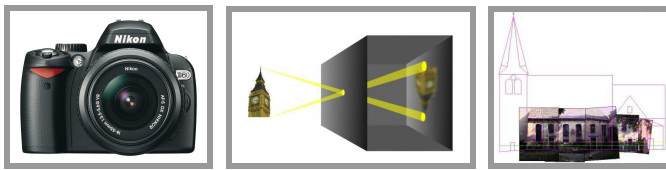




**Hochschule
Augsburg** University of
Applied Sciences

Digitale Amateur- oder kalibrierte Spiegelreflexkameras für die Photogrammetrie im Bauwesen?

– Ein Vergleich der Leistungsfähigkeit beider Systeme



DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Grades einer Diplom-Bauingenieurin
an der Hochschule Augsburg, Fachbereich Architektur und Bauingenieurwesen

eingereicht von

Natalie Pfahler

Matrikelnummer: 910627

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Weber

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Reinhold Weber

Zweitprüfer: Prof. Dipl.-Ing. Manfred Schnell

WS 2009/2010

Kurzfassung

1 Photogrammetrie

Die Photogrammetrie wurde Mitte des 19. Jahrhunderts durch den französischen Offizier Laussedat erfunden und stellt ein berührungsloses Verfahren zur räumlichen Vermessung von Objekten mit Hilfe von Bildern dar.

Sie gliedert sich in mehrere Einsatzgebiete, wobei für bauingenieurtechnische Anwendungen das Gebiet der Nahbereichsphotogrammetrie von Bedeutung ist. Diese befasst sich mit Aufnahmen von erdfesten Standpunkten aus, mit Aufnahmeentfernungen von wenigen Zentimetern bis zu einigen hundert Metern.

Die photogrammetrischen Methoden von heute sind durch eine digitale Arbeitsweise geprägt, die einen schnellen Datenfluss und einen effektiven Arbeitsablauf erlaubt. Das zu vermessende Objekt wird mittels einer digitalen kalibrierten Spiegelreflexkamera erfasst und anschließend computergestützt in entsprechenden Softwarepaketen ausgewertet. Als Ergebnis liegt eine umfassende Dokumentation des Objektes vor, welche auch nach vielen Jahren genutzt werden kann.

Im Vergleich zu heute standen in der Vergangenheit photogrammetrische Methoden nur sehr wenigen Anwendern zur Verfügung, da die hohe fachliche Kompetenz und hohe Geräteanforderungen zu große Hindernisse waren. Heutzutage werden auf dem Markt zahlreiche Softwarelösungen für die photogrammetrische Auswertung angeboten, die sich durch eine einfache Bedienung auszeichnen und damit 2D-/3D-Vermessungen aus fotografischen Aufnahmen auch für Nicht-Fachleute ermöglichen.

Hersteller	Software	Auswertung	Plattform
PMS AG	Elcovision 10	2D, 3D	AutoCAD, IntelliCAD
Trimble Holdings GmbH	RolleiMetric	2D, 3D	AutoCAD
Phocad GmbH	Phidias	2D, 3D	MicroStation
Technet GmbH	Pictran	2D, 3D	Eigenständiges Programm
Eos Systems Inc.	PhotoModeler	2D, 3D	Eigenständiges Programm
Kubit GmbH	PhoToPlan	2D	AutoCAD


Tab. 1: Eine Auswahl der aktuellen Softwares für die Nahbereichsphotogrammetrie

Die momentanen Hauptanwendungen der Nahbereichsphotogrammetrie in Bauwesen und Architektur sind Deformationsmessungen, Beweissicherung, Baufortschritts- und Fassadendokumentation. Dabei können die Endergebnisse detailreiche 2D-Pläne und 3D-Visualisierungen des zu untersuchenden Objektes sein.


2 Zielsetzung und Vorgehensweise

Neben der Ermittlung des aktuellen Standes der Nahbereichsphotogrammetrie sollte als Schwerpunkt dieser Arbeit die Leistungsfähigkeit zweier verschiedener Kamerasysteme anhand einer photogrammetrischen Aufnahme und Auswertung untersucht sowie verglichen werden.

Dabei handelte es sich einmal um die digitale Amateurkamera Canon IXUS 60, die für photogrammetrische Zwecke keineswegs vorbereitet ist und einmal um die digitale kalibrierte Spiegelreflexkamera Fuji FinePix S2, die das Standardwerkzeug in der Nahbereichsphotogrammetrie darstellt.

	Kameratyp	Digitale Kompaktkamera
	Auflösung	6,0 Mio. Pixel
	Sensor	1/2,5 Zoll CCD
	Objektiv	Zoomobjektiv 5,8-17,4mm
	Verschlusszeit	15 bis 1/5000s
	Empfindlichkeit	entsprechend ISO 80 bis 800
	Dateiformat	JPEG
	Gewicht	140g (ohne Zubehör)

Tab. 2: Technische Daten der Kamera Canon IXUS 60 (*Quelle: Canon GmbH*)

	Kameratyp	Digitale Kleinbild-Spiegelreflexkamera
	Auflösung	6,17 Mio. Pixel
	Sensor	23,3 x 15,6mm Super CCD
	Objektiv	Nikon-F-Bajonet 15mm
	Verschlusszeit	30 bis 1/4000s
	Empfindlichkeit	entsprechend ISO 100 bis 1600
	Dateiformat	JPEG, TIFF, RAW
	Gewicht	760g (nur Gehäuse)

Tab. 3: Technische Daten der Kamera Fuji FinePix S2 Pro (*Quelle: Fujifilm GmbH*)

Das Ziel dieser Untersuchung war, herauszufinden, ob eine handelsübliche Amateurkamera ebenfalls für die bauingenieurtechnischen Aufgaben in der Photogrammetrie eingesetzt werden kann.

Die Grundlage für die Untersuchung bildete eine photogrammetrische Mehrbildaufnahme der Westfassade des Priesterhauses der Wallfahrtskirche Herrgottsruh in Friedberg bei Augsburg, die mit den beiden Kamerasystemen durchgeführt wurde.



Bei dem Objekt für die photogrammetrische Bildaufnahme handelte es sich um ein denkmalgeschütztes Priesterhaus aus dem 17. Jahrhundert, das durch den Friedberger Stadtbaumeister J. G. Simpler gebaut wurde.

Anschrift:

Herrgottsruhstr. 29

86316 Friedberg

Abb. 1: Aufnahmeobjekt – Westfassade des Priesterhauses in Friedberg

Geodätische Passpunktbestimmung

Zur Ermittlung der äußeren Orientierung bzw. für die Auswertung der aufgenommenen Bilder sind Passpunkte erforderlich. Diese stellen den Bezug zwischen dem Bildkoordinatensystem und dem dreidimensionalen Objektkoordinatensystem her. Die Bestimmung der Passpunkte an der Westfassade erfolgte mit dem Tachymeter Leica FlexLine TS06, mit der Polaraufnahme von frei gewählten Standpunkten aus. Bei den ausgesuchten Passpunkten handelte es sich um natürliche, eindeutig an dem Objekt erkennbare Punkte, wie Fensterecken, Schnittpunkte von Steinfugen, Schnittlinien in den Fassadenornamenten etc.

Fassadenaufnahme

Da als Endprodukt der Aufnahmen eine dreidimensionale Auswertung für den Vergleich der beiden Aufnahmesysteme erfolgen sollte, wurde eine Mehrbildaufnahme erforderlich.

Für ausreichende Schnittbedingungen der Strahlenbündel für die spätere Auswertung wurden pro Kamera fünf Aufnahmestandpunkte gewählt. Dies sollte den Überdeckungsbereich für die Verknüpfungspunkte und einen Konvergenzwinkel kleiner als 100^{gon} gewährleisten.



Abb. 2: Gewählte Aufnahmeconfiguration

Für den Einsatz der Amateurkamera musste vorab eine projektbegleitende Kamerakalibrierung mit einem Testfeld durchgeführt werden. Hierzu bot sich die Software Elcovision 10 der PMS AG an, die eine vollautomatische Kamerakalibrierung unterstützt.

Mittels der Kalibrierung werden die Parameter der inneren Orientierung der Kamera bestimmt und diese in einer neuen Kameradatei in die Software angelegt. Aufgrund dessen, können die Bilder der Amateurkamera mit der Software auf übliche Weise ausgewertet werden, als hätte es sich um Bilder einer Messkamera gehandelt.



Abb. 3: links: Zielmarken für die automatische Kamerakalibrierung mit der Software Elcovision 10; rechts: Aufgebautes Testfeld

Die Bildererfassung erfolgte nach der geplanten Aufnahmekonfiguration von einer Leiter und fünf Standorten aus. Bei den Fotoarbeiten wurde auf eine tatsächliche Ausnutzung des Bildformates geachtet, d.h. Aufnahmen mit zu viel Vordergrund, Rasenfläche und Himmel wurden vermieden. Auf diese Weise konnten formatfüllende Bilder erzielt werden. Dies ist wichtig, um eine ausreichende Genauigkeit und Detailerkennbarkeit an der Fassade zu erreichen.

Ergebnisse der Aufnahmen:



Abb. 4: Aufnahmen der Amateurkamera Canon IXUS 60



Abb. 5: Aufnahmen der "Messkamera" Fuji FinePix S2

Auswertung

Die eigentliche Auswertung der Aufnahmen erfolgte mit dem Verfahren der Bündeltriangulation unter der Auswertesoftware Elcovision 10 der PMS AG. Dabei wurden in den einzelnen Bildern 20 homologe Objektpunkte (16 Passpunkte, 4 Neupunkte) zugeordnet und somit zu einem Gesamtmodell verknüpft, in dem die Westfassade dreidimensional rekonstruiert wurde. Das so entstandene Modell erlaubte die Abgreifung von 3D-Koordinaten der Neupunkte und Distanzmessungen für die Vergleichszwecke.

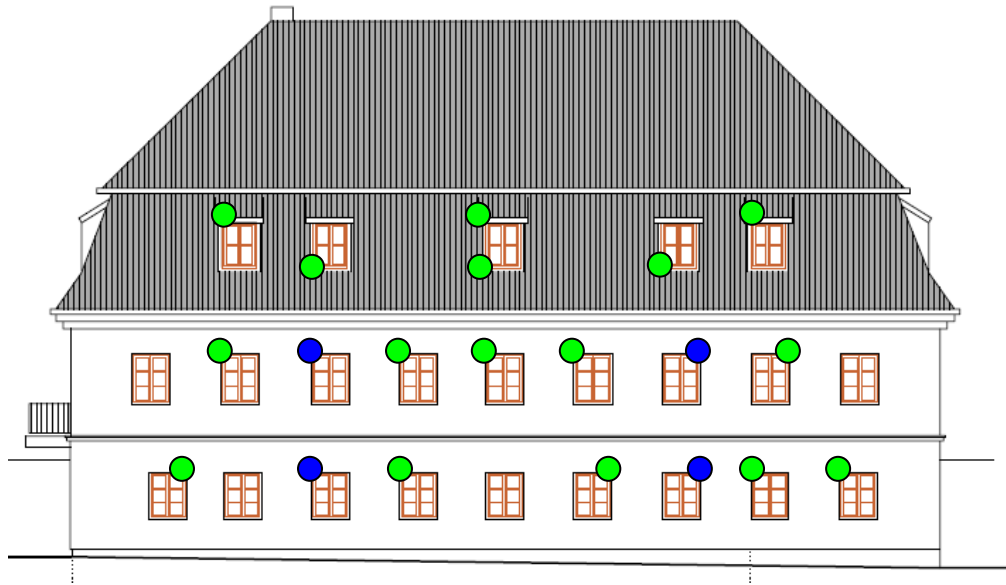


Abb. 6: Verteilung der im Vorfeld gemessenen Pass- und Neupunkte an der Fassade des Priesterhauses; (Grün = Passpunkt, Blau = Neupunkt) (Quelle-Plan: Fußner-Kühne-Architekten)

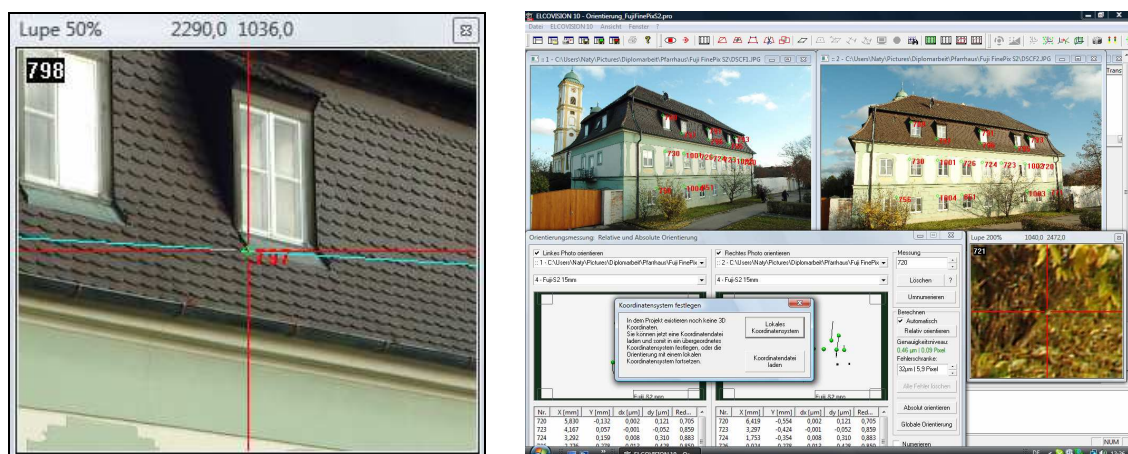


Abb. 7: Zuordnung der Objektpunkte in den Bildern (Quelle: Elcovision 10)

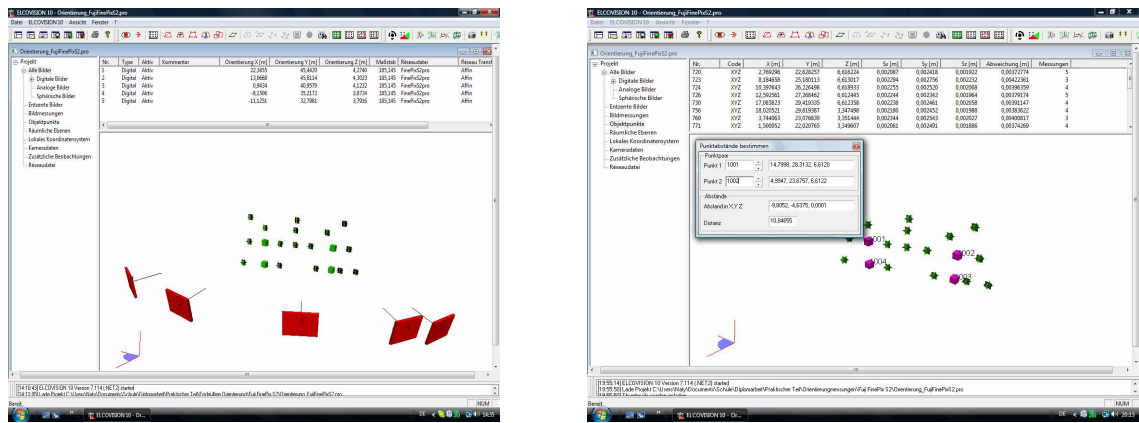


Abb. 8: links: Betrachtung der Punktwolke und der Kamerastandorte nach der globalen Orientierung; rechts: Abgreifung der Koordinaten und Strecken (*Quelle: Elcovision 10*)

3 Ergebnis und Ausblick

Im Rahmen der Untersuchung konnte nachgewiesen werden, dass digitale Amateurkameras dank einer projektbegleitenden Kamerakalibrierung und der Möglichkeit ihre Bilder in einer photogrammetrischen Software auswerten zu können, für die Aufgaben in der Nahbereichsphotogrammetrie eingesetzt werden können.

Das Ergebnis der Untersuchung spiegelte das hohe Genauigkeitspotenzial der digitalen Spiegelreflexkamera Fuji FinePix S2 für ihre Anwendungen in der Nahbereichsphotogrammetrie wieder. Die Amateurkamera Canon IXUS 60 hat die Genauigkeit der Spiegelreflexkamera nicht erreicht, jedoch konnte ihre Leistung als zufriedenstellend betrachtet werden. Mit der Genauigkeit dieser Kamera, können auch photogrammetrische Aufgaben im Bauwesen bewältigt werden, jedoch nur in Segmenten, wo die Anforderungen an die zu ermittelte Genauigkeit nicht so hoch liegen. Dies ist z.B. bei einer Bauaufnahme der Fall, wo je nach Aufgabenstellung unterschiedliche Genauigkeitsstufen gefordert werden und die erreichte Genauigkeit der Amateurkamera für diese Zwecke ausreicht.

Mit dem ständigen Fortschreiten der Technik in dem Bereich der digitalen Kameras ist mit stets steigender Leistungsfähigkeit der Amateurkameras zu rechnen. Dies könnte zukünftig zu einem zunehmenden Einsatz in der Nahbereichsphotogrammetrie führen.

In der Photogrammetrie selbst ist mit Sicherheit mit weiteren Entwicklungen zur Automatisierung der photogrammetrischen Vorgänge zu rechnen.

Im Aufschwung befindet sich zurzeit das Laserscanning, das ein ergänzendes oder konkurrierendes Vermessungsinstrument zur Photogrammetrie darstellt. Jedoch sprechen die (noch) hohen Kosten beim Laserscanning vorläufig durchaus für das photogrammetrische Verfahren.