

3D Laserscanning an der Kathedrale Notre Dame, Paris

3D Laserscanning at Notre Dame Cathedral, Paris

Nina Jungklaus, Dipl. - Rest. Stephanie Adolf

Minolta Europe GmbH – IID – 3D

Minoltaring 11, 30855 Langenhagen

Tel.: 0511 7404 873, Fax: 0511 7404 807

E-mail: Stephanie_Adolf@minoltaeurope.com, Internet: www.minolta-3d.com

Zusammenfassung:

Anhand des Beispiels der Kathedrale Notre Dame in Paris wird die Prozesskette der Digitalisierung eines Objektes bis zur Weiterverarbeitung der Daten mittels CNC-Technik beschrieben. Dabei eignen sich optische Systeme u.a. hervorragend zur berührungslosen und zerstörungsfreien Erfassung sensibler Kunstobjekte. Die gewonnenen Daten können zur Archivierung, zur Dokumentation und Ausstellung mittels digitaler Medien, aber auch zur Herstellung eines Duplikates in verschiedenen Materialien verwendet werden.

Abstract:

The article describes the process chain of automated replication of statues from the Notre Dame Cathedral in Paris with the aid of a 3D Laserscanning System and CNC-Milling technique. Optical measurement devices are perfectly suited for non invasive capturing i.e. copying of sensitive pieces of work of art without the objects even been touched. The gained digital data can be used for many purposes such as archiving, documentation and exhibition with digital media, as well as for the production of a replica.

Notre Dame (Unsere Liebe Frau) ist die berühmteste gotische Kirche Frankreichs. Sie wurde im 11/12. Jahrhundert erbaut und liegt auf der Ile de la Cité im Herzen von Paris. Die Kathedrale wurde aus zwei früheren Ruinen aufgebaut und ist besonders berühmt für Ihre Größe und Ihre Architektur.

Im Jahre 1160 wurde mit dem Bau der Kathedrale begonnen. Der hohe Altar wurde im Jahre 1189 erbaut, der Chor, die Westfassade und das Schiff der Kathedrale wurden 1250 fertiggestellt.

Im Laufe der nächsten 100 Jahren wurde der Kathedrale eine Vorhalle sowie Verzierungen und Verschönerungen zugefügt. Die Turmspitze von Notre Dame ist im 19. Jahrhundert während Restaurierungen dazugekommen. Im erhabenen 35 Meter hohen Innenraum der Westfassade befinden sich Portale, welche mit feinen gotischen Schnitzereien und Reihen von Königen aus dem Alten Testament verziert sind.

Notre Dame galt als Vorbild der französischen gotischen Kathedralen des Mittelalters.

Im Laufe der Jahrhunderte litt die Kathedrale besonders unter Verfall und Beschädigungen, und wurde mehrmals restauriert.

Während einer erneuten Restaurierung der Kathedralen Notre Dame im Jahre 2000, wurde die Firma „Art Graphique et Patrimoine“ (AGP) beauftragt, Vervielfältigungen in verschiedenen Größen von einigen der Reliefs und Statuen zu erzeugen.

Für die 3D Digitalisierung vor Ort setzte AGP den portablen Minolta VI-700 3D Laserscanner ein. Ein über SCSI-Kabel am 3D Laserscanner angeschlossener Laptop diente der Daten-Kontrolle und als Speichermedium.



Abb. 1: Minolta VI-700 3D Laserscanner mit Laptop beim Außeneinsatz an der Kathedrale Notre-Dame, Paris

Da die Wirkung von Gegenlicht oder stark seitlichem Sonnenlicht nicht zu unterschätzen ist, sollte das Einscannen von Objekten im Freien möglichst im Schatten erfolgen. Wenn dies nicht möglich ist, ist Ideenreichtum gefordert. In diesem Fall reichte ein dunkler Vorhang aus, um das helle Sonnenlicht abzumildern.



Abb. 2: Abschatten des Scanfeldes vor zu starkem Sonnenlicht mit einem Tuch

Mehrere einzelne Scans mit verschiedenen Zoomstufen wurden aus einer Entfernung von ca. 70cm akquiriert. Der VI-700 3D Laserscanner lässt sich mit dem integrierten Bedienfeld und LCD auch direkt am Gerät ansteuern. Die Daten können dabei auch auf einer im 3D Laserscanner integrierten Compact Flash Memory Card abgelegt werden. Die Prozedur dauert nur 0,6 Sekunden pro Scan. Somit eignet sich der Scanner u.a. für das Scannen von Objekten auch unter schwierigen Bedingungen.



Abb. 3: Erfassen einer Skulptur am Portal aus verschiedenen Aufnahmewinkeln

Auf dem zentralen Portal in dem dritten Rundbogen auf dem vierten Gewölbestein von unten befinden sich mehrere hoch detaillierte Statuen von verschiedenen Propheten, die das Wort Gottes verbreitet haben. Es wurde von der Firma AGP entschieden, auch einen dieser Propheten vollständig zu digitalisieren und mittels Rapid Prototyping zu vervielfältigen.



Abb. 4: Detailaufnahme der zu erfassenden Steinskulptur eines Propheten am Portal

Das Einscannen des Propheten fand während einer allgemeinen Scanstudie statt, und wurde innerhalb eines halben Tages abgespeichert.

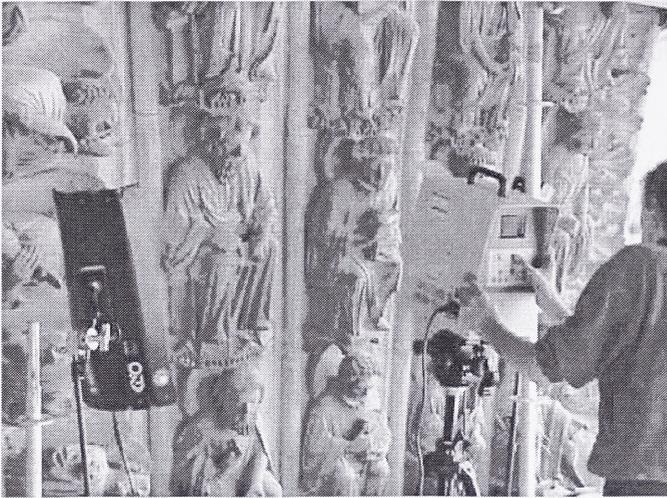


Abb. 5: Einscannen der Steinskulptur eines Propheten am Portal mit dem Minolta VI-700 3D Laserscanner

Die Minolta Vivid Utility Software 1.30 wurde eingesetzt, um die einzelnen Scans aneinander zu registrieren, zu „mergen“ und die Daten auf polygonaler Ebene zu bearbeiten. Danach wurde der fertige Datensatz im STL-Format exportiert und an das Rapid Prototyping Dienstleistungsbüro, „TechSoft“ in Paris übergeben.

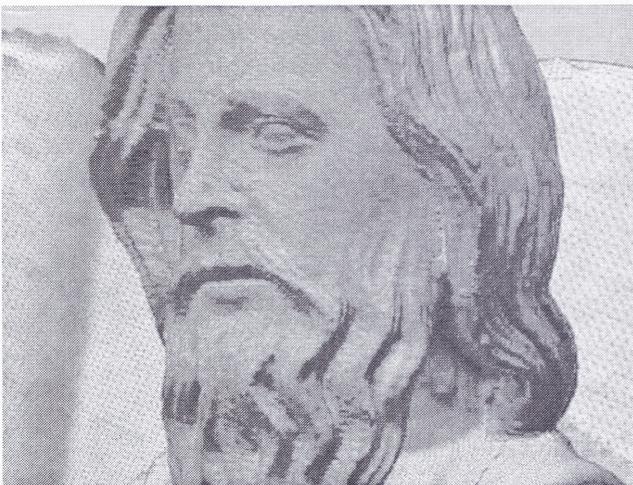


Abb. 6: Screenshot eines Details der digitalen 3D-Daten des Propheten (geschadete Ansicht)

Mittels der „Maquette Volume“ Software wurde der STL Datensatz geladen und die Größe des Objekts sowie die Fräsbahnen kalkuliert. Die Daten wurden an die CNC-Fräse geschickt, die innerhalb einer Stunde das Modell aus Hartschaum fräste. Über das Hartschaum Modell wurde ein Thermoplast gelegt, und so schnell eine günstige Kunststoffform zum Giessen erstellt. Danach wurde anhand der Kunststoffform ein Gips- Duplikat gefertigt.

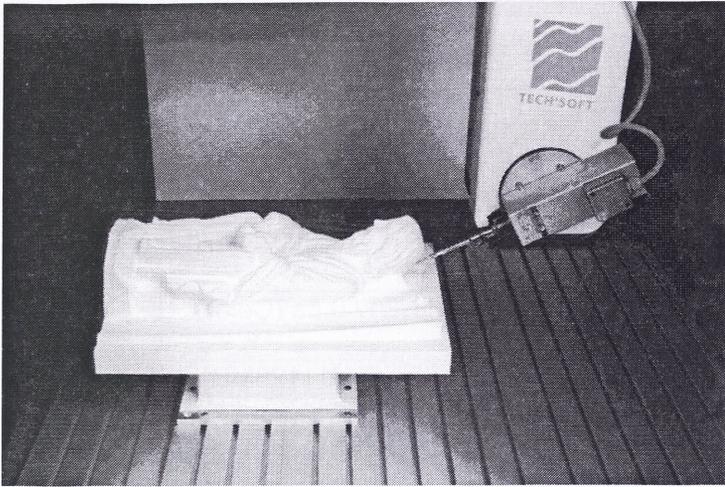


Abb. 7: Fräsen der digitalen 3D-Daten des Propheten (Replikation in Hartschaum)

Um die Vorzüge der digitalen Datenaufnahme weiter zudemonstrieren, entschied man sich bei AGP dafür, eine Computer-Animation des Propheten zu erstellen. Dafür setzte an man die Software 3DStudio Max von Discreet sowie einen Rechner mit 200Mhz CPU und 128MB RAM PC mit einer Diamond Stealth Graphikkarte ein.

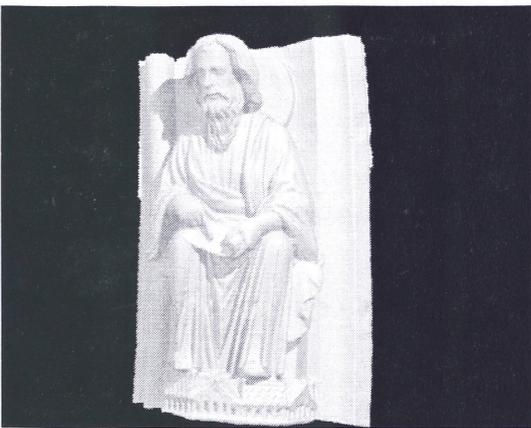


Abb. 8: Computeranimation der 3D-Daten des Propheten

Abbildungen:

Abbildungen von: Art, Graphique & Patrimoine, Frankreich
Tech'Soft, L'art et la matière, Frankreich

Tabelle 1: Spezifikationen Minolta VI-910 3D Laserscanner

Typ	3D Laserscanner (berührungsfrei)
Methode	Lasertriangulation
Auto Fokus	aktiver Oberflächen-AF (Kontrastmethode)
Optik	drei auswechselbare Objektive Tele (f =25mm), Mittel (f =14mm), Weitwinkel (f = 8mm)
Distanz zum Objekt	0,6m bis 2,5m
Scanbarer Bereich (XY) / distanzabhängig	min 111mm x 83mm, max 1196mm x 897mm
Geometrische Auflösung (Z, typ.)	+/- 0,008mm (FINE)
Messwerte pro Scan	307.000 Punkte (FINE) , 76.800 Punkte (FAST)
Scanzeit	0,3s (FAST) / 2,5s (FINE) / 0,5s (Color)
Umgebungslicht	< 500lux
Speicherkarte	Compact Flash Memory Card (128MB)
Schnittstelle	Fast SCSI
Laser	Class 1 (FDA), Class 2 (IEC 60825-1), 'Eye safe'
Farb-LCD	5,7 Zoll Farb-TFT LCD (320 x 240 Pixel)
Dateigrößen	1,6MB (FAST) bis 3,6MB (FINE)
Ausgabeformate	3D Minolta-Format & STL, DXF, OBJ, ASCII, VRML (Exportformate der 3D Polygon-Editing-Software (Standardzubehör), Textur RGB, 24bit Farbtiefe
Maße	213mm x 413mm x 271mm (BxHxT)
Gewicht	ca. 11kg
Arbeitsumgebung	10° - 40°C, RH < 65% / keine Kondensation
Lagerungsumgebung	-10° - +50°C, RH < 85% / keine Kondensation