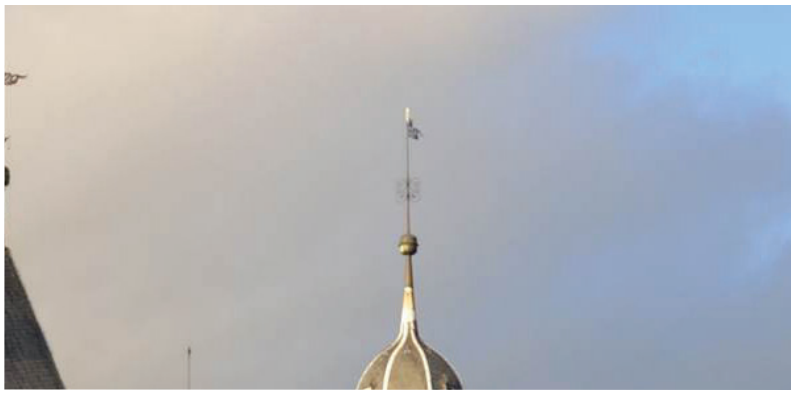
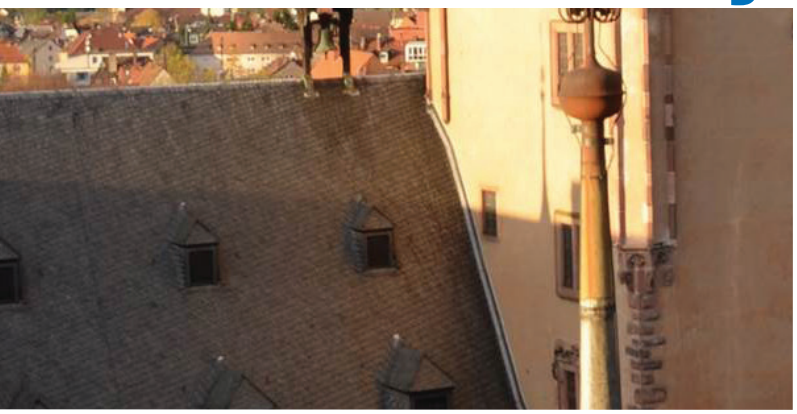
How we build reality

Zoller+Fröhlich



Case Study

Effiziente geometrische Erfassung historischer Bauwerke am Beispiel von Schloss Johannisburg in Aschaffenburg



Unternehmensprofil

Zoller + Fröhlich zählt zu den weltweit führenden Unternehmen im Bereich der berührungslosen Lasermesstechnik und verfügt aufgrund langjähriger Tätigkeit, sowie einer Vielzahl durchgeführter Projekte, über einen enormen Erfahrungsschatz.

Innovative Gedanken werden von jeher gefördert und in zukunftsweisende Produkte umgesetzt. Aufgrund des Supports, den wir unseren Kunden entgegenbringen, können wir auf langjährige, treue Kunden bauen, die unseren Service sehr schätzen.

In Zusammenarbeit mit der FPK Ingenieurgesellschaft und der technet GmbH.

360° Panorama Scan der Mainterrasse, aufgenommen mit dem Z+F IMAGER® 5010C
Quelle: FPK

Die Kooperationspartner

FPK Ingenieurgesellschaft

Die FPK Ingenieurgesellschaft ist ein Unternehmen mit Sitz in Potsdam, das vor 25 Jahren als Spin-off der TU Berlin gegründet wurde.

Es werden die Geschäftsfelder Digitale Photogrammetrie, Fernerkundung, GIS, Digitale Kartographie und Vermessung bearbeitet. Die Schwerpunkte liegen bei der Bearbeitung von Luft- und Satellitenbilddaten, der Erstellung und Fortführung von GIS-Datenbeständen, der Ingenieurvermessung sowie der rechnergestützten Kartographie.

Besonderes Know-How hat sich die FPK Ingenieurgesellschaft im Bereich des verformungstreuen Aufmaßes von denkmalgeschützten Gebäuden erarbeitet: dies reicht von der Rekonstruktion aus historischen Aufnahmen (Berliner Schloss), der Erfassung der Gebäude durch Laserscanning, der Aufnahme von Fassaden und Dächern mittels UAV bis zur 3D-Visualisierung (T4-Projekt).

Fernerkundung
Photogrammetrie
Kartographie
Vermessung
FPK-Ingenieurgesellschaft mbH

technet GmbH

Die technet GmbH gründig+partner betreibt seit 25 Jahren die Entwicklung und den Vertrieb sehr leistungsfähiger Software zur komplexen Berechnung und Analyse technischer Daten, z. B. für die Geoinformation, das Bauwesen und die Biologie.

Technet ist seit 2012 Z+F-Kooperationspartner für die Entwicklung der automatischen Laserscan-Registrierung.

Z+F IMAGER® 5010 & 5010C

Mit dem Z+F IMAGER® 5010 und 5010C werden neue Maßstäbe im 3D Laserscanning gesetzt. Beide sind Geräte modernster Technologie, basierend auf einer Weiterentwicklung des bewährten, extrem schnellen Phasenvergleichsverfahrens.

Aufgrund der sehr kurzen Scanzeiten und der hohen Bedienungsfreundlichkeit werden Messvorgänge in allen erdenklichen Anwendungsgebieten optimiert. Beide Lasermesssysteme sind gemäß Laserklasse 1 klassifiziert und können ohne jede Einschränkung in öffentlichen Umgebungen verwendet werden. Beide Laserscanner verfügen über eine maximale Reichweite von 187 m und erreichen eine Messrate von über 1 Mio. Punkte/Sek.

Der Z+F IMAGER® 5010C verfügt darüber hinaus über eine integrierte und kalibrierte HDR Kamera. Nach dem Scanprozess nimmt das Gerät Farbbilder auf, die im Preprocessing vollautomatisch auf die Punktwolke gemappt werden. Dies garantiert wertvolle Farbinformationen der Scandaten, auch bei extremen Lichtverhältnissen. Insbesondere im Bereich des Denkmalschutzes ist dies für die Auswertung von großer Wichtigkeit.

Für beide Scanner gibt es vielseitiges Zubehör wie z. B. das Z+F SmartLight oder die Z+F T-Cam (Wärmebildkamera) und vieles mehr, welche neue Möglichkeiten für das Laserscanning eröffnen.

Der Z+F IMAGER® 5010

Der Z+F IMAGER® 5010C

360° Panorama Scan des Nordturms, aufgenommen mit dem Z+F IMAGER® 5010C
Quelle: FPK

Hintergrund

Für die Generalsanierung des Aschaffenburger Wahrzeichens werden genaue Pläne benötigt. Gut 50 Jahre nach dem Wiederaufbau des im zweiten Weltkrieg zerstörten Renaissance-Baus sind große Teile der roten Mainsandsteinfassade schadhaft und müssen restauriert werden.

Auch innen wird in den vier Schlossflügeln, vier Ecktürmen, vier inneren Treppentürmen und dem Bergfried Hand angelegt. Neue Wasser- und Abwasserleitungen, Sanierung der Sanitäranlagen, energetische Maßnahmen sowie eine neue Heizungsanlage sollen den Bau für vielfältige Nutzungen auf einen zeitgemäßen Stand bringen.

Mit der verformungstreuen Vermessung wurde die FPK Ingenieurgesellschaft für Fernerkundung, Photogrammetrie, Kartografie und Vermessung mbH aus Potsdam beauftragt. Basistechnologie für dieses aufwändige Vermessungsprojekt ist die Hard- und Software der Zoller+Fröhlich GmbH mit dem Laserscanner Z+F IMAGER® 5010 und 5010C. Zur Datenvorverarbeitung steht im Programm Z+F LaserControl® die besondere Plane-to-Plane Registrierung zur Verfügung.

Als Ergebnis erhält das Staatliche Bauamt Aschaffenburg digitale Pläne (26.000 m² Grundrisse, 16.000 m² Gebäudeschnitte, 7.000 m² Dachflächen und 15.000 m² Bildpläne für alle Fassaden) als Grundlage für die Planung und Ausschreibung aller Gewerke.

Schloss Johannisburg
Quelle: Staatliches Bauamt Aschaffenburg

Vermessung außen

Für die Erfassung wird neueste Technik eingesetzt: Zunächst werden die Fassaden mit einem Laser von Zoller + Fröhlich gescannt. Die registrierten Punktwolken werden anschließend als Grundlage für die Erstellung von Zeichnungen und zur Bestimmung von Passpunkten für die Entzerrung benutzt.

Die steingenaue Vermessung der Fassaden erfolgt mittels Photogrammetrie. Hochaufgelöste Fotos werden auf die Ebene der Fassade entzerrt und zu einem kompletten Fassadenplan zusammengesetzt.

Die Fotos werden mit einer Digitalkamera aufgenommen, die an einem ferngesteuerten Hexakopter befestigt ist. Diese Vorgehensweise ist wesentlich wirtschaftlicher als das Fotografieren aus einem Hubsteiger heraus (die Höhe beträgt immerhin bis zu 52 m).

Der Hexakopter im Einsatz
Quelle: FPK

360° Panorama Scan eines kurfürstlichen Wohnraums,
aufgenommen mit dem Z+F IMAGER® 5010C
Quelle: FPK

Vermessung innen

Auch für das Aufmaß der rund 370 Räume in 9 Etagen wird modernste Technik eingesetzt. Der Laserscanner IMAGER® 5010C von Z+F braucht mit seiner Messrate von bis zu 1 Mio. Punkte pro Sekunde nur knapp 3 ½ Minuten an jedem Standpunkt. Das ist deshalb von großer Bedeutung, weil dadurch der normale Betrieb in einigen Räumen während der Messungen nur kurz unterbrochen werden muss.

Für die komplette Erfassung von Schloss Johannisburg waren insgesamt mehr als 1.000 Standpunkte erforderlich. Jeder einzelne Scan erzeugt eine 360° - Punktwolke, mit einem eigenen, lokalen Koordinatensystem. Um Grundrisse und Schnitte durch das ganze Gebäude berechnen zu können, müssen die Einzelscans zu einem Gesamtmodell zusammengefügt werden. Dieser Vorgang wird als „Registrierung“ bezeichnet.

Laserscan-Aufnahme (Punktwolke) im Dachgeschoss
(JPG-Bild, erzeugt mit Z+F LaserControl®)
Quelle: FPK

Verknüpfungsmethoden

Herkömmlich werden hierzu Zielmarken - Targets – verwendet, welche am Objekt verteilt so angebracht werden, dass sie in den Überlappungsbereich benachbarter Scans fallen und identifiziert werden können. Mit der Software von Z+F (LaserControl® Version 8.5) gelingt dies automatisch aufgrund der hoch entwickelten Bildverarbeitungsroutinen. Über identische (sog. „homologe“) Punkte in mehreren Scans werden dann die Transformationsparameter bestimmt. Für die Berechnung dieser Parameter werden mindestens 4 Punkte für jeden Scan benötigt.

Beim Aufmaß vieler Innenräume und hoher Außenfassaden, wie im vorliegenden Projekt, sind vorab eine Vielzahl von Targets anzubringen, was sehr zeitaufwändig ist und sich bei den Außenfassaden äußerst schwierig gestaltet, wenn man sich nicht auf bodennahe Targets beschränkt. Der Verzicht auf hoch gelegene Targets führt jedoch zu Genauigkeitseinbußen durch Extrapolationseffekte.

Aus diesen Gründen hat sich Rüdiger Tauch, Geschäftsführer der FPK, für das nachfolgend beschriebene Verfahren entschieden. In Kooperation mit der technet GmbH stellt Z+F das Modul Plane-to-Plane SCANTRA zur targetlosen Registrierung zur Verfügung.

Detektierte Ebenen im Scan eines kurfürstlichen Wohnraums (Ebenen coloriert)
Quelle: FPK

Plane-to-Plane Registrierung (SCANTRA)

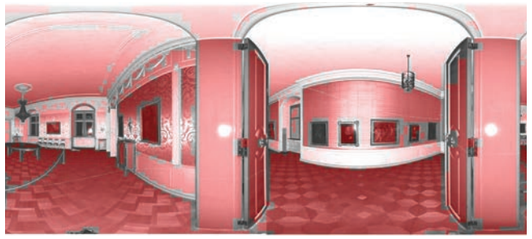
Für die Anwendung von SCANTRA werden keine künstlich angebrachten Zielmarken (sog. Targets) benötigt. Statt dessen werden die Registrierungsparameter direkt aus den Punktwolken der Scans abgeleitet. Dies verringert den Aufwand bei der Aufnahme. Hinzu kommt eine deutliche Steigerung der Genauigkeit.

Ebenen - Detektion

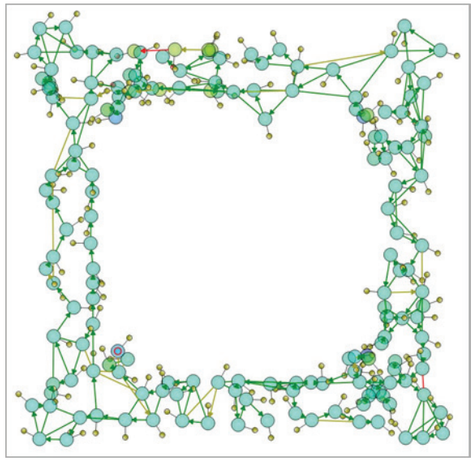
Aus der Laserpunktwolke jedes Scans werden automatisch ebene Teilflächen herausgefiltert. Erfahrungsgemäß entstehen so pro Scan mehrere Hundert Ebenen unterschiedlicher Ausdehnung. Aufgrund der Filterung sind diese mit wesentlich höherer Genauigkeit bestimmt, als die zugrunde liegenden Laserpunkte. Im Überlappungsbereich zweier Scans dienen identische Ebenen dazu, die gegenseitige Orientierung dieser Scans zu bestimmen.

Ebenen - Matching

Mit der Methode der Ebenen-Verknüpfung gelingt es, zwei Scans mit höchster Genauigkeit aufeinander zu transformieren. Im Gegensatz zur punktbasierten Orientierung mit Targets wird der gesamte Überlappungsbereich als Information genutzt, so dass keine Extrapolationseffekte entstehen.



Ebenen-Detektion (Ebenen-Darstellung mit Scantra)
Quelle: FPK



Blockausgleichung (Ergebnis-Darstellung mit Z+F LaserControl®)
Quelle: FPK

Blockausgleichung

Aufgabe der Blockausgleichung ist es nun, diese Sätze von Transformationsparametern in ein definiertes spannungsfreies Gesamtsystem zu übertragen. Hierbei werden Überbestimmungen und Ringschlüsse konsistent zusammengeführt, sowie gegebenenfalls Punktkoordinaten eines übergeordneten Koordinatensystems mitverarbeitet.

Die räumlichen Gegebenheiten von Schloss Johannisburg erlaubten z. B. auch den Ringschluss in jeder Etage. Einzig zur Verknüpfung der Etagen zueinander wurden pro Etage 8 bis 10 tachymetrisch erfasste Targets zusätzlich verwendet, welche gemeinsam mit den Transformationsparametern in der Blockausgleichung verarbeitet wurden. Durch die vollständige Integration von SCANTRA in LaserControl® ist ein kontinuierlicher Workflow gewährleistet.

Integration von Targets

Sollten Targets in einem Projekt erforderlich sein, so werden diese mit dem neuen Z+F Auto Paper Target Modul automatisch detektiert. In SCANTRA werden die Targets anschließend automatisch verknüpft und deren Koordinaten in die Blockausgleichung übernommen.

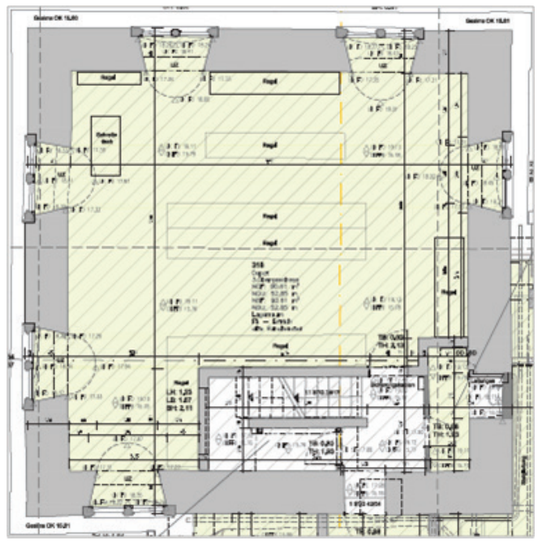
Fassadenplan des Mainflügels (Originalmaßstab 1:20)
Quelle: FPK

Ergebnisse

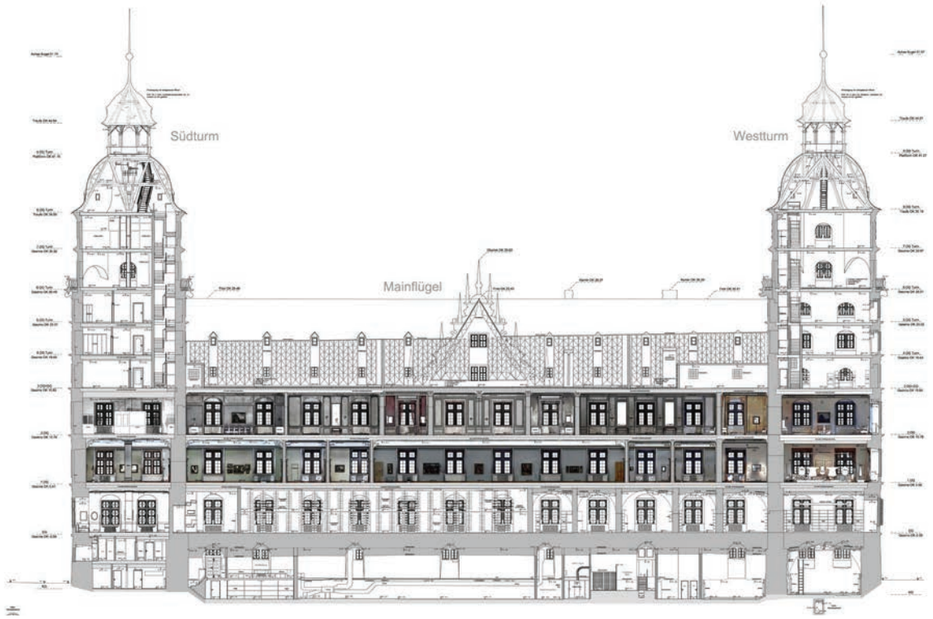
Dem Auftraggeber werden Grundrisse, Schnitte und Fassadenbildpläne geliefert, die durch den gewählten Workflow in einem Guss entstanden sind und einen konsistenten Datensatz mit gleichmäßig guter Qualität darstellen. Wichtigster Baustein der Projektbearbeitung war das Verfahren Laserscanning.

Die Verwendung des Plane-to-Plane Moduls in Z+F LaserControl® führte zu einer deutlichen Zeitersparnis bei Messung und Registrierung, da in weiten Teilen auf die Verwendung von Targets verzichtet werden konnte.

Durch Registrierung über Ebenen wurde zudem eine wesentlich höhere Genauigkeit erreicht, als dies bei der ausschließlichen Verwendung von Targets möglich gewesen wäre.



Beispiel für einen 2D-Grundriss von Schloss Johannisburg
Quelle: FPK



Vertikalschnitt durch den Mainflügel von Schloss Johannisburg
Quelle: FPK

Zoller + Fröhlich GmbH
Simoniusstraße 22
88239 Wangen im Allgäu
Deutschland

Tel.: +49 7522 9308-0
Fax: +49 7522 9308-252

www.zf-laser.com
info@zf-laser.com

09/2014