

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie  
Hamburg 1980

Kommission II

Dierk Hobbie

CARL ZEISS, Oberkochen, West Germany

## TEST-PROZEDUREN FÜR DAS PLANICOMP C-100

### Abstract:

Before being delivered to the customer, the C-100 PLANICOMP analytical stereoplotting system from ZEISS, Oberkochen, is subjected to a comprehensive system test. Essential parts of this test, such as the functional check, duration test and calibration, are controlled by computer programs. This ensures high reliability of the instruments. Since these programs are included in the standard software supplied with the instruments, the user is able to repeat the standard tests at any time.

The paper on hand describes the performance and handling of the PLANICOMP test programs.

### 1. Einleitung

Die Arbeitsgruppe II/1 der Kommission II der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie befaßt sich mit der Entwicklung eines Systems zur Beurteilung analytischer Auswertegeräte. Damit soll für einen potentiellen Käufer ein Hilfsmittel geschaffen werden, um die auf dem Markt erhältlichen Systeme nach allgemeinen und individuellen Kriterien zu prüfen und mit den eigenen Erwartungen vergleichen zu können.

Eine gleichartige Aufgabe stellt sich dem Hersteller photogrammetrischer Geräte, wenn er nach erfolgreicher Entwicklung das Ergebnis, den Prototyp mit den zu Projektbeginn erstellten Spezifikationen vergleichen muß. Ein wesentlicher Teil dieser Beurteilungs- und Prüfverfahren wird dann auch später bei der Serienproduktion benötigt, um eine umfassende Qualitätskontrolle zu gewährleisten. Erst ein dauerhaft gutes und zuverlässiges Produkt kann sich am Markt durchsetzen.

Bei der Entwicklung des analytischen Stereoauswertesystems PLANICOMP C-100 von CARL ZEISS, Oberkochen, wurde bereits während der Erstellung des Systemkonzeptes die Notwendigkeit umfassender und dennoch klar gegliederter

Prüf-Möglichkeiten erkannt. Schon frühzeitig entstanden deshalb Prozeduren und Hilfsmittel, um alle Systemkomponenten (Optik, Mechanik, Elektronik, Rechner und Peripherie, Software) testen zu können. Diese Verfahren wurden später für die Endkontrolle der Seriengeräte durch die Zentrale Qualitätssicherungs-Abteilung übernommen und auch den Service-Stützpunkten zur Verfügung gestellt.

Neben kleineren Testgeräten bestehen die Prüfmittel im wesentlichen aus Software, die in jedem PLANICOMP serienmäßig installiert ist. Damit kann jeder Benutzer bei Bedarf eine Funktions- und Qualitätsprüfung kurzfristig selbst durchführen, bzw. in regelmäßigen Abständen wiederholen. Diese Prüfmöglichkeiten, Programme zur Genauigkeitsprüfung, Funktionsprüfung, Dauerprüfung sowie Prüfgeräte werden im folgenden beschrieben.

## 2. Kalibrierung des Meßsystems

Das Programm C-100 CALIBRATION erlaubt die Messung eines regelmäßigen, quadratischen Gitters mit wählbarer Maschenweite und maximal  $6 \times 6 = 36$  Punkten im linken und rechten Bildwagen, sowie falls vorhanden, auf einem angeschlossenen Zeichentisch DZ-6 bzw. DZ-7. Durch ausgleichende Berechnung einer Affintransformation mit 6 Parametern zwischen den gemessenen Werten und dem entsprechenden Sollgitter lassen sich Restfehler an den einzelnen Gitterpunkten angeben. Diese Fehler stellen mit ihrem Mittelwert die charakteristische Genauigkeit der gemessenen Bildkoordinaten dar, weil die gewonnenen Transformationsparameter fortan als Geräteverbesserungen ständig bei allen Messungen verwendet werden. Der durch die Eichung bestimmte mittlere Koordinatenfehler kann deshalb auch als "Real-Time"-Genauigkeit des PLANICOMP bezeichnet werden. Damit soll angedeutet werden, daß die nachträgliche (off line) Korrektur verbleibender systematischer Restfehleranteile höherer Ordnung möglicherweise eine geringfügige weitere Genauigkeitssteigerung bewirken würde.

Die Bildträger sind serienmäßig mit einem 9-Punkt-Gitter mit 100 mm Maschenweite ausgestattet. Damit kann der Benutzer jederzeit die Eichung im Sinne einer Selbstkalibrierung wiederholen. An Stelle der Einzelleinstellung wird im allgemeinen die Doppelleinstellung jedes Gitterkreuzes empfohlen. Während des Meßablaufes wird der Auswerter genähert an das zu messende Gitterkreuz herangeführt, so daß jeweils nur die Feineinstellung verbleibt. Bei Doppelmessung wird für jeden Punkt die Einstelldifferenz angezeigt. Die Rechnung erfolgt nach Messung aller vereinbarten Punkte automatisch und endet mit der Gegenüberstellung von alten und neuen Transformationsparametern und der Ausgabe der Restfehler (Fig. 1). Der Auswerter hat das Ergebnis zu akzeptieren, nur dann werden die wirksamen Transformationsparameter durch die neuen Werte ersetzt. Eine grobe Falschmessung erfordert eine vollständige Wiederholung der Eichung, so daß Manipulationen ausgeschlossen sind.

Die Eichmessung wird im Rahmen der Endkontrolle im Werk für jeden Bildwagen sowohl über das feste 9-Punkt-Gitter als auch über 25 Punkte der ZEISS-Präzisionsgitterplatte durchgeführt, für die ein Maximalfehler von 1 micron garantiert wird und die auf Wunsch lieferbar ist.

Eine statistische Untersuchung der werksseitigen Kalibrierungs-Protokolle der letzten 22 Geräte zeigt die hohe Genauigkeit, sowie die Konstanz der Qualität. Die mittleren Bildkoordinatenfehler der 25-Punkt-Messungen mit

Doppeleinstellung betragen 1,3 bis 3,1 micron, im Mittel 2,1 micron. Der jeweils maximale Bildkoordinatenfehler an einem der Gitterkreuze betrug 2 (!) bis 8 micron, im Mittel 4 bis 5 micron. Der aus den Einstell-differenzen abgeleitete mittlere Fehler einer einzelnen Einstellung ergab sich je nach Auswerter und Betrachtungsvergrößerung zu 1,0 bis 3,0 micron. Damit haben sich die Genauigkeitserwartungen an das PLANICOMP mehr als erfüllt. Praktische Genauigkeitsuntersuchungen haben gezeigt, daß gegenüber den heute eingesetzten Präzisionskomparatoren das PLANICOMP nur 10 bis 20 % ungenauer ist /1, 2/.

### 3. Funktionstest der ZEISS-Hardware

Das Programm C 100 FUNCTION TEST steuert die systematische Prüfung aller elektrischen Funktionen von Grundgerät, Bedienungsfeld und Steuereinheit. Es gliedert sich in acht Einzeltests, die in Menue-Form ausgewählt werden oder sequentiell durchlaufen werden können (Fig. 2). Die Tests behandeln logische Funktionsgruppen und sollen näher beschrieben werden:

#### Test 1: LOOP I/O

Prüfung der Datenübermittlung zwischen der Steuereinheit und dem Rechner. Neben der Messung der Zykluszeit zwischen aufeinanderfolgenden Durchläufen des LOOP-Programms werden Statusinformationen, Ein- und Ausgabeinkremente und Anzeigewerte am Bildschirm angezeigt.

#### Test 2: PHOTO CARRIAGES

Bestimmung von Fahrverhalten und Bereichszuordnung für beide Bildwagen: bezogen auf den Referenzpunkt die richtige Lage des auf dem Bildträger markierten Meßbereiches, die richtige Lage und Funktion der rechnerkontrollierten Endlagen und der elektrischen Endlagenschalter, Gleichmäßigkeit und Geschwindigkeit des programmgesteuerten Fahrens.

#### Test 3: MOVING ELEMENTS

Messung der Impulsfrequenzen für Handräder, Fußscheibe, Steuerknüppel und Geschwindigkeitsregler nach Betrag und Vorzeichen.

#### Test 4: PANEL SWITCHES (MANUAL CONTROL)

Prüfung aller Schalter und Tasten des Bedienungsfeldes (Panel) auf Funktion, richtige Polung und Störverhalten gegenüber anderen Funktionen bei manueller Betätigung.

#### Test 5: PANEL SWITCHES (COMPUTER CONTROL)

Prüfung aller vom Rechner durch Programm steuerbaren Panel-Kontrollampen und Schaltzustände.

#### Test 6: PANEL INPUT REGISTER

Eingabe mit den Tasten der Dezimaltastatur und Prüfung der Anzeige im Eingaberegister sowie der Übermittlung an den Rechner.

#### Test 7: I/O INDEPENDENT FUNCTIONS

Aufforderung zur Prüfung der Funktionen, die nicht vom Rechner gesteuert oder überwacht werden können, wie z.B. richtige Prismenstellung nach Wahl der Betrachtungsart, Bild- und Meßmarken-Beleuchtung, Fußtaste zur Grob-/Fein-Umschaltung.

#### Test 8: DZ-Zeichentisch

Einfache Generierung von Vektoren und Vollkreisen zum Auftragen einfacher Testfiguren (z. B. Quadrat und tangierender, zentrischer Vollkreis) zur Beurteilung von Positioniergenauigkeit und Zeichenqualität.

Innerhalb der Einzeltests wird der Benutzer in Form einer Checkliste aufgefordert, verschiedene Maßnahmen durchzuführen. Über das Bildschirm-Terminal hat er jeweils die Ausführung zu bestätigen und der Rechner prüft auf ordnungsgemäße Durchführung und meldet gegebenenfalls einen entsprechenden Fehler. Oder aber der Rechner führt eine angekündigte Handlung aus und der Benutzer muß am Terminal die richtige Ausführung quittieren oder mit einem Fehlercode eingeben, ob die Maßnahme nicht oder falsch ausgeführt wurde bzw. andere störende Auswirkungen zeigte. Bei Verdacht auf eine erkannte Störung können einzelne Prüfpunkte wiederholt oder übersprungen werden, jeder Einzeltest läßt sich jederzeit abbrechen. Bei Beendigung des Funktionstestes wird ein Testprotokoll ausgegeben, welches in codierter Form für alle benutzten Einzeltests die Ergebnisse darstellt.

Das Programm wird vollständig vom Terminal aus gehandhabt, damit es auch bei erheblich gestörtem Bedienungsfeld funktionsfähig wäre. Es sollte vom Auswerter dann benutzt werden, wenn der Verdacht auf eine Störung in einer bestimmten Funktionsgruppe besteht. Insbesondere dem Anfänger gibt dieses Programm Sicherheit und für die Kontaktaufnahme mit dem Service eine Verständigungs-Grundlage. Ein erfahrener Anwender wird dagegen ebenso wie das Servicepersonal einen eventuellen Fehler häufig unmittelbar auch ohne Funktionstest lokalisieren können.

#### 4. Dauertest

Im Rahmen der werkseitigen Abnahme eines zu liefernden Gerätes erfolgt eine mehrtägige Dauerprüfung, bei der rund um die Uhr einige wichtige Funktionen in Minutenfolge durchgeführt werden. Ein einfaches Programm veranlaßt zu diesem Zweck zyklisch eine Ausgabe am Terminal, einen Plattenzugriff sowie einen Bildwagentransport.

## 5. Interface-Simulatoren

Die bisher beschriebenen, programmgesteuerten Tests setzen die einwandfreie Funktion des Rechners voraus. Um aber im Zweifelsfall das PLANICOMP auch ohne Rechner überprüfen zu können, wurden zwei Testgeräte entwickelt, mit denen der Wartungsdienst ausgestattet ist und die als Zusatzausstattung auch dem Benutzer offen stehen. Die beiden Geräte haben die Form von elektronischen Leiterplatten (Fig. 3) und werden an Stelle der rechnerseitigen Interface-Platinen an die beiden Verbindungskabel vom PLANICOMP zum Rechner angeschlossen.

Je ein Rechner-Simulator dient zur Prüfung der LOOP- und PANEL-bezogenen Funktionen. In beiden Fällen kann der sequentielle Austausch von 16 bit-Worten mit Status- und Schaltinformationen, Anzeigewerten und Verschiebungswerten im normalen Zyklus und auch in Einzelschritten erfolgen. Der LOOP-Interface-Simulator ermöglicht Bildwagenverschiebungen durch Handräder und Steuerknüppel, die Darstellung von Ziffern am Panel-Koordinatenregister, das Schalten der Statusanzeigen und das Lesen einiger Panel-Schalter. Der PANEL-Interface-Simulator analysiert die übrigen Schalterstellungen und Tastenzustände und die am Panel-Eingaberegister eingetasteten Ziffern.

## 6. Rechner-Diagnostik-Programme

Ein wesentlicher Teil der Hewlett Packard-Dokumentation zum HP 1000-Minicomputer-System ist die sogenannte Rechner-Diagnostik. Hierbei handelt es sich um Testprogramme auf einem externen Datenträger wie Lochstreifen oder Magnetbandkassette und deren Bedienungsanleitung. Unter Verwendung eines möglichst geringen Anteiles der Rechner-Ausstattung werden die Diagnostik-Programme abschnittsweise direkt von außen in einen kleinen Bereich des Arbeitsspeichers geladen. In unterschiedlichen Prüfabschnitten lassen sich dann alle Systemkomponenten wie Prozessor, Arbeitsspeicher, Datenbus, Interfaces, Plattenspeicher, Terminal und Peripheriegeräte testen. Wie auch der Gebrauch der Interface-Simulatoren setzt die Handhabung der HP-Diagnostik eine besondere Einweisung voraus.

## 7. Fazit

Mit den beschriebenen Möglichkeiten läßt sich das analytische Stereoauswertesystem PLANICOMP lückenlos auf einwandfreie Funktion überprüfen. Auch in der Praxis haben sich die Prüfmethoden bewährt. Der große Erfolg des PLANICOMP beruht neben seiner Leistungsfähigkeit wesentlich auch auf der anerkannten Zuverlässigkeit. Dank der klaren Funktionstrennung zwischen dem ZEISS- und HP-Teil und den entsprechend gegliederten Test-Möglichkeiten konnte die Dauer der wenigen, bisher aufgetretenen Störungen klein gehalten werden.

Zuverlässigkeit und die in der Gestalt der Programme für Kalibrierung und Funktionstest vorhandenen, durchsichtigen Test-Prozeduren vermitteln dem Benutzer bereits nach kurzer Einarbeitungszeit ein hohes Maß an Sicherheit. Da bei einem derart vielseitigen System anfängliche Fehlbedienungen auch bei hohem Software-Komfort nicht immer auszuschließen sind, enthält das Handbuch eine Checkliste, die für die

häufigsten "scheinbaren Fehler" Prüfmaßnahmen enthält. Meistens ergibt sich die vermeintliche Störung als falsch betätigte Taste oder als ein Steuerparameter mit ungeeignetem Wert, so daß der eigentliche Funktionstest nur selten benutzt werden muß. Dennoch stellen, wie die Sicherheitseinrichtungen auf einem Schiff, die systemeigenen Überwachungsmöglichkeiten ein wesentliches unverzichtbares Qualitätsmerkmal dar.

#### Literatur:

- /1/ Ebner, H.: The accuracy potential of the analytical plotter ZEISS-PLANICOMP C-100 in bundle triangulation with Simultaneous self-calibration, Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Solaini, Mailand.
- /2/ Ebner, H.: Über Erfahrungen mit analytischen Auswertegeräten in Lehre und Forschung, Proceedings of the 37th Photogrammetric Week, Stuttgart, 1979.

PLANICOMP CALIBRATION

OPERATOR XXXXXXXXXX DATE 1980. 3.25.14.54

PHOTO CARRIAGE LEFT

REAL/NOMINAL POSITION OF GRIDPOINTS

NO.	REAL X	NOMINAL X	REAL Y	NOMINAL Y	DX, DY	DX	DY
1	-99.876	99.787	-100.000	100.000	DX, DY	-.004	-.002
2	.127	99.990	0.000	100.000	DX, DY	.000	-.001
3	100.128	99.990	100.000	100.000	DX, DY	-.003	-.002
4	-99.875	-.017	-100.000	0.000	DX, DY	-.001	.003
5	.124	-.015	0.000	0.000	DX, DY	0.000	.001
6	100.128	-.018	100.000	0.000	DX, DY	-.000	.003
7	-99.876	-100.020	-100.000	-100.000	DX, DY	.003	.002
8	.124	-100.021	0.000	-100.000	DX, DY	0.000	.002
9	100.128	-100.023	100.000	-100.000	DX, DY	-.003	.001

SETTING ACCURACY .0015

IN X .0015 IN Y .0014

	X0	Y0	X-PITCH	Y-PITCH	RECTANG	SWING
BEFORE CALIB	.120	-.018	.999967	.999969	-.0012	-.0016
RESULT OF CALIB	.126	-.016	.999983	.999948	-.0004	-.0003
ACCURACY	.000	.000	.000005	.000005	.0005	.0003

COMPUTATION BY 2 ITERATIONS

SIGMA 0 = .0013

RESIDUALS AT GRIDPOINTS

I	DX	DY
1	-.000	-.002
2	.001	.002
3	-.000	.001
4	.001	-.001
5	-.002	.001
6	.000	-.001
7	.001	.001
8	-.001	.000
9	.001	-.001
MEAN	.0011	.0015

\*\* ACCEPTED ?

YES

OK

END OF CALIB

Fig. 1.: Kalibrierungs-Protokoll zum PLANICOMP

C100 FUNCTION TEST  
PROGRAM FOR CHECKING PLANICOMP HARDWARE  
EXCEPT COMPUTER & PERIPHERIALS

-----  
TEST LIBRARY  
-----

NO	TEST
0	( ALL TESTS IN SEQUENCE )
1	LOOP - OPERATION
2	PHOTO CARRIAGES (COMPUTER CONTROL)
3	MOVING ELEMENTS
4	PANEL SWITCHES (MANUAL CONTROL)
5	PANEL SWITCHES (COMPUTER CONTROL)
6	PANEL INPUT REGISTER
7	I/O INDEPENDENT PANEL & VIEWER FUNCTIONS
8	DZ6 - TABLE

-----  
SELECT TEST BY ENTERING 'TEST-NO' >RETURN<  
OR TERMINATE PROGRAM WITH >BLANK< >RETURN<  
‡

Fig. 2.: Test-Auswahl zum Funktionstest-Programm des PLANICOMP

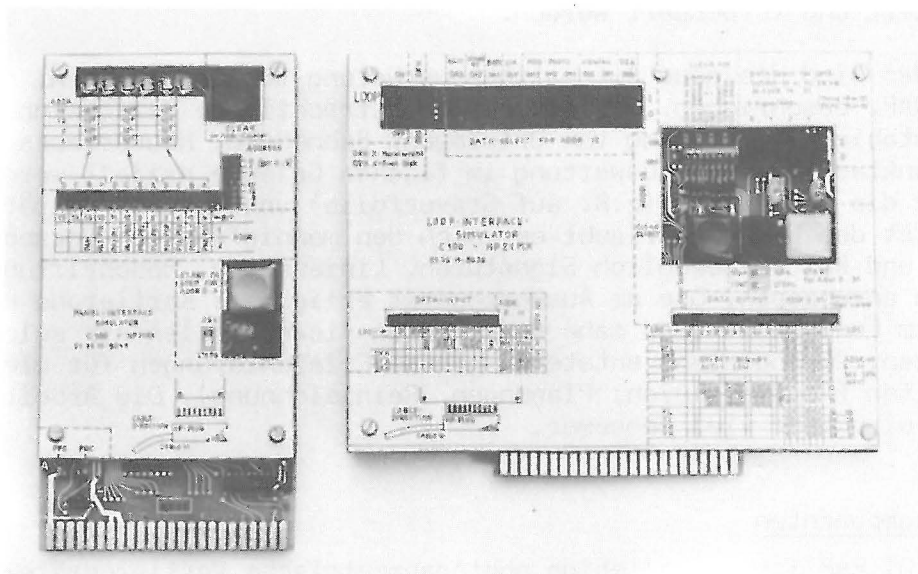


Fig. 3.: Interface-Simulatoren zum PLANICOMP