

RECHNERGESTÜTZTE STEREOAUSWERTUNG

INSTRUMENTELLE MÖGLICHKEITEN UND VORAUSSETZUNGEN

von R. Schwebel, Oberkochen

1. Einleitung

Im Hinblick auf den heute weitverzweigten Einsatz von Rechnern in der Photogrammetrie sei zuerst versucht, den Begriff "rechnergestützte Stereoauswertung" zu umreißen und gegenüber den Begriffen "Registrierung" und "rechnergesteuerte Auswertung" abzugrenzen.

Als rechnergestützte Stereoauswertung wird die Auswertung mittels Stereoauswertegerät und gegebenenfalls Zeichentisch und einem on-line angeschlossenen Rechner verstanden, bei der die Meßwerte - Modell- oder Bildkoordinaten - datentechnisch und interaktiv zum Zwischen- oder Endergebnis verarbeitet werden (Bild 1).

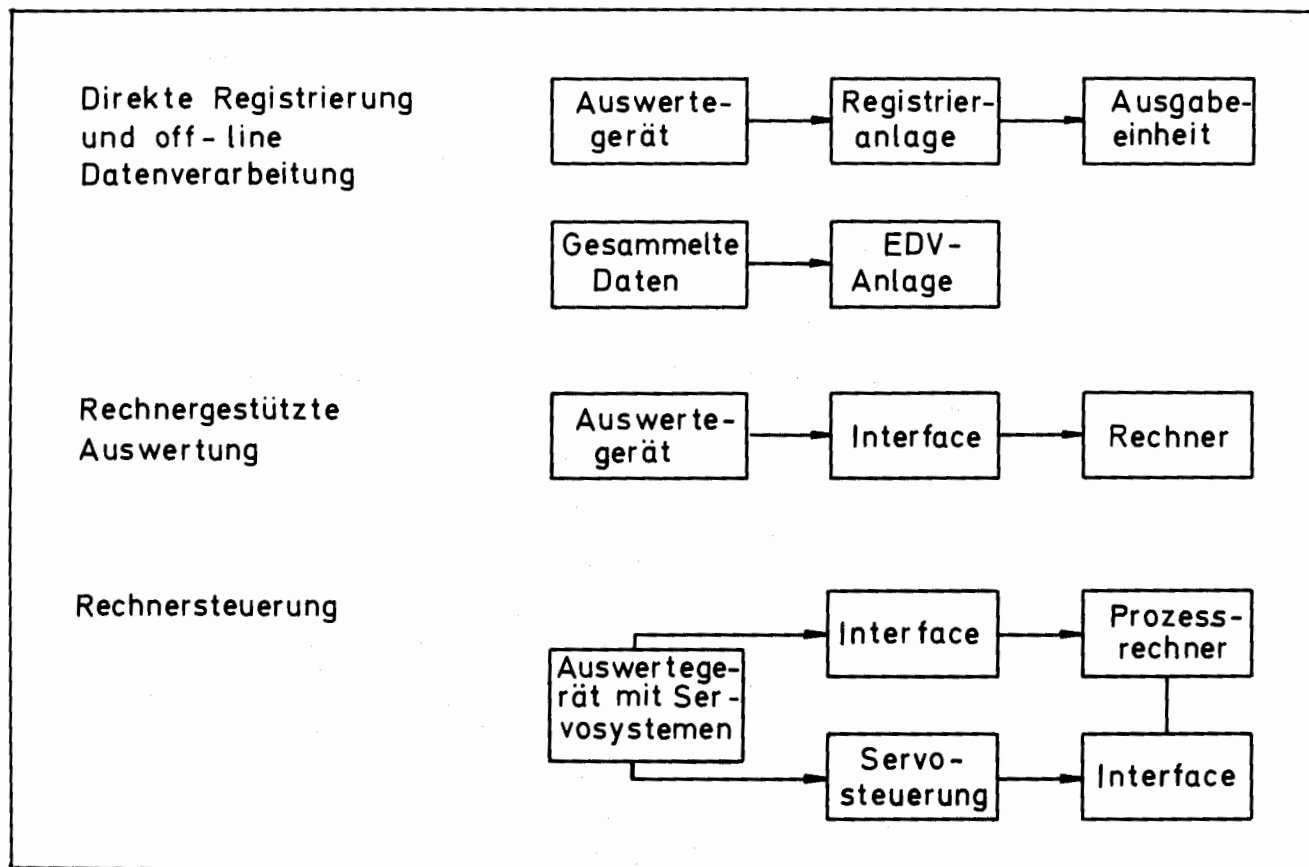


Bild 1: Registrierung, Rechnerstützung und Rechnersteuerung

Unter Registrierung versteht man allgemein das Ablegen von verarbeiteten oder unverarbeiteten digitalen Informationen auf einen Datenträger. Hier sei unter direkter Registrierung die Ausgabe von manuell gegebenen Punktnummern oder Objektcodes und der unveränderten Meßwerte auf einen EDV-kompatiblen Datenträger verstanden. Es muß hier betont werden, daß bisher mit geringen Ausnahmen die gesamte photogrammetrische Datenverarbeitung über die direkte Registrierung und Off-line-Berechnung auf externen Rechnern vor sich ging. Da wesentliche Aufgaben der numerischen Photogrammetrie, z. B. die gesamte Aerotriangulation, die Datensammlung verlangen, wird die direkte Registrierung auch in Zukunft wesentliche Bedeutung haben.

Bei der Rechnersteuerung werden bestimmte Gerätefunktionen - z. B. die Modellbildung bei einem Gerät des Typs Analytical Plotter - automatisch von einem Rechner gesteuert. Ebenso können bestimmte Bewegungsabläufe, z. B. das Scannen eines Modelles, von einem Rechner gesteuert werden. Wird der Rechner zusätzlich zur Weiterverarbeitung, z. B. der Modellkoordinaten zu Terrainkoordinaten, verwendet, so liegt eine rechnergestützte Auswertung mit einem rechnergesteuerten Auswertegerät vor.

2. Instrumentelle Möglichkeiten

Die Voraussetzungen für eine rechnergestützte Auswertung sind heute gegeben, da

- a) die Auswertegeräte digitalisiert und die Meßwerte automatisch zu einem Rechner übertragen werden können und
- b) ein Spektrum an geeigneten und preisgünstigen Rechnern angeboten wird.

Im folgenden werden die möglichen Hard-ware-Konfigurationen eines rechnergestützten Auswertesystems erläutert. Die einzelnen Komponenten sind im Bild 2 dargestellt. Auswertegerät, Interface, Rechner und Operateur sind die in jedem Fall vorhandenen Basiskomponenten. Die einzelnen Konfigurationen unterscheiden sich in Abhängigkeit von der Aufgabenstellung

- a) im eingesetzten Rechnertyp (Mikro-, Mini- oder Tischcomputer)
- b) in den an den Rechner angeschlossenen Peripheriegeräten (Zeichentisch, Ausgabegerät) und
- c) in dem Maß der Interaktivität zwischen Produkt und Operateur.

Ein einfaches, zur graphischen Kartierung hin orientiertes System ist der von einem Mikroprocessor gesteuerte, teilautomatische Digitalzeichentisch, wie er mit dem DZ 5 realisiert wurde (Bild 2). Zwischen Operateur und Tisch besteht wie bei der klassischen Kartierung ein geringes Maß an Interaktivität.

Ein zweites, für die digitale Auswertung typisches rechnergestütztes System enthält entweder nur Basiskomponenten oder Basiskomponenten und ein Ausgabegerät (Bild 2). Eine erste Version dient z. B. der rechnergestützten absoluten Orientierung; die Einstellparameter werden im Anschluß an eine räumliche Helmert-Transformation berechnet, angezeigt und vom Operateur am Auswertegerät eingestellt. Mit einem rechnerkompatiblen Datenträger - also z. B. Lochstreifen oder Magnetband - können, wie im Programmsystem STATREC und DYNREC erfolgreich realisiert, Transformationen und rechnergestützte Registrierungen ausgeführt werden. Zwischen Operateur und Rechner besteht eine indirekte Interaktivität, indem der Operateur nach Rechenergebnissen Einstellungen vornimmt und Entscheidungen trifft. Wie z. B. bei dem Programmsystem ABSOR (absolute Orientierung) realisiert, ist bei der Bestimmung der Transformationsparameter durch Listenmanipulation (Elimination von Punkten, Neumessungen usw.) ein Maß an Interaktivität erreicht, wie es bei Off-line-Systemen kaum möglich ist. Der Vorteil der On-line-Methode, Fehler unmittelbar bei der Auswertung zu erkennen und zu beseitigen, ist hier offensichtlich.

Ein drittes, wieder zur Kartierung hin orientiertes System ist mittels Bildschirm stark interaktiv: der Operateur kann das auf dem Bildschirm dargestellte Produkt manipulieren und bei bestimmten Aufgaben zu einem kompletten Manuskript ergänzen. Die verarbeitete Information kann entweder auf einem Zeichentisch gezeichnet oder auf einem Datenträger zwecks Off-line-Kartierung gespeichert werden (Bild 2).

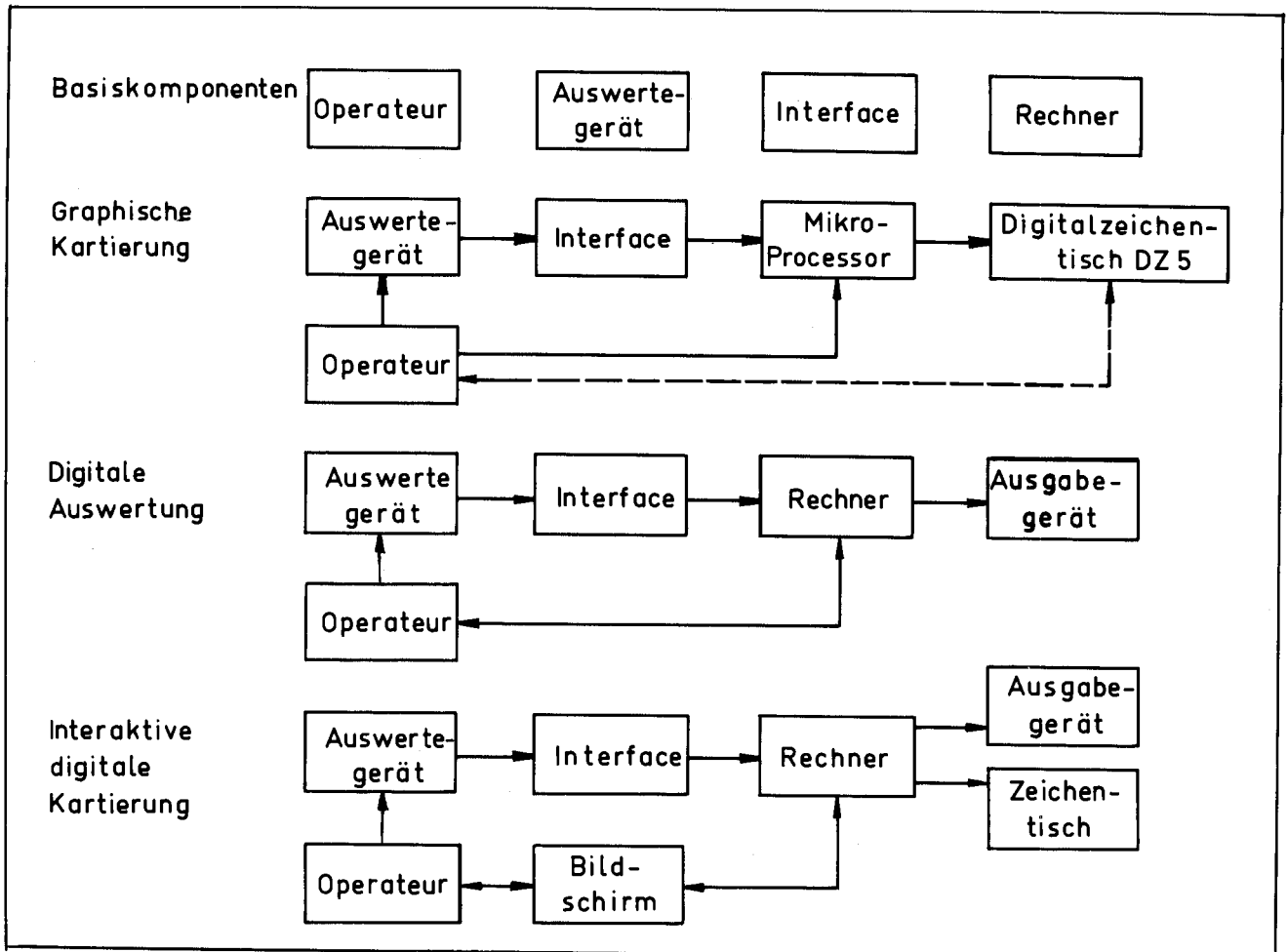


Bild 2: Instrumentelle Möglichkeiten von rechnergestützter Auswertung

Hier gilt insbesondere: Je höher Ansprüche und Automationsgrad, desto höher die Forderung an die Computerkonfiguration und an das Programmsystem. Zur rationellen Nutzung der Computerhardware wird der multiple Betrieb mit mehreren Datenerfassungsstationen praktiziert. Bei komplexen Systemen kann eine Off-line-Lösung rationeller sein.

3. Gerätebeschreibung DIREC

Zwischen Auswertegerät und Rechner steht eine allgemein als Interface bezeichnete Einrichtung, die die Aufgabe hat, die Meßdaten zum Rechner zu übertragen. Eine Minimalausführung eines Interface würde die Digitalisierung der Modellkoordinaten und deren manuell vom Operateur ausgelösten Übertragung zum Rechner bewerkstelligen. Eine Maximalausführung eines Interface würde wie ein Rechnerterminal den kompletten Datenverkehr vom und zum Rechner ermöglichen und über Eingabemöglichkeiten (Tastatur) sowie Anzeigeeinrichtungen für Rechenergebnisse verfügen.

Wir haben bei der Konzipierung des als Interface dienenden DIREC 1 einen Kompromiß zwischen einer Minimal- und einer Maximalausführung geschlossen, um dem Photogrammeter einen brauchbaren, jedoch preisgünstigen Rechneranschluß bieten zu können (Bild 3).

Gegenüber einer Minimalausführung verfügt das DIREC zusätzlich über

- a) eine Anzeige der Zählerkoordinaten x, y, z ,
- b) eine Echt-Zeit-Schleife und
- c) eine Programmaufruftastatur.

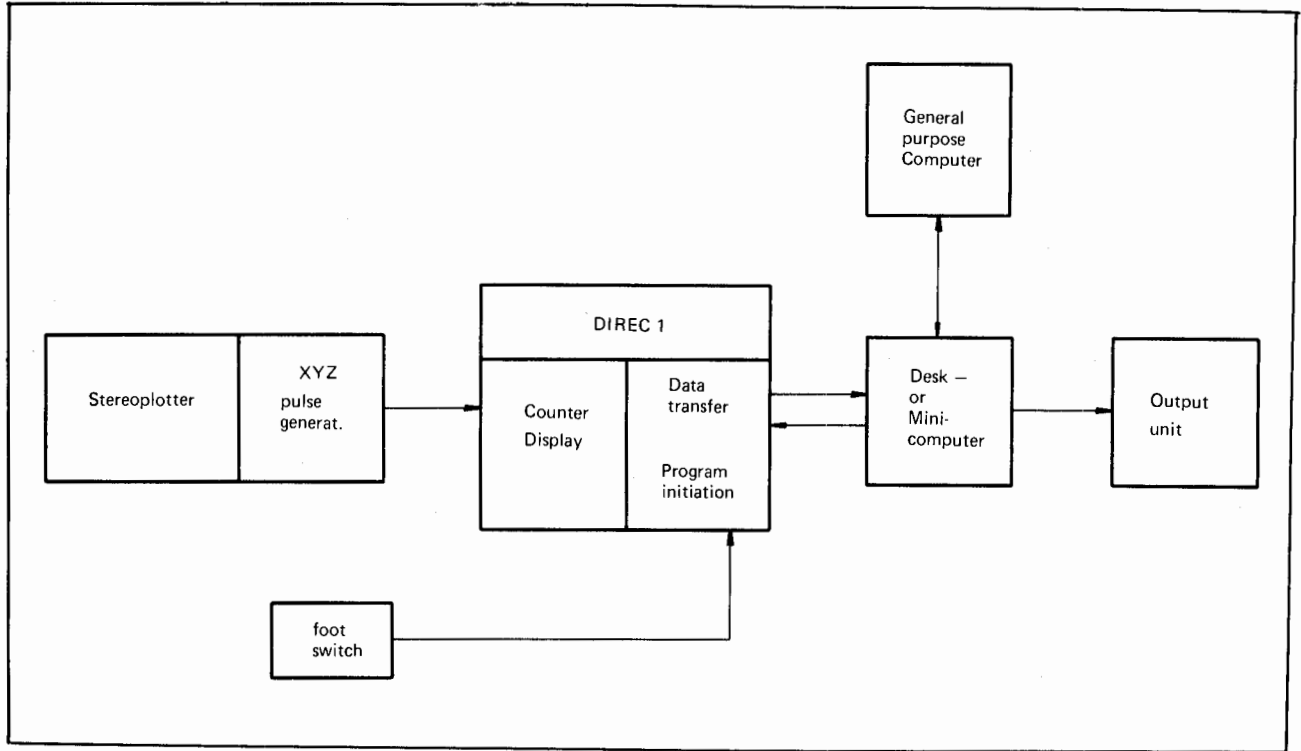


Bild 3: Funktionsschema DIREC 1

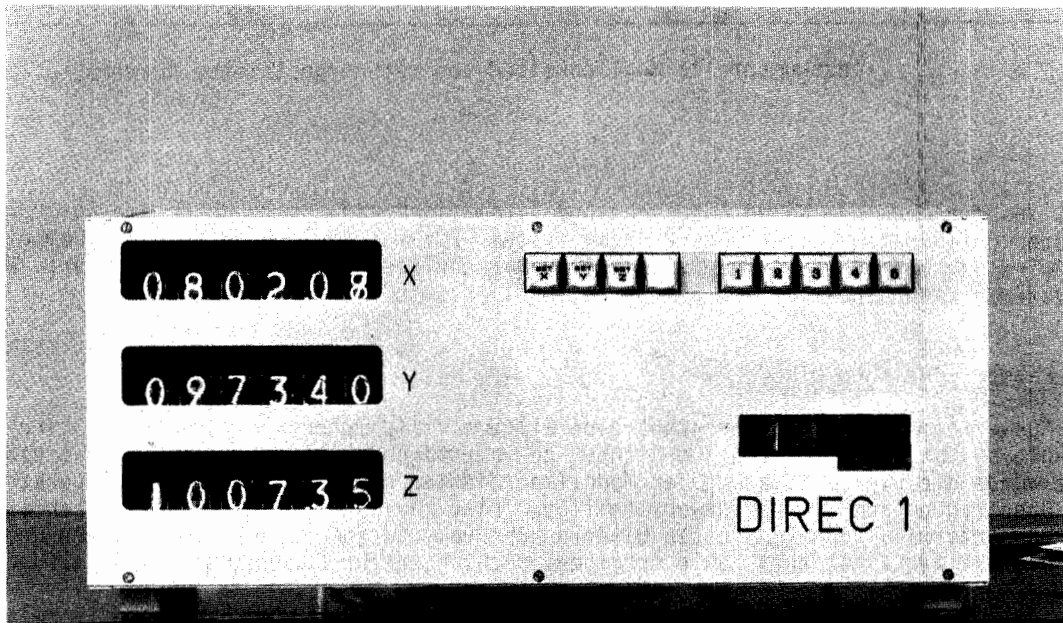


Bild 4: DIREC 1 (Frontalansicht)

- Zu a) Auf die Anzeige wurde nicht verzichtet, um das Gerät unabhängig von einem Rechner zum Ablesen von Modellkoordinaten benutzen zu können.
- Zu b) Die Zählerkoordinaten werden automatisch und zyklisch in einer Echt-Zeit-Schleife übernommen, in Modell- oder Terrainkoordinaten transformiert und am Rechner kurzzeitig angezeigt.
- Zu c) Zum schnellen Aufruf von Benutzerprogrammen sind am DIREC 5 Tasten vorhanden, durch die die Befehlsfolgen zum Programmaufruf z. B. beim HP 9810

stop
goto
label
i
continue

zu einem Befehl zusammengefaßt werden.

Die Elektronikeinheit des DIREC 1 ist in Bild 4 abgebildet.

Der Aufbau der Echt-Zeit-Schleife und die darin enthaltene Abfrage der Programmtasten ist im Bild 5 dargestellt.

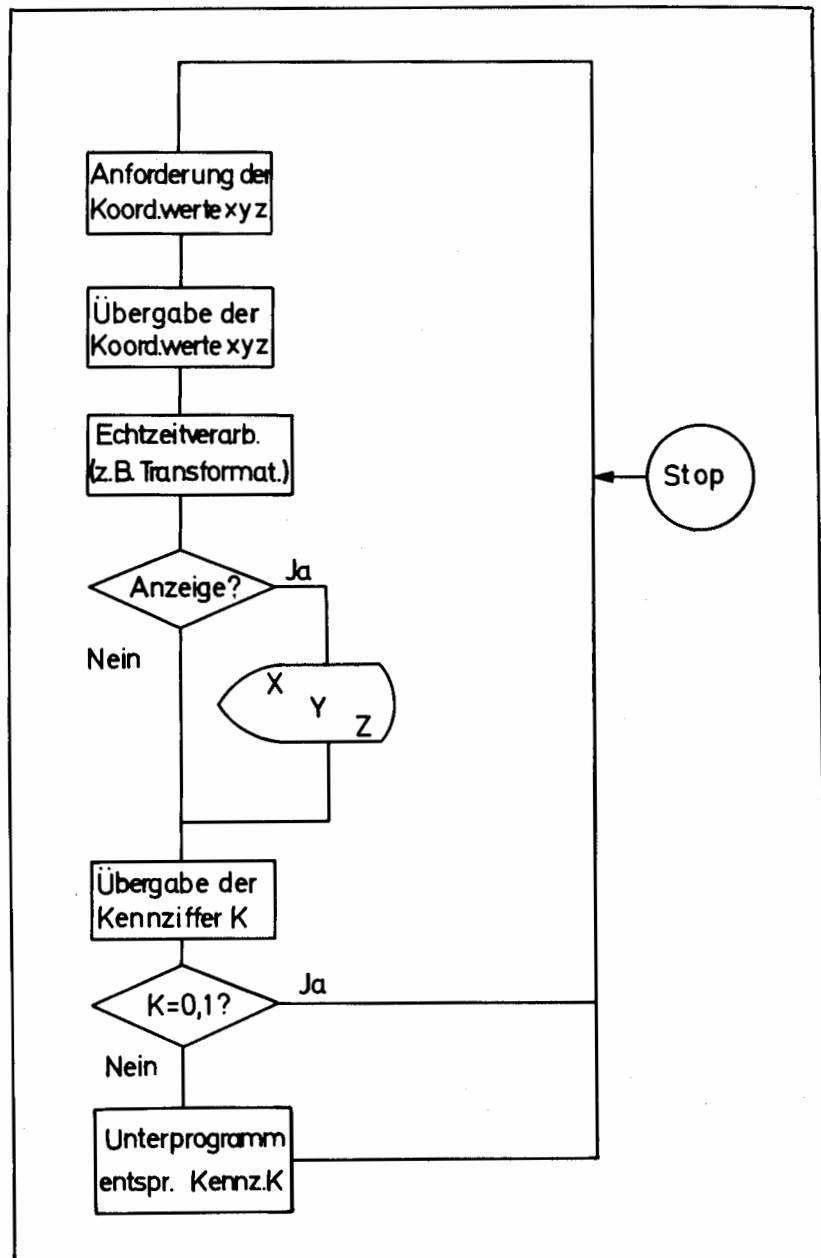


Bild 5: Echt-Zeit-Schleife

An das DIREC sind geräteseitig PLANIMAT, PLANICART, PLANITOP und STEREOCORD jeweils mit Linear- oder Rotationsimpulsgeber anschließbar. Die Schnittstelle DIREC 1-Rechner wurde so gestaltet, daß die HP-Tischrechner der Serie 9800, also 9810, 9815, 9820 und 9830 steckerkompatibel und die HP- und DEC-Minicomputer mit Pegelanpassung anschließbar sind. Die Rechner der Serie 9800 sind jeweils mit dem HP I/O Interface und dem Peripherie-ROM auszustatten.

Das DIREC 1 ist zusammen mit dem Digitalzeichentisch DZ 5 ein Baustein in dem digitalen Erfassungs- und Verarbeitungssystem für die Zeiss'schen Auswertegeräte (Bild 6). Zusätzlich zu der in Bild 6 dargestellten Möglichkeit (Interface zum Minirechner für rechnergestützte Zeichentischsteuerung) kann das DIREC an den Parallelausgang wie ECOMAT gelegt werden, so daß z. B. eine rechnergestützte absolute Orientierung und anschließend eine Kartierung mittels DZ 5 ausgeführt wird. Für den Fall, daß die Steuerung des Zeichentisches vom Minicomputer vorgenommen wird, kann dieser auch die Aufgaben des Geradenzeichners übernehmen; der Geradenzeichner SL ist deshalb als Zusatz konzipiert, der im Bedarfsfall an den DZ 5 angeschlossen werden kann.

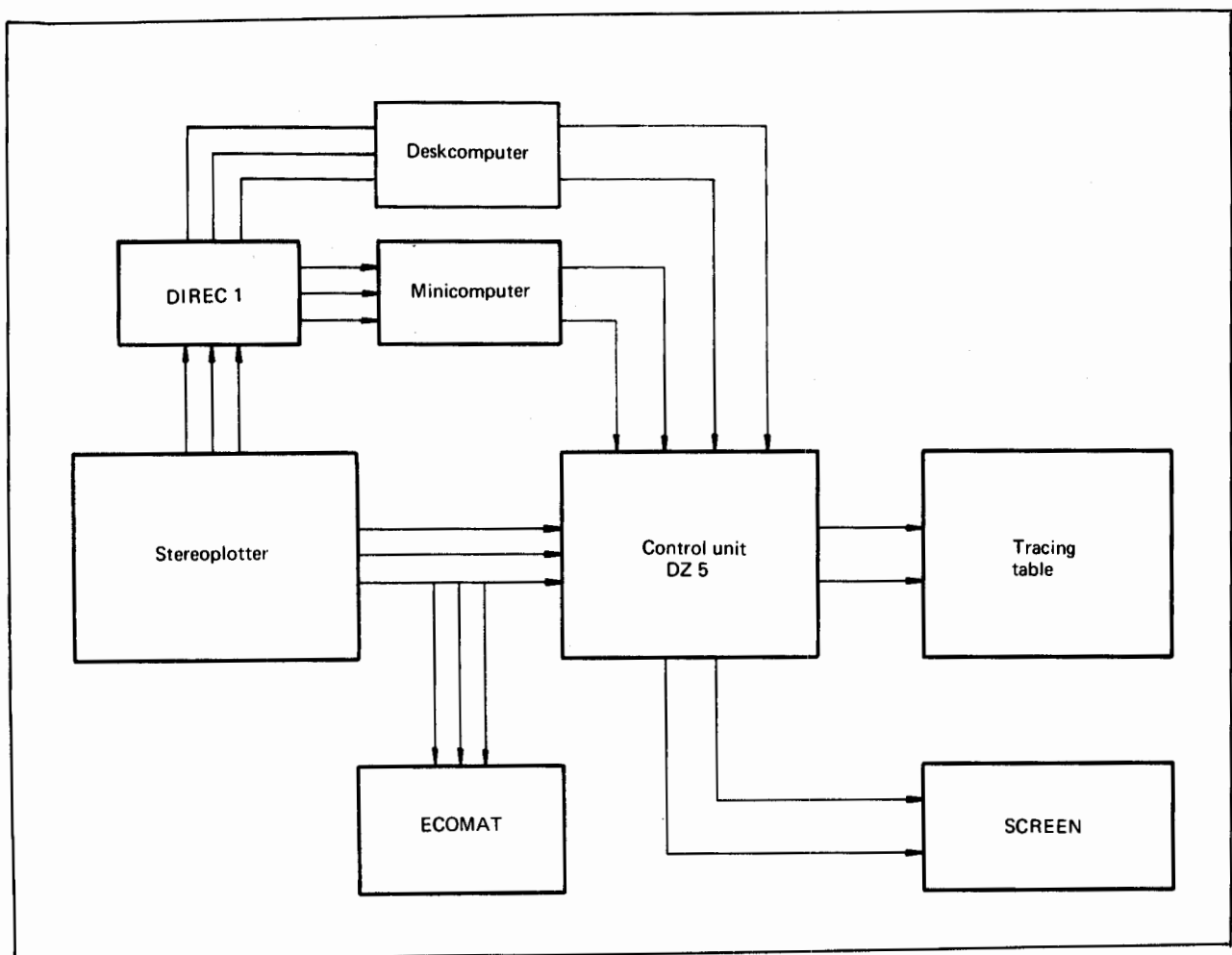


Bild 6: Digitales Erfassungs- und Verarbeitungssystem für Zeiss-Analogauswertegeräte

4. Registrierung mit Rechner

Wie bekannt ist, können an Tisch- und Minirechner Peripheriegeräte angeschlossen werden, die die Registrierung von Daten auf rechnerkompatiblen Datenträgern erlauben. Im weiteren wird diese Registrierungsmethode - unabhängig ob Originalmeßwerte oder verarbeitete Daten ausgegeben werden - verglichen mit der Registrierungsmöglichkeit einer Hardware-Registrieranlage wie ECOMAT. Die Parameter der Registrierung sind

Datenträger
 Code
 Formatierung der Daten
 Kommentierung und
 Ausgabegeschwindigkeit.

Es sei bemerkt, daß die Vielfalt der Parameter nicht vom Gerätehersteller vorgegeben wurde, sondern sich aus den Forderungen der Benutzer ergibt. Die Benutzer selbst müssen sich bei einem Teil der Parameter, z. B. Code, nach den Rechnergegebenheiten orientieren. Der Vergleich beider Systeme gemäß Bild 7 zeigt, daß in den Punkten Formatierung und Kommentierung etwa Gleichwertigkeit besteht, in den Punkten Datenträger und Codierung die Möglichkeiten der Hardware-Registrieranlage umfassender sind.

	ECOMAT	DIREC 1 mit HP 9810 A
Kompatibler Datenträger		
Klartext	ja	ja
Ausgabe	ja	nein
Eingabe	ja	ja
Lochstreifen	ja	ja
Lochkarte	ja	nein
Magnetband	ja	ja
Codierung auf Datenträger	Beliebig für alle Datenträger	Für anschließbare Datenträger jeweils ein Code
Formatierung	Beliebig	In weiten Grenzen veränderbar
Kommentierung (Punktnummer, Objektcode)	Beliebig	Beliebig
Ausgabegeschwindigkeit	Nur vom Ausgabegerät abhängig	Zähler-Koordinaten: max. 10 Reg/sec Terrain-Koordinaten: max. 5 Reg/sec
Komfort	Hoch	Gut
Registrierkriterien	Beschränkt	Nicht beschränkt

Bild 7: Vergleich ECOMAT - DIREC 1 für Registrierzwecke

Bezüglich der Geschwindigkeit unterliegt die Hardware-Registrieranlage keinen Beschränkungen. Die Zykluszeit der Echt-Zeit-Schleife des Systemes DIREC-HP 9810 beträgt bei Zählerkoordinaten 0,1 sec und bei transformierten Terrainkoordinaten 0,2 sec. Demnach können auch hier relativ hohe Registrierfrequenzen mit mindestens 5 Registrierungen/sec erreicht werden, sofern die blinkende Anzeige am Rechner abgeschaltet ist. Diese hohe Frequenz der Echt-Zeit-Berechnung ist auch Voraussetzung für eine Punkteinstellung nach Landeskoordinaten, wie sie z. B. für Stationierungspunkte bei Profilmessungen günstig ist. Für die automatische Registrierung können beim Rechner-Registriersystem verfeinerte Kriterien wie z. B. Registrierauslösung nach konstanten Krümmungsintervallen zur Anwendung gebracht werden.

Insgesamt kann beurteilt werden, daß für den Fall der reinen Registrierung Hardware-Registrieranlagen universeller und komfortabler sind. Sind bei einem Rechner-System keine speziellen Programmaufruftasten vorhanden, so ist die Bedienung des Systems umständlich und irrtumsanfällig. Liegen zusätzlich Rechenaufgaben vor und besteht die Möglichkeit, sich in der Codierung an den Rechner anzupassen, so kann das Rechnerregistriersystem empfohlen werden.

5. Grundsätze zur Programmentwicklung und Programmhandhabung

Zur Überleitung zum Beitrag von Herrn Prof. Dorrer möchte ich einige der Grundsätze nennen, die bei der Gestaltung der Programme eingehalten und verfolgt wurden, soweit sie Rückwirkung auf die hardware und die Handhabung des Gesamtsystemes hatten:

- a) Zur Verbreitung von rechnergestützten Methoden wurde es als notwendig erachtet, zusätzlich zu den hardware-Komponenten ein leistungsfähiges Software-System zu entwickeln und dem Photogrammeter anzubieten.
- b) Im Hinblick auf die hohe Leistungsfähigkeit von Tischrechnern - das Ergebnis der Entwicklung hat dies bestätigt - wurde das Programmsystem für einen geeigneten Tischrechner (HP 9810) entwickelt und steht programmiert zur Verfügung. Im Lieferprogramm des DIREC ist zusätzlich eine allgemeine Programmbeschreibung mit Strukturdiagrammen enthalten, die es bei entsprechenden Kenntnissen des Benutzers erlaubt, das Programmsystem auf andere Tischrechner oder Minicomputer zu übertragen. Wie die aufwendige Software-Entwicklung gezeigt hat, ist in einem derartigen Falle zu überprüfen, ob es nicht wirtschaftlicher ist, einen preisgünstigen Rechner zu vorhandener software zu beschaffen als ein komplexes Programmsystem zu schreiben.
- c) Es wird nicht verlangt, daß das System mit einer Minimalconfiguration des Rechners auskommt; der Rechner wird in die Bedienung, z. B. Eingabe von Punktnummern mittels Rechnertastatur, unmittelbar miteinbezogen.
- d) Das Programmsystem soll in zusammengehörige Gruppen aufgeteilt sein, so daß Programme nur aufgerufen - bei häufigen Benutzerprogrammen über die Programmwahltasten des DIREC - nicht jedoch neu eingelesen werden müssen, was die Bedienbarkeit des Systemes wesentlich fördert.
- e) Die Interaktivität soll so groß wie möglich sein.
- f) Bei der Programmentwicklung haben Grundprogramme (z. B. Echt-Zeit-Schleife) und häufig vorkommende Benutzerprogramme (z. B. absolute Orientierung) Vorrang vor speziellen Benutzerprogrammen.

Die Entwicklung des vorliegenden Hard- und Software-Systemes soll dazu beitragen, der rechnergestützten Auswertung in der photogrammetrischen Praxis weitere Geltung zu verschaffen.

Rechnergestützte Stereokartierung - Instrumentelle Möglichkeiten und Voraussetzungen

von R. Schwebel, Oberkochen

Zusammenfassung:

Als rechnergestützte Stereoauswertung wird die Auswertung mittels Analog-Auswertegerät und einem on-line angeschlossenen Rechner bezeichnet, bei der die Meßwerte datentechnisch und interaktiv zu Zwischen- oder Endergebnissen verarbeitet werden. Von den verschiedenen Möglichkeiten einer Rechnerstützung wurde ein einfaches System mit dem DIREC 1 und einem Tisch- oder Mini-computer realisiert. Das DIREC 1 überträgt in einer Echt-Zeit-Schleife die Modellkoordinaten zum Rechner und ist außerdem mit einer Tastatur zur einfachen Initiierung von oft gebrauchten Benutzer-Programmen ausgestattet. Mit der Kombination DIREC 1 - Minirechner und Minirechner - Digital-Zeichentisch DZ 5 stehen die Hardware-Komponenten eines rechnergestützten Kartiersystemes zur Verfügung.

Die mit Rechnerstützung lösbaren Aufgaben werden gegenüber der Datenregistrierung und der Rechnersteuerung abgegrenzt und in ihrer Bedeutung für die Photogrammetrie bewertet. Möglichkeiten und Grenzen der Kombination DIREC 1 - Tischrechner werden am Beispiel des HP 9810 beschrieben und auf die mit Professor Dorrer festgelegten Grundsätze des interaktiven Verkehrs zwischen Operateur und Rechner hingewiesen.

Computer-supported stereoplotting - instrumental possibilities and conditions

Abstract

The term "computer-supported stereoplotting" is generally used for work with an analog plotting machine and an on-line computer, in which the measurement data are interactively processed into intermediate and final results. From the various possibilities of computer-supported work, a simple system has been realized which consists of a DIREC-1 and a desk calculator or mini-computer. The DIREC-1 transmits the model coordinates to the computer in a real-time loop and also has a keyboard for the simple initiation of frequently recurring user programs. With the combination of DIREC-1 and minicomputer on the one hand and minicomputer and DZ-5 digital tracing table on the other, the hardware components of a computer-supported plotting system are thus available.

The paper outlines the tasks that can be solved by computer-supported work as compared with data recording and computer control and analyzes their importance in photogrammetry. The capabilities and limits of the DIREC-1/desk calculator combination are described using the HP-9810 as an example, and the rules for interactive conversation between operator and computer fixed with Professor Dorrer are outlined.

Stéréorestitution assistée par ordinateur - possibilités et conditions instrumentales

Résumé

La stéréorestitution assistée par ordinateur s'opère au moyen d'un appareil stéréorestituteur analogique, associé en on-line avec un ordinateur qui assure le traitement électronique et interactif des valeurs mesurées pour fournir des résultats intermédiaires ou des résultats finaux. Parmi différentes possibilités de réalisation pratiques, on a choisi un système relativement simple, comprenant une unité DIREC 1 et un ordinateur de table ou un miniordinateur. L'unité DIREC 1 transmet les coordonnées-modèle à l'ordinateur dans une boucle en temps réel. Elle possède en outre un clavier de touches qui sert à l'initialisation de programmes d'utilisateur fréquemment utilisés. La combinaison DIREC 1 - miniordinateur et miniordinateur - table traçante digitale DZ 5 est disponible comme ensemble hardware pour un système de stéréorestitution assisté par ordinateur.

L'exposé définit les travaux exécutable avec un tel système, en dehors de l'enregistrement des données et de la commande par ordinateur, puis examine leur signification pour la photogrammétrie. Il se base sur le calculateur de table HP 9810 pour décrire les possibilités et les limites de la combinaison DIREC 1 - calculateur de table. Il mentionne encore le principe énoncé par le professeur Dorrer au sujet de la communication interactive entre l'opérateur et l'ordinateur.

Restitución estereoscópica a base de computadoras -
posibilidades y condiciones instrumentales

Resumen

Como restitución estereoscópica a base de computadoras se denomina la restitución mediante un aparato analógico y una computadora on-line, en la que se procesan los datos obtenidos de forma interactiva hasta obtener resultados intermedios o finales. De las varias posibilidades de la restitución con computadora se realizó un sencillo sistema compuesto del DIREC-1 y una calculadora de sobremesa o una minicomputadora. El DIREC-1 transmite las coordenadas del modelo en un lazo de tiempo real a la computadora y, además, tiene un teclado para el iniciado sencillo de programas de usuario utilizados frecuentemente. En la combinación del DIREC-1 con una minicomputadora con una minicomputadora y la mesa de dibujo digital DZ-5 están disponibles las componentes hardware de un sistema de restitución a base de computadora.

Las tareas a solucionar con estos sistemas se delimitan respecto al registro de datos y al mando por computadora y se evalúa su importancia para los fines de la fotogrametría. Se describen las posibilidades y límites de la combinación DIREC-1/calculadora de sobremesa, citando el ejemplo de la HP-9810 y se indican las normas fijadas con el profesor Dorrer para el diálogo interactivo entre operador y calculadora.