

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie
Hamburg 1980

Kommission II

Hans-Wolfgang Faust

CARL ZEISS, Oberkochen, West Germany

ORTHOCOMP Z-2, DER ANALYTISCHE ORTHOPROJEKTOR VON CARL ZEISS

Abstract:

With the Z-2 ORTHOCOMP CARL ZEISS, Oberkochen, introduces a new analytical orthoprojector. The system is controlled by an HP 1000 minicomputer; the optical transformation is effected on the principle of differential first-order rectification (secants). The programs are based on an analytical mathematical model which permits the use either of model or terrain profiles. The SCAN main program controls the rectification of vertical and oblique photographs and of panoramic photographs. The parameters of exterior orientation can be determined with the aid of the ORIENT program. The PRINT program allows alphanumeric and cartographic symbols to be included in the orthophoto. Further programs, such as PARAMETER, DENSITY, LIST, are used for parameter input, for measuring the optical density of the image and for printout. The HIFI special program (H. Ebner et d., Munich) finally permits the computation of vertical profiles and contour lines on the basis of digital height models.

The system which uses some of the electronic and mechanical components of the time-tried C-100 PLANICOMP analytical plotter is ideally suited for the rapid, economical and autonomous production of high-grade photomaps.

1. Einleitung

Die Geschichte der Orthophotographie reicht mehr als 60 Jahre zurück: Erste theoretische Anregung von Horn, 1916, erste praktische Versuche von Lacmann, 1931. Entsprechend den technischen Möglichkeiten dominierten zunächst analoge Instrumente, wie z.B. der Orthoprojektor Gigas-Zeiss GZ-1, der nach dem ISP-Kongreß in Lissabonn 1964 weite praktische Anwendung fand und damit zur Einführung der Orthophotographie in die photogrammetrische Praxis als Mittel zur schnellen Produktion ganzer Kartenwerke wesentlich beitrug.

In der Zwischenzeit sind in der Datenverarbeitung, den Speichermedien sowie der Digital- und Servotechnik erhebliche Fortschritte erzielt worden, die in der Photogrammetrie den analytischen Stereo-Auswertegeräten mit dem ISP-Kongreß in Helsinki 1976 zu einem viel beachteten Durchbruch verhelfen. Wesentlichen Anteil hieran hatte CARL ZEISS, Oberkochen, mit dem PLANICOMP C-100.

Es galt nun, diese Möglichkeiten auch für die Orthophotographie zu nutzen. Für ein derartiges Gerät waren insbesondere folgende Anforderungen zu stellen:

- Hervorragende Bildqualität
- Flexibilität bezüglich des Eingabematerials und der Ergebnisse
- Integration in ein Datenverarbeitungssystem für digitale Geländemodelle
- Weitgehende Autarkie von vorverarbeitenden Geräten oder Rechnern.

Das Ergebnis ist der ZEISS-ORTHOCOMP Z-2, der zum ISP-Kongreß, 1980, in Hamburg, vorgestellt wird und kurz danach in ersten Seriengeräten zur Auslieferung kommt. Es handelt sich dabei um ein analytisches Gerät mit optischer Projektion, bei dessen Entwicklung die Erfahrungen mit dem PLANICOMP C-100 und mit dem Orthoprojektor GZ-1 zusammenflossen.*

2. Analytischer Orthoprojektor

Bezüglich Aufbau und Leistung von Orthoprojektoren ist das zugrundeliegende Entzerrungsprinzip von fundamentaler Bedeutung. Für ORTHOCOMP Z-2 wurde auf "funktionale Zuordnung mit differentieller Entzerrung 1. Ordnung auf Sekanten" entschieden. Einzelheiten zu diesem Fragenkomplex mögen /1/ und der dort umfassend aufgeführten Literatur entnommen werden.

Eine derartige Entzerrung erfolgt unter sukzessiver Belichtung schmaler Bildstreifen, wobei Bildort, Vergrößerung und Bilddrehung in Abhängigkeit von Geländeort, Geländehöhe und Hangneigung zu steuern sind. Die Zusammenhänge werden durch geeignete Projektionsgleichungen geregelt, die

* Stellvertretend für das Entwicklungsteam seien hier genannt:

D. Hobbie für die Konzeption, H. Zügge u. R. Winzer für die Optik-Entwicklung, H. Krastel u. H. Menzel für die Mechanik-Konstruktion, K. Felle u. W. Rösel für die Elektronik, E. Baeck u. J. Suchanek für die Programmentwicklung.



Fig. 1.: Ansicht des analytischen Orthoprojektors ORTHOCOMP Z-2.
Links der Projektor und das Schränkchen mit der Steuerelektronik und dem Bildschirmterminal
zum Rechner. Rechts der HP 1000-Minicomputer mit Magnetbandgerät und Drucker.

in einem geeigneten Rechner aufzulösen sind, um die zu ermittelnden Steuergrößen über Servosysteme den Systemkomponenten zuführen zu können. Die Leistungsfähigkeit des Systemrechners entscheidet darüber, ob diese Berechnungen im Rahmen eines vorlaufenden Arbeitsganges, z.B. an einem externen Großrechner auszuführen sind und damit für den Orthoprojektor bildbezogene Eingabedaten ermittelt werden müssen, oder ob der Systemrechner dies selbständig bewerkstelligen kann. In diesem Falle können direkt geländebezogene Eingabedaten Verwendung finden.

Ein Orthoprojektor, der Geländedaten als Eingangsgrößen verarbeitet, muß wie ein analytisches Stereoauswertegerät über ein Programm verfügen, das aus den Geländedaten die zugehörigen Bildpositionen berechnet. In Anlehnung an den allgemein eingeführten Begriff "Analytisches Auswertegerät" wird ein solcher Orthoprojektor hier als "Analytischer Orthoprojektor" bezeichnet.

Konsequenter Weise wird man ein derartiges System auch noch mit einem Programm ausstatten, das die Bestimmung der äußeren Orientierung des zu entzerrenden Bildes am Gerät erlaubt, indem die Bildorte von Paßpunkten gemessen werden, deren Terrainkoordinaten bekannt sind. Weiter wird man das System auch mit einem Programm zur Interpolation der Geländeprofile auf die gewählte Schrittweite bei der Entzerrung versehen. Damit ergeben sich als besondere Merkmale eines analytischen Orthoprojektors:

- a) Die Eingabeparameter und Steuerdaten sind Terraindaten (oder auch Modelldaten), nämlich die Terrainkoordinaten von Paßpunkten und Geländeprofile (oder Modellprofile) als Massendaten.
- b) Die Steuerdaten sind daher unabhängig von dem jeweiligen Bild, das zu entzerren ist. Sie können später für ein neues Bild der gleichen Gegend wieder verwendet werden.
- c) Die Steuerdaten sind unabhängig von der Schrittweite bei der differentiellen Entzerrung. Es können mit denselben Daten Entzerrungen mit unterschiedlichen Schrittweiten durchgeführt werden und es muß bei der Aufnahme der Massendaten keine genaue Kenntnis der später verwendeten Schrittweite vorliegen.
- d) Die Eingabeparameter sind zum größten Teil unabhängig von dem jeweiligen Bild, von dem nur die Kammerdaten bekannt sein müssen (Abstand der Rahmenmarken, Kammerkonstante, ggf. radiale Verzeichnung), nicht aber die äußere Orientierung. Diese kann am Orthoprojektor aus den Bildorten bekannter Paßpunkte bestimmt werden.

Der ORTHOCOMP Z-2 ist in diesem Sinne ein analytischer Orthoprojektor.

3. Mathematisches Modell

Das mathematische Modell, das den ORTHOCOMP Z-2 zu einem analytischen Gerät macht, ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Mit mehreren Koordinatentransformationen wird erreicht, daß von nahezu beliebigen Profildaten ausgehend die Film- und Bildkoordinaten berechnet und daraus die Steuerdaten für Trommel und Spaltblende einerseits, Bildwagen, Vergrößerung und Bilddrehung andererseits abgeleitet werden können. Diese Transformationen (Translationen, Drehungen, Spiegelungen, Maßstabsände-

rungen nach Lage und Höhe getrennt) stellen die Beziehungen zwischen folgenden Koordinatensystemen her:

Im "Geländesystem", das normalerweise nach Norden ausgerichtet ist, werden die Terrainkoordinaten der Paßpunkte und ggf. der Blattecken und sonstiger Zeichen, die in das Orthophoto einbelichtet werden sollen, eingegeben.

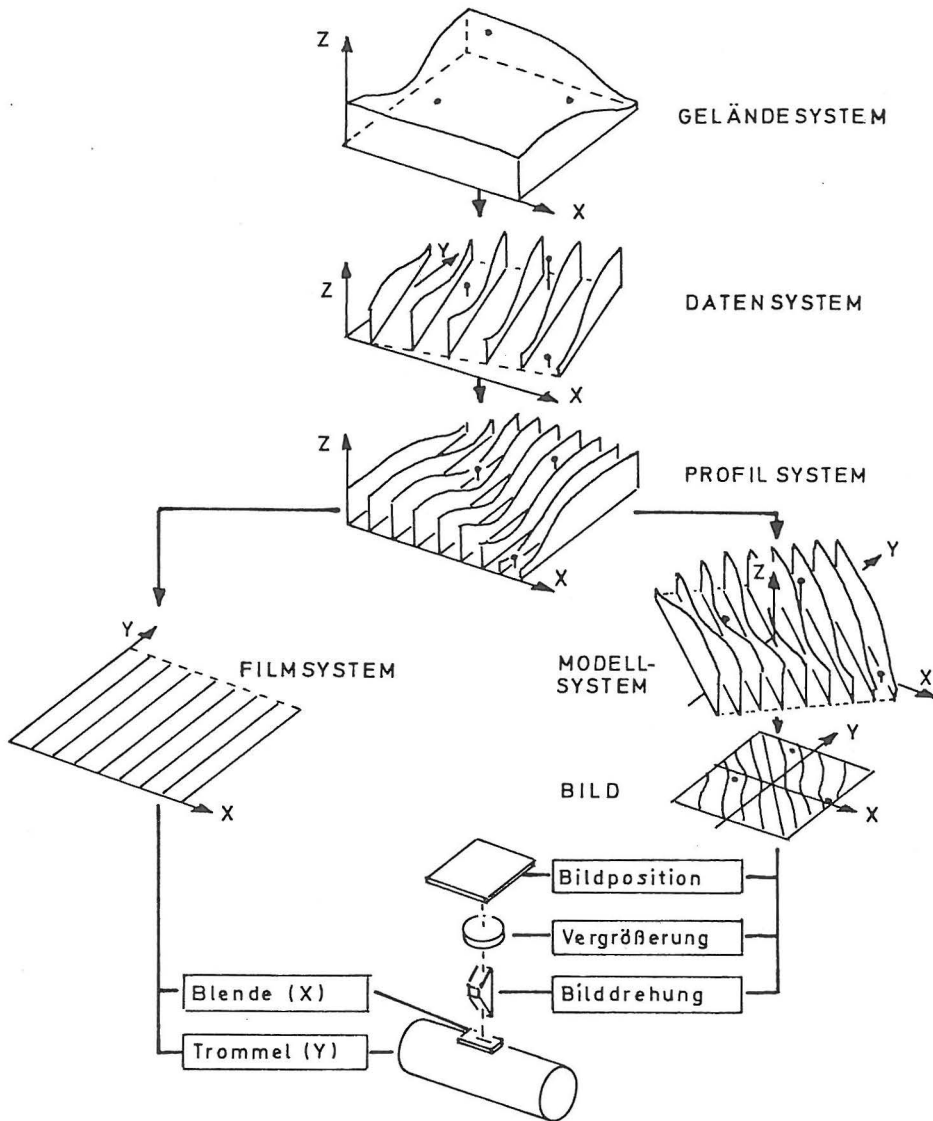


Fig. 2.: Mathematisches Modell der Programme des ORTHOCOMP

Im "Datensystem" sind die Massendaten der Gelände- oder Modellprofile angegeben. Das Datensystem kann mit dem Geländesystem identisch sein, es kann aber auch gedreht oder gespiegelt sein und im Maßstab abweichen. Im letzteren Fall wird die Beziehung zwischen Daten- und Geländesystem hergestellt über mindestens drei Vollpaßpunkte, deren Koordinaten in beiden Systemen bekannt sind.

Die Höhenprofile dürfen im Datensystem in beliebigem Winkel zur Y-Achse liegen. Die Abstände zwischen den Profilen und die Abstände der Punkte entlang den Profilen müssen nicht konstant sein. Einzige Bedingung ist, daß die Profile gerade und untereinander parallel sind.

Im "Profilsystem" werden die eigentlichen Steuerprofile durch Drehung und lineare Interpolation der ursprünglichen Profildaten erzeugt. Diese Steuerprofile liegen parallel zur Y-Achse, die ihrerseits senkrecht zur Trommel-Drehachse steht. Der Abstand der Steuerprofile entspricht der Schrittweite beim Belichten des Orthophotos.

Das "Filmsystem" ergibt sich als Grundriß des Profilsystems.

Das "Modellsystem" bezieht sich auf das zu entzerrende Bild. In diesem System liegt die X-Achse parallel zur Flugrichtung bei Aufnahme des Bildes. Die Beziehung zwischen Profilsystem und Modellsystem wird hergestellt durch eine Translation und eine Drehung, die aus der inneren und äußeren Orientierung abgeleitet werden. Durch Einführung eines solchen bildbezogenen Koordinatensystems ergibt sich die Möglichkeit, auch unkonventionelle Aufnahmen, z.B. Panorama-Aufnahmen, zu entzerren.

Als letzte Transformation folgt die projektive Abbildung der Paßpunkte und Profile in das zweidimensionale Bild-Koordinatensystem.

Dieses mathematische Modell wird sowohl bei der Orientierung, wie bei der Entzerrung und Symbolbelichtung angewandt (Programme ORIENT, SCAN, PRINT, vergl. Abschnitt 4.4). Die ebene Helmert-Transformation zwischen Geländesystem und Datensystem erfolgt im PARAMETER-Programm. Daran anschließend werden, parallel zu den die Belichtung vorbereitenden Programmen, die Profildaten vom Magnetband auf die Platte des Rechners überspielt und ein Teil der Transformation ins Profilsystem, nämlich die Drehung, schon vorab durchgeführt. Die Interpolation der Profile auf die gewählte Schrittweite erfolgt im Belichtungsprogramm SCAN.

4. System-Komponenten

Die Komponenten des Z 2-Systems sind der Projektor als mechanisch-optisches Grundgerät, die Steuerelektronik, der Rechner mit Bildschirm-terminal und das Software-Paket mit den Programmen für den Rechner. Für diese Komponenten konnten viele Baugruppen von dem bewährten analytischen Stereoauswertegerät PLANICOMP C-100 übernommen werden.

4.1 Der Projektor

Fig. 3 zeigt das Prinzip des optisch-mechanischen Aufbaus. Der zu belichtende Film wird auf eine Trommel aufgespannt. Damit wird eine gute Definition der Lage der Filmoberfläche auch bei großen Filmformaten erreicht (bis $1050 \times 1040 \text{ mm}^2$). Diese Trommel von 1085 mm Länge und rund

420 mm Durchmesser ist mit hochpräzisen Lagern fest in den Projektor eingebaut. Sie wird beim Belichten des Orthophotos mit konstanter Geschwindigkeit gedreht (wählbar in Stufen 5, 10, 20, 30, 40 und 50 mm/s am Trommelumfang). Dicht über der Trommel ist ein Wagen mit vier alternativ in den Strahlengang einschaltbaren Spaltblenden angeordnet (Standard-Spalte 0.2 mm breit und 2, 4, 8, 16 mm lang). Der Blendenwagen mit der Spaltblendenscheibe wird von einer Spindel angetrieben, die die Blende nach jedem belichteten Streifen um eine Streifenbreite weiterbewegt.

Das zu entzerrnde Bild (Diapositiv oder Negativ auf Film oder Glasplatte) wird auf den Bildwagen aufgelegt, der mit zwei Spindeln in X- und Y-Richtung angetrieben werden kann. Das maximale Bildformat bei der Standardausführung ist 24 x 24 cm².

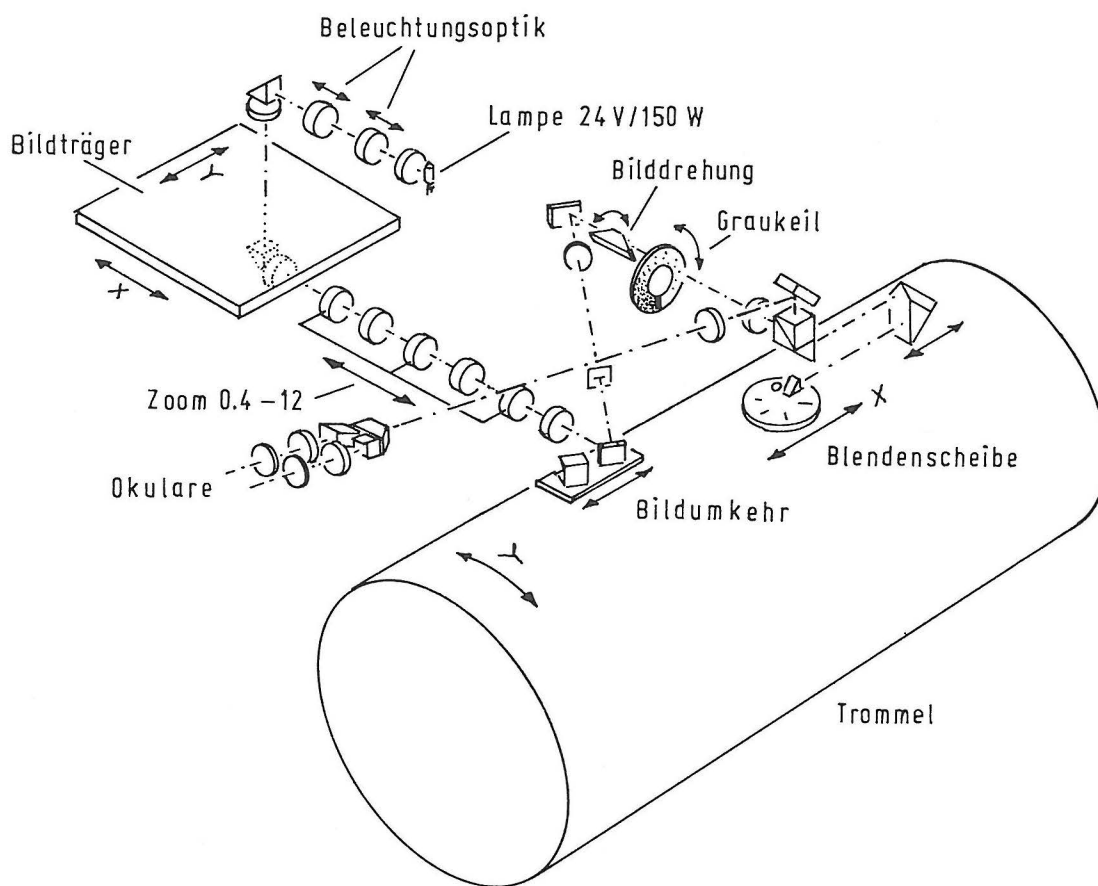


Fig. 3.: Schema des Strahlenganges im ORTHOCOMP Z-2

Das Bild wird mit einer Zoom-Optik in eine Zwischenbildebene und mit weiteren optischen Elementen auf die Spaltblende abgebildet. Vor der Zwischenbildebene ist eine Umschaltung Planspiegel/Dachkantspiegel für seitenrichtige oder seitenverkehrte Bilder eingefügt. Hinter der Zwischenbildebene ist ein Dove-Prisma zur Drehung des Bildes angeordnet. Die interessanteste optische Baugruppe ist das Zoomsystem für kontinuierliche Änderung der Vergrößerung zwischen 0.4-fach und rund 12-fach, also um den Faktor 30. Dieses Zoomsystem zeichnet sich durch einen mechanisch sehr einfachen und damit störungssicheren Aufbau aus: Es besteht aus vier festen Linsengruppen und drei auf einem einzigen Wagen angeordneten und gemeinsam bewegten Linsengruppen. Die Kennlinie ist in guter Näherung logarithmisch, d.h. eine Verschiebung des Wagens um eine bestimmte Strecke bewirkt stets eine Änderung der Vergrößerung um den gleichen Faktor.

Das optische System hat eine in Lage und Größe konstante Austrittspupille, so daß die Bestrahlungsstärke des Filmes unabhängig von der Vergrößerung ist. Mit zwei beweglichen Optik-Gliedern in der Beleuchtungsoptik wird dafür gesorgt, daß die Wendel der 24 Volt/150 Watt Halogenlampe bei allen Zoomstellungen stets in die Austrittspupille abgebildet wird. Damit ergibt sich hohe Bestrahlungsstärke am Film, so daß auch weniger empfindliche Repro-Filme mit der Geschwindigkeit 50 mm/s belichtet werden können. Dicht bei der Austrittspupille ist auch der Dreh-Graukeil angeordnet, mit dem die Helligkeit angepaßt wird an die Filmempfindlichkeit, die mittlere Dichte des Bildes und an die gewählte Trommelgeschwindigkeit.

Durch den binokularen Einblick wird über einen Strahlenteiler direkt die Ebene der Spaltblenden betrachtet. Für die Orientierung des Bildes wird anstelle der Spaltblende eine spiegelnde Meßmarkenscheibe in den Strahlengang gebracht, die durch den Einblick etwa 5-fach vergrößert erscheint. Die Meßmarke von 0.4 mm Durchmesser wird auf die Rahmenmarken und Paßpunkte im Bild eingestellt. Nicht dargestellt ist in Fig. 3 der Fotosensor, mit dem die optische Dichte des Bildes gemessen werden kann.

4.2 Die Steuerelektronik

Die elektronischen Baugruppen für die Projektorsteuerung sind in drei Einschüben in einem Schränkchen untergebracht, auf dessen Tischfläche das Bildschirm-Terminal des Rechners gestellt werden kann (Fig. 1). Zu der Steuerelektronik gehören die Zähler- und Logik-Baugruppen, die den Datenverkehr mit dem Rechner ermöglichen, sowie die Verstärker für die Servoantriebe im Projektor. Außerdem gehört zu der Steuerelektronik das Bedienungsfeld, das am Projektor unter dem binokularen Einblick angebracht ist.

Die acht rechnergesteuerten Servoantriebe für Trommel (Y_0), Spaltblendenposition (X_1), Bildwagen (X_2 , Y_2), Zoom, Doveprisma und zwei Linsengruppen in der Beleuchtungsoptik werden alle nach dem am PLANICOMP C-100 bewährten Prinzip gesteuert: Der Antrieb der Spindeln erfolgt mit einer Motor/Tacho-Einheit, die erreichte Position wird von Impulsgebern abgeleitet, die direkt mit den Spindeln gekoppelt sind. Die Auflösungen der Impulsgeber sind 1 μ m für Bildwagen und Blendenwagen, 2.5 μ m für die Trommel (gemessen am Trommelumfang), 8 μ m für Zoom und Beleuchtungsoptik und 0.25 mrad für das Dove-Prisma. Weitere, nicht vom Rechner ge-

gesteuerte Servo-Antriebe bewegen die Blendenscheibe bei einem Wechsel der Spaltblenden und den Graukeil.

Das Bedienungsfeld enthält sechs Programmtasten zum Start der Programme für Parametereingabe, Orientierung, Dichtemessung, Orthophotobelichtung, Symbolbelichtung, Protokollausdruck. Zwei Tasten CONTINUE und REPEAT dienen zum Steuern des Programmablaufes. Mit Drehknöpfen wird die Helligkeit (Graukeilstellung), die Spaltblende und die Filmgeschwindigkeit eingestellt. Ein Steuerknüppel mit nichtlinearer Kennlinie erlaubt feinfühliges Positionieren des Bildwagens bei der Orientierung und Dichtemessung. Die gemessene Dichte wird am Bedienungsfeld digital angezeigt.

4.3 Rechner

Das am PLANICOMP C-100 bewährte Minicomputer-System HP 1000 der Fa. Hewlett Packard wurde auch zur Steuerung dieses Orthoprojektors ausgewählt. Als minimale Konfiguration genügt ein Rechner mit E-Processor, RTE II-Betriebssystem, 32 K Worte (16 bit) Speicher, 5 M Byte Plattenlaufwerk und einem einfachen druckenden Bildschirm-Terminal. In praktisch allen Fällen wird man noch ein Magnetbandgerät hinzunehmen, so daß die Steuerprofile auf Magnetband gespeichert werden können. Je nach Art und Zahl von Programmen, die parallel zum Orthoprojektor an denselben Rechner betrieben werden sollen, kann man eine entsprechend erweiterte Recherausstattung wählen. Allerdings sollten die parallel laufenden Programme ausgesprochene Hintergrundprogramme sein, denn der Orthoprojektor verlangt absolute Priorität am Rechner. Ein Beispiel für ein parallel laufendes Programm ist das Programm HIFI-P zur Berechnung von Steuerprofilen aus allgemeinen Punkthaufen, das von H. Ebner und seinen Mitarbeitern für diesen Minicomputer entwickelt wurde und über das auf diesem Kongreß an anderer Stelle berichtet wird [2].

4.4 Standard-Programme

Wie oben erwähnt, können über Tasten am Bedienungsfeld des Orthoprojektors die folgenden sechs Hauptprogramme aufgerufen werden:

PARAMETER

Programm zur Eingabe der für die Entzerrung oder das Protokoll wesentlichen Daten (z.B. Paßpunktdaten für die Orientierung, Brennweite der Aufnahmekammer, Blattecken für das Orthophoto usw.). Der Bearbeiter wird am Bildschirm durch das Programm geführt. Daten, die sich seit der letzten Entzerrung nicht geändert haben, können mit einem einzigen Tastendruck bestätigt werden. Daten, die die Paßpunkte und die Profile betreffen, können auch vom Magnetband gelesen werden, falls sie vorher dort abgespeichert wurden. Für diesen Zweck gibt es eine Variante des Programms, die unabhängig vom Orthoprojektor ist.

ORIENT

Programm zur inneren und äußeren Orientierung des eingelegten Bildes. Zur inneren Orientierung werden mindestens zwei Rahmenmarken eingestellt. Zur äußeren Orientierung werden die Paßpunkte eingestellt. Es müssen mindestens drei Voll-Paßpunkte, es können bis zu 10 Vollpaßpunkte verwendet werden. Aus den Terrain- und Bildkoordinaten der Paßpunkte werden die Aufnahmeneigungen, die Kantung und die Lage des Projektionszentrums berechnet.

DENSITY

Programm zur Messung der optischen Dichte an charakteristischen Stellen des eingelegten Bildes. Die Einstellung der betreffenden Meßstelle erfolgt mit dem Steuerknüppel. Die optische Dichte kann an einer zweistelligen Ziffernanzeige abgelesen werden, sie wird außerdem nach Betätigung der RETURN-Taste an den Rechner gemeldet. Nach Abschluß der Messungen wird der größte und der kleinste Dichtewert sowie das Mittel aus allen Meßwerten am Bildschirm angezeigt.

SCAN

ist das eigentliche Belichtungsprogramm für das Orthophoto. Die Belichtung des Filmes erfolgt mäanderförmig zwischen den Grenzen, die durch die Blattecken und den gewählten Überlauf gegeben sind. (Falls keine Blattecken eingegeben wurden, wird die von Profilen überdeckte Fläche belichtet.)

Das Programm bewirkt eine differentielle Entzerrung 1. Ordnung mit Modellannäherung durch Sekanten. Die Streifenanschlüsse sind im Prinzip vollkommen klaffenfrei. Restfehler durch Lose, elastische Deformationen, elektronische Zeitkonstanten bleiben in der Summe kleiner als 0.1 mm im Orthophoto, wenn man die Beschleunigungszonen von etwa 20 mm Breite an den Streifenenden ausnimmt.

Die Lichtstärke des optischen Systems reicht gut aus für die Belichtung orthochromatischer Reprofilme (z.B. Agfa-Gevaert N 31 p, N 41 p) mit 0.2 mm breitem Spalt und 50 mm Filmgeschwindigkeit. Für empfindlichere Filme oder langsamere Geschwindigkeit kann die Lichtstärke um mehr als den Faktor 1000 abgeschwächt werden.

Die Genauigkeit des Blendenvorschubs ist so gut, daß Streifenüberlappungen oder -lücken kleiner als 3 µm gehalten werden können und damit praktisch unsichtbar bleiben.

PRINT

Programm zur Einbelichtung von alphanumerischen Zeichen und einer Auswahl von kartographischen Symbolen in das Orthophoto. Diese Zeichen entstehen durch Abbildung einer Matrize auf dem Bildwagen. Es können z.B. die Blattecken oder Paßpunkte im Orthophoto markiert, der Blattname an den Rand gesetzt, oder auch Orts- und Flurnamen in das Orthophoto einbelichtet werden. Die Winkellage der Symbole ist beliebig, die Größe kann zwischen 1 mm und 7 mm gewählt werden.

LIST

Programm zur Ausgabe eines Standard-Protokolls mit Angaben wie Name des Bearbeiters, Auftrag, Nummer des entzerrten Bildes, Nummer der bei der Orientierung eingestellten Paßpunkte und Restfehler nach der Ausgleichung, Geschwindigkeit und Schrittweite bei der Belichtung, Zeitdauer der Belichtung usw.

Diese Programme werden normalerweise in der Reihenfolge abgearbeitet, in der sie hier aufgeführt sind. Sie können aber auch in anderer Reihenfolge aufgerufen werden, z.B. DENSITY vor ORIENT, PRINT vor SCAN.

Der Orthoprojektor kann bei Tageslicht betrieben werden, nur zum Einlegen und zur Entnahme des Filmes muß der Raum abgedunkelt werden.

Das Einlegen des Films kann unmittelbar vor Start des Programms SCAN erfolgen, oder auch früher. Beispielweise kann schon bei Entnahme eines belichteten Films der Film für das nächste Orthophoto eingelegt werden. Es können auch mehrere Orthophotos auf einen großen Film belichtet werden.

5. Sonderprogramme

Wie bereits beschrieben, wurde besonderer Wert darauf gelegt, ein autarkes System zu entwickeln, welches möglichst unabhängig von vorlaufenden Arbeitsgängen eingesetzt werden kann. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, daß unabdingbare Voraussetzung für jede Orthoprojektion hinreichende Höheninformation ist, wie andererseits jede Karte als Endprodukt photogrammetrischer Bemühungen neben der Lage (dem Orthophoto) auch die Höhe (Höhenlinien) beinhalten sollte. Um die Frage, ob zunächst Höhenlinien aufgenommen und aus diesen die Steuerprofile für den Orthoprojektor abgeleitet werden sollten, oder ob der umgekehrte Weg einzuschlagen wäre, ist heftig diskutiert worden. Prinzipiell erscheinen beide Wege sinnvoll, je nachdem, ob auf topographische Wiedergabetreue oder Wirtschaftlichkeit besonderer Wert gelegt wird. Für ORTHOCOMP Z-2 wurde deshalb entschieden, beide Wege zu ermöglichen, und zwar im Rahmen von Sonderprogrammen. Bedingung war jedoch, daß diese Programme im Systemrechner HP 1000 geeigneter Ausstattung betrieben werden könnten.

Ergebnis dieser Bemühungen ist das Programmsystem HIFI, das von H. Ebner und Mitarbeitern auf den HP 1000 zugeschnitten wurde. Es besteht aus zwei Programmen: Das Programm HIFI-P gestattet es, aus punkt- oder linienförmigen Höheninformationen Höhenprofile abzuleiten, das Programm HIFI-PC ermöglicht die Gewinnung von Höhenlinien aus punkt- oder linienweise angeordneten Höhenstützpunkten. Beide Programme arbeiten mittels finiter Elemente. Bezüglich Einzelheiten sei auf /2/ verwiesen.

Das Programmpaket HIFI ermöglicht es, ORTHOCOMP Z-2 als universelles System zur Herstellung von Orthophotokarten einzusetzen.

Literatur:

- /1/ Hobbie, D.: Zur Verfahrensdisposition bei differentieller Entzerrung von photogrammetrischen Luftbildern, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe C, Heft 197, 1974.
- /2/ Ebner, H.,
Hoffmann-W., B.,
Reiss, R.,
Steidler, F.: HIFI - Ein Minicomputer-Programmsystem für Höheninterpolation mit finiten Elementen,
Presented Paper, Comm. III, ISP-Congreß, Hamburg, 1980.