ein einfaches Stereomeßgerät für rechnerunterstützte Auswertungen. 35. Photogrammetrische Woche, 1975, Stuttgart.
- /3/ Schwebel, R.: Das neue photogrammetrische Datenerfassungs- und Übertragungssystem ECOMAT -12. Bildmessung u. Luftbildwesen 4/1976.
- /4/ Hobbie, D.: Der Präzisions-Stereokomparator PSK 2 mit elektronischer Registrieranlage ECOMAT -21. 33. Photogrammetrische Woche, 1971, Karlsruhe.

- /5/ Hobbie, D.: Interaktive Erfassung und Aufbereitung photogrammetrischer Daten mit dem ZEISS AS-Programmsystem für Minicomputer.
Bildmessung und Luftbildwesen 2/1980.
- /6/ Klein, H.: Aerotriangulation with C 100-PLANICOMP and the Stuttgart Programs,
Proceedings of the 36th Photogrammetric Week, 1977, Stuttgart.
- /7/ Klein, H.: Block Adjustment Programs for Minicomputers,
Comm. III, ISP-Symposium, 1978, Moscow.
- /8/ Jacobsen, H. u.
Worzyk, M.: Experience with bundle Block Adjustment on a minicomputer,
Comm. III, 14. ISP-Congreß, 1980, Hamburg.
- /9/ Ebner, H., HIFI - Ein Minicomputerprogrammsystem für Höhen-
Hofmann-W.,B., interpolation mit finiten Elementen,
Reiss, P., Comm. IV, 14. ISP-Kongreß, 1980, Hamburg.
Steidler, F.:
- /10/ Seiler, H.: Praktische Erfahrungen mit dem Programmsystem Bündel-
ausgleichungen,
Comm. III, 14. ISP-Kongreß, 1980, Hamburg.

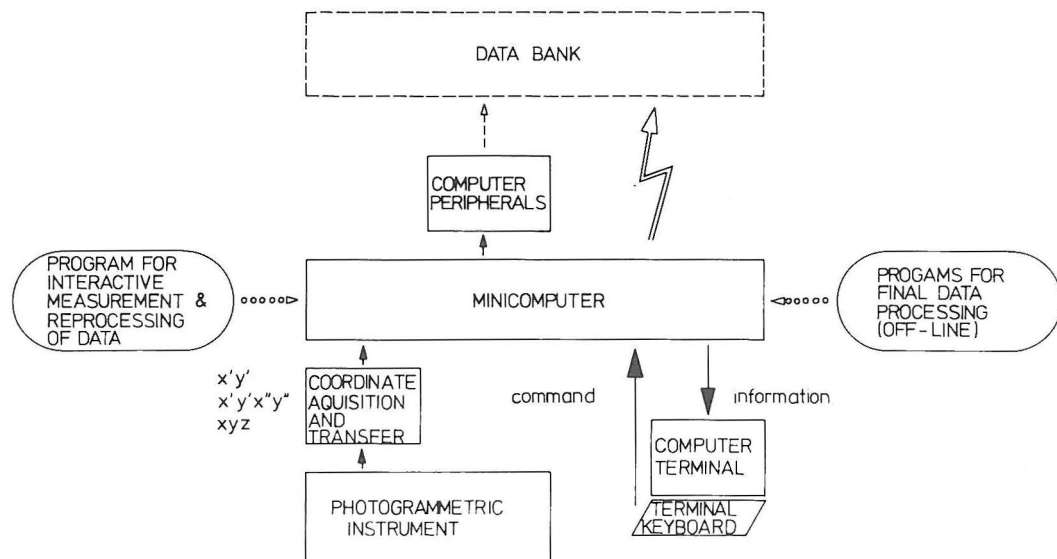


Fig. 1.: System-Konfiguration für interaktive photogrammetrische Messungen

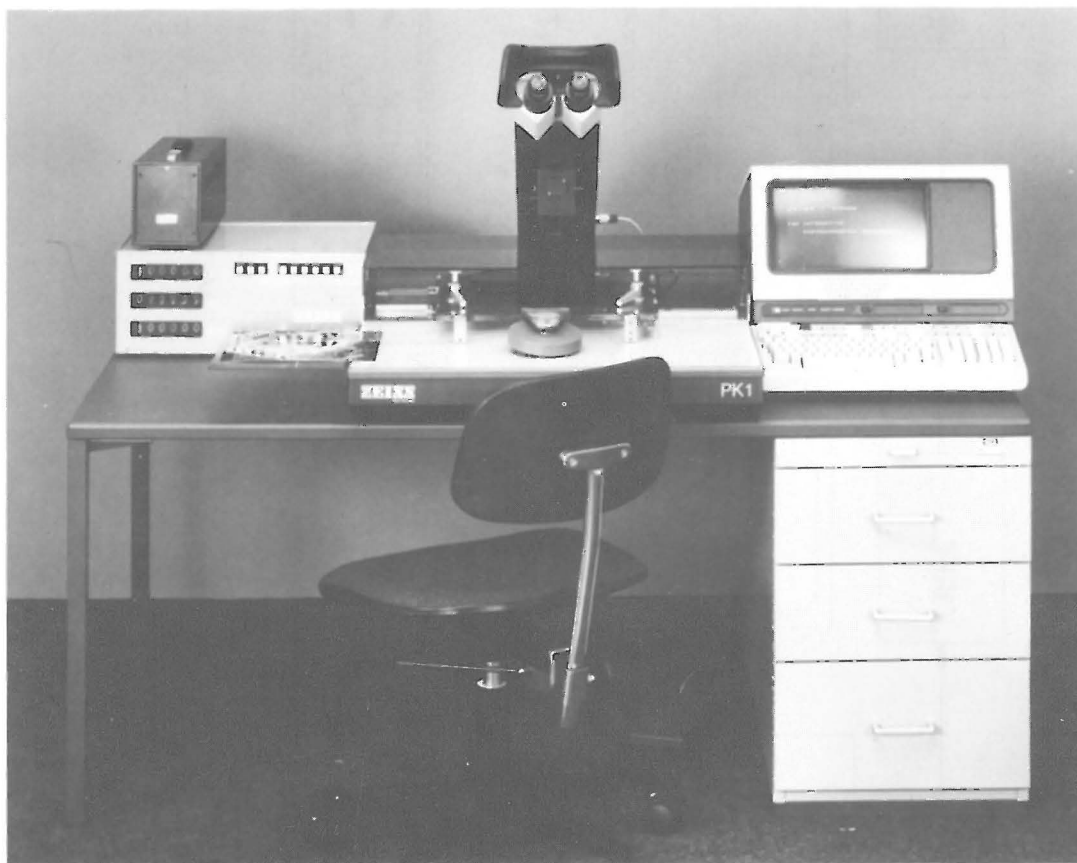


Fig. 2.: ZEISS-Monokomparator PK-1, angeschlossen an einen HP 1000-Computer für interaktive Messungen mit dem PK 1-AS-Programm

Fig. 3.: Nutzung der Hardware und software für interaktive Messungen am Beispiel des PK-1

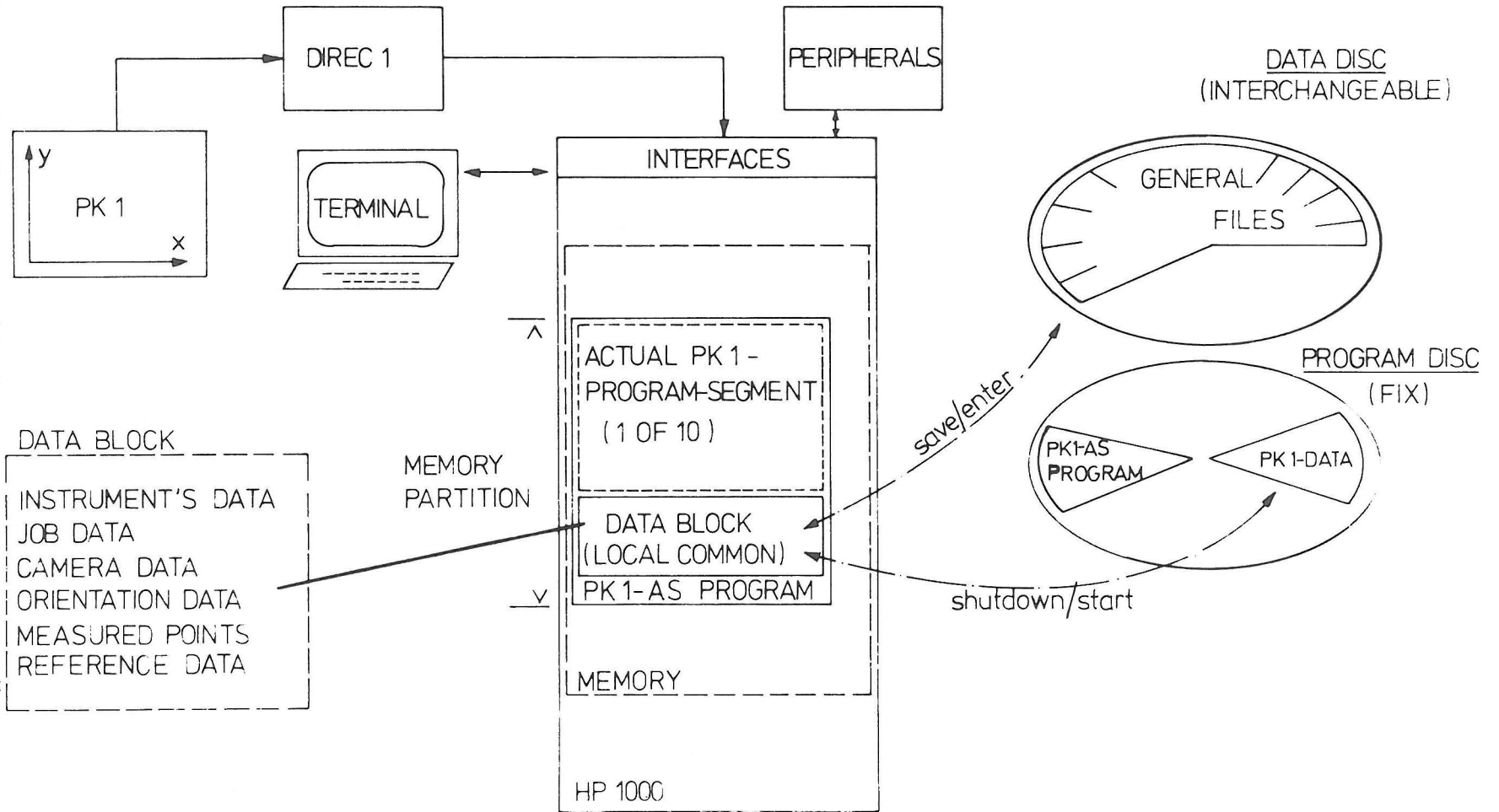


Fig. 4.: Übersicht über die Menue-Befehle des PK 1-AS-Programms

PK 1 - MENUE	RAHMENMARKEN FIDUCIALS .. F	MESSUNGEN MEASUREMENTS .. M	REFERENZ REFERENCE .. R	REGISTER REGISTER .. #	ALLE ALL .. A	JOB JOB .. J
STORE ST.	STF	n	---	ST ,reg,n,x,y,stat	---	---
DISPLAY DP.	---	DPM,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	DPR,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	DP# reg	---	---
DELETE DL.	---	DLM,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	DLR,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	DL# reg	---	---
SKIP SK.	---	SKM,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	SKR,n ₁ ,n ₂ ..n ₁₀	SK# reg	---	---
RENUMBER RN.	---	RNM,n _{alt} ,n _{neu}	RNR,n _{alt} ,n _{neu}	---	---	---
LIST LI.	LIF	LIM	LIR	---	LIA	LIJ
CLEAR CL.	CLF	CLM	CLR	---	CLA	CLJ
SAVE SA.	SAF	SAM	---	---	---	SAJ
REENTER RE.	---	REM _{reference}	RER _{reference}	---	---	---
RELATIVE ORIENTATION	ROR					
PARAMETER CONTROL		PAR				
EDIT GENERAL FILE			FIL			
END OF PROGRAM				END		
NEXT PHOTO						NEX = LIJ + LIF + LIM + SAJ + CLF + CLM + PAR _(NOPH)