

Digitale photogrammetrische Architekturvermessung am Beispiel eines Baudenkmals

Digital photogrammetric surveying on the example of an architectural monument

Dr. Karsten Knothe, Wolfgang Peschel

INNOTECH Holztechnologien GmbH

Fürstenwalder Allee 28, 12589 Berlin

Tel.: 030 / 648488-0, Fax: 030 / 648488-11

E-mail: karsten.knothe@innotech-ht.com, Internet: www.innotech-ht.com

Zusammenfassung:

Das Photogrammetriesystem SASTAmetric besteht aus einem hochauflösenden digitalen Rotationsscanner und der Software Phogramm3D zur vermessungstechnischen Auswertung der aufgenommenen Panoramabilder. Nach der Darstellung der technischen Parameter des Systems wird am Beispiel des Baudenkmals Schloss Prötzel die Anwendung dieses Systems zur Architekturvermessung und bildlichen Dokumentation eines Gebäudes geschildert.

Abstract:

The photogrammetric system SASTAmetric contains a high resolution digital rotation scanner and the special software "Phogramm 3D" for the tree-dimensional interpretation of the taken panorama pictures. First a description of the systems technical parameters. Then a concrete example of practical use explains, how the system may be used to survey an architectural monument.

Photogrammetrie bedeutet traditionell "Messen aus Photos". Als wissenschaftliche Disziplin wurde die Photogrammetrie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts durch den Architekten Albrecht Meydenbauer (1834-1924) etabliert. In der durch ihn gegründeten Königlich Preußischen Messbildanstalt wurde ein umfangreiches Archiv von Messbildern angelegt, wobei sich Meydenbauer speziell dem Aufbau eines Denkmälerarchivs widmete, einer Sammlung photographischer messtechnischer Dokumentationen, die als zuverlässige Grundlage bei der Restaurierung von Baudenkmalen dienen, aber auch nicht mehr existierende Bauwerke für die Nachwelt dokumentieren.

Grundlage der Photogrammetrie ist die Möglichkeit, aus speziellen Messphotografien unter Zuhilfenahme weiterer Angaben wie Referenz- und Winkelmaße Zeichnungen und Aufmasse der Objekte zu erstellen. Bei dem Verfahren der Stereo-Photogrammetrie werden zwei (oder mehrere) Messaufnahmen eines Objekts, aufgenommen von unterschiedlichen Aufnahmestandpunkten, dazu genutzt, dreidimensionale Daten und Formen des Objekts zu bestimmen. Dieses Verfahren wird sowohl in der Luftbildphotogrammetrie (Vermessung von Landschaften, Erstellung von Höhenmodellen u.s.w.), als auch in der terrestrischen oder Nahbereichsphotogrammetrie eingesetzt.

Ein besonderer Vorteil der Photogrammetrie gegenüber allen anderen Aufmasstechniken ist die Begleitung der maßlichen Dokumentation durch die fotografische mit ihrem sehr hohen Informationsgehalt: detailreiche Darstellung des Objekts und Dokumentation des Bauzustands sind nur zwei Beispiele dafür.

Die prinzipiellen Gründe für den Einsatz der Photogrammetrie bei der vermessungstechnischen Erschließung von Gebäuden und speziell Baudenkmalern haben sich seit ihrer Einführung im neunzehnten Jahrhundert nicht wesentlich geändert: damals wie heute geht es um die Rationalisierung des Aufmasses von Objekten und die Ablösung aufwendiger (und damals auch

recht gefährlicher) manueller Aufmassarbeiten. Verändert haben sich aber die technischen Möglichkeiten der Photogrammetrie, sowohl in Bezug auf Genauigkeit als auch in der Produktivität.

Als zur Photogrammetrie alternative berührungslose Messverfahren seien das Laserscanning und die (berührungslose) Tachymetrie genannt.

Beim Laserscanning tastet ein Laserstrahl in einem festgelegten Raster das Objekt Punkt für Punkt, Zeile für Zeile ab. Als Ergebnis entsteht eine Punktwolke, aus welcher durch spezielle Vernetzungsalgorithmen ein 3D-Modell des Objektes erzeugt wird. Softwarelösungen erlauben es, innerhalb der erzeugten 3D-Modelle mehr oder weniger genaue Messungen vorzunehmen. Bei der berührungslosen Tachymetrie werden verschiedene Objektpunkte mit dem Tachymeter angepeilt und vermessen.

Das photogrammetrische Aufnahme- und Dokumentationssystem SASTAmetric

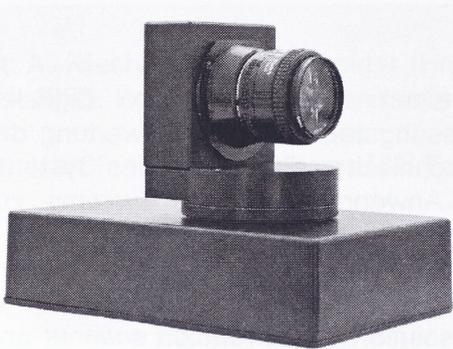


Fig. 1: DRS 8000 C

Mit dem System SASTAmetric der Fa. INNOTECH HT GmbH steht ein photogrammetrisches Vermessungssystem zur Verfügung, das aus dem digitalen Rotationsscanner DRS 8000 C einschließlich der Aufnahmesoftware PanRec für die Aufnahme höchstauflösender digitaler Panoramabilder sowie der Software Phogramm 3D zur vermessungstechnischen Auswertung der Panoramaaufnahmen besteht. Die markanteste Besonderheit dieses Systems gegenüber herkömmlichen Photogrammetriesystemen und -software besteht darin, dass hier statt zentralperspektivischer Aufnahmen digitale Panoramabilder in Zylinderprojektion als Messbilder eingesetzt werden.

Das Aufnahmegerät des Systems ist der DRS 8000 C – eine hochgenau rotierende digitale Zeilenkamera. Die eingesetzte trilineare CCD-Zeile (Farbtiefe 3 x 12 Bit RGB) mit 8192 Bildpunkten ermöglicht in Zusammenhang mit dem Rotationssystem die Aufnahme von Panoramabildern von über 400 gon (360°) mit einer Auflösung von bis zu 450 Megapixel. Für die Steuerung des über ein FireWire-Kabel an einen PC oder Notebook angeschlossenen Scanners wurde die Software PanRec entwickelt, die neben Grundeinstellungen wie Integrationszeit, Aufnahmewinkel und Farbregime weitere Funktionen zu Farbabgleich, Pre- und Detailscan sowie Fokussierungshilfen zur Verfügung stellt. Besonderes Augenmerk wurde hier, wie auch bei der Auswertesoftware, auf die Arbeit mit den im Durchschnitt 0,5 bis 1,5 Gbyte großen Bilddateien gelegt.

Die Auswertung der Bilder erfolgt mit der Software Phogramm 3D. Durch Aufnahme eines Objektes von zwei oder mehr Standpunkten aus kann dieses Objekt räumlich, d.h. dreidimensional bestimmt werden. Dazu sind die zu bestimmenden Objektpunkte in den Messaufnahmen zu markieren und diverse Referenzwerte (Referenzstrecken, -punkte oder auch Lageinformationen wie Ebenen oder Winkel) anzugeben. In einem mehrstufigen Berechnungs- und Iterationsprozess werden daraus die Koordinaten x , y und z der ausgewählten Objektpunkte in einem lokal definierten Koordinatensystem bestimmt, eine Anbindung an Geo-Koordinaten ist ebenso möglich. Diese Koordinaten können als Punkt- und Streckenlisten von beliebigen CAD-Systemen importiert werden und dort, je nach Aufgabenstellung, weiter verarbeitet werden.

Beispiel für die Vermessung eines Baudenkmals

Anhand des Schlosses Prötzel (Land Brandenburg) soll das Vorgehen bei der Vermessung eines Gebäudes mit SASTAmetric kurz illustriert werden. In Fig. 2 ist ein schematischer Lageplan der rund um das Gebäude verteilten Aufnahmestandpunkte gezeigt. Für die Vermessung des Gebäudes wurden 12 um das Gebäude verteilte Aufnahmestandpunkte O1 bis O12 gewählt.

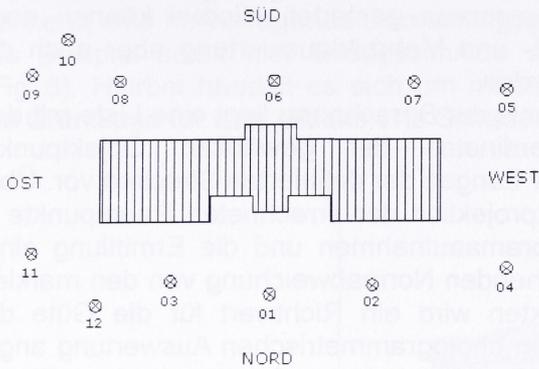


Fig. 2: Aufnahmeplan

Bei der Aufnahmeplanung ist zu beachten, dass jeder zu vermessende Objektpunkt in mindestens 2 Aufnahmen sichtbar sein muss. Je nach geforderter Detailtiefe und Fassadenstruktur (insbesondere Vorsprünge, Nischen, Balkone u.a.) kann damit für die Vermessung auch eine deutlich höhere Zahl von Messaufnahmen nötig sein. In Fig. 3 ist die Aufnahme vom Standpunkt O1 mit einer Detailvergrößerung abgebildet.

In den einzelnen Aufnahmen werden nun die zu bestimmenden Objektpunkte und Referenzobjekte (bekannte Strecken am Objekt, Passstrecken, mit ihren Koordinaten bekannte Punkte) markiert. Die



Fig. 3: Aufnahme O1 mit Detailansicht

hohe Detailauflösung der digitalen Panoramaaufnahmen (der Pixelabstand beträgt in diesem Beispiel etwa 3,5 mm bei einem Objektabstand von etwa 30 m) ermöglicht eine sehr genaue Positionierung der Markierungen im Bild (Fig. 4).



Fig. 4: Phogramm 3D – Eingabe der Messmarken

Nach erfolgter Markeneingabe wird der Berechnungsprozess gestartet. Hierbei können noch zusätzliche Parameter, wie Standortausrichtung, Zwei- und Mehrbildauswertung aber auch die Berechnung ausgewählter Punktmengen, festgelegt werden.

Projekt : Gutshaus Prötzel
 Träger : intern
 Bearbeiter : Knothe, Lischke
 Begonnen am : 09.02.2005, 13:56
 Druck am : 15.02.2005, 16:32

Punkte:			
1	-30.432	2.049	-0.008
2	-29.242	8.533	-0.007
3	-29.566	6.785	1.526
4	-34.682	5.217	1.517
5	-34.326	7.119	1.541
11	-30.353	1.836	-0.393
12	-30.425	1.961	4.086
13	-30.410	1.990	5.123
14	-34.631	2.279	10.308
15	-33.910	5.976	13.346
16	-33.249	9.704	10.349
17	-29.182	8.617	5.119
18	-29.200	8.587	4.114
19	-29.124	8.711	-0.393
31	-31.029	4.350	-0.511
32	-31.027	4.350	-0.364
33	-30.615	6.586	-0.374
34	-30.621	6.591	-0.516

Im Ergebnis der Berechnung liegt eine Liste mit den Raumkoordinaten der gewählten Objektpunkte sowie der Längen der definierten Strecken vor. Über die Rückprojektion der errechneten Raumpunkte in die Panoramaaufnahmen und die Ermittlung einer entsprechenden Normabweichung von den markierten Punkten wird ein Richtwert für die Güte der erhaltenen photogrammetrischen Auswertung angegeben. Wie sich bei der Arbeit mit dem Photogrammetriesystem zeigte, liegen die Gründe für eventuell mangelhafte Auswertungsgüte in den weitaus meisten Fällen in fehlerhaften oder ungenau positionierten Bildpunktpaaren.

Fig. 5: Tabelle der Raumkoordinaten

Folgenutzung der Daten in CAD-Systemen und als Bildpläne

Die durch die photogrammetrische Auswertung erhaltenen Raumkoordinaten stellen nur den Beginn einer weiterführenden Datenverarbeitungskette dar, in deren Ergebnis Zeichnungen, Aufrisse, dreidimensionale Gitter- und Volumenmodelle bis hin zu komplexen texturierten Animationen stehen können.

Die ermittelten Raumkoordinaten und Strecken können über eine dxf-Schnittstelle problemlos in praktisch jedes beliebige CAD-Programm importiert und mit den dort zur Verfügung stehenden Spezialanwendungen weiterverarbeitet werden. Im Fall des Schlosses Prötzel wurden sowohl Gitter- als auch Volumenmodell (Fig. 6, 7) erstellt und damit ein virtuelles Abbild des Objekts geschaffen.

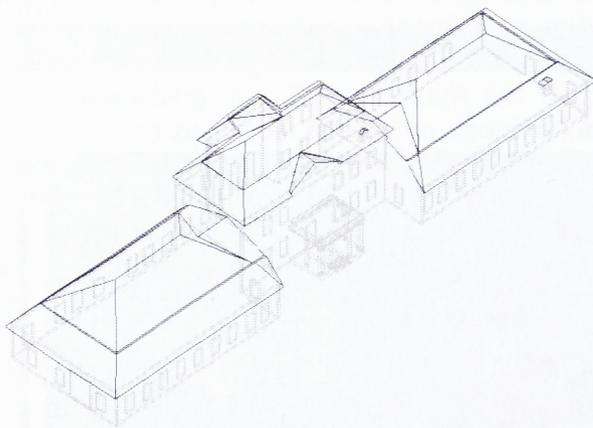


Fig. 6: Gittermodell

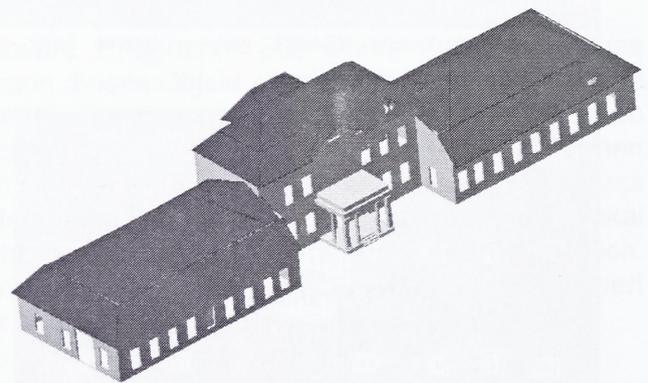


Fig. 7: Volumenmodell

Ein bedeutender Vorteil der Photogrammetrie gegenüber anderen berührungslosen Messverfahren besteht insbesondere in der Verknüpfung von Messdaten und fotografischen Darstellungen. Dementsprechend liegt es nahe, die nach der Messauswertung in metrisch bestimmter Form vorliegenden Aufnahmen zur Erstellung von Orthofotos und Bildplänen zu nutzen. Die hohe Bildauflösung des SASTAmetric-Systems ermöglicht es, auch in Panoramaaufnahmen, die aus relativ

großer Entfernung aufgenommen wurden (um das Objekt als Ganzes abbilden und vermessen zu können), eine hervorragende Darstellungsgenauigkeit von Details zu gewährleisten.

Als Beispiel seien hier Bildausschnitte aus Orthofotos der Schlossfassade Prätzel angeführt (Fig. 8). Hierbei handelt es sich um maßstäbliche Darstellungen von Fassadenausschnitten, die die Grundlage für eine bildbasierte Schadenskartierung bis zum Maßstab 1:2 liefern.

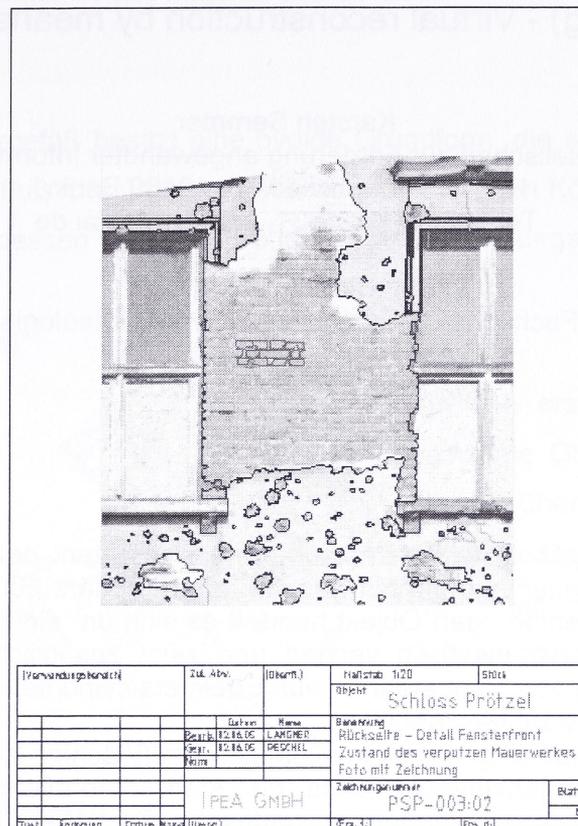


Fig. 8: Ausschnitt Schlossfassade Prätzel im Maßstab 1:20 mit Schadenskartierung

Das Photogrammetriesystem SASTAmetric stellt sich als ein vielseitig einsetzbares Datenerfassungs-, Dokumentations- und Meßsystem dar. Die hohe Bildauflösung der digitalen Aufnahmen des Rotationsscanners ermöglicht eine hohe Detaildichte der Darstellungen auch bei verhältnismäßig großen Objektabständen, die vorgestellte Photogrammetriesoftware gewährleistet eine maßliche Bestimmung der Objekte mit einer Genauigkeit bis in den Millimeterbereich.

Speziell die im System implizierte räumliche und zeitliche Trennung von fotografischer Aufnahme des Objekts und Messauswertung schaffen besondere Möglichkeiten bei der Dokumentation und Sicherung von Baudenkmälern. Eine große Reihe von historischen Gebäuden sind in schlechtem Zustand und dem Verfall preisgegeben. Eine möglichst schnelle und dabei preiswerte Bestandssicherung, zumindest in Form von Objektdokumentationen, sind hier unabdingbar. Das System SASTAmetric stellt eine hervorragende Möglichkeit der fotografischen Dokumentation dieser Objekte bereit, die auch die Option einer späteren maßlichen Auswertung dieser Daten in sich trägt.

Die Firma INNOTECH HT GmbH ist aktives Mitglied im NEMO-Netzwerk „PictureNet“. Dieses vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderte Netzwerk unterstützt und koordiniert neben anderen digitalen Bildtechnologien auch die Weiterentwicklung und den Ausbau der Anwendungsbasis des hier vorgestellten photogrammetrischen Vermessungssystems.