

## Virtuelle historische Gebäude - 3D-Erfassung und Visualisierung des Celler Schlosses durch digitale Architekturphotogrammetrie

Th. Kersten, B. Eilmus, M. Lindstaedt, C. Acevedo Pardo

Um virtuelle Realitäten zu schaffen, müssen dreidimensionale Szenen digital erzeugt werden. Häufig sind solche Szenen wie etwa in Computerspielen frei erfunden und haben mit der Realität wenig zu tun. Im Fachbereich Geomatik werden detaillierte virtuelle Realitäten in 3-D von tatsächlich existierenden, historischen Gebäuden erstellt, die für Visualisierungen, Simulationen und Planungen in den Bereichen Tourismus, Navigation, Facility Management, Architektur, Denkmalpflege und Stadtplanung verwendet werden können. Voraussetzung einer derartigen Modellierung und Visualisierung ist eine messtechnische 3-D Erfassung der Objekte z.B. mit geodätischer Messtechnik, terrestrischen Laserscannern oder mit digitaler Architekturphotogrammetrie.

Im folgenden wird eine praxisnahe Projektbearbeitung von der 3-D Datenerfassung bis zur Visualisierung am Beispiel des Celler Schlosses kurz vorgestellt. Im Rahmen zweier Diplomarbeiten wurde ein 3-D Modell des historischen Gebäudes von zwei Studentinnen des Fachbereiches Geomatik der HAW Hamburg im Sommer 2002 realisiert.



Abb. 1: Frontansicht des Celler Schlosses

Abb. 2: Digitale Kamera Fujifilm FinePix S1 Pro

### Das Aufnahmeobjekt

Das 700 Jahre alte Schloss (Abb. 1) ist ein Wahrzeichen der Stadt Celle und vereint mehrere Baustile: die Renaissance, das Barock sowie einige gotische Elemente. Heute sind im Schloss u.a. ein Museum und das älteste Barocktheater Europas untergebracht. Außerdem befindet sich im Schloss die erst später angebaute Schlosskapelle, die heute zu den wenigen in Deutschland noch erhaltenen Hofkapellen gehört.

### Die Kamera

Die photogrammetrische Aufnahme des Celler Schlosses wurde mit der handelsüblichen digitalen Spiegelreflexkamera Fujifilm FinePix S1 Pro (siehe Abb. 2) durchgeführt. Solche modernen digitalen Kameras bieten sich heute bei photogrammetrischen Bauaufnahmen für Zwecke der Bauwerkserhaltung und Restauration, der kunstgeschichtlichen Analyse und Dokumentation sowie für Visualisierungen aufgrund der hohen Auflösung und der einfachen Handhabung an. Die Kamera ist von der Elektronik und dem Body identisch mit der Nikon F65; sie besitzt aber im Gegensatz zur filmbasierten Version einen Super CCD-Chip mit einer Aufnahmefläche von 23,3 mm x 15,6 mm, der physikalisch eine Auflösung von 3,4 Mio. Pixel und interpoliert sogar von 6 Mio. Pixel liefert. Die Speicherkarte (1 Gigabyte Kapazität) des Typs Microdrive kann maximal 57 farbige Bilder mit der vollen Auflösung im TIFF Format (18 MB) speichern. Die relativ leichte und handliche Kamera kann mit allen handelsüblichen Nikkor F-Bajonett Objektiven eingesetzt werden. Für die Aufnahmen des Celler Schlosses wurde ein 18mm Objektiv verwendet.

### Aufnahme und Auswertung

Für die 3-D Erfassung des Schlosses wurden 274 Bilder aufgenommen, davon wurden für die spätere dreidimensionale Auswertung lediglich 250 Bilder benutzt. Um das Objekt vollständig aufnehmen zu können, wurde zusätzlich eine fahrbare Arbeitsbühne mit einer maximalen Arbeitshöhe von 18 m (Abb. 3) eingesetzt.

Für die 3D-Auswertung in den Bildern wurden koordinierte Passpunkte (X, Y, Z Koordinaten) benötigt, welche in den Bildern erkennbar sind, um die spätere Orientierung der einzelnen Bilder zu gewährleisten. Dafür mussten entsprechende Signale vor der eigentlichen Aufnahme am Gebäude verteilt angebracht werden. Insgesamt wurden 49 sogenannte Passpunkte an Fenstern befestigt, welche später in einem geodätischen 3-D Netz aufgenommen und mit einer Genauigkeit von 2mm bestimmt wurden.

Vor der eigentlichen 3-D Auswertung wurden die digitalen Bilder in einem Bildverband durch Punktmessungen verknüpft und orientiert. Dabei wurde gleichzeitig im selben Rechenprozess die Kamera kalibriert, um für die weitere Auswertung u.a. die hohe Objektivverzeichnung zu kompensieren.

Für die CAD-Konstruktion des Schlosses wurden am PC mit dem Programm PICTRAN 3D-Koordinaten durch entsprechende Punktmessung in den verschiedenen orientierten Bildern digitalisiert. Es wurde dabei darauf geachtet, dass die für die Konstruktion benötigten Punkte in mindestens drei Bildern gemessen wurden. Somit wurden die Punkte mit einer hohen Zuverlässigkeit und mit einer Genauigkeit von besser als 1 cm bestimmt. Die digitalisierten Punkte wurden anschließend über eine DXF-Schnittstelle zur weiteren Bearbeitung in AutoCAD eingelesen. In AutoCAD erfolgte die detaillierte 3-D Konstruktion des gesamten Celler Schlosses stufenweise (Abb. 4), wobei einige Gebäudeteile aufgrund der Komplexität und historischen Bauweise generalisiert werden mussten.

Um die spätere Darstellung des Schlosses anschaulicher zu gestalten, wurde das Gelände der näheren Umgebung topographisch vermessen. Mit dem Programm AutoCAD Land Development wurde ein digitales Geländemodell (DGM) erzeugt, welches in das 3D-Modell des Schlosses integriert wurde.

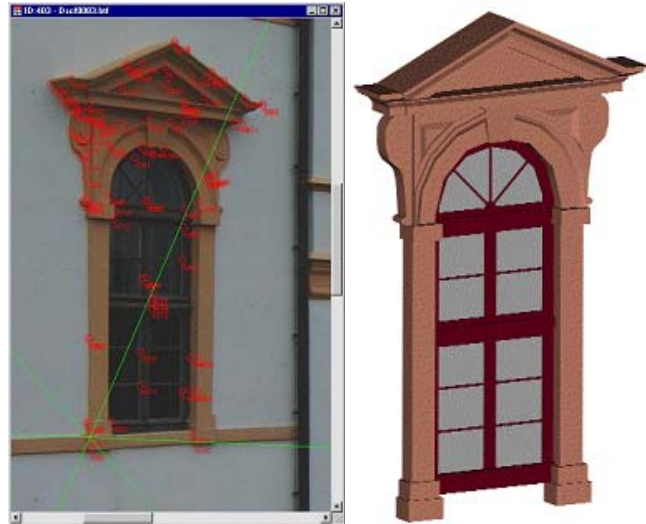


Abb. 3: Mobile Arbeitsbühne für die Aufnahme      Abb. 4: CAD-Konstruktion aus Punktmessungen

### Visualisierung

Das Ergebnis der 3D-Konstruktion ist ein Volumenmodell (3D-Volumenkörper, siehe Abb. 5), welches über verschiedene Schnittstellen in AutoCAD in diverse Visualisierungsprogramme wie z.B. 3D Studio VIZ exportiert werden kann. In diesem Projekt wurden allerdings bisher nur die in AutoCAD gegebenen Funktionen für die Herstellung einiger perspektivischer Ansichten benutzt. Dazu wurden u.a. auf die Dachflächen entsprechende Dachziegel-Texturen gelegt. Um die Beleuchtung der Szene realistischer darzustellen, wurden Lichtquellen definiert und Schatten berechnet. Abb. 6 zeigt verschiedene perspektivische Ansichten des Celler Schlosses. Ansprechende Visualisierungen mit Bäumen oder durch Videoanimationen sind zur Zeit in Bearbeitung.



Abb. 5: 3-D-Volumenkörper des Celler Schlosses als Drahtmodell (links) und gerendertes Modell (rechts)

### Fazit

Mit diesem Projekt konnte gezeigt werden, dass sich handelsübliche digitale Spiegelreflexkameras für eine detaillierte 3-D Erfassung von großen komplexen historischen Gebäuden eignen. Somit stellt die Architekturphotogrammetrie heute durch den digitalen Datenfluss eine effiziente Alternative zur klassischen Bauaufnahme dar. Die Auswertegenauigkeit lag hier bei einem Zentimeter, was für die



meisten Anwendungen in der Bauwerksaufnahme ausreicht. Voraussetzung für solche Genauigkeiten ist allerdings eine Kamerakalibrierung, die simultan mit der Orientierung der Bilder in dem gesamten Bildverband erfolgt.

Knapp 55% der aufgewendeten Zeit benötigte die CAD-Bearbeitung der digitalisierten 3-D Punkte, während die geodätische und photogrammetrische Aufnahme und Auswertung nur 34% des Zeitaufwandes ausmachten. Für die Visualisierung wurden ca. 12% der Zeit im Rahmen dieses Projektes beansprucht, wobei dieser Bearbeitungsschritt hier allerdings erst am Anfang steht.

Bei der Projektbearbeitung ist man schnell an die Leistungskapazität der vorhandenen Rechner gestoßen, da das 3-D Volumenmodell des Celler Schlosses inkl. Topographie als AutoCAD-File ca. 260 MB Speicherplatz benötigte, was die Geschwindigkeit gerade bei der CAD-Bearbeitung erheblich reduzierte. Entsprechend aufgerüstete Computer mit hoher Rechnerleistung von Dual-Prozessoren, mehreren Gigabyte Arbeitsspeicher RAM und einer leistungsfähigen 3D-Graphikkarte sind heute unbedingte Voraussetzung für die CAD-Bearbeitung und Visualisierung von großen Datenvolumen.



Abb. 6: Diverse perspektivische Ansichten des Celler Schlosses

## Kontakt

HAW Hamburg, Fachbereich Geomatik, Hebebrandstrasse 1, 22297 Hamburg

Prof. Thomas Kersten (t.kersten@rzcn.haw-hamburg.de)

Dipl.-Ing. Britta Eilmus (b.eilmus@web.de)

Dipl.-Ing. Maren Lindstaedt (Maren-Lindstaedt@hamburg.de)

Dipl.-Ing. Carlos Acevedo Pardo (c.acevedo@rzcn.haw-hamburg.de)