

**V**ermessung  
Photogrammetrie  
Kulturtechnik

**M**ensuration  
Photogrammétrie  
Génie rural ■

Computer Aided Engineering

März 1993  
Mars 1993  
91. Jahrgang  
91e année

**3|93**

**CAD**

**CAD**

**CAD**

## Chiesa di Nostra Signora di Fatima

### Ein Beispiel für den Einsatz analytischer und digitaler Architekturphotogrammetrie

A. Streilein, Th. Kersten

Mit der heutigen Leistungsfähigkeit von Arbeitsstationen und den Fortschritten bei den digitalen Aufnahmesystemen wird die Entwicklung eines Systems für Digitale Photogrammetrie und ArchitekturDesign (DIPAD) möglich. DIPAD wird zur Zeit innerhalb eines Forschungsprojektes an der ETH Zürich im Institut für Geodäsie und Photogrammetrie in Zusammenarbeit mit der Professur für Architektur und CAAD (Computer Aided Architectural Design) entwickelt. Am Beispiel der Kirche «Chiesa di Nostra Signora di Fatima» in Giova wird das Konzept dieses Systems vorgestellt. Die Kirche wurde mit einer analogen und einer digitalen Kamera photogrammetrisch aufgenommen und ausgewertet. Die Ergebnisse der analytischen und digitalen Auswertung und die Verarbeitung der Aufnahmen zu einem CAAD-Modell werden präsentiert.

*Le développement d'un système de photogrammétrie digitale et de design architectural DIPAD (abréviation allemande) a été rendu possible grâce à la capacité actuelle des stations de travail et aux progrès réalisés dans le domaine des systèmes de saisie digitale. DIPAD est actuellement développé dans le cadre d'un projet de recherche de l'EPF de Zurich réalisé par l'Institut de Géodésie et de Photogrammétrie en collaboration avec le professorat d'architecture et de DAAO (Design Architectural Assisté par Ordinateur). Le concept de ce système est présenté à partir de l'exemple de l'église «Chiesa di Nostra Signora di Fatima» de Giova. La saisie et la restitution photogrammétriques de cette église ont été effectuées à l'aide d'une caméra analogique et digitale. Les résultats des restitutions analytiques et digitales ainsi que le traitement des saisies en un modèle de DAAO sont présentés dans l'article qui suit.*

#### 1. Einleitung

Heutzutage werden in der Architekturphotogrammetrie nahezu ausschliesslich analoge Kameras in Verbindung mit analytischen Auswertegeräten eingesetzt. Doch Verbesserungen und Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Halbleitersensor- und Computertechnologie erlauben die Erfassung digitaler Bilddaten in Video-Echtzeit und eine anschliessende digitale Verarbeitung.

Zur Zeit wird ein System für Digitale Photogrammetrie und ArchitekturDesign (DIPAD) innerhalb einer Projektarbeit an der ETH Zürich im Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (IGP) in Zusammenarbeit mit der Professur für Architektur und CAAD entwickelt. Das System ermöglicht eine Vereinfachung und Beschleunigung der photogrammetrischen Datenerfassung und Auswertung, liefert eine geometrische und semantische 3-D Objektbeschreibung sowie die Visualisierung und architektonische Weiterverarbeitung in einer CAAD-Umgebung (Computer Aided Architectural Design). Die Datenerfassung innerhalb des Systems erfolgt mit elektronischen Kameras und die Auswertung durch halb-automatische Auswertemethoden.

Am Beispiel der Kirche in Giova werden analytische und digitale Methoden bei der Aufnahme und Auswertung des Objektes vorgestellt.

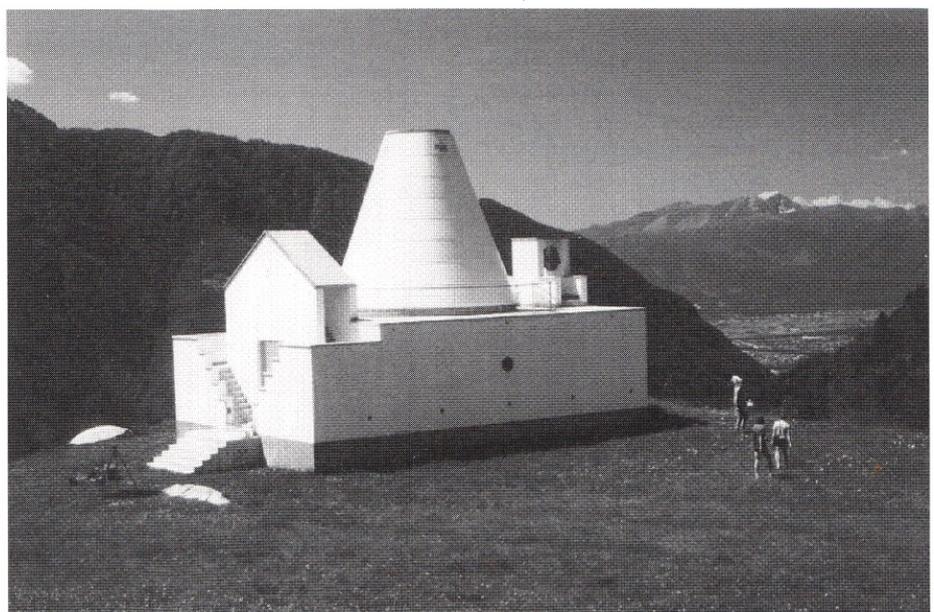


Abb. 1: «Chiesa di Nostra Signora di Fatima».

#### 2. Architekturobjekt

Als Aufnahmeobjekt wurde die Kirche «Chiesa di Nostra Signora di Fatima» in Giova (siehe Abb. 1) ausgewählt. Das kleine Dorf Giova liegt etwa 15 km nordöstlich von Bellinzona. Die Kirche selbst steht an einer privilegierten Stelle am Rand einer Ebene, die sich etwa 800 m oberhalb des Valle Mesolcina befindet. Entworfen wurde die Kirche, deren Bau im Jahre 1988 vollendet wurde, von den Architekten Campi und Pessina. Ihre äusseren Abmessungen betragen etwa 14 m in der Länge und je 10 m in der Breite und Höhe. Eine detaillierte Beschreibung der Konstruktion und des architektonischen Designs der Kirche gibt Gazzaniga (Gazzaniga, 1989).

#### 3. Photogrammetrische Aufnahme

Die Kirche von Giova wurde sowohl mit einem analogen als auch mit einem digitalen Aufnahmesystem photogrammetrisch erfasst. Dabei stand als analoges Aufnahmesystem eine Rollei 6006 metric zur Verfügung, während als digitales Aufnahmesystem eine Still-Video-Kamera Canon CI-10 eingesetzt wurde. Um die erzielten Resultate der analytischen mit der digitalen Auswertung unter ähnlichen Bedingungen bezüglich der Sensorauflösung vergleichen zu können, wurden zusätzlich zwei Rollei-Aufnahmen der Frontfassade mit einem Scanner digitalisiert.

##### 3.1 Rollei 6006

Für die meisten Aufgaben in der Architekturphotogrammetrie bieten sich Teilmesskammern, wie die Rollei 6006 metric, wegen ihrer flexiblen Handhabung und ihrer



Abb. 2: Rolleiflex 6006.



Abb. 3: Canon CI-10

genügenden Genauigkeit an. Allerdings garantieren Teilmesskammern keine dauerhafte Konstanz der inneren Orientierung, so dass die Orientierungsparameter von Zeit zu Zeit durch Kalibrierung neu bestimmt werden müssen. Die Unebenheiten des Films, verursacht durch nicht präzises Anliegen des Films am Bildrahmen während der Belichtung, können mit Hilfe eines eingebauten Réseaus (präzise Messgitterplatte) kompensiert werden. Die Rolleiflex 6006 metric ist eine einäugige, halbautomatische Motor-Spiegelreflex-Systemkamera für mittlere Bildformate mit elektronischer Steuerung durch integrierter Prozessrechner, ausgestattet mit Blenden- und Blitzautomatik. Sie besitzt austauschbare Filmmagazine für 120er- und 220er-Rolleiflex (12 bzw. 24 Aufnahmen) mit einem Format von  $6 \times 6 \text{ cm}^2$ . Für die Aufnahmen der Kirche wurde das Objektiv Distagon 40 mm verwendet. Die Kamera wiegt zusammen mit dem Objektiv 2490 g und kann von Hand eingesetzt werden. Für die Aufnahmen wurden Diapositivfilme mit einer Lichtempfindlichkeit von 27 DIN verwendet.

### 3.2 Canon CI-10

Für die Bildaufnahme mit einem digitalen System wurde eine Canon CI-10 Farb-

Still-Video-Kamera mit einem 9 mm Objektiv verwendet (siehe Abb. 3). Diese Kamera besitzt einen CCD-Sensor mit einer Größe von  $8.8 \times 6.6 \text{ mm}^2$  und 380 000 Sensorelementen (für RGB zusammen). Bedingt durch die geringe Ausdehnung des Sensors entspricht die Brennweite von 9 mm einem Normalwinkelobjektiv. Die Aufzeichnung und Speicherung der Bilddaten erfolgt analog auf Diskette. Die digitalisierten Bilder haben eine Größe

von  $508 \times 466$  Pixel, bei einer Pixelgröße von  $15.3 \mu\text{m}$  (H)  $\times$   $12.9 \mu\text{m}$  (V).

### 3.3 Digitalisierte Rolleiflex 6006 Aufnahmen

Um die mit dem analog-analytischen und dem digitalen Auswertesystem erzielten Resultate unter ähnlichen Bedingungen bezüglich der Sensorauflösung vergleichen zu können, wurde zusätzlich ein Stereopaar der Rolleiflex-Aufnahmen von der

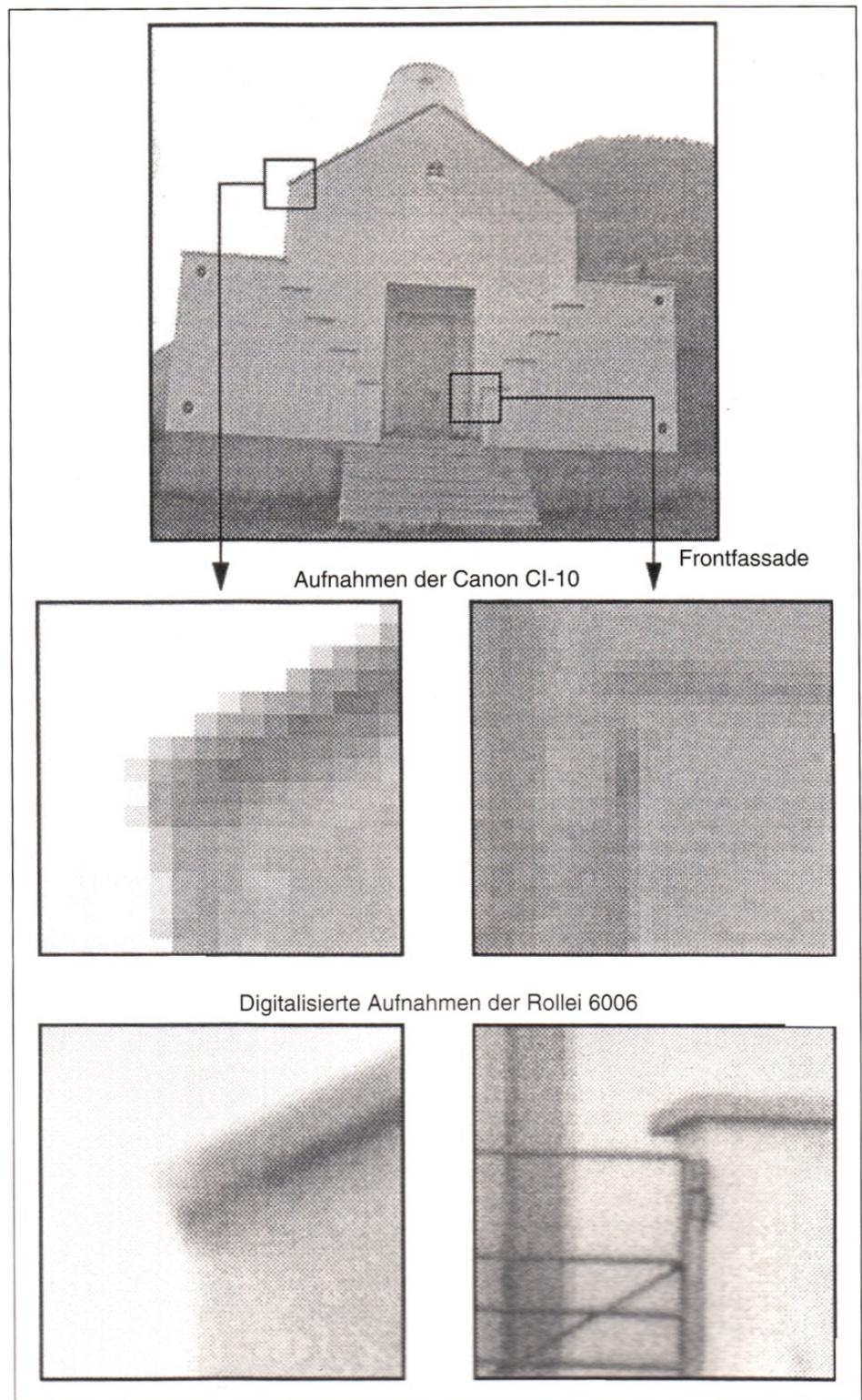


Abb. 4: Vergleich des Detailreichtums anhand von Ausschnitten der Canon- und der digitalisierten Rolleiflex-Aufnahmen.

Frontfassade mit dem Scanner Optronics 5040 digitalisiert. Dazu wurden von den  $6 \times 6 \text{ cm}^2$  Farbdiaspositiven der Rollei 24  $\times 24 \text{ cm}^2$  Farbbildabzüge gemacht, die dann mit einer Auflösung von  $50 \mu\text{m}$  gescannt wurden. Dieses Vorgehen war notwendig, da mit dem Scanner nur opake Medien bearbeitet werden können. Dies entspricht in etwa einer Auflösung von  $12.5 \mu\text{m}$  bei direkter Digitalisierung vom Film. Das digitale Bild hat eine Grösse von  $5000 \times 5000$  Pixel und ist in der Auflösung vergleichbar mit einem photographischen Film, der eine Korngrösse von ungefähr  $12 \mu\text{m}$  aufweist.

Abbildung 4 zeigt den Unterschied in der Auflösung zwischen den analog und den digital aufgenommenen Bilddaten. Man erkennt deutlich, dass die Genauigkeit der Auswertung bei der CI-10 wesentlich durch die Erkennbarkeit der architektonischen Details begrenzt ist. Dies unterstreicht die Forderung der Architekturphotogrammetrie nach hochauflösenden digitalen Aufnahmesystemen.

## 4. Aufnahmekonfiguration

Die Aufnahmeplanung wurde für eine stereophotogrammetrische Auswertung durchgeführt. Für einen guten stereoskopischen Eindruck in einem Stereomodell dürfen die Blickrichtungen nicht allzu unterschiedlich sein. Ausserdem darf die Ba-

sis auch nicht zu klein gewählt werden, da sonst die Strahlenschnitte schleifend und die Objektpunktbestimmung ungenau werden. Bei Objekten mittlerer Tiefenausdehnung gilt ein Basisverhältnis (Entfernung der beiden Aufnahmestandpunkte zur Aufnahmeentfernung) von  $1 : 4$  als guter Kompromiss (Raslan, 1965). Darüberhinaus wurde die Aufnahmekonfiguration durch die äusseren Abmessungen der Kirche ( $14 \times 10 \times 10 \text{ m}^3$ ) und durch einen steilen Abhang im Süden und Westen der Kirche beeinflusst (siehe Abb. 5). Lediglich die Nord- und Ostfassade der Kirche konnten mit zwei Aufnahmestandpunkten vollständig stereoskopisch abgebildet werden, bei der West- und Südfassade wurden aufgrund der geringeren möglichen Objektentfernung drei Aufnahmen benötigt.

An den Fassaden der Kirche wurde ein lokales Passpunktnetz mit 20 Punkten angelegt, um unabhängig gemessene Referenzpunkte für eine photogrammetrische Genauigkeitsanalyse zu erhalten. Diese Passpunkte wurden geodätisch durch Richtungs- und Distanzmessungen eingemessen. Anschliessend wurden die Passpunktkoordinaten durch eine Netzausgleichung bestimmt. Die innere Genauigkeit dieses Netzes betrug  $1.2 \text{ mm}$  in der Lage und  $4.0 \text{ mm}$  in der Höhe. Für die nachfolgenden Auswertungen bildet diese Genauigkeit eine ausreichende Grundlage.

## 5. Photogrammetrische Analyse und Resultate

Die Auswertung der Bilddaten erfolgte mit unterschiedlicher Hard- und Software. Während die digitalen Bilddaten mit DIPAD ausgewertet wurden, erfolgte die Auswertung der analogen Bilder am Analytischen Plotter Wild AC3. Die Ergebnisse wurden miteinander verglichen und werden im folgenden präsentiert. Vor der eigentlichen Auswertung der Giova-Daten wurden die Rollei 6006 und die Canon CI-10 im 3-D Testfeld des IGP kalibriert.

### 5.1 Analytische Auswertung

Der Ablauf der Messungen am Analytischen Plotter Wild AC3 wird hier nicht beschrieben, da er hinreichend in anderen Veröffentlichungen des IGP (Grün, 1986; Grün und Runge, 1987) erläutert wurde. Für die Auswertung konnten alle auszuwertenden Bilder zusammen auf die Bildträger des AC3 gelegt werden, so dass für die Bildkoordinatenmessungen die einzelnen Bildpaare nicht ausgewechselt werden mussten. Jeweils ein Stereobildpaar bildete eine Fassade der Kirche ab. Nach der gegenseitigen Orientierung der entsprechenden Stereomodelle mit Hilfe der signalisierten Passpunkte konnten die vier Fassaden räumlich ausgewertet werden. Die erfassten Daten wurden auf dem Bildschirm der am Auswertegerät angeschlossenen Arbeitsstation on-line dargestellt und konnten gegebenenfalls noch editiert werden. Die digitalisierten Fassaden konnten auf dem angeschlossenen Zeichentisch Wild TA 10 in verschiedenen Massstäben geplottet werden. Für die Weiterverarbeitung zu einem CAAD-Modell wurden die auf dem AC3 generierten Datenfiles zu einer Arbeitsstation von Sun-Microsystems portiert. Dort konnten die Modelle der einzelnen Fassaden zu einem gesamten CAAD-Modell zusammengefügt werden.

### 5.2 Digitale Auswertung

Die digitale Verarbeitung der Bilddaten geschieht mit DIPAD, einem System für digitale Photogrammetrie und Architekturdesign. Dieses System besteht aus einer Digitalen Photogrammetrischen Station (DIPS II, Grün und Beyer, 1990) und einem CAAD-System (Computer Aided Architectural Design). Ziele von DIPAD sind die Vereinfachung und Beschleunigung der photogrammetrischen Datenerfassung und -verarbeitung, die Generierung einer geometrischen und semantischen Objektbeschreibung und die Visualisierung und architektonische Weiterverarbeitung in einer CAAD-Umgebung. Abbildung 6 gibt einen Überblick über den Datenfluss in DIPAD. Die Arbeitsschritte in der digitalen Architekturphotogrammetrie, die innerhalb von DIPAD gelöst werden, sind in Abbildung 7 schematisch dargestellt.

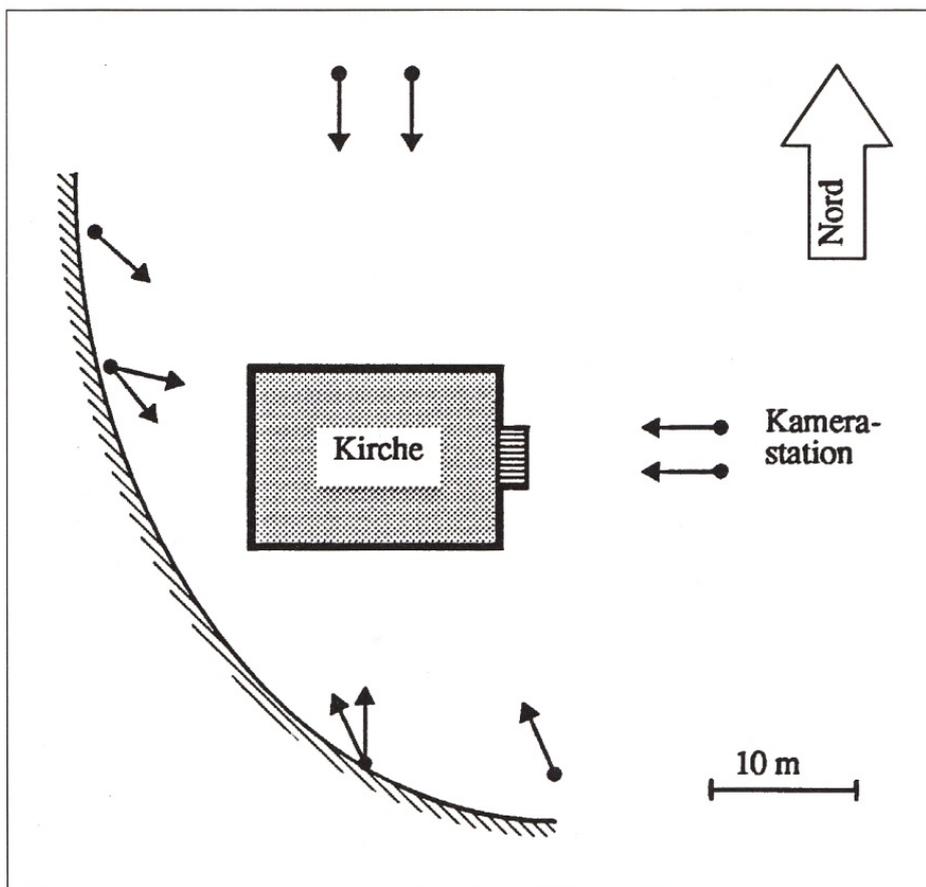


Abb. 5: Objekt und Kamerakonfiguration.

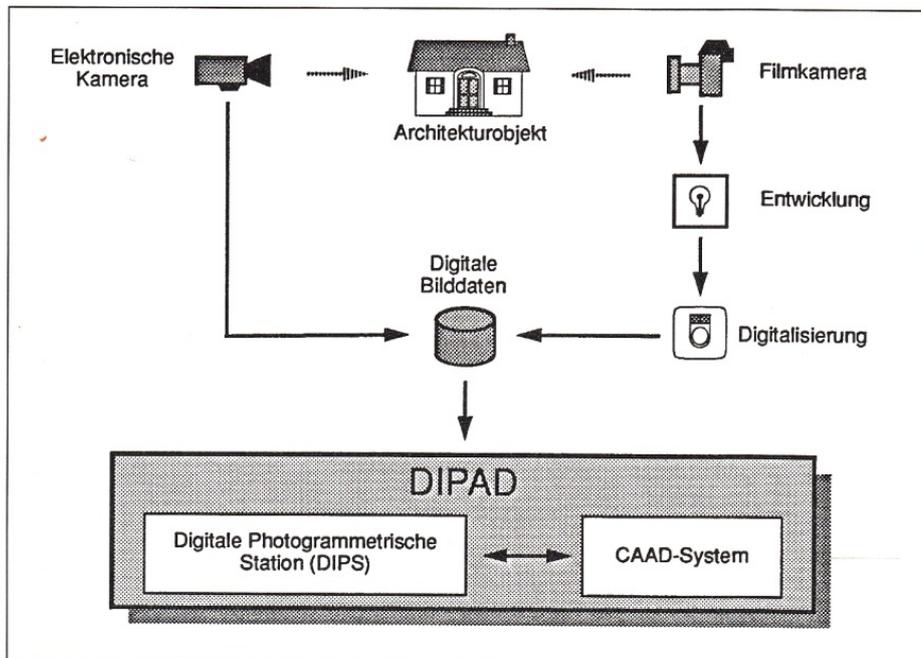


Abb. 6: Datenfluss in DIPAD.

Bevor sich die dreidimensionalen geometrischen Punktinformationen von architektonischen Grundelementen (im folgenden Feature genannt) durch photogrammetrische Berechnungsmethoden (z.B. Bündelblockausgleichung) bestimmen lassen, ist die Lage dieser Features im Bildraum zu ermitteln. In diesem Zusammenhang kommt der Verwendung eines digitalen Systems besondere Bedeutung zu, da mit ihm erst (halb-)automatische Messmethoden möglich sind. Mit ihrer Hilfe besteht die Aufgabe des Operateurs nur noch in der qualitativen Beurteilung des Bildinhalts, während die quantitative Aussage (das Messen) durch den Rechner vorgenommen wird. Innerhalb des Konvergenzradius des angewendeten Algorithmus ist das Ergebnis somit unabhängig von der subjektiven Messung eines Menschen. Desweiteren wird der Operateur in einem digitalen System dahingehend unterstützt, dass ihm auf den Gegenstand der Messung (die auf dem Bildschirm visualisierten Bilddaten) alle bisherigen Messungen und schon vorhandenen Informationen projiziert werden. Dies ist vergleichbar mit einer Einspiegelung am Analytischen Plotter. Damit lassen sich Punktverwechslungen und Doppelmessungen auf ein Minimum reduzieren, was viel zum effizienten Arbeitsablauf beiträgt.

In DIPAD stehen zur Zeit drei verschiedene Methoden zur Bildkoordinatenmessung zur Verfügung:

#### Manuelle Punktmessung:

Bei der einfachsten der drei Punktmessarten wird der Cursor wie ein Digitalisierstift benutzt. Dies ist prinzipiell identisch mit vielen Systemen, die einen Digitizer beinhalten (z.B. Rolleimetric MR2, Elcovision

10, etc.). Bei dieser Messtechnik werden jedoch noch nicht die zusätzlichen Möglichkeiten, die ein digitales System bietet, genutzt.

#### Punktmessung mittels Flächenkorrelation:

In diesem Projekt wurde die Methode des Least Squares Template Matching (Gruen, 1985) dazu benutzt, die präzise Position der signalisierten Punkte zu bestimmen. Dazu wird zuerst ein Template (künstliches Abbild des signalisierten Punktes) kreiert. Die genaue Position des Punktes wird mittels einer Kleinsten Quadrate Lösung für eine Affintransformation zwischen dem Template und der entsprechenden Bildregion ermittelt.

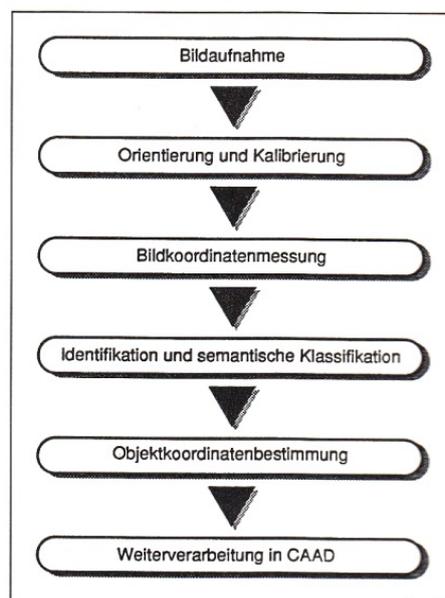


Abb. 7: Arbeitsschritte in der digitalen Architekturphotogrammetrie.

#### Featuremessung mittels linienweisen Ansatz:

Bei den meisten Architekturaufnahmen beinhalten die linienhaften Begrenzungen eines architektonischen Grundelements (Feature) mehr Informationen als die Eckpunkte, die dieses Features definieren. Die Featuremessung mittels linienweisem Ansatz (Streilein, Beyer, 1991) trägt diesem Umstand Rechnung, indem sie erst die linearen Elemente detektiert und dann die Eckpunkte durch Schnittpunkt der entsprechenden linearen Elemente bestimmt. Somit wird auch gleichzeitig mit dem geometrischen Messen die semantische Information gewonnen. Für die Weiterverarbeitung in CAAD erhält man bereits im Messstadium, ohne zusätzliche Eingriffe, ein Flächenmodell.

### 5.3 CAAD-Modell

Das Ergebnis der photogrammetrischen Aufnahme und Auswertung ist die dreidimensionale geometrische und semantische Objektbeschreibung. Die Repräsentation dieser Ergebnisse in einem CAAD-Modell ist im Hinblick auf die architektonische Weiterverarbeitung von grosser Bedeutung. Innerhalb eines solchen Modells sind alle Objekte und alle Objektteile in einer kompatiblen und an eine Datenbank angeschlossenen Datenstruktur repräsentiert. Dies ermöglicht neben der Dokumentation und Visualisierung auch komplexe Simulationen, Manipulationen und Analysen. Anwendungen sind vor allem in den Bereichen der Kunst- und Baugeschichte, der Orts- und Regionalplanung, sowie bei Renovationen und Umbauten zu sehen. Die Aufgabe des jeweiligen Anwenders besteht dann lediglich in der Beurteilung des gegenwärtigen Zustandes und der kreativen Findung neuer Lösungen. Abbildung 8 zeigt eine parallelperspektive Darstellung des photogrammetrisch gewonnenen CAAD-Modells der Kirche von Giova.

### 5.4 Genauigkeit der photogrammetrischen Analyse

Die Genauigkeit der photogrammetrischen Analyse wurde mit zwei verschiedenen Methoden nachgewiesen. Zum einen liess sich die theoretische Genauigkeit der Objektpunkte mit der Bündelmethode bestimmen. Die Resultate sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Dabei wurde das Koordinatensystem so definiert, dass die x- und die y-Achse in der Ebene der jeweiligen Fassade liegen und die z-Achse senkrecht dazu. Für die Canon CI-10 wurde eine Genauigkeit von 1/3 Pixel für die Bildkoordinatenmessung ermittelt. Die theoretische Genauigkeit der Objektpunktkoordinaten beträgt 2.1 cm in der Fassadenebene und 4.0 cm senkrecht dazu. Mit der analytischen Auswertung der Rolleiaufnahmen erhält man eine theoretische Ge-

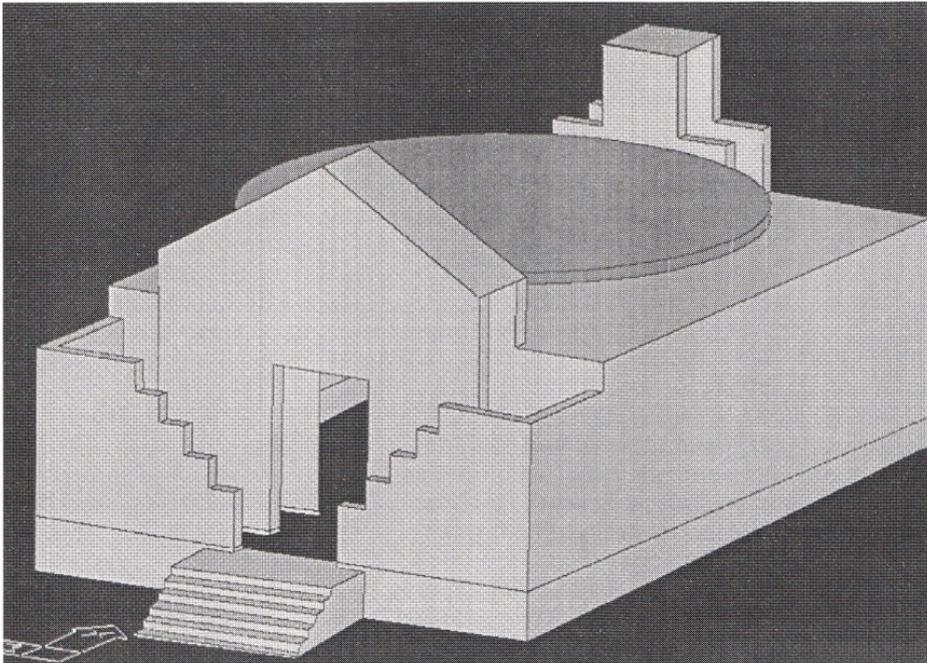


Abb. 8: CAAD-Modell der Kirche Giova (Bildraten der Canon CI-10).

Aufnahmesystem	Auswertesystem	$\sigma_x$ [cm]	$\sigma_y$ [cm]	$\sigma_z$ [cm]
Canon CI-10	digital	1.8	1.0	4.0
Rollei 6006	analog-analytisch	0.9	0.9	1.3
Digitalisierte Rollei-Aufnahmen	digital	0.8	0.9	1.2

Tab. 1: Genauigkeit der photogrammetrischen Aufnahme und Auswertung.

Genauigkeit der Objektpunktkoordinaten von 1.3 cm (Helmert'scher Punktfehler) in der Fassadenebene und 1.3 cm senkrecht dazu. Das entspricht einer Bildkoordinatenmessgenauigkeit von  $3.1 \mu\text{m}$ . Hier scheint die analytische Auswertung der digitalen überlegen, doch liegt dies im wesentlichen an der höheren Auflösung des analogen Aufnahmesystems.

Der Unterschied in der Auswertegenauigkeit zwischen den Systemen resultiert aus der Erkennbarkeit der architektonischen Details. Dies zeigte sich bereits in Abbildung 4 und kann auch an den resultierenden CAAD-Modellen nachgewiesen werden. Abbildung 9 zeigt vergleichbare Ausschnitte von Modellen, die mit digitalen (Abb. 9 a) und mit analytischen Auswertungsmethoden gewonnen wurden (Abb. 9 b). Man sieht deutlich, dass das Modell rechts mehr architektonische Details aufweist.

Was man erwarten kann, wenn digitale Aufnahmesysteme die Auflösung von analogen Aufnahmesystemen aufweisen, wird mit digitalisierten Aufnahmen der Rollei 6006 nachgewiesen. Die theoretische Genauigkeit der Objektpunktkoordinaten beträgt 1.2 cm in der Fassadenebene und 1.2 cm senkrecht dazu. Die Resultate sind

geringfügig besser als die Ergebnisse der analytischen Auswertung, obwohl die analytische Stereoauswertung den Vorteil der

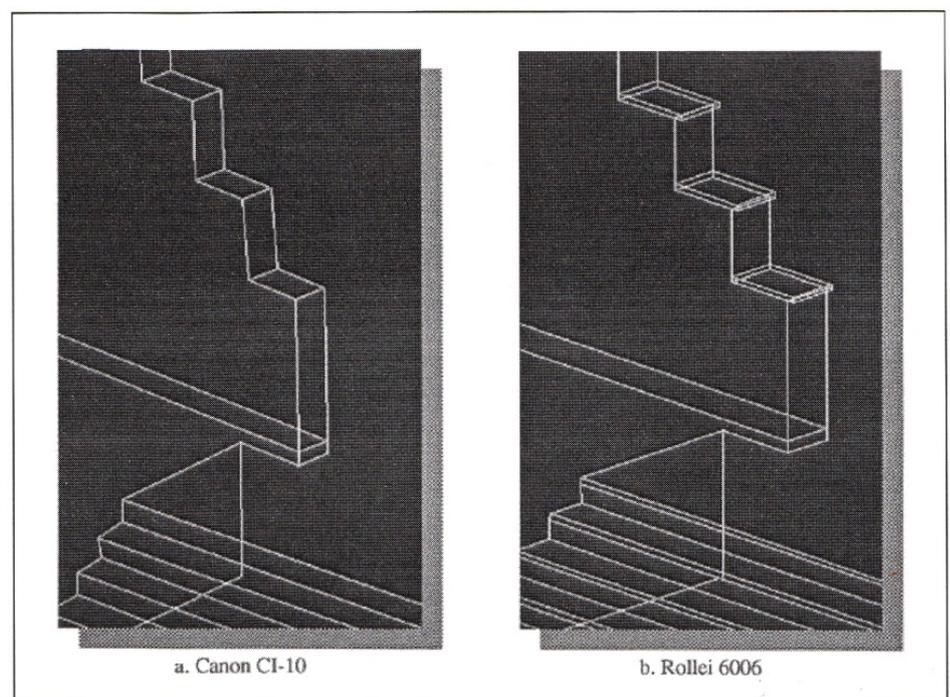


Abb. 9: Ausschnitte aus CAAD-Modellen der Frontfassade.

einfacheren und besseren Identifizierbarkeit der architektonischen Details besitzt. Die mittlere quadratische Abweichung von 112 Objektpunkten auf der Frontfassade zwischen den analogen und digitalen Bilddaten der Rollei 6006 beträgt 2.8 cm in x-Richtung, 3.4 cm in y-Richtung und 4.1 cm in z-Richtung. Die grosse Differenz, verglichen mit der theoretischen Genauigkeit der Objektpunkte, ergibt sich aus der unterschiedlichen Interpretation der architektonischen Details durch einen Operateur und das digitale Messsystem.

In einer zweiten Genauigkeitsanalyse wurden Distanzen aus den photogrammetrisch gewonnenen CAAD-Modellen mit den entsprechenden Objektdistanzen verglichen. 37 Strecken mit Längen von 0.5 m bis 13.8 m wurden ausgewählt. Der mittlere relative Streckenfehler für die Canon CI-10 beträgt 0.52%, während die Rollei für dieselben Distanzen einen Streckenfehler von 0.44% liefert. Für Distanzen über 7 m ist der mittlere relative Streckenfehler für die Canon CI-10 mit 0.27% geringer als der für die Rollei mit 0.35%. Bei sehr kurzen Distanzen macht sich vor allem die zu geringe Sensorauflösung nachteilig bemerkbar.

## 6. Schlussfolgerung und Ausblick

Das Leistungsvermögen der digitalen Datenerfassung und Auswertung mit DIPAD wurde beschrieben und den Ergebnissen der analytischen Auswertung gegenübergestellt. Vor- und Nachteile der digitalen Methoden mit der gegenwärtigen Hard- und Softwareumgebung wurden anhand der aufgenommenen Kirche aufgezeigt. Die Untersuchungen im Rahmen dieses

Projektes haben letztendlich gezeigt, dass aufgrund der unterschiedlichen Auflösung beider Aufnahmesysteme, eine gleiche Genauigkeit bei der Auswertung nicht erreicht werden konnte. Die geringere Genauigkeit der digitalen Aufnahmen ist in der schlechteren Detailauflösung begründet. Das hochauflösende Filmmaterial erlaubte aufgrund des hohen Informationsgehaltes neben einer 3D-Auswertung und Darstellung auch Detailkartierungen der Kirchenfassaden. Dem Vorteil der hohen photographischen Auflösung steht der Nachteil eines erforderlichen Filmentwicklungsprozess – keine on-line Datenkontrolle möglich – und bei gewünschter digitaler Verarbeitung eine Digitalisierung (Scannen) der photographischen Vorlage gegenüber. Doch die Leistungsfähigkeit des digitalen Auswertesystems im Vergleich zu einem analytischen, photographischen System wird geprägt durch die halbautomatischen Messmethoden, durch die Möglichkeit, mehrere Bilder simultan auszuwerten, die Auswertung graphisch zu visualisieren – was einer Einspiegelung an einem Analytischen Plotter entspricht – und die ausgewerteten Daten automatisch an eine CAAD-Umgebung weiterzuleiten.

Die rasanten Entwicklungen in der Computertechnologie werden auch in nächster Zeit die Weiterentwicklung der digitalen Auswertemethoden in der Architekturphotogrammetrie stark beeinflussen, so dass die Geschwindigkeit und der Grad der Automation innerhalb eines digitalen Auswertesystems zu nimmt. Die Frage stellt sich dann, ob digitale Aufnahmesysteme die gleiche qualitative Auflösung wie photographische Systeme bieten können. Hierbei muss ein guter Kompromiss zwischen qualitativer Auflösung digitaler Kameras und deren flexiblere Handhabung

gegeben sein, um mit photographischen Kameras konkurrieren zu können. Doch generell gilt, dass die Wahl der digitalen Kamera auch von der Aufgabe bzw. Anwendung abhängt.

Eine einfache Handhabung und einen günstigen Preis bieten heute vor allem Video- und Still-Video-Kameras. Diese Systeme haben jedoch den Nachteil der analogen Aufzeichnung der Bilddaten auf magnetischen Speichern, was zur Verringerung der radiometrischen und geometrischen Bildqualität führt. Zudem sind sie meist auf ein Bildformat von 512 x 512 Bildpunkten beschränkt. Eine wesentliche Verbesserung stellen digitale Still-Video-Kameras dar, bei denen die Bilddaten direkt in der Kamera digitalisiert und digital auf geeigneten Speichermedien (RAM-Karten und Disks) abgelegt werden. Ein solches System ist z.B. das KODAK Professional Digital Camera System (Kodak, 1992), das eine Bildpunktzahl von 1280 x 1024 Pixel und die Speicherung von bis zu 156 monochromen Bildern auf einer Disk bietet. Das System ist mit einem Nikon-Kamerakörper und einer Aufzeichnungseinheit ausgestattet und lässt sich ähnlich wie eine konventionelle Mittelformatkamera handhaben.

#### Dank

Die photogrammetrische Aufnahme der Kirche von Giova wurde im Rahmen eines Vertiefungsblocks (praxisbezogene Projektarbeiten) für Studenten des Vermessungswesens an der ETH Zürich durchgeführt, der zusammen mit unseren Kollegen Horst Beyer und Dirk Stallmann betreut wurde. Wir möchten ihnen für ihre Unterstützung und Zusammenarbeit danken. Ebenso danken wir Lorenz Hurni vom Institut für Kartographie der ETH Zürich für das Digitalisieren der Rolle-Bilddaten.

#### Literatur:

Gazzaniga, L., 1989. Chiesa di Nostra Signora di Fatima. *Domus*, monthly review of architecture interiors design art. No. 703, March 1989, pp. 29–35.

Grün, A., 1986. Projekt «Uster» – ein Beispiel moderner photogrammetrischer Punktbestimmung. *VPK – Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik*, Nr. 4/86.

Grün, A., Beyer, H., 1990. DIPS II – Turning a Standard Computer Workstation into a Digital Photogrammetric Station. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol. 28, Part. 2, pp. 247–255 und *ZPF – Zeitschrift für Photogrammetrie und Fernerkundung*, Nr. 1/91, S. 2–10.

Grün, A., Runge, A., 1987. Projekt «Heinzenberg» – Präzisionsphotogrammetrie im Gebirge. *VPK – Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik*, Nr. 7/87.

Kodak, 1992. Kodak Professional Digital Camera System. Eastman Kodak Company.

Raslan, M.A.M., 1965. Inwieweit erfüllt die Architekturphotogrammetrie die Forderungen der Bauforschung, und wie ist sie vom Architekten anzuwenden? *DGK, Reihe C*, Heft Nr. 80, München 1965. S. 35.

Streilein, A., Beyer, H., 1991. Development of a digital system for architectural photogrammetry. *Proceedings of XIV. International Symposium of International Committee for Architectural Photogrammetry (CIPA)*. Delphi, Greece, 1991.

#### Adresse der Verfasser:

André Streilein  
Thomas Kersten  
Institut für Geodäsie  
und Photogrammetrie  
ETH-Hönggerberg  
CH-8093 Zürich

## Die Geschenk- idee!

**1 Jahres-Abonnement  
unserer Fachzeitschrift**

**Vermessung  
Photogrammetrie  
Kulturtechnik**

*Möchten Sie Ihren Mitarbeitern,  
Ihren Verwandten oder Freunden eine  
Freude bereiten?  
Dann rufen Sie uns für ein Geschenk-  
abonnement an.*

*12mal jährlich informiert  
unsere Fachzeitschrift aus-  
führlich und informativ über*

- ◇ Vermessung
- ◇ Photogrammetrie
- ◇ Kulturtechnik
- ◇ Raumplanung
- ◇ Umweltschutz und
- ◇ Geo-Informationssysteme.

**SIGWERB AG**  
Dorfmattestrasse 26  
5612 Villmergen  
Telefon 057 / 23 05 05