

## DAS STEREOCORD G 2. SEINE ANWENDUNG IN DER MESSENDEN

### LUFTBILDINTERPRETATION

von H.-W. Faust, Oberkochen

#### Einleitung

Mit dem Wort Luftbildinterpretation wird der Vorgang des Erkennens und der Beschreibung der im Luftbild enthaltenen Informationen zusammengefaßt. Dabei kann es sich um einfache Informationen handeln, z. B. "am Ort (x, y, z) steht ein Haus", aber auch um Informationen, die nur der erfahrene Fachmann aus dem Bild ablesen kann. Beispiele für solche tiefergehende Interpretationen sind das Erkennen bestimmter Baumarten und das Abschätzen des nutzbaren Holzvorrates in einem Bestand, oder die Bestimmung von Art und Beschaffenheit des Bodens aus geomorphologischer Struktur und Vegetation. Hierbei sind Messungen im Stereomodell, wie Baumhöhe und Kronendurchmesser, bzw. Geländeneigung, Gefälle von Wasserläufen usw. oft sehr hilfreich. Dieses Zusammenspiel von visueller Betrachtung des Stereomodells und Messungen in dem Modell ist das, was mit den Worten "messende Luftbildinterpretation" im Titel dieses Referates gemeint ist.

Für die messende Luftbildinterpretation wurde bei ZEISS ein neues Gerät entwickelt, das STEREOCORD G 2. Das Gerät wurde auf dieser Tagung von D. Hobbie /1/ bereits vorgestellt und eingehend beschrieben. Mit dem vorliegenden Referat sollen nun das Gerät und seine Anwendungen nochmals im Zusammenhang dargestellt werden. Das Referat ist in vier Abschnitte eingeteilt: Zuerst wird der Aufbau und die Wirkungsweise des Gerätes noch einmal kurz dargestellt, dann die Größen aufgezählt, die gemessen werden können. Im dritten Abschnitt werden Anwendungsmöglichkeiten dargestellt und im vierten Abschnitt werden zwei Anwendungsbeispiele ausführlicher diskutiert.

#### 1. Aufbau und Wirkungsweise des STEREOCORD G 2

Das STEREOCORD G 2 ist ein analytisches Stereomeßgerät in der einfachstmöglichen Ausführung. Wie alle analytischen Geräte besteht das System in der Hauptsache aus drei Komponenten:

- einem mechanisch-optischen Teil zur Betrachtung des Stereomodells und zur Messung der Verschiebung beider Bilder gegenüber dem Meßmarkenpaar,
- elektronische Komponenten, in denen die vom mechanisch-optischen Teil kommenden Impulse verarbeitet werden zu Bildkoordinaten, aus denen dann Geländekoordinaten, Strecken, Flächen usw. berechnet werden können,
- als dritte Komponente die Software, d. h. die Programme, nach denen der elektronische Rechner die Berechnungen durchführt und gegebenenfalls Befehle an Peripheriegeräte abgibt.

##### 1.1 Mechanisch-optische Baugruppen

Der mechanisch-optische Teil besteht aus einem Spiegelstereoskop mit Feldstecherlupen und Meßmarkenbrücke, das fest mit der Grundplatte verbunden ist. Unter den Meßmarken läuft der Bildwagen mit dem Stereobildpaar freihändig verschiebbar auf der Grundplatte. Links und rechts am Bildwagen sind Drehknöpfe, mit denen das rechte Bild gegen das linke Bild verschoben werden kann zur Wegstellung der Parallaxen  $p_x$ ,  $p_y$ .

Der Bildwagen wird an zwei Linealen geführt. Das Lineal zur Führung in y-Richtung ist fest mit der Grundplatte verschraubt. An diesem Lineal läuft ein Kreuzschlitten, der das mit dem Bildwagen fest verbundene Lineal in x-Richtung führt. Diese Lineale dienen gleichzeitig als Meßkörper. Sie tragen jeweils eine Raster-Teilung, die von Meßköpfen optisch abgetastet wird. Lineale und Abtastköpfe gehören zu dem inkrementalen Längenmeßsystem MINILIDA 150 der Firma Heidenhain. Die Ausgangssignale der Abtastköpfe sind elektrische Impulse, die eine Vorwärts/Rückwärts-Zählung mit der Auflösung 0,01 mm gestatten.

Zur Wegstellung der Parallaxen wird der rechte Bildträger über zwei Spindeln bewegt. Die Parallaxe  $p_x$  wird gemessen mit einem Drehimpulsgeber an der Spindel, der ebenfalls eine Auflösung von 0,01 mm liefert.

## 1.2 Elektronische Komponenten

Die elektronischen Komponenten sind das ZEISS Zähler- und Interface-System DIREC 1 und der Tischrechner oder Minicomputer. Dazu können auch Peripheriegeräte angeschlossen werden.

Das DIREC 1 erfüllt zwei verschiedene Funktionen. Erstens werden die vom mechanisch-optischen Teil kommenden Impulse gezählt, als Bildkoordinaten  $x'$ ,  $y'$ ,  $p_x$  an drei Anzeigefeldern dargestellt und nach passender Verarbeitung an den Tischrechner geleitet. Zweitens kann über das DIREC 1 der Programmablauf im Rechner gesteuert werden: Wenn mehrere Programme in den Rechner eingespeichert wurden, dann können diese Programme über die Wähltasten am DIREC 1 aufgerufen werden. Fünf solche Wähltasten gestatten den Aufruf von fünf verschiedenen Programmen mit jeweils einem einzigen Tastendruck. Mit einem Fußschalter können außerdem während des Programmablaufs Befehle an den Rechner gegeben werden. Zum Beispiel kann bei einer Streckenmessung dem Rechner über den Fußschalter mitgeteilt werden, wann der erste Streckenpunkt und wann der zweite Streckenpunkt eingestellt ist, womit dann gleichzeitig der Befehl gegeben wird, jetzt die Strecke zwischen beiden Punkten zu berechnen.

Der Rechner berechnet aus den Bildkoordinaten die Geländekoordinaten und daraus die interessierenden Meßgrößen wie Strecken, Richtungen, Flächen usw. Die Ergebnisse werden am Rechner-Display angezeigt. Sie können auch ausgedruckt werden, wenn der Rechner mit einem Drucker ausgestattet ist, oder mit den entsprechenden Peripheriegeräten graphisch dargestellt, auf Lochstreifen gestanzt, in Tabellenform dargestellt, auf Magnetband gespeichert werden. Je nach Rechner-Ausstattung können auch Winkelfunktionen, statistische Funktionen oder ähnliches in den Programmen benutzt werden. Bei dem Tischrechner 9810 von Hewlett-Packard kann die Ausstattung erweitert werden durch Read-Only-Memories wie Math-ROM, Statistik-ROM usw.

## 1.3 Programme

Während die mechanisch-optischen Baugruppen als Grundlage des Systems festgelegt sind, hat der Benutzer bei den elektronischen Komponenten in der Wahl des Rechners und der Rechner-Ausstattung schon weitgehende Freiheit und bei den Programmen schließlich völlige Freiheit in den Grenzen des mit dem gewählten Rechner Realisierbaren. Man kann sich Programme denken zur Auswertung von

Senkrecht-Aufnahmen,  
terrestrischen Aufnahmen,  
Konvergent-Aufnahmen,  
Schräg-Aufnahmen

und man kann aus den ermittelten Geländekoordinaten beliebige weitere geometrische Größen berechnen. Der Benutzer hat also die Möglichkeit, seine Programme selbst zu erstellen. Das STEREOCORD G 2 kann jedoch auch mit den dafür entwickelten Grundprogrammen betrieben werden, die von D. Hobbie bereits beschrieben worden sind [17]. Hier soll nur noch eine kurze Übersicht über die Grundprogramme gegeben werden.

Die Grundprogramme zum STEREOCORD G 2 sind für die Auswertung von genäherten Senkrecht-Aufnahmen mit möglichst einfacher Rechner-Ausstattung (ohne Winkelfunktionen) ausgelegt. Man kann die Grund-Programme in drei Gruppen gliedern:

Betriebsprogramme,  
Orientierungsprogramme,  
Anwendungsprogramme als Beispiele.

Das Paket der Betriebsprogramme BOSS (= Basic Operating System STEREOCORD) ist aus drei Bausteinen aufgebaut:

- COORD X berechnet aus den Bildkoordinaten  $x'$ ,  $y'$ ,  $p_x$  die Geländekoordinaten  $X$ ,  $Y$ ,  $H$ . Drei Varianten  $X = A, B, C$  berücksichtigen die Aufnahmeneigungen  $\varphi$ ,  $\omega$  in verschiedenen Näherungen.
- SWITCH fragt bei DIREC 1 an, ob eine der Programm-Wähltasten gedrückt wurde und startet gegebenenfalls das betreffende Programm.
- FS hält ein größeres Programm so lange an, bis der Fußschalter gedrückt wird.

Aus diesen Bausteinen sind folgende Unterprogramme zusammengesetzt:

- RT-DISPLAY frischt in ständiger Wiederholung von COORD X und SWITCH die angezeigten Geländekoordinaten X, Y, H auf, solange keine Programm-Wähltaste gedrückt wird,
- RECORD ist eine Variante von RT-DISPLAY zum Einbau in ein größeres Programm, das zur Auffrischung der Geländekoordinaten solange angehalten wird, bis der Fußschalter gedrückt wird,
- CONFIRM hält ein größeres Programm an zur Anzeige der Rechenergebnisse auf dem Rechner-Display, und zwar so lange, bis der Fußschalter gedrückt wird.

Mit dem Baustein SWITCH kann aus den Unterprogrammen RECORD und CONFIRM auch in ein neues Programm gesprungen werden, wenn eine der Programm-Wähltasten gedrückt wird.

Mit diesen Betriebsprogrammen kann der Benutzer eigene Programme aufbauen. Er kann auch COORD A, B, C durch neue Bausteine COORD D, E usw. zur Berechnung der Geländekoordinaten in besserer Näherung ersetzen, wenn seine Rechner-Ausstattung das erlaubt.

Aus den Betriebsprogrammen sind auch die Orientierungs- und Anwendungsprogramme zum STEREOCORD aufgebaut. Die Orientierungsprogramme liefern die für die Berechnung der Geländekoordinaten notwendigen Rechengrößen. Wenn die Aufnahmeneigungen  $\varphi$ ,  $\omega$  bekannt sind, kann die Parameterorientierung PARORIENT benutzt werden. Wenn die Aufnahmeneigungen nicht bekannt sind, liefert die relative Orientierung RELORIENT aus den y-Parallaxen der Gruber-Punkte 3 bis 6 erste Werte für die Längsneigungen  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  und für die Querneigung  $\omega_2$  des rechten Bildes. Die absolute Orientierung ABSORIENT liefert dann Korrekturwerte  $d\varphi$ ,  $d\omega$  zur Horizontierung des Modells und die Flughöhe  $h_G$  aus den Geländekoordinaten von drei Paßpunkten.

Beispiele für Anwendungsprogramme sind die Berechnung der horizontalen und räumlichen Entfernung (Programme HORDIST und SPADIST), die Berechnung von Steigungen und Böschungswinkeln (Programm SLOPE) und die Berechnung der Grundfläche eines umfahrenen Gebietes (Programme PLANAREA).

## 2. Aus den Koordinaten abgeleitete Meßgrößen

Der große Vorteil der rechnergestützten Auswertung im Vergleich zu Analog-Auswertegeräten liegt darin, daß nicht nur die Koordinaten der eingestellten Punkte sehr schnell ermittelt werden, sondern praktisch ebenso schnell Meßgrößen berechnet werden können, die Funktionen der Koordinaten sind.

Man kann diese Meßgrößen in zwei Gruppen einteilen, solche, die mindestens theoretisch exakt aus den Koordinaten von zwei oder mehr Meßpunkten ermittelt werden können und andere Meßgrößen, die auch theoretisch nur genähert bestimmt werden können, weil unregelmäßig gekrümmte Linien oder Flächen mit Polygonen oder Polyedern angenähert werden müssen. Zu der ersten Gruppe gehören die Koordinaten selbst, die Aufnahmeneigungen  $\varphi$ ,  $\omega$  für beide Bilder und Meßgrößen wie Strecken, Gefälle, Azimutwinkel. Für diese Größen kann man die Meßgenauigkeit des STEREOCORD G 2 abschätzen. Für die Koordinaten ergaben Messungen mit dem ersten Prototyp des Gerätes Standardabweichungen von 0,07 mm im Bildmaßstab. Daraus erhält man für die Aufnahmeneigungen Standardabweichungen von 0,069 bis 0,19, für Strecken 0,07 mm bis 0,1 mm, für Steigungen bis 30 % 0,1 mm, dividiert durch die Meßstrecke, und für Azimutwinkel Standardabweichungen von 0,07 mm, dividiert durch die Meßstrecke.

Wenn man bedenkt, daß bei der Photointerpretation praktisch immer im Bildmaßstab gearbeitet wird mit einer Zeichengenauigkeit von mehreren Zehntel Millimetern, dann erscheint die mit dem STEREOCORD G 2 erzielbare Meßgenauigkeit wohl als ausreichend für die messende Luftbildinterpretation.

Bei der zweiten Gruppe von Meßgrößen, die sich auf unregelmäßig abgegrenzte Objekte beziehen, hängt die Meßgenauigkeit von der Anzahl der Meßpunkte ab, mit denen gekrümmte Linien oder Flächen angenähert werden. Gekrümmte Linien und ebene, speziell horizontale Flächen können dabei durch einen Polygonzug angenähert bzw. umgrenzt werden, wie es bei den Programmen PLANAREA zum STEREOCORD G 2 der Fall ist. Gekrümmte Flächen müssen durch Polyeder angenähert werden, die z. B. aus Dreiecken zusammengesetzt werden können.

### 3. Beispiele für Messungen an Bildern und Modellen

#### 3.1 Ingenieur-Photogrammetrie

Es können an Maschinenteilen oder Bauwerken die Ist-Koordinaten gemessen werden, es können die Differenzen zu den Soll-Werten berechnet und gegebenenfalls auf einem xy-Plotter graphisch dargestellt werden.

Beispielsweise könnten die Konturlinien der vier Flügel einer Schiffsschraube vermessen und die Abweichungen von der Soll-Kurve graphisch dargestellt werden. Die graphische Darstellung könnte in diesem Falle in Polarkoordinaten, getrennt nach Radius- und Höhenfehlern erfolgen. Mit einem eigenen Programm könnten auch die Toleranzfelder in die Diagramme auf dem xy-Plotter eingezeichnet werden.

#### 3.2 Gefälle von Wasserläufen

Das Gefälle von Wasserläufen und Drainage-Rinnen ist sowohl für geologische wie für hydrologische Untersuchungen eine wichtige Meßgröße.

Bei geologischen Untersuchungen interessiert das Gefälle im Zusammenhang mit der Umgebung des Wasserlaufs. Die ermittelten Meßwerte können als Zahlenfeld in einer Karte dargestellt werden. Gefällestufen zeigen Grenzlinien des anstehenden Untergrundes an.

Bei hydrologischen Untersuchungen interessiert die Verteilung der Gefällewerte entlang dem Wasserlauf. Man kann das Gefälle als Funktion der gestreckten Länge des Wasserlaufs darstellen. Neben der wechselnden Wassermenge ist das Gefälle ein für die Strömungsgeschwindigkeit und damit für den Geröll- und Schwebstofftransport wesentlicher Faktor.

#### 3.3 Von einem Vorfluter entwässerte Fläche

Wenn es um die Abschätzung der Wasserführung nach starken Regenfällen geht, etwa bei normalerweise trocken liegenden oder wenig Wasser führenden Seitentälern eines Wasserlaufs, dann ist die Grundfläche zwischen den das Tal umgebenden Bergkämmen eine wichtige Meßgröße. Zumindest in bewegtem Gelände sind diese Grenzlinien der entwässerten Fläche stereoskopisch gut zu erkennen, auch wenn, wie beim STEREOCORD G 2, das Modell nicht tatsächlich orientiert ist, sondern eventuelle Modellverbiegungen nur rechnerisch berücksichtigt werden.

#### 3.4 Landnutzungs-Untersuchungen

Bei Landnutzungs-Untersuchungen mit Hilfe von Luftbildern kann man häufig für die gleiche Nutzungsart Parzellen verschiedener Qualitätsstufen unterscheiden. So unterscheidet P. Leroux [27] bei der Inventur von Olivenplantagen in Algerien Zonen mit mehr als 100 Pflanzen/Hektar, Zonen mit 60 bis 100 Pflanzen/Hektar und Zonen mit weniger als 60 Pflanzen/Hektar.

Durch Messung der Flächen der Parzellen unterschiedlicher Qualität können Grundlagen für Ernteschätzungen erstellt werden.

#### 3.5 Schneemassen-Schätzungen

Im Gebirge werden jährlich durch Lawinen große Schäden angerichtet. Durch Interpretation von Luftbildern können erfahrene Spezialisten mögliche Lawinenbahnen lokalisieren und die durch Lawinen gefährdeten Orte angeben. Ein Beispiel dafür sind die Arbeiten von C. Cazabat am IGN /37.

Will man zusätzlich auch die durch Lawinen transportierten Schneemassen abschätzen, so ist dafür wahrscheinlich nicht nur die Grundfläche, sondern auch die Oberfläche der Schneereservoirs maßgebend. Die Geländeoberfläche könnte mit Geräten wie dem STEREOCORD G 2 durch Annäherung mit Dreieckpolyedern gemessen werden.

### 3.6 Bauplanung

Die Annäherung der Geländeoberfläche durch Dreieck-Polyeder kann auch zur Volumenberechnung angewandt werden. Volumenberechnungen sind zum Beispiel bei der Planung von Straßenbauten wichtig, denn für den optimalen Straßenverlauf ist - neben vielen anderen Bedingungen - zu beachten, daß die zu bewegenden Erdmassen nicht zu weit transportiert werden müssen, daß also die abzutragenden und aufzuschüttenden Massen sich über relativ kurze Strecken ausgleichen.

## 4. Beispiele für die Meßzeit-Verkürzung bei rechner-gestützter Auswertung

Nach der Aufzählung einiger von vielen möglichen Beispielen für die messende Bildinterpretation im vorhergehenden Abschnitt sollen nun im letzten Abschnitt noch zwei Beispiele etwas eingehender betrachtet werden, besonders im Hinblick auf die mit dem STEREOCORD G 2 mögliche Zeiteinsparung. Das erste Beispiel aus der Geologie ist mehr theoretischer Natur, aber vielleicht für die weitere Entwicklung der messenden Luftbildinterpretation interessant. Das zweite Beispiel aus der Forstwirtschaft stützt sich auf bewährte Arbeitsverfahren der messenden Luftbildinterpretation.

### 4.1 Messung geologisch-tektonischer Strukturen

Die geologische Luftbildinterpretation liefert unter anderem zwei Gruppen von geometrischen Aussagen. Die eine Aussagengruppe beschreibt die räumliche Lage der Gesteinsschichten in der Form von Richtungsangaben für Streichen und Fallen. Die Möglichkeiten, die die rechner-gestützte Luftbildauswertung hier bietet, wurden von J. Bodechtel [4] beschrieben: Tritt die betreffende Gesteinsschicht an drei oder mehr Stellen im Stereomodell zutage, so können die Streich- und die Fallrichtung mit der EDV-Technik sehr schnell berechnet werden. Mit Hilfe geeigneter Ausgleichungsprogramme können auch viele Messungen an derselben Schicht verwertet werden.

Die zweite Gruppe von geometrischen Aussagen betrifft die Längen- und die Richtungsverteilung von Störungslinien. Jede geologische Luftbildinterpretation enthält als eines der Ergebnisse eine Zeichnung der erkannten Störungslinien. Als Beispiel seien hier die geologischen Interpretationen von Radaraufnahmen durch J. F. M. Mekel [5] angeführt. Solche Zeichnungen sind allein schon sehr aussagekräftig. Häufig zeigen sie deutliche Unterschiede der Textur einzelner Gebiete, woraus auf unterschiedliche Gesteinsformationen geschlossen werden kann.

Es gibt aber auch Bemühungen, die rein visuelle Auswertung der Originalphotos oder der Interpretations-Zeichnungen zu unterstützen durch quantitative Bestimmung der Längen- und Richtungsverteilung der Störungslinien. So haben S. Nyberg und Mitarbeiter [6] im optischen Analogverfahren die Fouriertransformierte von geologischen Strukturen gebildet und auf ihre Eignung zur quantitativen Kennzeichnung der Textur untersucht. Bei diesem Verfahren erhält man ein Fourierspektrum nach Ortsfrequenz und Azimutwinkel der Textur, wobei die Intensität des Spektrums ein Maß für die Gesamtlänge der Linien mit den betreffenden Eigenschaften ist.

Zu ähnlichen Aussagen kommt man, wenn man die Längen- und Richtungsverteilung direkt mißt und in Tabellenform oder in Form von Verteilungsdiagrammen darstellt. Die Messung und Darstellung von Hand ist jedoch sehr zeitraubend. Bei einem Beispiel mit 300 Linien beanspruchte diese Auswertung von Hand reichlich 5 Stunden. Mit einem Gerät wie dem STEREOCORD G 2 dagegen könnte die Berechnung der Längen und Azimutwinkel sowie die statistische Einsortierung parallel zum Meßvorgang laufen. Die Darstellung des Ergebnisses auf einer an den Rechner angeschlossenen Schreibmaschine in Tabellenform oder auf einem xy-Plotter in Diagramm-Form könnte anschließend an den Meßvorgang sehr schnell erfolgen. Insgesamt wird für die Vorbereitung der Messung, die Ausmessung von 600 Punkten und die Darstellung des Ergebnisses kaum mehr als 1 Stunde benötigt. Durch Anwendung der rechner-gestützten Auswertung kann in diesem Falle also die Arbeitszeit auf ein Fünftel verkürzt werden.

Das Beispiel ist allerdings mehr theoretischer Natur insofern, als noch umstritten ist, ob aus einem solchen Verteilungsdiagramm mehr nützliche Information abgeleitet werden kann, als aus der Interpretationszeichnung. Das wäre jedoch eine Frage, die der Autor an die Spezialisten der geologischen Luftbildinterpretation weitergeben müßte.

## 4.2 Messung von Baumhöhen und Kronendurchmessern

Bei der forstwirtschaftlichen Luftbildinterpretation ist der Nutzen von Messungen im Luftbild unumstritten. Die geometrischen Meßgrößen sind die Baumhöhe und der Durchmesser oder die Fläche der Baumkronen. Das Ziel der Messungen ist die Bestimmung und Klassifizierung des Holzvorrates in einem Bestand. Für diesen Holzvorrat ist die Baumhöhe und der Stammdurchmesser maßgebend. Der Stammdurchmesser kann nicht direkt im Luftbild bestimmt werden, jedoch hat z. B. G. Hildebrandt [7] gezeigt, daß zwischen Stammdurchmesser und dem im Luftbild meßbaren mittleren Kronendurchmesser eine klare Korrelation besteht. Diese Korrelation ist natürlich unterschiedlich für verschiedene Baumarten, sie hängt auch vom Standort und von der Vorgeschichte des Bestandes ab. Es werden daher unterschiedliche, empirisch ermittelte Regressionsformeln verwendet, um aus den Kronendurchmessern die Stammdurchmesser zu berechnen.

Die Möglichkeiten der rechner-gestützten Auswertung mit einem einfachen Stereomeßgerät hat R. Brun [8] untersucht. Er benutzte ein umgebautes STEREOTOP, bei dem die Koordinaten  $x'$ ,  $y'$  des linken Bildes mit einem Data Grid, die Parallaxe  $p_x$  mit einem Rotations-Impulsgeber an der Parallaxenspindel abgenommen wurden. Mit einem Keyboard konnten noch Parameter wie Flughöhe, Bildmaßstab, Überdeckung, Codeziffer für die Baumart usw. eingegeben werden. Alle Daten wurden auf Lochkarten gestanzt und damit in den Computer eingegeben. Der Rechner lieferte dann u. a.

Höhe und Kronenfläche für jeden Baum,  
nutzbarer Holzvorrat pro Baum und pro Flächeneinheit,  
Bestandstabellen nach Stammdurchmesser-Klassen.

R. Brun diskutiert auch eingehend die Meßgenauigkeit in Abhängigkeit vom Bildmaßstab und der Zahl der Meßpunkte für die Kronenfläche eines Baumes. Um eine Meßgenauigkeit von 10 % zu erreichen, empfiehlt er die Verwendung von panchromatischen Aufnahmen im Maßstab 1 : 1 500 und die Messung von 12 bis 17 Punkten am Umfang jeder Baumkrone.

Weiter vergleicht R. Brun die Meßzeit pro Baum bei rechner-gestützter Auswertung mit der Meßzeit bei Auswertung von Hand mit einem Punktraster. Zusammen mit den Angaben von G. Hildebrandt [7] über die Meßzeiten für die Kronenfläche bei Verwendung des Teilchengrößen-Analysators TGZ 3 ergibt sich die folgende Aufstellung:

A u t o r	Verfahren	Meßdauer	Meßzeit pro Baum
R. Brun	Punktraster	Kronenfläche	1,5 bis 7 Minuten
R. Brun	rechner-gestützt	Kronenfläche und Baumhöhe	43 Sekunden
G. Hildebrandt	TGZ 3	Kronenfläche	12 Sekunden

Wenn die Aufgabe also nur die Messung der Baumkronenfläche fordert, dann ist der Teilchengrößen-Analysator TGZ 3, der ja auch eine Einsortierung in Größenklassen durchführt, überlegen. Die Baumhöhe kann jedoch mit diesem Gerät nicht gemessen werden. Wenn es daher um die Bestimmung des nutzbaren Holzvorrats geht, dann dürfte die rechner-gestützte Stereoauswertung hinsichtlich des Zeitbedarfs vorteilhafter sein.

### Schlußbemerkung

Es wurde ein einfaches Stereomeßgerät für die rechner-gestützte Auswertung von Zeichnungen, Einzelbildern oder Stereomodellen vorgestellt, und es wurden die Anwendungsmöglichkeiten an einigen Beispielen der messenden Luftbildinterpretation aufgezeigt. Nicht erwähnt wurde das Zeichnen von Karten, das auf einem an den Rechner angeschlossenen xy-Plotter auch möglich ist, wenn auch mit gewissen Nachteilen gegenüber Analog-Geräten: Erstens kann die relativ geringe Geschwindigkeit des xy-Plotters die Arbeit verzögern (on-line Betrieb), zweitens können z. B. Höhenschichtlinien nicht direkt nach dem stereoskopischen Eindruck abgefahren werden, weil Modellverbiegungen nur rechnerisch berücksichtigt werden.

Demgegenüber bietet das Gerät den Vorteil der sehr einfachen Handhabung, speziell im Hinblick auf die Orientierung des Modells, und den Vorteil, daß nicht nur Objekt-Koordinaten, sondern auch davon abgeleitete Meßgrößen sehr schnell berechnet werden können.

### Literaturhinweise:

- [17] Hobbie, D.: Das ZEISS-STEREOCORD G 2, ein einfaches Stereomeßgerät für rechner-gestützte Auswertungen.  
Vortrag zur Photogrammetrischen Woche 1975 in Stuttgart.
- [27] Leroux, P.: Etude méthodique de photo-interprétation dans le cadre d'une opération d'aménagement spécifique.  
XII Congrès International de Photogrammétrie, Ottawa 1972.
- [37] Cazabat, C.: Les cartes de localisation probable des avalanches.  
XII Congrès International de Photogrammétrie, Ottawa 1972.
- [47] Bodechtel, J.: Zur Methodik tektonischer Messungen in der geologischen Luftbildauswertung.  
Bildmessung und Luftbildwesen 4/1969, 126-133.
- [57] Mekel, J. F. M.: The Geological Interpretation of Radar Images.  
ITC Textbook VIII.2, Enschede 1972.
- [67] Nyberg, S.,  
Orhaug, T.,  
Swensson, H.: Optical Processing for Pattern Properties.  
Phot. Eng. 37, 547-554 (1971).
- [77] Hildebrandt, G.: Ermittlung von Stammdurchmesser-Verteilungen in Buchenbeständen durch Luftbildinterpretation.  
Bildmessung und Luftbildwesen 2/1969, 48-54.
- [87] Brun, R.: A New Stereotope-Digitizer System for Measuring and Processing Tree Data from Large-Scale Aerial Photographs.  
Forest Management Institute (Canada),  
Information Report FMR-X-41, Januar 1972.

### Zusammenfassung

Mit "messende Luftbildinterpretation" ist das Zusammenspiel von visueller Beobachtung des Stereomodells und Messungen im Modell gemeint. Hierfür wurde ein neues Gerät entwickelt, das ZEISS-STEREOCORD G 2, dessen Prinzip die Kombination eines einfachen Stereomeßgerätes mit einem Tischrechner oder Minicomputer ist. Mit Hilfe der EDV-Technik können die Geländekoordinaten und daraus Meßgrößen wie Strecken, Richtungen, Flächen, Volumen sehr schnell berechnet werden. Für Messungen an natürlichen Objekten werden statistische Auswertungen, für die Ingenieur-Photogrammetrie wird der Vergleich von Ist- zu Sollwerten bequem durchführbar. Es wird das Gerät kurz beschrieben (vergl. auch Vortrag D. Hobbie) und es werden Anwendungsbeispiele diskutiert.

### The G-2 STEREOCORD - its use in metric air photo interpretation

#### Abstract

The term "metric air photo interpretation" covers the combined processes of visual viewing of the stereo model and measurement in the model. A new instrument, the ZEISS G-2 STEREOCORD, has been developed for this purpose, which is based on a simple stereo-measuring machine combined with a desk calculator or minicomputer. Data-processing techniques allow very rapid computation of the ground coordinates and, from these, of magnitudes such as distances, directions, areas or volumes. The statistical analysis of natural objects and, in civil-engineering photogrammetry, a comparison of actual and nominal values are very simple and convenient. A brief description of the instrument is given (see also the paper presented by D. Hobbie), and a few practical examples are discussed.

## Le STEREOCORD G 2 - son emploi pour l'interprétation métrique des photographies aériennes

### Résumé

Par "interprétation métrique des photographies aériennes", on entend l'observation visuelle du stéréomodèle, combinée avec les opérations de mesure à l'intérieur de ce dernier. Un nouvel appareil - le STEREOCORD G 2 - a été développé par CARL ZEISS, Oberkochen pour un tel but d'application. Il se présente comme un simple stéréorestituteur, associé avec un calculateur de table ou un miniordinateur. La technique du traitement de l'information permet de calculer rapidement les coordonnées-terrain et de dériver de celles-ci d'autres grandeurs, p.ex. distances, directions, aires ou volumes. L'analyse statistique des objets naturels et - pour la photogrammétrie de génie civil - la comparaison de valeurs réelles avec des valeurs de consigne, s'opèrent très aisément. L'exposé donne une description succincte du STEREOCORD G 2 (sur lequel porte également l'exposé de D. Hobbie) et discute quelques exemples d'utilisation pratiques.

## EI STEREOCORD G-2 - su empleo en la fotointerpretación métrica

### Resumen

Bajo "fotointerpretación métrica" se entiende la combinación de la observación visual del modelo estereoscópico con las mediciones en el modelo. Para ello se ha desarrollado un nuevo instrumento, el ZEISS STEREOCORD G-2, cuyo principio se basa en la combinación de un sencillo instrumento estereomedidor con una calculadora de sobremesa o una minicomputadora. Con la ayuda del procesamiento de datos es posible calcular muy rápidamente las coordenadas del terreno y, a base de ellas, magnitudes tales como distancias, direcciones, superficies y volúmenes. Para mediciones en objetos naturales pueden efectuarse cómodamente restituciones estadísticas, para la fotogrametría de ingeniería las comparaciones de los valores reales con los nominales. Se da una breve descripción del instrumento (véase también la conferencia de D. Hobbie), y se discuten algunas aplicaciones.