

# 3D-Laserscanningaufnahmen und Auswertung für Architekten

Bei Objektaufnahmen durch Laserscanning entsteht eine enorme Menge von Punkten mit Koordinaten und Bildinformation. Sind die Endkunden Architekten und Planer, stehen sie oft vor der Schwierigkeit, mit diesen Daten vernünftig arbeiten zu können, werden doch in den meisten Fällen nicht Punktwolken, sondern CAD-Modelle benötigt, die mit Vektoren und Flächen meistens die Fassaden oder Grundrisse modellieren. In der Praxis führt das oft dazu, dass die Kunden mit der Arbeit am Objekt, mit Messband und Nivelliergerät, günstiger zu Plänen kommen, als technologisch hoch gerüstete Vermesser mittels Aufnahmen durch Laserscanning. Letztere kommt jedoch dann zum Tragen, wenn Fassadenpläne nur ein Teil der Produkte sind. Der grosse Wert des Laserscannings liegt nämlich darin, dass eine viel umfassendere dreidimensionale Realität des Objektes festgehalten wird, als dies durch die klassische Gebäudeaufnahme möglich ist. Aus der Punktwolke kann jederzeit bedarfsgerecht die benötigte Information abgeleitet werden. Zu nennen sind hier Profile, Schnitte, Objektdetails und letztendlich die Möglichkeit, den gesamten räumlichen Zusammenhang mit Flächen nachzubilden.

A. Lekaj

Meine Diplomarbeit befasste sich mit dem 3D-Laserscanning von Gebäuden und dessen Auswertung. Nachstehend wird ein einfacher, unkomplizierter Arbeitsprozess anhand eines Testobjekts beschrieben. Als Endprodukt entstand eine CAD-Zeichnung, welche die Arbeit für die Architekten und Planer vereinfachen sollte.

Diese CAD-Zeichnung zeigt die gewünschten Schnitte durch das Gebäude, die Grundrisse, die Pläne der einzelnen Fassaden und das ganze Objekt als räumliche Konstruktion. Vorgängig wurde zusammen mit einem Architekten der Region Meiringen ein Testobjekt bestimmt und die Rahmenbedingungen wurden festgelegt: Genauigkeit, Detaillierungsgrad sowie Darstellungsart. Die

ganze Soft- und Hardware wurde von der Flotron AG mit Sitz in Meiringen zur Verfügung gestellt.

## Aufnahme mit einem terrestrischen Laserscanner

Der Laserscanner misst hochfrequent Laserdistanzen und Winkel. Daraus werden Punktkoordinaten berechnet. Diese Punkte müssen genügend dicht sein, um die Details des Gebäudes in der genügenden Auflösung wiederzugeben, um daraus ein digitales Abbild als 3D-Modell zu ermöglichen. Die Punkte werden «Punktwolke» genannt. Aus jedem einzelnen Scanstandpunkt entsteht eine Punktwolke in einem lokalen Koordinatensystem. Zunächst müssen diese einzelnen Punktwolken miteinander verknüpft und referenziert werden, damit sie in einem einzigen, gemeinsamen Koordinatensystem gelagert sind. Bei der Referenzierung bestehen mehrere Methoden, wie z.B. die Referenzierung über Passflächen, Ebenen, Kugeln, manuell ausgewählte, identische Punkte der Punktwolken oder über reflektierende Zielmarken. Der Arbeitsprozess beim Scannen eines Objekts ist im Grunde genommen mit demjenigen einer Totalstation vergleichbar. Eine wichtige Komponente beim Scannen sind die Referenzpunkte, die es erlauben, die einzelnen Scans in das ein-



Abb. 1: Fassade.

Fig. 1: Façade.

Fig. 1: Facciata.



Fassadenaufnahme mit Laserscanning Punktwolke.

Relevé de façade avec scanner laser Nuage de points.

Ripresa della facciata con laser scanning Nuvola di punti.



Fertig ausgewertete Fassade als dxf-Datei.

Façade sous forme de fichier .dxf.

Facciata analizzata come file dxf.



Abb. 2: Ausschnitt eines Scanstandpunktes mit Referenzpunkten (hier als Schachbrettzielmarken).

Fig. 2: Extrait d'une station de scan avec points de référence (cibles en damier).

Fig. 2: Estratto di un punto scannerizzato con punti di riferimento (qui come mire a scacchiera).

heitliche Koordinatensystem zu überführen. Hat man diese nicht aufgenommen, wird bei der Auswertung die Verknüpfung der einzelnen Scans sehr zeitaufwändig. Um Zeit und Kosten bei der Aufnahme und Auswertung einzusparen ist es wichtig, die Auflösung, bzw. die Punktdichte so einzustellen, dass sie dem gewünschten Detaillierungsgrad Rechnung trägt. Ein Objekt, das aus grossen, unstrukturierten Flächen besteht, kann mit wesentlich geringerer Punktdichte aufgenommen werden, als ein Objekt mit vielen Details und unregelmässigen Formen. Die genaue Absprache mit dem Kunden, welche Produkte verlangt sind, ist entscheidend.

## Auswertung der Aufnahmen

Die Rohdaten, die durch einen Laserscanner erzeugt werden, sind Messwerttripel, aus einer gemessenen Schrägdistanz, sowie je einem Horizontal- und Vertikalwinkel. Über einfache trigonometrische Beziehungen werden die erfassten Polarkoordinaten in kartesische Koordinaten umgewandelt, welche anschliessend am

Computer weiterverarbeitet werden können.

Bei den meisten Programmen der Scannerhersteller kann man die Punktwolken als dxf-Dateien exportieren und diese anschliessend in eine CAD-Software importieren. So auch bei der «Scene» Software. Je nach CAD sollten die exportierten Dateien nicht grösser als 30 Megabyte sein. Genau hier beginnt das Problem, mit dem die meisten Architekten und Planer zu kämpfen haben: Die Dateien sind häufig mehrere Gigabyte gross und können aufgrund fehlender Computerleistung und mangels geeigneter Programme kaum betrachtet oder bearbeitet werden. Die Software zur Bearbeitung der Daten ist in der Regel teuer. Die Architekten oder Planer benötigen meistens Grundrisspläne, Schnitte oder Fassaden eines Objekts.

Für die Verarbeitung der Punktwolken zum Endprodukt wurden zwei Softwareanwendungen ausgewählt: Zum einen fiel die Entscheidung auf die Faro Scene Software für die Verknüpfung und Referenzierung der Punktwolken und zum anderen wurde Microstation von Bentley (CAD) für das Konstruieren und Erstellen

der gewünschten Endprodukte gewählt. Die Referenzierung der Scans nimmt sehr viel Zeit in Anspruch. Erfahrungsgemäss dauert dies fast gleich lang wie die Aufnahme vor Ort. Die eingesetzte Software «Scene» besitzt eine automatische Suche und Referenzierung der einzelnen Scans mittels der Referenzpunkte (Passflächen, Ebenen, Kugeln etc.). Die automatische Erkennung der Referenzpunkte ist jedoch oft ungenügend und wenig hilfreich. Deshalb werden die Scans am besten manuell referenziert. Dies bedeutet, dass jeder Scan einzeln geöffnet, jeder Referenzpunkt markiert und benannt werden muss.

Nach dem Referenzieren der Scans beginnt die Bearbeitung und Ausdünnung der Punktwolken in der «Scene» Software. Um die Datei so klein wie möglich zu halten, sollten alle überflüssigen Punkte gelöscht werden. Eine weitere Ausdünnung der Punkte ist besonders in den Überlappungsregionen mehrerer Scans empfehlenswert, dort sind oft zu viele Punkte vorhanden.

Mit der Hilfe von Schnitten durch das gesamte Objekt (zum Beispiel Grundrisschnitt 1 m ab Boden) werden in einem weiteren Schritt Ebenen festgelegt. Damit müssen innerhalb der einzelnen Ebenen nur wenige Punkte exportiert werden. Entsprechend wird die Exportdatei massiv kleiner (ca. 30 Megabyte in meinem Projekt) und ist somit in Microstation leichter zu bearbeiten.

In Microstation werden die exportierten Schnitte eingelesen. Hier werden jetzt die Grundrisse und Schnitte auf separaten Layer digitalisiert.

## Vom Architekten gewünschte Daten und Pläne

Nach einer ersten Lieferung der Daten an den Architekten kamen diverse Verbesserungsvorschläge zurück. Die Detaillierung und die Darstellung entsprachen noch nicht den Vorstellungen des Kunden. Die dxf-Datei mit den Konstruktionen und die Pläne sollten denjenigen, wie sie bei den Architekten gebräuchlich sind, angeglichen werden. Der Detaillierungs-

grad war in einem ersten Schritt viel zu hoch. Es ist in der Regel nicht nötig, jede kleine Delle oder Unebenheit an der Wand darzustellen. Dies ist nur ein kleiner Auszug aus den Verbesserungsvorschlägen des Architekten. Aufgrund seiner Wünsche wurden Rohkonstruktionen und die daraus abgeleiteten Pläne nochmals angepasst. Das führte schliesslich zum Endprodukt.

Als Fazit wird festgestellt: Je unregelmässiger und komplizierter die Strukturen des Objektes sind, je mehr geometrische Informationen über weite Teile des Gebäu-

des hinweg benötigt werden, je schwieriger es ist, die gewünschten Masse einfach und schnell am Objekt selbst zu messen, desto besser lohnt sich der Einsatz eines Laserscannings zur Gebäudeaufnahme.

Die Messtechnik des Scannings, der Georeferenzierung und der Punktwolkenbearbeitung ist ein wichtiger Teil der Arbeit, der Detailwissen, Erfahrung und hohe Sorgfalt benötigt. Dabei besteht die Gefahr, dass das Gespräch mit dem Architekten zum Verständnis der relevanten Konstruktionen und der tatsächlich be-

nötigten Endprodukte als ein weiterer wesentlicher Punkt massiv unterschätzt wird.

Alban Lekaj  
Flotron AG  
Geomatiktechniker  
Interlakenstrasse 25  
CH-3806 Bönigen  
lekajalban@gmail.com

Quelle: FGS Redaktion

---

# Exploitation des relevés au scanner laser 3D pour l'architecture

Le relevé d'objets par balayage scanner fournit une énorme quantité de points avec des coordonnées et des métadonnées d'image. Certains clients – architectes ou planificateurs – éprouvent souvent des difficultés pour exploiter intelligemment ces données quand, dans la majorité des cas, ce sont les modèles CAO et les nuages de points qui sont les plus utilisés pour modéliser les façades et les plans à l'aide de vecteurs et de surfaces. Dans la pratique, cette difficulté conduit souvent les professionnels à utiliser le mètre et le niveau optique pour réaliser des plans, car le travail sur les objets est alors plus facile qu'avec des géomètres dotés d'un équipement technologique très pointu basé sur des relevés effectués par balayage laser, qui ne sont pertinents que si les plans des façades ne forment qu'une partie du produit. En effet, la valeur ajoutée du balayage scanner réside dans la vision tridimensionnelle beaucoup plus détaillée de l'objet par rapport à un relevé de bâtiment classique. À tout instant, il est possible d'extraire du nuage de points une information utile adaptée aux besoins, notamment des profils, des coupes ou certains détails d'objets. De plus, il est possible de reproduire l'intégralité du contexte spatial à l'aide de surfaces.

---

A. Lekaj

Mon travail de diplôme portait sur les relevés de bâtiments par balayage scanner 3D et leur analyse. Un processus de travail simple et élémentaire appliqué à un objet-test est présenté ci-après. Le produit final est un dessin CAO conçu pour simplifier le travail des architectes et des

planificateurs. Il présente les différentes demandes du client: coupes effectuées à travers le bâtiment, vues en plan et plans de chaque façade. L'intégralité de l'objet en tant que construction spatiale y apparaît. L'objet-test a été conçu en collaboration avec un architecte originaire de la région de Meiringen. Ensuite, les spécificités du travail ont été définies: précision,

degré de détails et type de représentation. La société Flotron SA basée à Meiringen a mis à disposition les moyens logiciels et matériels.

## La lasergrammétrie terrestre

Le scanner laser à haute fréquence mesure des distances laser et des angles, qui servent au calcul des coordonnées de points. Une certaine densité de points est nécessaire pour garantir une résolution satisfaisante du rendu des détails du bâtiment et produire une image numérique pour la modélisation 3D. Les points sont nommés «nuages de points.»

Pour chaque station du scanner laser, l'opérateur réalise un nuage de points qu'il rattache dans un système local de coordonnées. Les différents nuages de points doivent d'abord être assemblés les uns aux autres puis référencés, afin d'être stockés dans un seul système global de coordonnées. Plusieurs méthodes de référencement existent: référencement à l'aide de surfaces d'ajustement, de plans, de sphères ; ou avec des points identiques sélectionnés manuellement dans des nuages de points ou encore en utilisant des cibles réfléchissantes.

Pour scanner un objet, le processus est fondamentalement comparable à celui d'une station totale. Les points de référé-