

14.Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie  
Hamburg 1980  
Kommission Nr.V  
Arbeitsgruppe V/I

Presented Paper

H. K A G E R  
Institut für Photogrammetrie  
der Technischen Universität Wien

Gußhausstraße 27-29  
A-1040 W i e n

DAS INTERAKTIVE PROGRAMMSYSTEM ORIENT IM EINSATZ

ZUSAMMENFASSUNG

Das photogrammetrische Ausgleichungsprogrammsystem ORIENT, dessen mathematisches Modell hauptsächlich auf der Räumlichen Ähnlichkeits-  
transformation beruht, wurde bisher eingesetzt für

- Bündelblockausgleichungen (incl. Kammerkalibrierungen und Orientierung von Halbmodellen),
- Modellblockausgleichungen,
- kombinierte Bündel- und Modellblockausgleichungen (z.B. Orientierung von Fahrzeugmodellen in selbst zu orientierende Strahlenbündel),
- Ausgleichung mit fiktiven Beobachtungen (Punkte in Ebenen (horizontal, vertikal oder allgemein) oder auf Geraden (horizontal, vertikal oder allgemein); Punkte in Flächen oder auf Kurven, die durch Polynome dargestellt werden).

Es wird über einige Anwendungsbeispiele aus der Amateurbildmessung berichtet.

Zur interaktiven Steuerung des Programmsystems ORIENT wird eine Kommandosprache verwendet, die es dem Programmbenutzer auf einfache Weise ermöglicht, auch sehr komplexe Aufträge an das Programm zu übergeben. Der Modul DIRAN zur Direktivenanalyse wird vorgestellt.

SUMMARY

The photogrammetric adjustment system ORIENT, developed at the above institute has been applied for

- bundle block adjustment (incl. camera calibration and orientation of incomplete models),
- combined adjustment of bundles and models (e.g. the orientation of models of vehicles into bundles which themselves have to be oriented),
- adjustment with fictitious observations (points in planes or on straight lines (horizontal, vertical or general); points on surfaces or on curves represented by polynomials).

Examples on application of non-metric photography are given.

a command-language is used for controlling the system ORIENT; the program-user is allowed to formulate complex directives. The module DIRAN (directive analyzer) is introduced.

## EINLEITUNG

Anläßlich des XIII. Internationalen Kongresses für Photogrammetrie in Helsinki wurde in /1/ das Konzept eines universellen Ausgleichsprogrammes vorgestellt, das zur Auswertung hybrider Messungen geplant war. Dieses Konzept wurde inzwischen zum größten Teil realisiert, wobei insbesondere bei den fiktiven Beobachtungen eine Vereinfachung des Ansatzes erzielt werden konnte, ohne eine Einbuße an Flexibilität und Vielfalt zu erleiden.

Das Einsatzspektrum des Programmsystems ORIENT reicht inzwischen vom ursprünglich geplanten Einsatz bei der Rekonstruktion von Verkehrsunfällen aus Amateuraufnahmen über Grenzfeststellungen mit Bildern aus dem Familienalbum bis zu Präzisionsbündeltriangulationen von Fassaden. Es erübrigt sich beinahe, zu erwähnen, daß ORIENT auch für Aerotriangulationen eingesetzt werden kann; insbesondere ermöglichte es erst die Analogauswertung eines Flugstreifens, der mittels PAT-M43 hätte trianguliert werden sollen, dessen Modelle aber wegen Vorliegens eines gefährlichen Zylinders nicht gegenseitig orientiert werden konnten.

Ein terrestrisches Modell, das über einen Fluß hinweg aufgenommen worden war (=Halbmodell) und dessen Normalfallaufnahme disposition verhunzt worden war, konnte mit Hilfe der vorhandenen Paßpunkte über die beiden Strahlenbündel als Halbmodell orientiert werden, wobei die Einstelldaten für das Analogauswertegerät aus den Drehparametern der analytischen Bündelorientierung abgeleitet werden konnten.

Inzwischen können für einige Analogauswertegeräte (WILD A7, A8, B8, JENA Topocart etc.) die Einstellgrößen der gegenseitigen und absoluten Orientierung direkt nach der Bündeltriangulation angegeben werden /2/.

## DER AUFBAU DES PROGRAMMSYSTEMS ORIENT

Das Programmsystem ORIENT ist modular aufgebaut (Abb.1), sodaß jeder Modul seine spezifische Aufgabe hat und praktisch ein eigenständiges Programm darstellt.

Insbesondere gibt es eigene Module

- zum Einlesen neuer Daten (EDIT)
- zum Modifizieren von Daten, die ORIENT bereits bekannt sind (UPDATE)
- zur Bildkoordinatenbereinigung (PCCOR)
- zur graphischen Darstellung von Daten (PLOT)
- für die verschiedenartigen Ausgleichsaufgaben (ADJUST).

Überwacht und kontrolliert werden alle diese Module durch eine übergeordnete Routine (MONITOR), der der Direktivenanalysemodul DIRAN zur Seite steht. Er dient dazu, die Kommandos (Direktiven), die der Programmbeutzer am Terminalkeyboard eingibt, zu interpretieren und für die programminterne Verwendung aufzubereiten. Darüberhinaus hat er die Aufgabe, die Direktiven syntaktisch zu überprüfen und im Fehlerfalle den Benutzer aufzufordern, den Fehler zu korrigieren und ihm dabei behilflich zu sein, sodaß nur richtige (- soweit es die Syntax betrifft -) Direktiven über den Monitor an die ausführenden Module ADJUST, EDIT etc. weitergegeben werden.

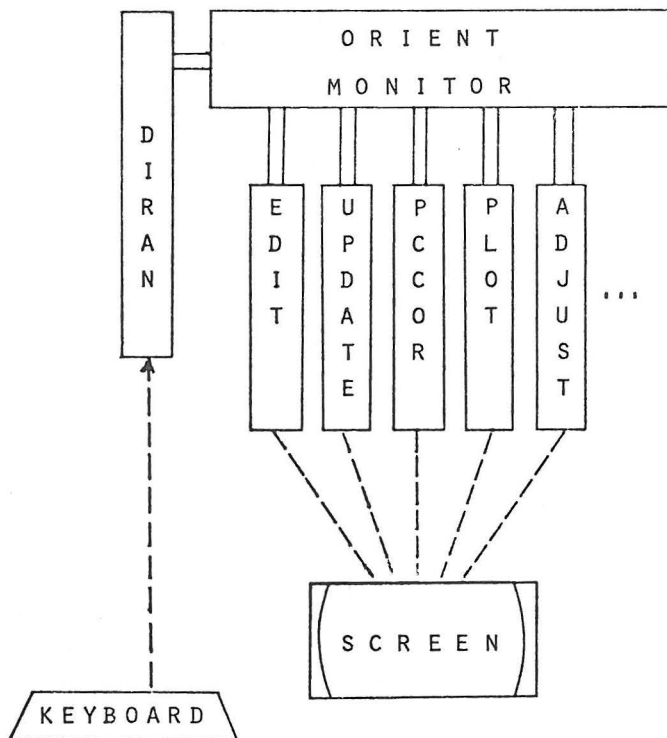


Abb.1: Schematischer Aufbau des Systems ORIENT

### DIE KOMMANDOSPRACHE

Die vorliegende Kommandosprache ist von Job-Control-Languages, wie sie in komfortablen Betriebssystemen, z.B. /3/ verwendet werden, angeregt worden. Sie beruht auf dem Prinzip, daß ein Benutzerwunsch an das System in der Form

keyword(parameterlist)

oder

keyword,parameterlist.

eingegeben wird. Dabei bedeutet keyword den Namen eines Programms, und könnte als Kopf der Direktive bezeichnet werden. In der parameterlist werden dem Programm keyword die einzelnen Parameter zur Steuerung dieses Programms übergeben.

Die Parameter der parameterlist haben die Form:

attribute

oder

attribute=value

Ein Parameter zerfällt somit in zwei Teile, die durch = getrennt sind: einen Attribut-teil, der mittels eines Keywords den betreffenden Parameter aus der Menge der möglichen Parameter auswählt (selektiert) und einen Wertteil, der dem Parameter einen gegebenenfalls numerischen Wert zuweist (z.B.: PARAM=5 ).

Die - auf dieser Struktur aufbauende - Syntax wird in Abb.2 (in stark vereinfachter Form) dargestellt:

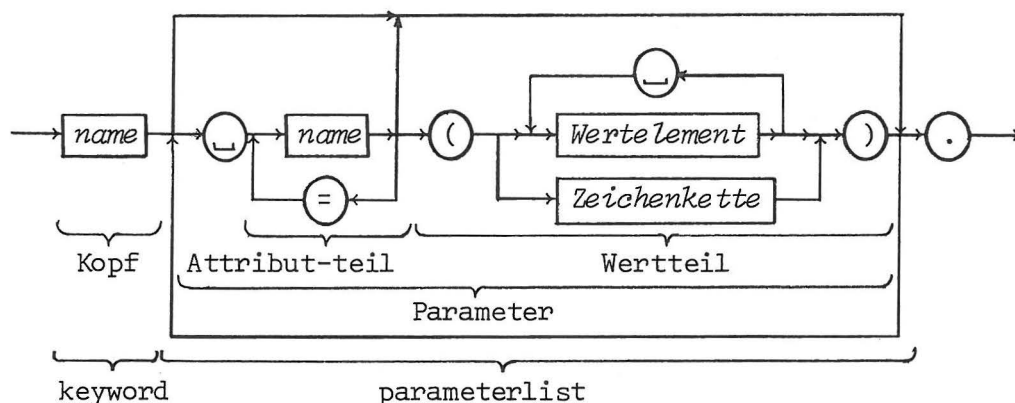


Abb.2: Syntaxdiagramm (vereinfacht)

Der *name* im Kopf stellt gleichzeitig den Namen eines der Programm-Module dar (z.B.: EDIT, UPDATE, PCCOR, ADJUST). Die Attribute sind ebenfalls Namen, etwa von Operationen (z.B.: ALTER, DEACTIVATE, WRITE) oder Namen von Datentypen (z.B.: PHOTO, MODEL) oder sonstige Namen von Begriffen (z.B.: X, Y, Z, NUMBER, FORMAT).

Als *Wertelement* kommt in Frage (z.B.):

- eine ganze Zahl (z.B. Modell- oder Punktnummer)
- eine reelle Zahl (z.B. Koordinate oder Toleranz).

Die *Zeichenkette* wird für Text-Parameter (z.B. Projekttitel) aber auch für FORTRAN-Formate verwendet.

Die Flexibilität dieser Syntax, deren vollständige formale Definition im Anhang zu finden ist, soll an zwei Beispielen aus dem System ORIENT erläutert werden u.zw. zunächst am Datenmanipulationsmodul UPDATE:

#### DIREKTIVENBEISPIEL UPDATE

Die Korrektur einer falschen Punktnummer mit dem Auftrag: "Ändere den Punkt 27 im Photo 912 und gib ihm die neue Nummer 72" kann mit der Direktive

UPDATE PHOTO(912) ALTER(27) NUMBER(72).

erfolgen; in einer der möglichen abgekürzten Schreibweisen könnte als Direktive auch

UP PH(912) ATR(27) N(72).

verwendet werden.

Den Kontrollausdruck einer Teilmenge von Punkten aus dem Referenzsystem (REFSYS) erhält man mit:

UP REF PRINT(23 38 -45 67 90 -103).

wobei das - vor den Wertelementen 45 und 103 "bis" bedeutet; es werden also die Punkte 23, 38 bis 45, 67 und dann von 90 bis 103 gedruckt.

Will der Benutzer eine Punktmenge auf eine Datei (etwa für ein Folgeprogramm) in einem speziellen Format ausgeben und gleichzeitig einen Kontrollausdruck anfertigen, so schreibt er z.B.:

UPD REF WRITE=PRINT(-891 1003 -1008) FORMAT(7X,I4,F8.4,2F12.5).

## DIREKTIVENBEISPIEL ADJUST

Ein weiteres Direktivenbeispiel sei am Modul ADJUST erläutert.  
Als Aufgabe sei gestellt, einen Teilblock auszugleichen, der aus den Bildern 901, 912 bis 920 und den beiden Modellen 915 und 988 besteht.  
Die Direktive würde lauten:

```
ADJUST,PHOTO=(901,912-920),MODEL(915,988).
```

Da die Keywords abkürzbar sind und die Parameter in beliebiger Reihenfolge angegeben werden können, würde die Direktive

```
AD MD(915,988),PH(901,912-920).
```

den gleichen Zweck erfüllen.

Bei dieser Art der Ausgleichung werden alle beteiligten unbekannt Parameter (das sind Koordinaten der Objektpunkte (=OBJECT), Koordinaten der beteiligten Projektionszentren (=PRJCTR), Rotationsparameter der äußeren Orientierung (=ROTPAR), die Größen der beteiligten inneren Orientierungen (=INNORI) und die Maßstabsfaktoren bei den Modellen (=SCALE)) als freie Unbekannte behandelt. Nun ist es aber für verschiedene Aufgaben nützlich, (in der Folge der Iterationen) manche Unbekannte auf ihrem momentanen Wert festzuhalten, d.h. die Unbekannten wie Konstante zu behandeln. Dies geschieht dadurch, daß in der ADJUST-Direktive bei der Spezifikation der Beobachtungsart (PHOTO, MODEL) zusätzlich diejenigen Unbekanntengruppen (OBJECT, PRJCTR, ROTPAR, INNORI, SCALE etc.) angegeben werden, die als freie Unbekannte behandelt werden sollen; die nicht angegebenen Unbekanntengruppen werden dann als Konstante verwendet.

Um dies zu demonstrieren, sei folgende Aufgabe gestellt:

Die Photos 905, 917, 928 seien bereits absolut orientiert (PRJCTR, ROTPAR, INNORI bekannt); das Modell 912, für das es keine Paßpunkte gibt, hingegen soll bei bekanntem Maßstab (SCALE) in die gegebenen Strahlenbündel hineinorientiert werden (ORIGIN, OBJECT, ROTPAR unbekannt). Die Direktive

```
ADJUST,PHOTO=OBJECT(905,917,928),MODEL=ORIGIN=OBJECT=ROTPAR=912.
```

bewirkt diese Transformation, wobei die Photos lediglich "Vorwärtsstrahlen" (=OBJECT) liefern, das Modell aber zusätzlich verdreht und verschoben wird.

## WEITERE DIRAN-FEATURES

An dieser Stelle fehlt der Platz, über weitere Möglichkeiten von DIRAN ausführlich zu berichten; es seien bloß einige aufgezählt:

- Optionen zum Editieren von Direktiven (z.B. Löschen von Parametern, Werten und Attributen oder zum Verlassen der laufenden Direktive)
- Subdirektiven: das sind Direktiven, die mehrmals hintereinander, eventuell mit veränderten Parametern, ausgeführt werden
- Defaultwerte: für eine Menge von Parametern können Ersatzwerte deklariert werden, die dann verwendet werden, wenn der Programmbenutzer keinen aktuellen Wert angibt; diese Defaultwerte können dynamisch während der Programmlaufzeit verändert werden
- Direktivenprozeduren: häufig gebrauchte Direktivenfolgen können als Prozeduren auf einer Datei abgelegt und mit einem Prozedurnamen einfach aufgerufen werden. Bei der Ausführung solcher Prozeduren kann der Benutzer noch Parameter verändern bzw. neu definieren, da solche Direktiven dem Benutzer - gleichsam - nur vorgeschlagen werden können
- BATCH-Betrieb: Programme, deren Steuerung über DIRAN erfolgt, sind auch im Stapelbetrieb (BATCH) voll ablauffähig; allerdings können dabei die interaktiven Möglichkeiten der Fehlerkorrektur nicht verwendet werden.

## DAS VERKEHRSUNFALLSBEISPIEL KUSTRA

Die beiden Amateuraufnahmen, die zu diesem Verkehrsunfallsgutachten<sup>x)</sup> vorlagen, sind in den Abb.3 und 4 wiedergegeben. Der Verkehrsunfall hatte sich nachts ereignet und die bei der nächtlichen Unfallsaufnahme durch das Gendarmeriepostenkommando angefertigten Lichtbilder waren nicht auswertbar, da keine Details - weder die auszuwertenden Brems- und Blockierspuren noch Paßpunkte - erkennbar waren. Jedoch hatte ein Gendarm am darauffolgenden Morgen die beiden abgebildeten Aufnahmen angefertigt, nachdem die beteiligten Fahrzeuge bereits entfernt worden waren. Unglücklicherweise haben die beiden Aufnahmen, die in entgegengesetzter Richtung geschossen wurden, keinerlei gemeinsamen Urbildinhalt, sodaß zunächst keinerlei Verknüpfung zwischen ihnen ersichtlich ist. Als weitere Erschwernis muß erwähnt werden, daß die Originalnegative nicht beschafft werden konnten und die Auswertung auf Grund der Papiervergrößerungen durchgeführt werden mußte. Dies hatte zur Konsequenz, daß für beide Aufnahmen eine eigene - jeweils unbekannte - innere Orientierung deklariert werden mußte, da nicht garantiert werden konnte, daß der gleiche Vergrößerungsmaßstab verwendet worden war und außerdem der Bildrand der Originale nicht mit vergrößert worden war (Ausschnitt durch Kopterrahmen), sodaß kein gemeinsames Bildkoordinatensystem definiert werden konnte.

Als Paßpunkte standen Koordinaten der Straßenbegrenzungspflöcke und einiger Baumstämme zur Verfügung sowie die Koordinaten der Fundamente eines Bildstockes (Bild 982). Beim Bild 981 zeigt der Augenschein, daß die vorhandene Paßpunktbestückung zur absoluten Orientierung und Kalibrierung der Aufnahme nicht ausreicht.

Einen Ausweg aus diesem Dilemma bieten aber die Fahrbahnrande, die durch Querprofilmessungen zwischen einander gegenüberstehenden Straßenbegrenzungspflöcken eingehängt werden konnten. Allerdings ist es nicht möglich, in den Bildern am Fahrbahnrand eindeutige Punkte zu identifizieren, wodurch solche Punkte an den Fahrbahnrandern nicht direkt als Paßpunkte verwendbar sind. Daher müssen die geodätisch eingehängten Fahrbahnrandpunkte (aus den Querprofilen) mit den in den Bildern willkürlich auf den Fahrbahnrandern ausgewählten Punkten durch fiktive Beobachtungen verbunden werden. In /1/ wurden solche fiktive Beobachtungen als "Null-Distanzen" "beobachteter" Punkte von Geraden und/oder Ebenen definiert. Diese Null-Distanzen werden - entsprechend gewichtet - in die Minimumsbedingung [pvv]  $\rightarrow$  min des Ausgleiches eingeführt. Eine derartige Beobachtungsaussage würde also etwa lauten: "Der Punkt 212 liegt auf der Geraden 920". Für jeden der Straßenrandpunkte könnte nun eine fiktive Beobachtungsaussage der obigen Form getroffen werden, wenn nicht die Betrachtung des Bildes 981 (Abb.3) zeigte, daß der Fahrbahnrand keine Gerade darstellt. Anlässlich dieses Beispiels aus der Praxis der Verkehrsunfallsgutachten mußte daher der Ansatz der fiktiven Beobachtungen in ORIENT erweitert werden. Und wie bereits einmal in der Photogrammetrie praktiziert - als das mathematische Modell der Perspektive wegen systematischer Restfehler an den Bildpunkten verfeinert werden mußte -, wurden zusätzliche Parameter eingeführt, die in diesem Fall aber nicht auf Bildkoordinaten sondern auf fiktive Ebenen angewendet werden.

Dies hat nun die Konsequenz, daß die Definition fiktiver Beobachtungen folgende Form annimmt: "Der Punkt 212 liegt auf dem räumlichen Polynom 920" oder "Für den Punkt 212 wird eine Null-Distanz vom Polynom 920 fiktiv beobachtet".

x) Der photogrammetrische Teil der Auswertung für dieses Gutachten wurde von Herrn Dr. G. Otepka, Imst, in Auftrag gegeben.

Wie wird nun ein derartiges Polynom dargestellt?

Analog dazu, wie eine Gerade durch den Schnitt zweier Ebenen definiert wird, wird ein räumliches Polynom (Kurve) durch den Schnitt zweier Polynomflächen erzeugt. Zu diesem Zweck können in ORIENT Polynome der Form

$$\begin{aligned}
 x &= \sum_{i=0}^9 \sum_{j=0}^9 \sum_{k=0}^9 a_{ijk} \cdot x^i \cdot y^j \cdot z^k \\
 y &= \sum_{i=0}^9 \sum_{j=0}^9 \sum_{k=0}^9 b_{ijk} \cdot x^i \cdot y^j \cdot z^k \\
 z &= \sum_{i=0}^9 \sum_{j=0}^9 \sum_{k=0}^9 c_{ijk} \cdot x^i \cdot y^j \cdot z^k
 \end{aligned}$$

verwendet werden; x, y, z sind dabei Koordinaten in einem lokalen Koordinatensystem (x,y,z), das aus dem Objektsystem (X,Y,Z) durch räumliche Drehung und Verschiebung hervorgeht:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} = R^T \cdot \begin{pmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{pmatrix} ; \quad R^T R = I$$

Diese Dreh- und Verschiebungsgrößen können als konstant festgelegt werden, oder aber auch als freie oder beobachtete Unbekannte in den Ausgleich einbezogen werden.

Beschränkt man sich bloß auf die linearen Terme, degenerieren diese Polynome in

$$\begin{aligned}
 x &= a_{000} + a_{010} \cdot y + a_{001} \cdot z \\
 y &= b_{000} + b_{100} \cdot x + b_{001} \cdot z \\
 z &= c_{000} + c_{100} \cdot x + c_{010} \cdot y
 \end{aligned}$$

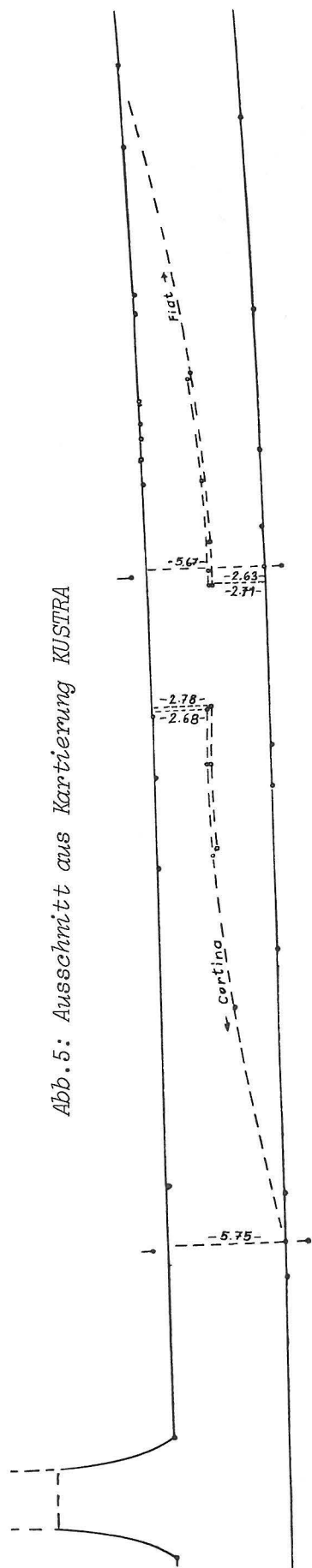
wodurch 3 Ebenen festgelegt werden, die zu 3 Schnittgeraden kombiniert werden können.

Falls diese Polynome durch  $i = j = k = 0$  weiter degeneriert werden, erhält man Ebenen senkrecht zu den Koordinatenachsen:

$$\begin{aligned}
 x &= a_{000} \\
 y &= b_{000} \\
 z &= c_{000}
 \end{aligned}$$

und da diese Gleichungen in einem lokalen System gelten, können damit - und der Steuerung der dieses lokale System definierenden Parameter - die in /1/ erwähnten fiktiven Beobachtungen "Punkte auf Lotlinien", "Punkte gleicher Höhe", "Punkte in beliebigen Ebenen", "Punkte auf Geraden", "Punkte in Vertikalebene", "Punkte in orthogonalen Ebenen", "Punkte auf orthogonalen Geraden", "Punkte in parallelen Ebenen" und "Punkte auf parallelen Geraden" realisiert werden.

Beim vorliegenden Verkehrsunfallsbeispiel wurden folgende fiktive Beobachtungen getätigt (die Punkte 1 bis 35 sind geodätische Paßpunkte): Die Punkte 1, 10, 21, 111, 113, 114 liegen in einer Vertikalebene der Form  $y = b_0 + b_1 \cdot x$ ; die Punkte 30, 31, 32, 217, 218, 222 liegen in einer anderen Vertikalebene der Form  $y = b_0 + b_1 \cdot x$ ; die Punkte 10, 21 bis 24, 101 bis 111 liegen auf einem kubischen Polynom der Form  $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2 + b_3 \cdot x^3$ ; die Punkte 32 bis 35, 201 bis 218 auf einem anderen kubischen Polynom der gleichen Form ;



alle oben aufgezählten Punkte liegen auf dem bilinearen Polynom  $z = c_0 + c_{10} \cdot x + c_{01} \cdot y + c_{11} \cdot x \cdot y$ , der Straßenoberfläche, wobei der  $c_{11}$ -Koeffizient dem beginnenden Quergefälle in der Kurve Rechnung trägt. Somit sind die beiden Bilder - obwohl ohne gemeinsamen Bildinhalt - über zwei Raumkurven miteinander verknüpft.

Der Ausgleich erfolgte dann so, daß gleichzeitig die unbekannt Parameter der beiden Perspektiven (samt den individuellen inneren Orientierungen) und die unbekannt Polynomkoeffizienten und selbstverständlich die Objektpunkte (incl. der Paßpunkte) iterativ bestimmt wurden.

Mit 259 Unbekannten bei 315 Beobachtungsgleichungen wurde bei einer Redundanz von immerhin 56 ein Gewichtseinheitsfehler von  $\sigma_0 = \pm 12\mu$  (im Bild) erhalten, was wohl selbst die innere Genauigkeit sehr optimistisch abschätzen dürfte.

Als eigener Berechnungsschritt wurden dann die eigentlich gesuchten Neupunkte auf den Brems- bzw. Blockierspuren "vorwärts"-geschnitten, wobei die oben bestimmten Transformationselemente als konstant festgehalten wurden (ADJUST, PHOTO=OBJECT, LINEAR=OBJECT.). Ein Ausschnitt aus der Kartierung ist in Abb.5 wiedergegeben.

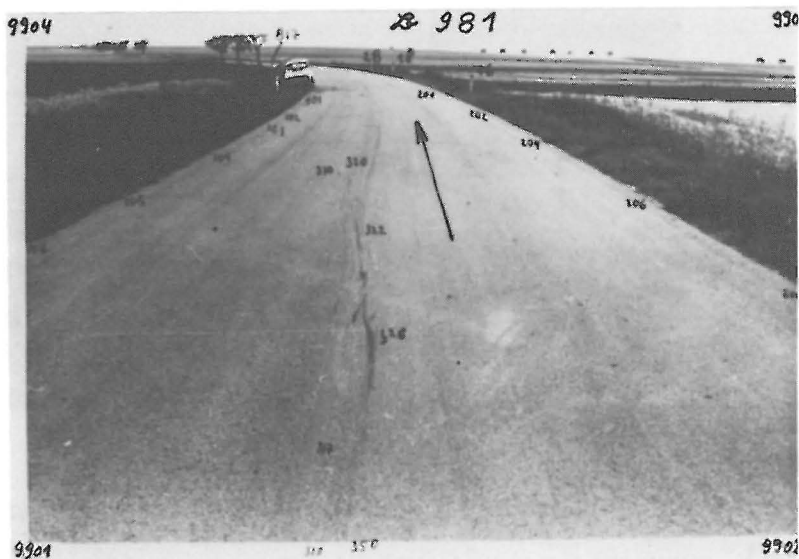


Abb.3: Bild 981 Verkehrsunfallauswertung KUSTRA



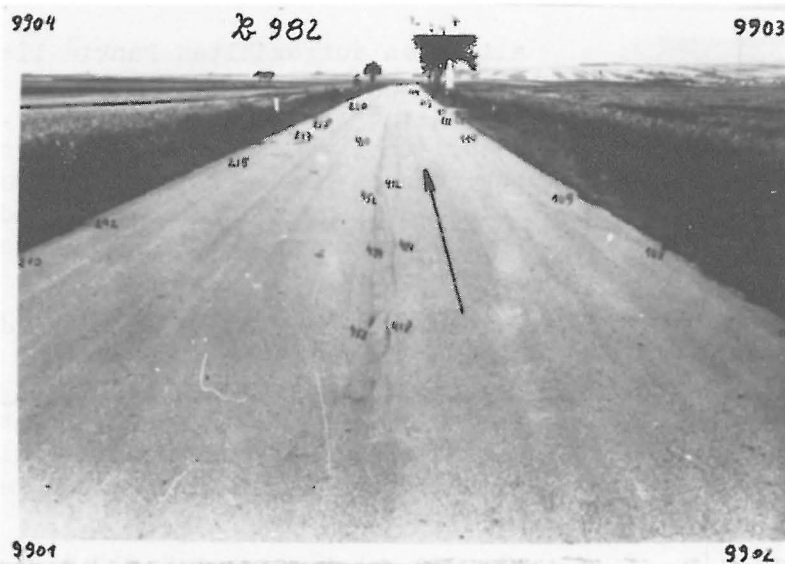


Abb.4: Bild 982 Verkehrsunfallsauswertung KUSTRA

DAS BEISPIEL HUBSCHRAUBERFLUGUNFALL x)

Die Abb.6 zeigt einen Hubschrauber vom Typ Bell 47 J Sekunden vor dem Absturz (3 Todesopfer). Die Aufnahme wurde mit einer Voigtländerkamera mit einem Zoom-Teleobjektiv Vivitar (70...230 mm) erzeugt.

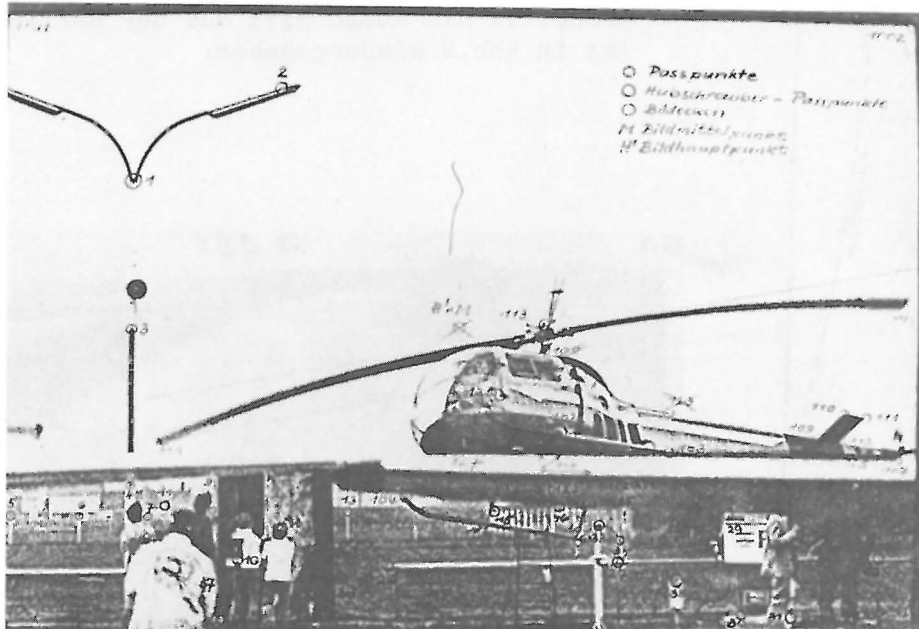


Abb.6: Tele-Aufnahme eines abstürzenden Hubschraubers

x) Gutachten zum Flugunfall vom 11.8.77; P. Waldhäusl, Wien

Die photogrammetrische Aufgabe war, festzustellen, wo und in welcher räumlichen Stellung sich der Hubschrauber zum Zeitpunkt der Aufnahme befand. Insbesondere war der Abstand der Peitschenleuchte vom Umfang des Rotorkreises von Interesse.

Da von dem auszuwertenden Bild weder die äußere noch die innere Orientierung bekannt waren, mußten zunächst diese Parameter bestimmt werden. Der Modul ADJUST löst eine derartige Aufgabe durch iterativen räumlichen Rückwärtschnitt bei freier (= veränderlicher) innerer Orientierung:

ADJUST, PHOTO=INNORI=PRJCTR=ROTPAR.

Für die Kammerkonstante wurde dabei ein Wert von  $c \approx 236$  mm gewonnen. Für den nächsten Berechnungsabschnitt konnte nun dieses Strahlenbündel als fest betrachtet werden; es galt nun, ein digitales Modell des Hubschraubers, das durch geodätisches räumliches Vorwärtseinschneiden in einem lokalen "Hubschrauberkoordinatensystem" bestimmt worden war, in dieses Strahlenbündel hinein zu orientieren. Dies geschah dadurch, daß die Bildpunkte Strahlen (=Gerade) lieferten, auf denen jeweils nur der OBJECT-punkt unbekannt war, während das digitale Hubschraubermodell verdreht (= ROTPAR) und verschoben (= ORIGIN) werden konnte. Es wurde also mit der Direktive

ADJUST, PHOTO=OBJECT, MODEL=OBJECT=ORIGIN=ROTPAR.

solange iteriert, bis das System stabil war.

Die mittleren Restfehler an den Bildpunkten waren in der Größenordnung von  $\pm 10 \mu$ , an den Hubschraubermodellpunkten bei  $\pm 2$  cm und an den geodätischen Paßpunkten bei etwa  $\pm 4$  cm. Als mittlere Fehler für die Hubschrauberposition ergaben sich  $\pm 5$  cm parallel zum Bildkoordinatensystem und - wegen des überaus schmalen Strahlenbündels -  $\pm 35$  cm in Aufnahmerichtung; die Winkel, die die Stellung des Hubschraubers angeben, werden auf  $\pm 1^\circ$  genau geschätzt.

In Abb.6 ist weiters ein interessantes photographisches Phänomen zu erkennen: Der Rotor wird gekrümmt abgebildet. Das ließ sich durch die Überlagerung der Bewegungen des Schlitzverschlusses von links nach rechts mit der Rotordrehung erklären; es wurde darauf der Versuch unternommen, auf Grund der Verschlußgeschwindigkeit die Rotordrehzahl zu bestimmen. Dazu war es notwendig, die Koordinaten der Rotorenden zu den Zeitpunkten, als sie gerade abgebildet wurden, zu bestimmen. Dies konnte durch den Schnitt der entsprechenden Bildstrahlen mit einer Ebene senkrecht auf die Hubschrauberhochachse gelöst werden, die durch die z-Achse des Modellsystems repräsentiert wurde. Eine zweite Lösungsmöglichkeit, die auch durchgespielt wurde, war, für jeden Rotorflügel ein Modell zu definieren, das neben dem Flügelendpunkt zwei Punkte auf der Drehachse des Rotors enthält. Dies ergab zwei weitere Modelle, die sowohl mit dem Bild (Strahlen zu den Rotorenden) als auch mit dem Hubschraubermodell (Punkte auf der Drehachse) verknüpft waren. In Abb.7 wird das photogrammetrische Auswertungsergebnis graphisch veranschaulicht. Vom Hubschrauber sind nur die Hochachse ( $H_0$  - in der Aufstandsebene, 113 - Rotormitte), die Schwanzspitze (107) und der Rotorumfang mit den photographierten Rotorenden (näherungsweise A, B) eingetragen.

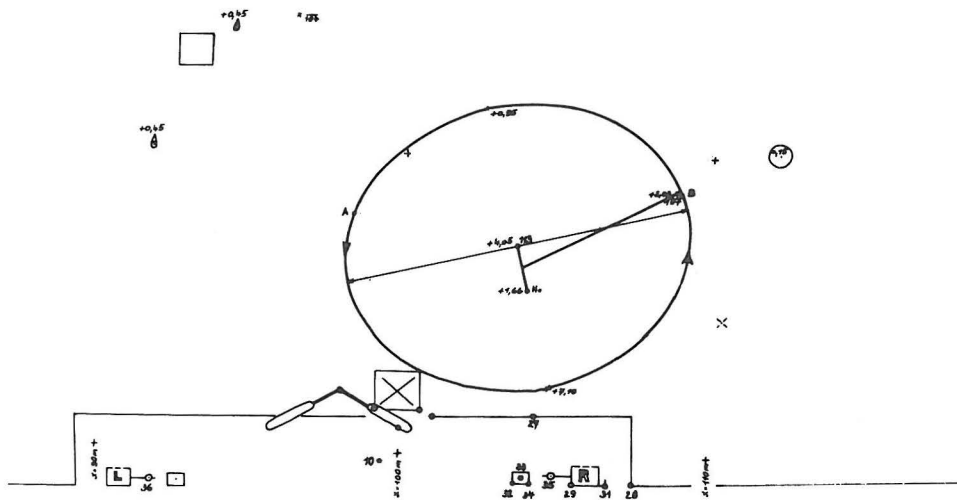


Abb.7: Hubschrauberflugunfall - Kartierung

#### DIE VERWENDUNG DES DIREKTIVENANALYSATORS DIRAN

Im Bestreben, eine einheitliche Programmsteuerung für die am Institut für Photogrammetrie der TU Wien entwickelten Programmpakete zu schaffen, wurde DIRAN inzwischen in folgende Neuentwicklungen integriert:

- MODOR : absolute Orientierung von Modellen mit Suche und Entdeckung grober Datenfehler und Zuverlässigkeitskontrolle /4/
- SCOP : Digitales Geländemodell und Isolinienkartierung /5/
- SORA : Software für die digital gesteuerte Orthophotoproduktion /6/
- TOPIAS : Topographisches Informations- und Archivierungssystem /6/

#### INSTALLATIONEN DES SYSTEMS ORIENT

Das System ORIENT wurde an der Cyber 74 der TU Wien entwickelt, und dann auf dem DEC System 20 des Interfakultären Rechenzentrums Abteilung Prozeßrechenanlage installiert, da eine Rechnerverbindung zur digital gesteuerten Zeichenanlage CORAGRAPH DC2 des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung besteht, sodaß die graphische Ausgabe des Systems rasch zur Verfügung steht und zur Fehlersuche benützt werden kann.

Zur Zeit wird das System ORIENT auf der HP-1000 des Ingenieurbüros "Vermessung Tirol", Imst, installiert, wo es zusammen mit dem Planicomp C 100 für die routinemäßige Bearbeitung von Aero-triangulationen neben Spezialaufgaben, wie sie in dieser Veröffentlichung angedeutet wurden, eingesetzt werden soll. Viele Erwartungen werden dabei in die Verwendung der zusätzlichen Parameter bei Bündelblockausgleichungen gesetzt.

#### LITERATUR

- /1/ KAGER, H. und KRAUS, K.: Gemeinsame Ausgleichung photogrammetrischer, geodätischer und fiktiver Beobachtungen. Geowiss. Mitt. der TU Wien, Heft 8, S.113-133, 1976
- /2/ MANN, H.: Die Installation des Bündelausgleichsprogramms ORIENT am DEC-System 20 und Erweiterung auf die Ausgabe von Einstellwerten für Analogauswertegeräte. Diplomarbeit am Institut für Photogrammetrie der TU Wien, 1980 (in Vorbereitung)
- /3/ CDC: NOS/BE Reference manual

/4/ MOLNAR, L.: Beschreibung zum Programm MODOR. Institutsinterne Programmbeschreibung, Institut für Photogrammetrie der TU Wien, 1979

/5/ ASSMUS, E.: Institutsinterne Programmbeschreibung des Programmsystems SCOP, Institut für Photogrammetrie der TU Wien, 1980

/6/ HAITZMANN, H., KRAUS, K. und LOITSCH, J.: A Data Base Towards the Digitally Controlled Production of Orthophotos. Presented Paper XIV.ISP-Kongress, Hamburg, 1980

ANHANG

DIRAN : FORMALE SYNTAXDEFINITION (Stand März 1980)

