



## Ein Projekt der digitalen Photogrammetrie in der Praxis: Automatische Grazer Aerotriangulation 1997

Winfried Ganster <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Magistrat Graz, A10/6-Stadtvermessungsamt, Europaplatz 20, A-8010 Graz*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **86** (1), S. 3–17  
1998

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Ganster_VGI_199802,  
Title = {Ein Projekt der digitalen Photogrammetrie in der Praxis: Automatische  
Grazer Aerotriangulation 1997},  
Author = {Ganster, Winfried},  
Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {3--17},  
Number = {1},  
Year = {1998},  
Volume = {86}  
}
```





# Ein Projekt der digitalen Photogrammetrie in der Praxis: Automatische Grazer Aerotriangulation 1997

Winfried Ganster, Graz

## Zusammenfassung

Mit, zumindest für den täglichen Betrieb, neuen methodisch-technischen Verfahren der digitalen Bildmessung wurden 650 Luftbilder des Bildfluges aus dem Jahre 1996 absolut meßbar gemacht. Erstmals wurde am Stadtvermessungsamt Graz versucht, in dieser Dimension ein digital-automatisches System einzusetzen.

Mit der Weiterentwicklung und Komplettierung des Digitalen Stadtplanes Graz, der in dem übergeordneten Kommunalen-Ortsbezogenen-Grafischen Informationssystem (KOGIS) der Stadt eingebettet ist, hielt auch die Photogrammetrie, vor nunmehr acht Jahren, Einzug in die Grazer Stadtverwaltung. Derzeit ist man im Stadtvermessungsamt bemüht, die technischen, inhaltlichen und wirtschaftlichen Vorteile der Bildinterpretation und der Bildmessung, hauptsächlich im Bereich der Naturdatenerfassung, aber auch für viele andere Vorhaben wie z.B. für die Realisierung des 3D-Stadtmodells oder die anstehende Revision des Flächenwidmungsplanes und dergleichen zu nutzen.

Nach der Durchführung der Befliegung wurde das analoge, farbige Bildmaterial in hoher geometrischer und radiometrischer Genauigkeit digitalisiert. Die angewandten Verfahren ermöglichten die automatische Verknüpfung aller Luftbilder durch ausgewählte, idente Position in unterschiedlichen Luftbildern. Die ermittelten Bildelemente wurden dem Landeskoordinaten- und dem Grazer Höhennetz (Präzisionsnivellement) mit einer Genauigkeit von ca.  $\pm 10$  Zentimeter zugeordnet.

Als eines der Hauptmotive für die Verwendung dieser neuen Technologie ist die erhebliche Reduktion der Bearbeitungszeit anzuführen. So konnte im Vergleich mit der letzten, großen, noch analytisch durchgeführten, Aerotriangulation Graz eine zeitliche Ersparnis von mehr als fünfzig Prozent erzielt werden.

## Abstract

Using, at least for daily production, the new methodical and technical procedures of digital photogrammetry, 650 aerial photos taken in 1996 were made absolutely measurable. For the first time a digital automatic system has been applied of such a dimension at the Graz municipal surveying office.

Eight years ago, in the course of the further development and completion of the communal geographic information system (KOGIS) which is part of the digital map of Graz, photogrammetry was introduced in the municipality of Graz for the first time. At present, the technical and economic advantages of photo interpretation and measurement are being applied by the municipal surveying office mainly for the acquisition of nature data, but also being used for other enterprises such as the realization of a three dimensional city model and the like.

The analogous color photos were digitized with high geometrical and radiometric accuracy. The applied procedures have made it possible that the tie points of different aerial photos be selected automatically. The selected image positions were transferred to the geodesic coordinate system and the height net of Graz with an accuracy of  $\pm 10$  cm.

One of the main advantages for using this new technology is the considerable reduction of working time. In comparison with the last aerial triangulation, which was carried out by analytical procedure, more than 50% of time were saved thanks to the new method.

## 1. Ausgangssituation

### 1.1. Bedarf und Anforderungen

Der Bedarf an zuverlässigen (Basis-) Daten zwecks Erstellung qualitativ hochwertiger Studien und Detailplanungen, erwächst relevanter Bedürfnisse und Notwendigkeiten unserer Gesellschaft, sowie den Vorhaben und Visionen von diversen Interessenten und Entscheidungsträgern (siehe Abbildung 1).

Durch die gewünschte Realisierung der Vorhaben und Projekte entsteht ein Handlungsbedarf und somit die Notwendigkeit, qualitätssichernde, rationelle und wirtschaftliche Methoden für die Beschaffung, Verwendung und Bereitstellung dieser, einzusetzen.

Im Zusammenhang mit der technischen Weiterentwicklung und der Verwendung modernster Hilfsmittel im Bereich der Naturdatenerfassung, Be- und Verarbeitung, Transferierung, sowie in

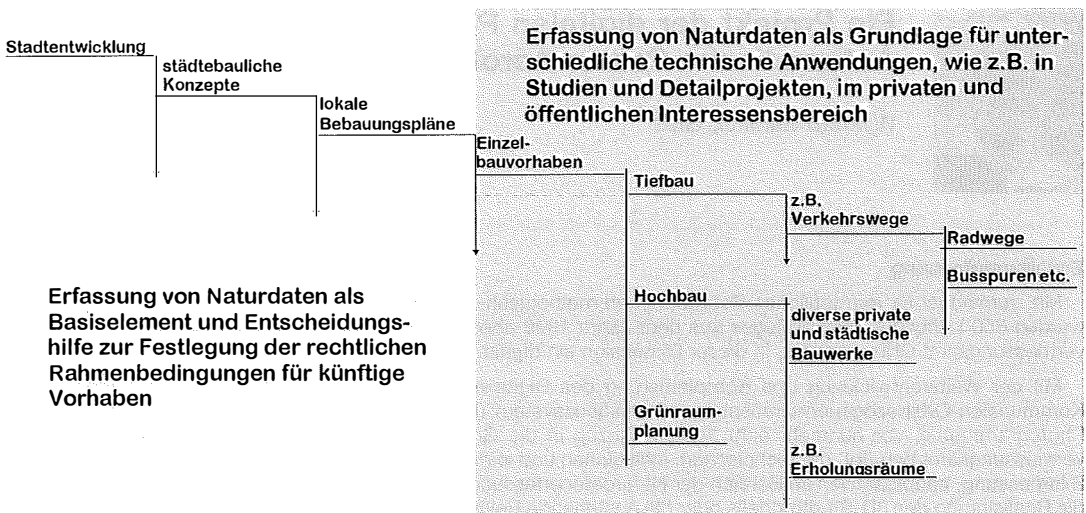


Abb. 1: Bedarfs- und Anforderungsschema für Naturdaten

Folge, Planung, Realisierung und Verwaltung, ist eine Verwendung und Bereitstellung dieser, im Konnex mit dem gegenwärtigen technischen Standard, für zeitgemäße Operationen im o.a. Umfeld unumgänglich. Anwendungen wie dreidimensionale Visualisierungen oder die unterschiedlichsten digitalen Bildmeßbearbeitungen zählen zur täglichen Arbeit.

### 1.2. Motivation

Ausgehend von den Erfahrungen und Ergebnissen der analytisch durchgeführten Aerotriangulation (AT) des Bildfluges Graz 1992 [1] [2], ergaben sich für Folgeprojekte folgende Zielsetzungen:

- Verringerung des zeitlichen Aufwandes im Prozeß der absoluten Meßbarmachung der digitalen als auch analogen Luftbilder.
- Erreichung der Ergebnisqualität der AT1992.
- Vereinfachung der Abwicklungsprozesse und Verbesserung des Anwenderkomforts hinsichtlich der Verwendung der unterschiedlichsten Datenelemente.

### 1.3. Praktische Durchführung

Zur zeitgemäßen Erfüllung der Aufgaben einer modernen Stadtplanung und -verwaltung wurde in Graz 1986 mit dem Aufbau des Digitalen Stadtplanes Graz bzw. eines Kommunalen-Ortsbezogenen-Grafischen Informationssystem (KOGIS) begonnen.

Neben dem Einsatz von terrestrischen Meßstationen wird seit 1989 ein Großteil der erforderlichen

Naturdaten mit Hilfe der analytischen Photogrammetrie erfaßt. Parallel dazu wird seit den Jahren 1994/95 im Bereich der digitalen Photogrammetrie entwickelt und seit 1996 produziert. Der Einstieg in die Bildmessung erfolgte mit der Zielvorgabe im gesamten Stadtgebiet kurz- bzw. mittelfristig, mit entsprechender Genauigkeit, absolut, dreidimensional und codiert, Naturdaten zu erfassen.

## 2. Ablauf- und Bearbeitungsschema

Trotz, oder vielmehr aufgrund des Einsatzes modernster Hilfsmittel, ist für eine exakte Ablaufplanung, wie in Abbildung 2 schematisch dargestellt, genügend Zeitraum vorzusehen.

## 3. Projektschwerpunkte

### 3.1. Strukturelle Basis

#### 3.1.1. Im organisatorischen Bereich

Zur Sicherung kurzer Bearbeitungszeiträume und unter Berücksichtigung einer entsprechenden Ergebnisgarantie wurde ein Pilotprojekt unter Einbeziehung von Schulungsmaßnahmen durchgeführt. Erst nach der Ermittlung der relevanten, die Konfiguration, die Arbeit bzw. das Ergebnis unmittelbar beeinflussenden Faktoren, wurde mit der Konzeption, der Vorbereitung und der eigentlichen Projektarbeit begonnen.

# SCHAFFUNG DER STRUKTURELLEN UND INFRASTRUKTURELLEN VORAUSSETZUNGEN

- Information
- Organisation
- Hard- u. Software

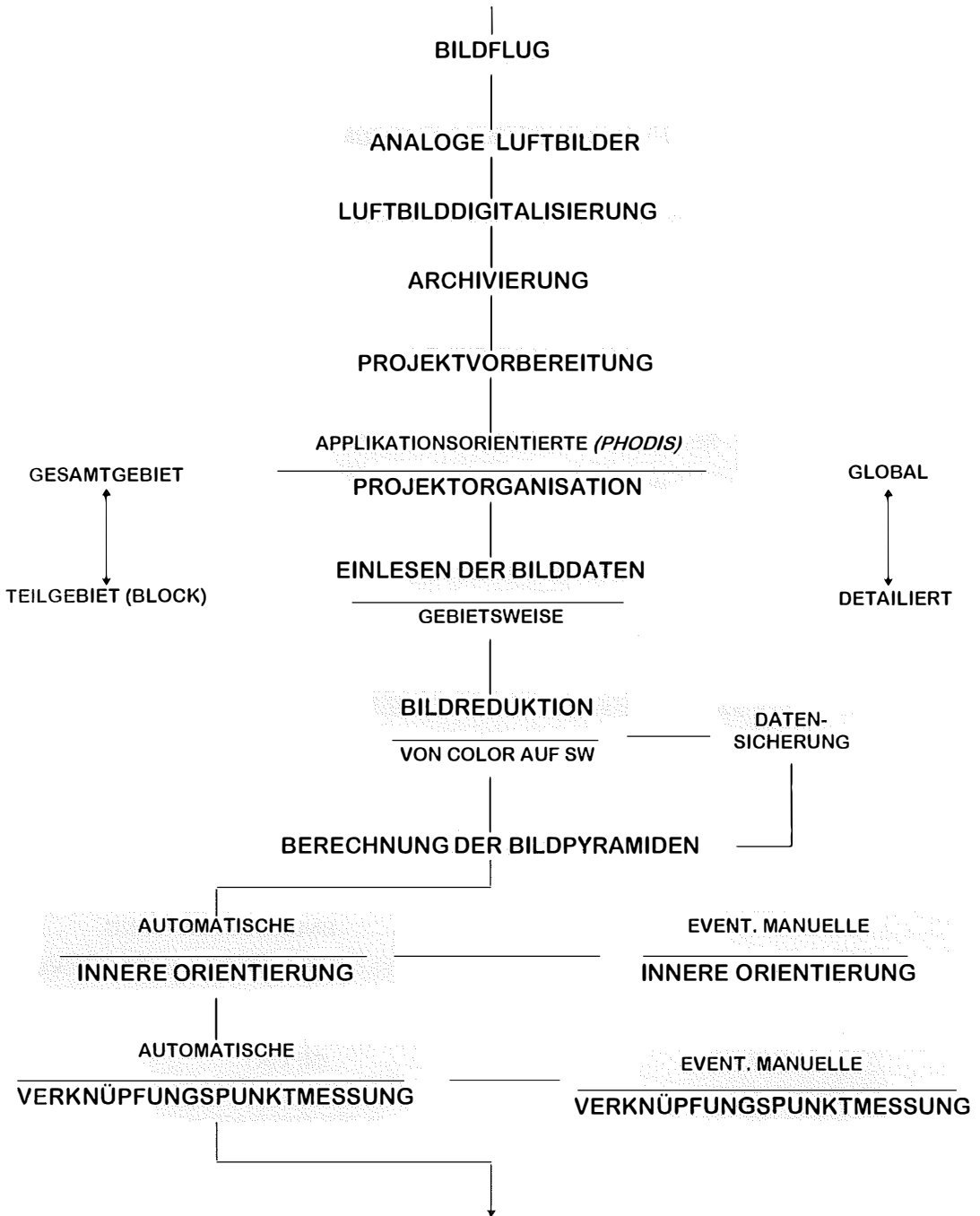


Abb. 2: Ablauf- und Bearbeitungsschema

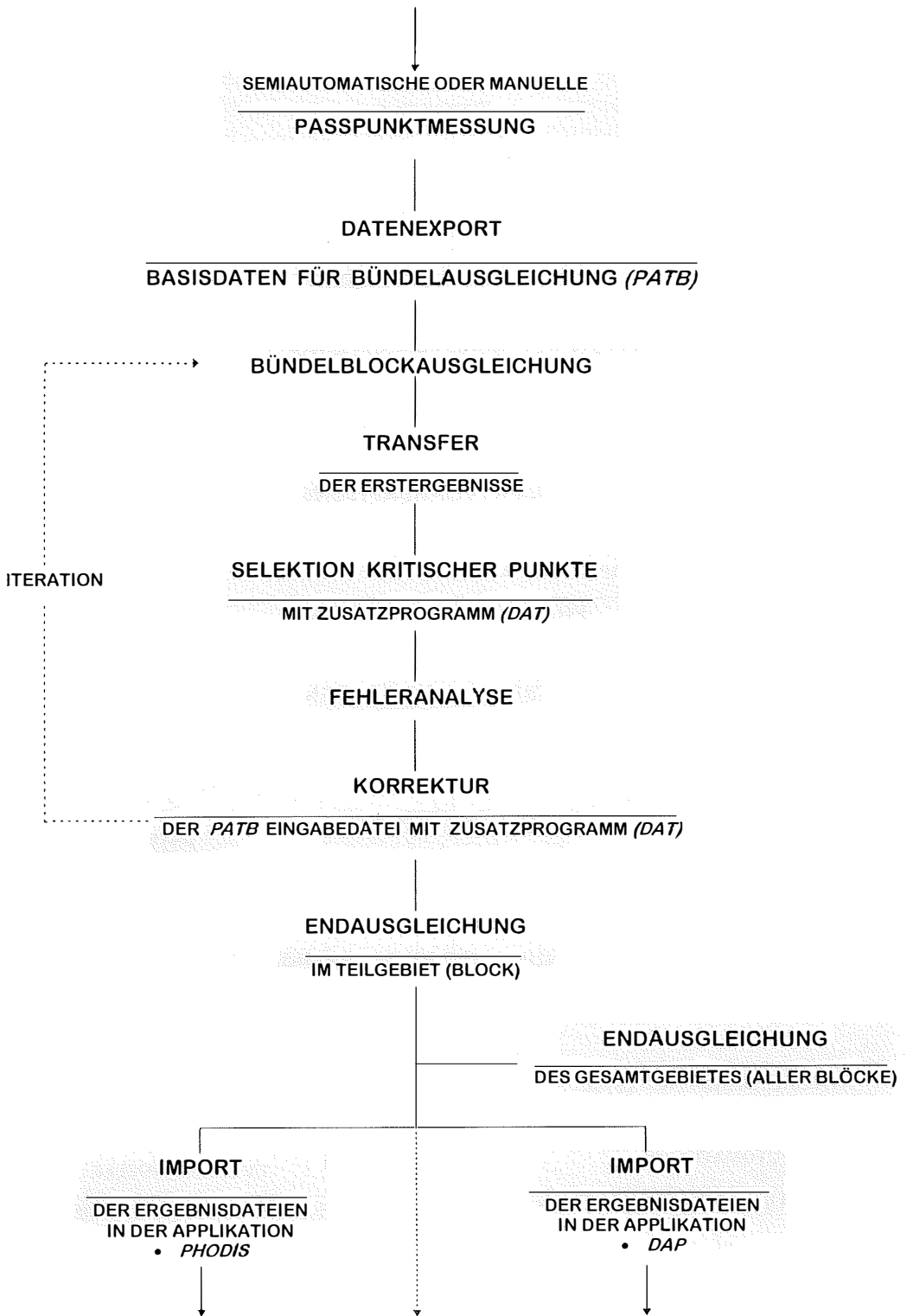


Abb. 2: Ablauf- und Bearbeitungsschema

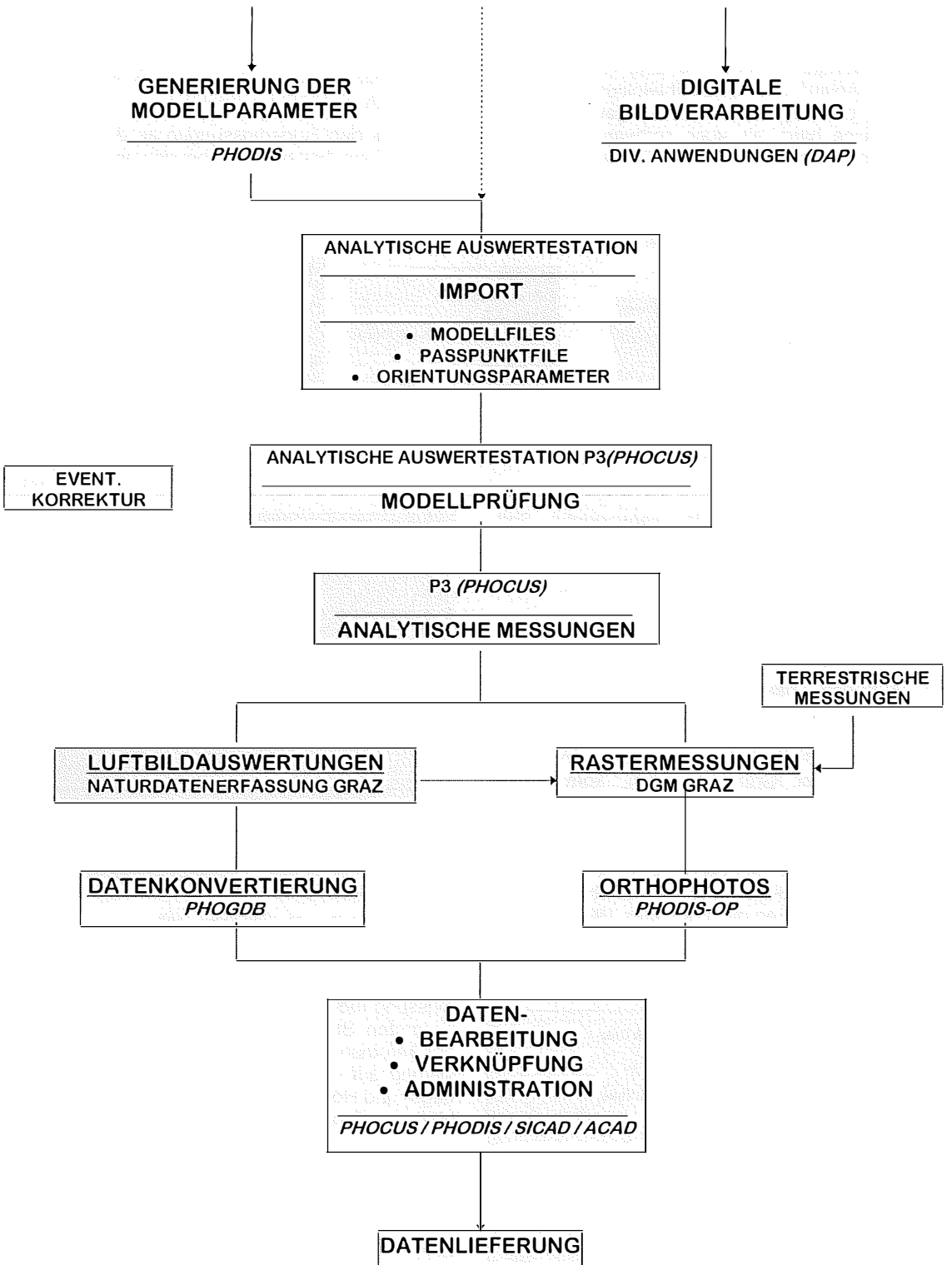


Abb. 2: Ablauf- und Bearbeitungsschema

### 3.1.2. Im technischen Bereich

Durch den Einsatz neuer methodisch - technischer Verfahren ergab sich eine veränderte Arbeits-, Ablauf- und Projektabwicklung. Zur Erreichung der angestrebten Zielvorgaben war sowohl eine hard- als auch softwaremäßige Anpassung (siehe Abbildung 3) unumgänglich

Um einen hohen Grad an Auswertemöglichkeit bei den diversen Aufgabestellungen zu erreichen, wurde die Befliegung unmittelbar nach der Schneeschmelze, aber noch vor der Belaubung im April 1996 durchgeführt.

Um bei den Folgemessungen an der analytischen Auswertestation und bei den unterschied-

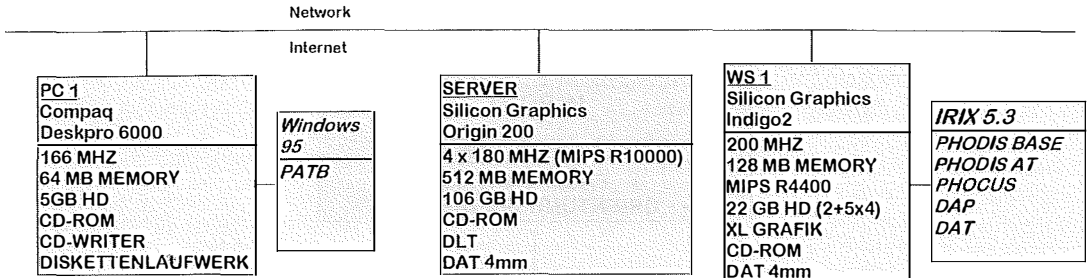


Abb. 3: Hard- und Softwarekomponenten

(Kurzinformationen zu den verwendeten Softwarekomponenten sind am Ende dieses Beitrages angeführt).

### 3.2. Bildflug

Aufgrund unserer positiven Erfahrungen bei der großräumigen, photogrammetrischen Naturdatenerfassung, mit analogen und großmaßstäblichen Bildmaterial, wurde der verwendete Bildflug über Graz (ÖK 164), konventionell durchgeführt. Das Aufnahmegebiet erstreckte sich in Nord-Südrichtung mit ca. 13 km und in Ost-Westrichtung mit ca. 10 km. Der Bildflug 1996 wurde u. a. auf Basis der in der Abbildung 4 angeführten Parameter und der berechneten Projektionszentren des Bildfluges 1992, realisiert (siehe Abbildung 5).

AUFNAHMEGEBIET : Stadt Graz
GEBIETSGRÖSSE : 128 km <sup>2</sup>
AUFNAHMEZEITPUNKT : April 1996
BILDMASZSTAB : 1:3700
AUFNAHMEKAMMER : RMK A 30 / 23
LÄNGSÜBERDECKUNG : 60 %
QUERÜBERDECKUNG : 30 %
AUFNAHMEMATERIAL : Kodak MS 2448

Abb. 4: Bildflugparameter

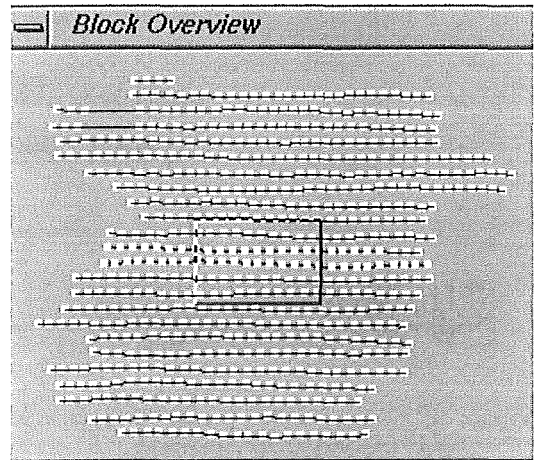


Abb. 5: Bildmitten des Bildfluges 1996

lichen Aufgabestellungen der digitalen Bildmessung möglichst homogene Bedingungen im gesamten Stadtgebiet vorzufinden, wurde bei der Aero triangulation bzw. schon bei der Signalisierung auf eine entsprechende Verteilung der Lage- und Höhenpaßpunkte geachtet (siehe Abbildungen 6 und 7).

Wenn auch bereits Überlegungen hinsichtlich künftiger Scannerbefliegungen für ähnliche Aufgabestellungen existieren, wird unsererseits, mittelfristig, für klassische Luftbilddauswertungen, auf den qualitativen Vorteil, den die Verwendung von Bildunikaten mit sich bringt, nicht verzichtet werden.

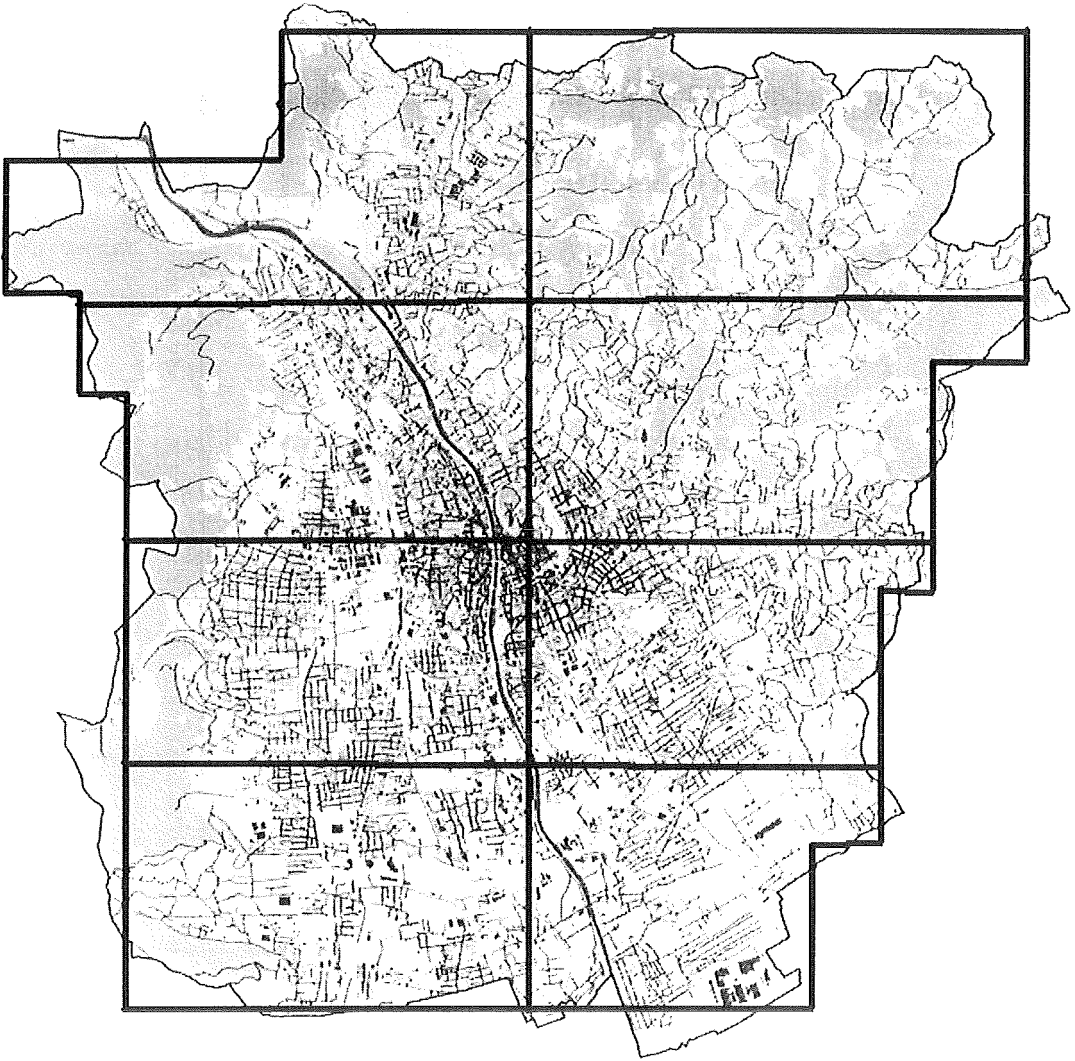


Abb. 6: Signalisierungsschema für Lage- und Vollpaßpunkte

### 3.3. Digitalisierung der Luftbilder

Eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung der automatischen Aerotriangulation war die Bereitstellung von radiometrisch und geometrisch hochgenauem digitalisiertem Bildmaterial. Insgesamt wurden 653 Farbdias (siehe Abbildung 8), mit 8-BIT Farbtiefe pro Kanal, gemäß den Parametern wie in der Abbildung 9 angeführt, digitalisiert.

Trotz der großen Datenmenge wurden die digitalen Bilddaten unkomprimiert be- und verarbeitet.

Die geometrische Genauigkeit wurde wie folgt definiert und eingehalten:

- Digitalisiergenauigkeit über das Bildformat  $\pm 2.5$  micron
- Wiederholgenauigkeit bis zu 10% der Pixelgröße

Die radiometrische Genauigkeit wurde eindeutig durch das Farbspektrum der originalen Colordias vorgegeben. Dementsprechend wurde auch versucht diese in digitaler Form einzuhalten. Als definierte radiometrische Genauigkeit galt folgendes Verhältnis:

$$\gamma = \frac{\text{digitaler - Dichteumfang}}{\text{Original - Dichtumfang}} = 1(\text{max. } \pm 0.2)$$



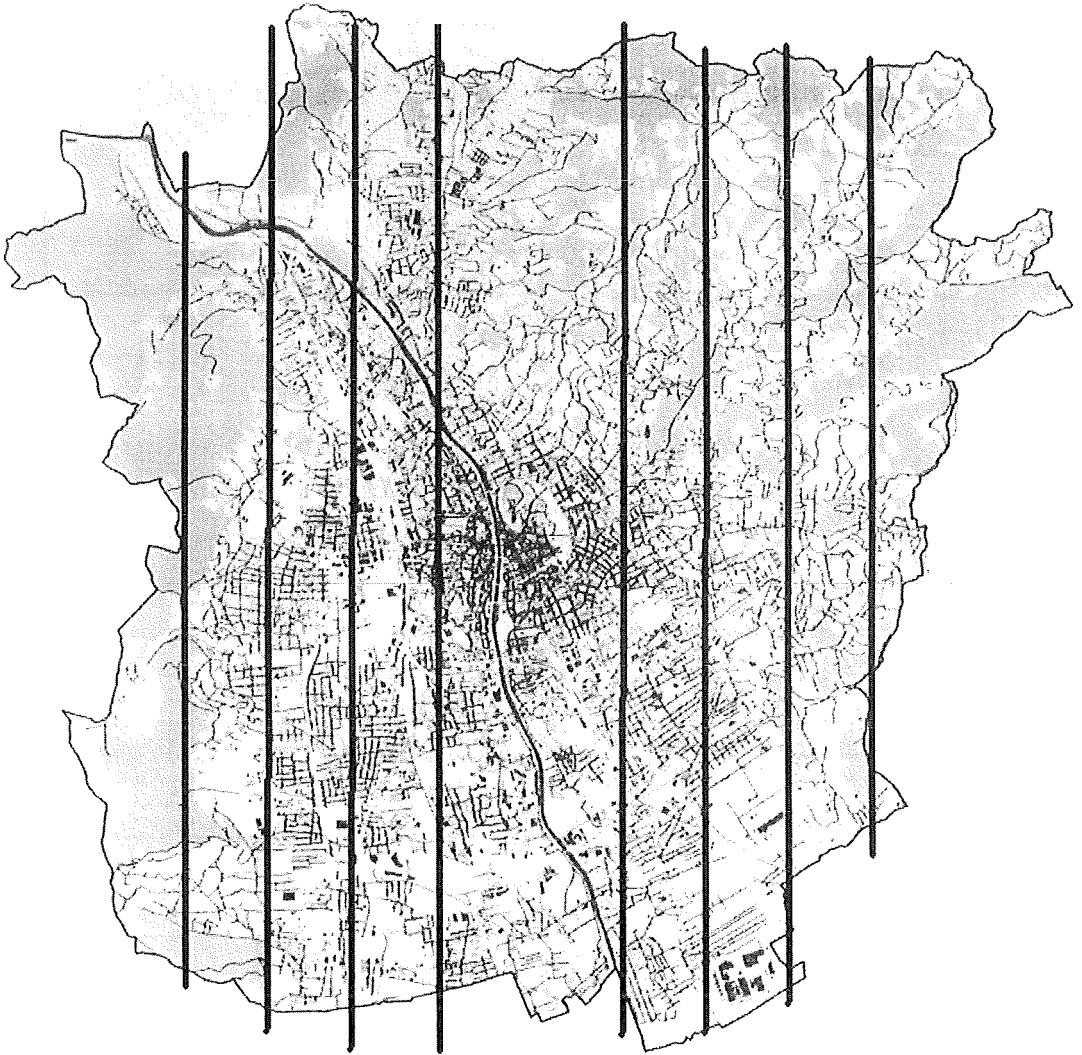


Abb. 7: Signalisierungsschema für Höhenpaßpunkte

### 3.4. Digitale Blockbehandlung

Zum Zweck der vereinfachten Projektadministration wurden für das gesamte Projekt einheitliche Begriffe, Verweise und Verknüpfungen festgelegt. Als wichtiges Basiselement diente ein Bildinformationsfile mit den jeweiligen Bildkoordinaten und -nummern zur Generierung einer Block- bzw. Blöckeübersicht.

pro Farbbild zu einem Schwarzweißbild zusammengefaßt. Dies ergab eine Verringerung des Speicheraufwandes pro Luftbild von ca. 214.3 MB auf ca. 71.4 MB. Für die diversen Folgearbeiten bzw. Anwendungen, wurden nach dem Vorliegen der Berechnungsergebnisse wieder die Originaldateien verwendet.

#### 3.4.1. Bildreduktion

Um die gesamten Berechnungszeiten möglichst zu reduzieren, wurden die drei Farbkanaäle

#### 3.4.2. Blockdefinition

Folgende Parameter wurden für die Verknüpfung der notwendigen Datenelemente des jeweiligen Blockes definiert:

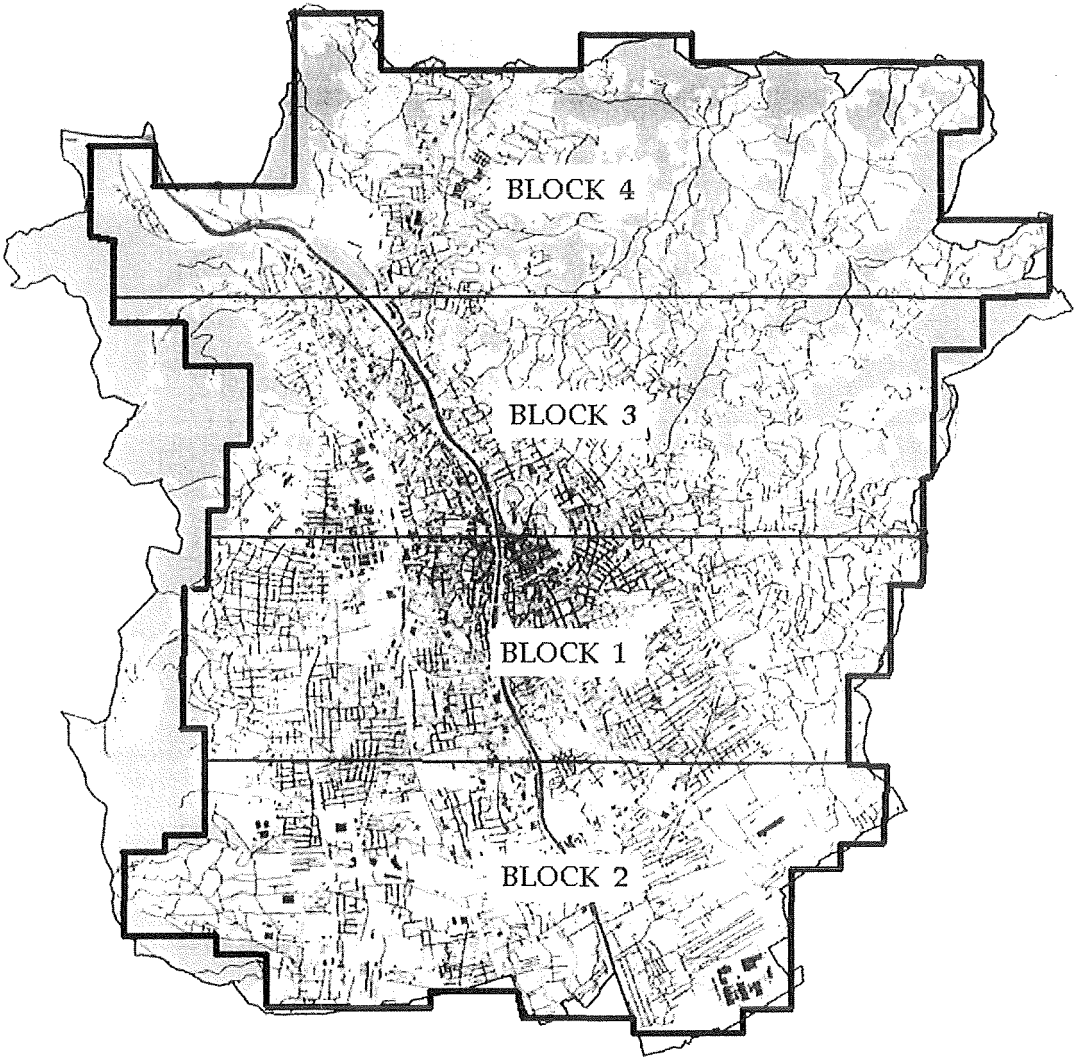


Abb. 8: Digitalisierungsbereiche

- Bildnummer bzw. -name sowie die Flugidentifikation
- Projektionszentrum und Azimut
- Kamera und Bilddatei
- Auflösung
- Flugstreifenname und Streifentyp

Originalbildes von 28 micron, wurden 5 Auflösungsstufen gespeichert. Allerdings betrug der zusätzliche Speicheraufwand für 5 Levels pro Bild ca. 23.5 MB, für 5 Levels aller 653 Luftbilder zusätzlich ca. 15.3 GB.

### 3.4.3. Bildpyramiden

Grundsätzlich wurden Bildpyramiden für die Berechnung der automatischen inneren Orientierung und für die automatische Verknüpfungspunktmessung benötigt. Sie brachten den Vorteil einer schnelleren Bearbeitung bzw. Bilddarstellung. In Abhängigkeit von der Auflösung des

### 3.4.4. Automatische innere Orientierung

Für die automatische innere Orientierung mußten die berechneten Bildpyramiden, die Kameraparameter mit den dazugehörigen Rahmenmarkenmustern (siehe Abbildung 10), die Bilddrehung und der Bildtyp vorgegeben werden.

DIGITALISIERTES BILDFORMAT : ca. 235 x 235 mm in Farbe

AUSGABEFORMAT : Zeiss-TLD

AUFLÖSUNG : 28 micron

SCANSTATION : Zeiss - Scai

DATENMENGE / LB : ca. 214,3 MB

GESAMTDATENMENGE / LB : ca. 140 GB

SPEICHERMEDIUM : DAT Magnetbandcassetten

Abb. 9: Digitalisierungsparameter

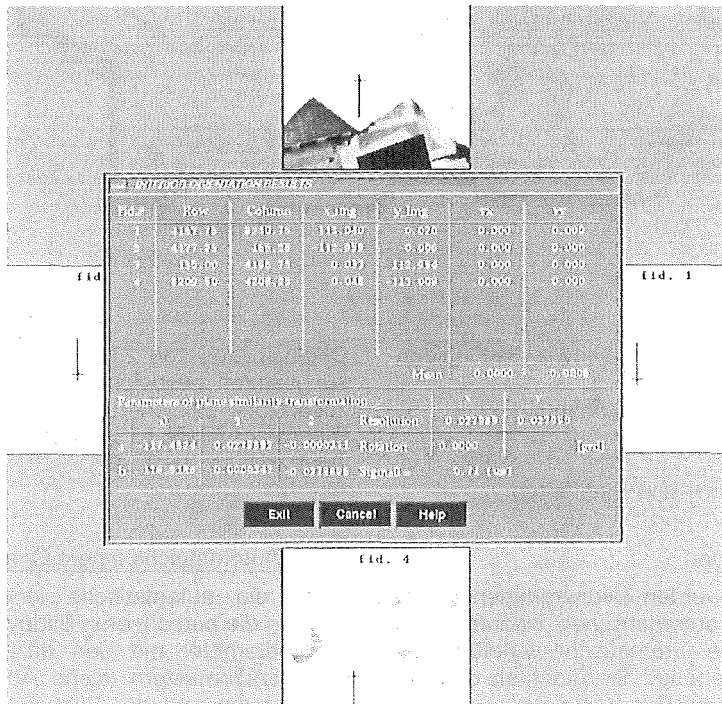
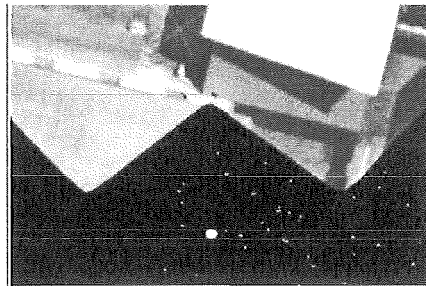


Abb. 10: Beispiel einer Rahmenmarkenmustererkennung

Bis auf einen geringen Prozentsatz von Luftbildern, deren Rahmenmarken manuell nachgemessen werden mußten, durchliefen sämtliche Bilder problemlos diese Prozedur. Die Durchlaufzeit pro Luftbild betrug in etwa 70 Sekunden.

- Über unterschiedliche Pyramidenstufen, bis zum Originalbild, die jeweiligen Bildkoordinaten ermittelt und gespeichert (siehe Abbildung 11).

### 3.4.5. Automatische Berechnung der Verknüpfungspunkte

Die automatisierte Verknüpfung der Luftbilder kann als eine der wichtigsten Neuerungen und Verbesserungen im Rahmen der praktischen Abwicklung angesehen werden. So wurden

- Bildelemente über identische Merkmale in unterschiedlichen Luftbildern identifiziert.

In Abhängigkeit von definierten Parametern konnte die Anzahl der automatisch gemessenen Punkten gesteuert werden (siehe Abbildung 12). So wurden etwa 500 Punkte pro Bild, ca. 90.000 Punkte je Block und ca. 320.000 Punkte im Gesamtgebiet ermittelt. Um die enorme Dichte zu veranschaulichen sei beispielhaft auf die Darstellung der gemessenen Verknüpfungspunkten in Abbildung 13 hingewiesen.



Abb. 11: Ermittelte und gespeicherte Verknüpfungspunkte

```
(11) Project      : AT97
(11) Block       : ALL
(11) Subblock    : 1
(11) Tracklevel  : 0
(11) 2x in strip : 0
(11) 2x to strip : 0
(11) 3x          : 1
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0021.tld Level 5 (----, 285, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0022.tld Level 5 (----, 288, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0023.tld Level 5 (----, 206, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0021.tld Level 4 (----, 1172, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0022.tld Level 4 (----, 1230, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0023.tld Level 4 (----, 1122, -1, ----)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0021.tld Level 0 ( -1, 174, -1, -1)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0022.tld Level 0 ( 174, 81, -1, -1)
(11) PHO_IMG/str01/Gr_01_0023.tld Level 0 ( 81, 168, -1, -1)
(11) Saving image points to data base ...
(11) Strip (0): Normal
(11) No., Key, Name, TiePts (left, right, up, down), Status
(11) ( 0), 9, PHO_IMG/str01/Gr_01_0021.tld, 174 ( -1, 174, -1, -1), Okay!
(11) ( 1), 10, PHO_IMG/str01/Gr_01_0022.tld, 214 ( 174, 81, -1, -1), Okay!
(11) ( 2), 11, PHO_IMG/str01/Gr_01_0023.tld, 209 ( 81, 168, -1, -1), Okay!
(11) ( 3), 12, PHO_IMG/str01/Gr_01_0024.tld, 168 ( 168, -1, -1, -1), Okay!
(11) The whole processing time: 684.1 sec
```

Abb. 12: Ergebnisprotokoll einer Testberechnung



Abb. 13: Ermittelte Verknüpfungspunkte Block4

### 3.4.6. Paßpunktmessung

Die Messung der Paßpunkte erfolgte teilautomatisch. Insgesamt wurden für das gesamte Projektgebiet ca. 510 Lage- und ca. 270 Höhenpaßpunkte verwendet, wobei die Ausfallsquote, verursacht durch äußere Einflüsse, ca. 10 Prozent betrug. Durch das angewandte Verfahren war es möglich nur etwa 1/3 der Paßpunkte in einem Bild exakt bestimmen zu müssen. In allen anderen Bildern genügte es, die Punkte nur mehr in der Nähe zu messen (siehe Abbildung 14). In Bereichen, wo dieses teilautomatische Verfahren nicht angewandt werden konnte, wurde manuell gemessen.

### 3.5. Blockausgleichung

Die Blockausgleichung wurde mit dem Bündelblock-Ausgleichsprogramm PATB durchgeführt. Nach Generierung der Basisdatei erfolgte die Erstberechnung, mit der anschließenden Selektion der kritischen Punkte einer Fehleranalyse, sowie eine Korrektur der Basisdatei mit dem Zusatzprogramm DAT. Je nach Resultat der Zwischenergebnisse waren Berechnungswiederholungen zur endgültigen Ergebnisermittlung notwendig.

Das Ergebnis und ein Ergebnisvergleich mit dem Resultat der analog durchgeführten Aerotriangulation des Bildfluges 1992 sind aus den nachstehend angeführten Aufstellungen ersichtlich.

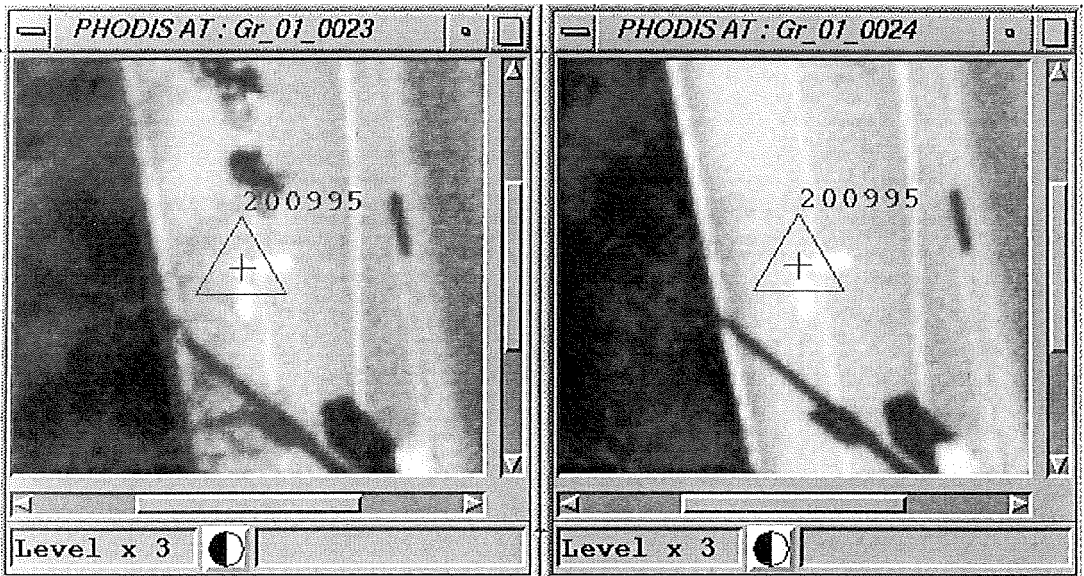


Abb. 14: Semiautomatische und manuelle Messung eines signalisierten Paßpunktes

Im Bildsystem	Block 1 (micron)	Block 2 (micron)	Block 3 (micron)	Block 4 (micron)
sigma naught (97)	$\pm 10.87$	$\pm 7.16$	$\pm 7.93$	$\pm 10.66$

Terrainsystem	Paßpunkte (cm)	Schachtabdeckungen (AW 92)
sigma (Lage AT92)	$\pm 5.2$	-
sigma (Höhe AT92)	$\pm 7.0$	-
sigma (Lage AT97)	$\pm 6.1$	$\pm 12.48$ cm
sigma (Höhe AT97)	$\pm 8.0$	$\pm 12.32$ cm

### 3.6. Bearbeitungszeiten

Eines der Hauptmotive für den Einstieg in die digitale Photogrammetrie war die Aussicht auf die erhebliche Reduktion der Bearbeitungszeiten im personellen Bereich. Im Vergleich mit der letzten, noch analytisch durchgeführten Aero-triangulation des Bildfluges Graz 1992 wurde eine zeitliche Ersparnis von mehr als fünfzig Prozent erreicht. Allerdings sei darauf hingewiesen, daß das Zeitverhalten sowohl in Abhängigkeit von den verwendeten Applikationen und Hardwarekomponenten, als auch von den zusätzlichen bzw. parallel laufenden Anwendungen zu betrachten ist. Unter der Berücksichtigung all dieser Fakten und der hohen Anforderungen der Bearbeiter blieben die erhofften Einsparungen doch etwas hinter den Erwartungen zurück. Nachfolgend werden für einen Teilblock mit etwa 200 Luftbildern die einzelnen Bearbeitungszeiten angeführt.

Arbeiten	Personal		Rechner	
	X	G	WS	PC
Projekt Vorbereitung		20	20	
LB-Input		17	53	
LB-Reduktion		3	6	
Pyramiden		3	12	
Datensicherung		3	17	
Automatische innere Orientierung		1	4	
Verknüpfungspunkte		5	39	
Paßpunktmessung		28	28	
Bündelausgleichung	72	40	77	162
Selektion				
Fehleranalyse				
Korrektur				
Endausgleich				
Sonstiges*				
Summen	72	120	256	162

\* Unter Sonstiges sind Rechnerzeiten zur Erstellung von Arbeitsgrundlagen, Plottzeiten und dgl. eingerechnet.

Für das Gesamtgebiet ergaben sich für die wichtigsten Positionen folgende Meß- und Berechnungszeiten:

- Pyramiden, ca. 23 Std. (ca. 2.1 min/LB)
- Automatische innere Orientierung, ca. 13 Std. (1.2 min/LB)
- Verknüpfungspunkte, ca. 232 Std. (ca. 21.4 min/LB)
- Paßpunkte, ca. 91 Std. (ca. 8.4 min/LB)

**CMD>**

#### **RESIDUAL PARALLAXES (IN PHOTO SCALE)**

**POINT Y - PARALLAXE**

**201333 -0.008**

**201993 -0.014**

**201992 0.006**

**364089 0.004**

**364345 0.006**

**201319 -0.013**

**201321 -0.020**

**5096928 0.003**

**5096903 0.006**

**5096900 0.005**

**5096895 -0.015**

**5096810 0.002**

**5096794 0.001**

**5096786 0.004**

**5096261 0.007**

**5096250 -0.006**

**5096249 -0.002**

**5096233 -0.006**

**5096217 0.019**

**5097004 0.026**

**5096996 0.017**

**5096992 -0.008**

**5096989 -0.008**

**5096814 -0.005**

**5096813 0.005**

**5096801 -0.003**

**5096800 -0.004**

**5096277 -0.010**

**5096270 0.003**

**5096259 0.006**

**MEAN PARALLAXE 0.010**

**ORIENTATION POINTS 30**

**ITERATIONS 3**

Abb. 15: Unkorrigierte Parameter einer räumlichen Modellbildung

### 3.7. Weitere photogrammetrische Anwendungen

Nach der Übernahme der Ausgleichungsergebnisse sowohl für den analytischen als auch für den digitalen Photogrammetriebereich werden mittlerweile die Daten für die unterschiedlichsten Anwendungen wie z.B. erstellen von Luftbildauswertungen, Ableitung digitaler Höhenmodelle, Berechnung von Orthophotos und dgl., verwendet.

Notwendigkeit dieser Kontrolle für Messungen mit hoher Genauigkeit verdeutlichen.

### 4. Schlußbemerkung

Im Sog der technisch - methodischen Weiterentwicklung erscheint eine Realisierung, Anwendung und Überprüfung der geschaffenen und

#### RESULTS OF ABSOLUTE ORIENTATION

Pointnumber	East [m]	North [m]	Height [m]
201333	0.023	-0.004	-0.017
201993	0.009	0.011	0.036
201992	0.004	-0.026	-0.073
364089	-0.017	-0.016	-0.213
364345	-0.008	-0.018	-0.032
201319	0.023	0.072	-0.209
201321	0.017	-0.045	0.363
5096928	-0.001	-0.007	0.071
5096903	0.007	-0.007	0.025
5096900	0.083	0.050	-0.224
5096895	0.003	-0.022	0.039
5096810	0.000	0.002	0.015
5096794	-0.007	-0.015	0.074
5096786	0.006	-0.004	0.001
5096261	-0.020	0.052	0.130
5096250	0.004	-0.018	0.036
5096249	0.002	-0.004	0.027
5096233	-0.085	-0.096	-0.354
5096217	-0.040	0.072	0.214
5097004	-0.013	0.034	0.015
5096996	-0.030	0.007	0.108
5096992	-0.007	0.029	0.001
5096989	0.000	0.029	0.000
5096814	0.004	-0.020	-0.051
5096813	0.009	-0.009	-0.054
5096801	0.010	-0.013	-0.050
5096800	0.011	-0.015	-0.054
5096277	0.006	-0.003	0.054
5096270	0.005	-0.008	0.037
5096259	0.002	-0.007	0.086
MEAN RESIDUALS		0.030	0.131
BOR>			
NEW ORIENTATION PARAMETERS			
SCALE	SC :	3877.254	
ROTATION	RO :	-2.1875 grd	-2.0353 grd 197.9328 grd OPK
ORIGIN	OR :	-67888.403 m	215548.992 m 1568.511 m
MD>			

Abb. 16: Unkorrigierte Parameter einer absoluten Orientierung

Einen wichtigen Stellenwert nimmt die nochmalige, modellweise Prüfung nach der Modellgenerierung für Folgearbeiten im analytischen Bereich ein. Die nachstehend angeführten Beispiele (siehe Abbildungen 15 und 16) sollen die

der skizzierten Möglichkeiten für eine realistische Ab- und Einschätzung gegenwärtiger und künftiger Aufgaben unumgänglich. Nur so kann der notwendige Überblick hinsichtlich der Eignung in der Praxis geschaffen werden. In der Beurtei-

lung der Ergebnisse der durchgeführten Projektarbeit erscheint die Berücksichtigung einer begrenzten Verfügbarkeit technischer Ressourcen im Zusammenhang mit der Auflösung und somit auch Genauigkeit gegenüber der analogen Bildoriginale besonders notwendig. Nur wer über entsprechende Potentiale und Reserven verfügt wäre in der Lage Verbesserungen zu erzielen. Für eingefleischte Analogisten in der Photogrammetrie sind die derzeitigen Ergebnisse aufgrund der „kleinen“ Probleme im Umfeld der soft- und hardwaretechnischen Lösungen noch zu wenig überzeugend. Fest steht allerdings, daß die Datenelemente und Ergebnisse für Folgearbeiten im Bereich der digitalen Bildverarbeitung sehr rationell und vorteilhaft verwendet werden können. Durch eine ständige Weiterentwicklung und Verbesserung der Produkte werden die Benutzer solcher Systeme erst mittelfristig einen gänzlichen Generationsübertritt, wie seinerzeit von der analogen zur analytischen und jetzt zur digitalen Photogrammetrie, vollziehen.

#### Literatur

- [1] Ganster, W. und Xu, X.: Aerotriangulation – Technischer Bericht – 1. Hauptblock. Interner Bericht des Magistrates Graz, Abt.10/6-Stadtvermessungsamt, 1993.
- [2] Ganster, W. und Xu, X.: Aerotriangulation Graz – Endbericht. Interner Bericht des Magistrates Graz, Abt.10/6-Stadtvermessungsamt, 1994.

#### Kurzinformationen zu den verwendeten Softwarekomponenten:

DAP	Digitaler Arbeitsplatz (Bildverarbeitungsprogramm). Intern entwickeltes Softwareprodukt der Abt.10/6-Stadtvermessungsamt Graz (Xu X.), 1994
DAT	Digitale Aerotriangulation (Zusatzprogramm für PAT B, Statistik u.a.m.). Intern entwickeltes Softwareprodukt der Abt.10/6-Stadtvermessungsamt Graz (Xu X.), 1995
PHODIS-AT	Automatische Aerotriangulation, Software der Firma Carl Zeiss, Oberkochen / BRD.
PATB GPS	Bündelausgleichsprogramm, Dipl.-math. Klein / Prof. Ackermann, Stuttgart / BRD

#### Anschrift des Autors:

Winfried Ganster, Magistrat Graz, A10/6-Stadtvermessungsamt, Europaplatz 20, A-8010 Graz. Email-Adresse: winfried.ganster@graz.at



## Stand und Perspektiven der digitalen Photogrammetrie zur Erfassung und Aktualisierung von Geodaten

*Christian Heipke, München<sup>1</sup>*

### Zusammenfassung

Die Eigenschaften Vollständigkeit, Aktualität, Konsistenz und Genauigkeit bestimmen den Wert eines Geoinformationssystems (GIS). Vollständigkeit ergibt sich aus der Zielsetzung des Systems und kann daher nicht allumfassend sein. Die übrigen Qualitätsmerkmale sind abhängig von der für den gegebenen Systemcharakter bestmöglichen Art der Datenbeschaffung. Fernerkundung und Photogrammetrie im Digitalmodus zählen mit Sicherheit zu den ergebnisreichsten Erhebungsmethoden. Im großmaßstäbigen Bereich ist es im wesentlichen der beachtliche Informationsgehalt von Luftbildern, welcher die laufende Aktualisierung bei hoher Konsistenz und Genauigkeit sichert. Zwei Beispiele zur digitalphotogrammetrischen Datenerhebung für Geodatenbanken (interaktive Aktualisierung und automatische Straßenextraktion) sind Gegenstand der nachfolgenden Ausführungen.

### Abstract

The value of a Geographical Information System (GIS) may be fixed by the properties completeness, relevance, consistency and accuracy. Completeness follows from the systems objectives, and hence cannot be global. The other quality parameters depend on the optimal method of data acquisition in relation to the character of the system. Of course, remote sensing and photogrammetry in digital form belong to the most productive methods. In the range of large scales, the considerable content of information can guarantee an actualization with high consistency and accuracy. Two examples of digital photogrammetric data acquisition (interactive update of objects and automatic road extraction) are explained in the following.

### 1. Einleitung

Vollständigkeit (= Maß für den Unterschied zwischen abstrahierender Erfassung des Natur-

bestandes und dem vorhandenen Datenbestand) in Übereinstimmung mit der Zielsetzung eines Informationssystems ist gegeben, wenn es aktuell, konsistent und genau ist. Während

<sup>1</sup> Zusammengestellt nach Vortragsunterlagen von G. Brandstätter, TU Graz