

VERKNÜPFUNG VON PUNKTWOLKEN TERRESTRISCHER SCANNER MIT JENEN AUS SFM-VERFAHREN

Jost-Michael Broser

Fachhochschule Köln, Institut für Baugeschichte und Denkmalpflege, Betzdorferstraße 2, 50679 Köln –
jost.broser@fh-koeln.de

KEY WORDS: Terrestrisches Laserscanning, Structure from Motion, Datenfusion

KURZZUSAMMENFASSUNG:

Das Institut für Baugeschichte und Denkmalpflege an der Fakultät für Architektur der Fachhochschule Köln verfügt seit Juli 2008, zusammen mit der Fakultät für Bauingenieurwesen und Umwelttechnik, über das terrestrische 3D-Laserscanningsystem ScanStation 2 von Leica. Bei einigen Projekten wurde auch der Zoller+Fröhlich IMAGER 5010 als Leihgerät eingesetzt. Die Beschaffung des IMAGER 5010C ist zu Beginn 2014 geplant. Bei nahezu allen Laserscanning-Projekten erfolgt zusätzlich, zumindest in Teilbereichen, die Erstellung von Bildverbänden für die Auswertung durch SFM-Verfahren. Diese werden mit den Ergebnissen der Vermessungen mit den Laserscannern verglichen und auf deren Eignung als Ergänzung oder sogar Ersatz der herkömmlichen Messmethoden geprüft.

Die hier vorgestellten Beispiele zeigen unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten der mit SFM-Verfahren generierten Punktwolken für Dokumentationen in Architektur und Archäologie, wobei Vergleiche und Ergänzungsmöglichkeiten im Vordergrund stehen. Einen praktikablen Workflow ermöglicht die Software aSPECT 3D der Firma ArcTron, worin Bundler/PMVS2 integriert ist. Die Nutzung als alleiniges Messsystem scheitert meist daran, dass weder Maßstab noch Georeferenzierung gegeben sind. Ersteres kann über eine bekannte Strecke am Objekt erreicht werden, für letzteres braucht man die 3D-Koordinaten von mindestens drei Punkten.

1. TRITONENBRUNNEN, DÜSSELDORF

Der Tritonenbrunnen aus dem Jahre 1902 bildet die nördliche Abgrenzung des sogenannten Kö-Grabens an der Königsallee in Düsseldorf. Die von uns durchgeführte Dokumentation diente als Grundlage für eine Schadenskartierung. Die Aufnahme mit der ScanStation 2 erfolgte von neun Standpunkten aus, die Einfärbung der Punktwolken über eine externe Kamera mit Nodalpunktadapter. Bei der Auswertung zeigte sich in mehreren Bereichen ein zu geringer Kontrast in der Punktwolke. Einzelne Fugen waren oft nicht zu erkennen, was für die Schadenskartierung aber notwendig war. Aus den 267 erstellten Fotos ließen sich abschnittsweise Punktwolken generieren, welche aufgrund der guten fotografischen Qualität als Ergänzung dienen konnten. Für die Darstellung der Fugen in den CAD-Zeichnungen genügten hier sogar Screenshots aus aSPECT 3D, welche in AutoCAD angezeigt, skaliert und nachgezeichnet werden konnten.



Abbildung 1. Eingefärbte Punktwolke des Tritonenbrunnens

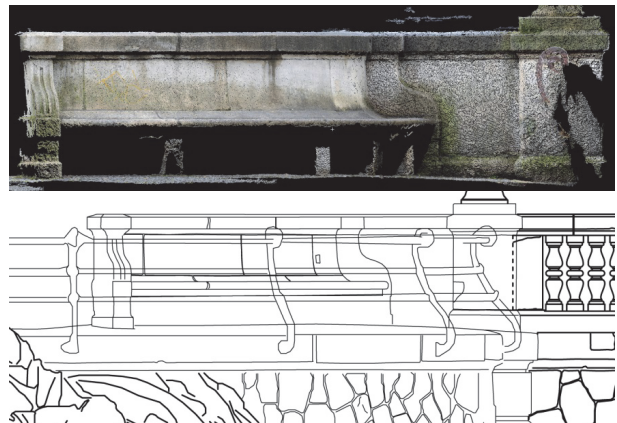


Abbildung 2. Screenshot aus aSPECT3D und CAD-Zeichnung

2. AMPHITHEATER, ALBANO LAZIALE

Das ca. 25 km südlich von Rom gelegene Amphitheater aus dem Anfang des 3. Jahrhunderts soll einer weitergehenden Nutzung als Veranstaltungsort zugeführt werden. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Archäologischen Institut, Abteilung Rom, erfolgte im Sommer 2013 eine vollständige Bestandserfassung mit Laserscanning als Grundlage für eine Schadenskartierung und die anschließende Erstellung einer Nutzungskonzeption. Die hier vorgestellte Nische ließ sich nicht vollständig mit dem Laserscanner erfassen, aber aus 84 Fotos konnte eine detaillierte Punktwolke generiert werden. Die Skalierung und Georeferenzierung erfolgte in aSPECT3D über die Koordinaten von drei Punkten aus der Erfassung mit dem Laserscanner. Anschließend wurde die Punktwolke exportiert und in der hier genutzten Scanner-Software, Cyclone,

importiert, so dass die beiden Ergebnisse verglichen werden konnten. Die SFM-Punktwolke zeigte eine deutlich bessere Farbwiedergabe als jene des Laserscanners, was auf die durch die starke Sonneneinstrahlung nachteilige Auswirkung auf die mit dem Nodalpunktadapter erstellten Fotos zurückzuführen ist. Die Fotos für SFM-Verfahren dagegen können durch entsprechende Wahl der Standorte und die Belichtungssteuerung optimiert werden.



Abbildung 3. Lage der Nische im Amphitheater

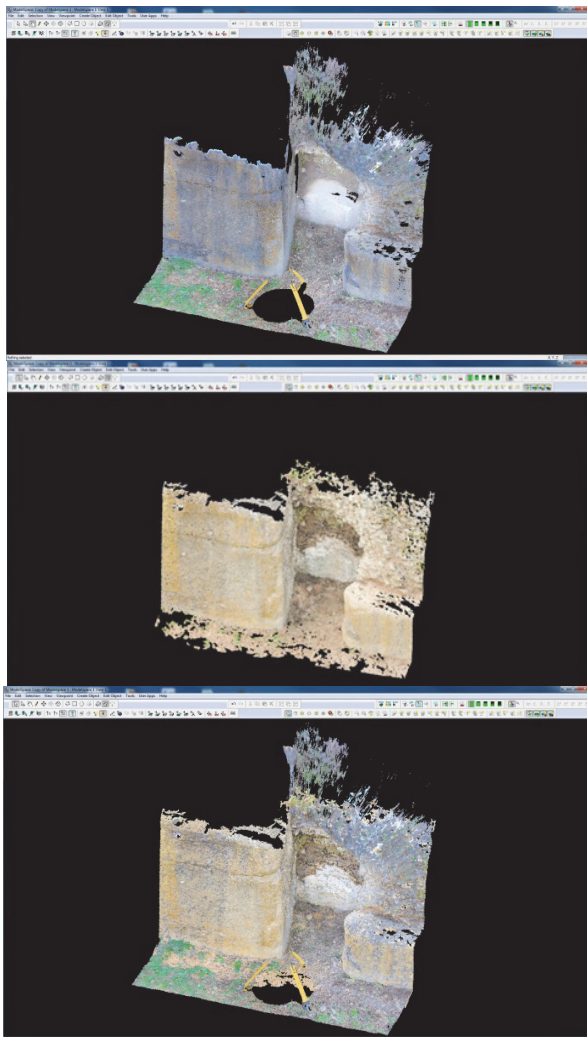


Abbildung 4. Punktwolke des Laserscanners (oben), Punktwolke aus dem Bildverband (Mitte) und beide Punktwolken zusammengelegt (unten)

Als Vergleich für die Qualität bei der Geometrieerfassung diente ein ca. 2 cm hoher Horizontalschnitt durch die Punktwolken. In der Architektur ist dies besonders wichtig für die Erstellung von Grundrissen. Hierbei zeigte die Messung mit dem Laserscanner ein deutlich besseres Ergebnis. Der Wandverlauf in der Schnittebene ist deutlich zu erkennen, während die mit den Fotos erzeugte Punktwolke Differenzen im Bereich von mehreren Zentimetern zeigt.

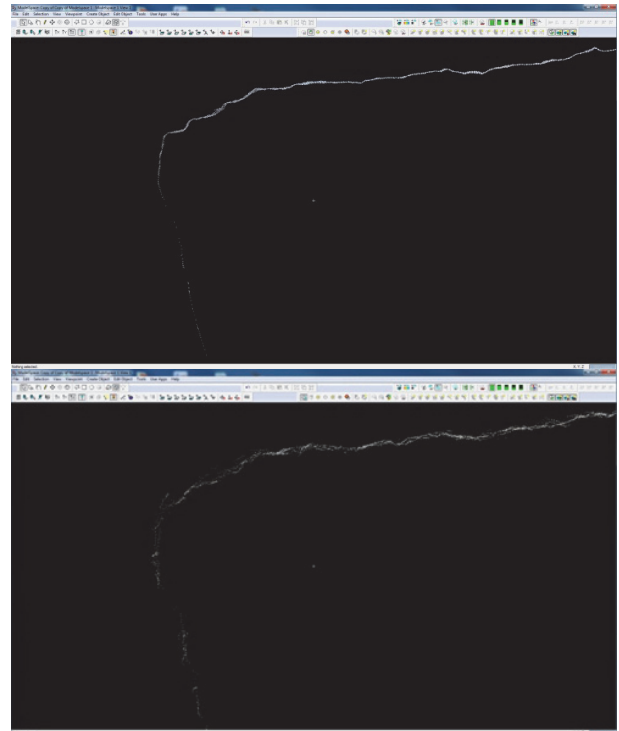


Abbildung 5. Linke hintere Ecke der Nische, Punktwolke des Laserscanners (oben) und Punktwolke aus dem Bildverband (unten)

3. SCHLOSS MOERS

Am Schloss Moers sollten zwei freistehende Mauern im Norden und Osten der Anlage für eine statische Untersuchung verformungsgerecht mit 3D-Laserscanning dokumentiert werden. Die nördliche Mauer war durch eine Werkstatt und mehrere Lagerschuppen im unteren Bereich auf der Nordseite verdeckt. Schwer zugänglich aufgrund des gelagerten Materials befand sich ein jetzt zugemauerter Wanddurchbruch, der eventuell wieder geöffnet werden sollte. Da Laserscanning in diesem Bereich nur mit großem Aufwand durchzuführen war, fiel der Entschluss zur fotografischen Erfassung. Es wurden 42 Fotos erstellt und daraus die Punktwolke berechnet. Durch eine Türöffnung konnte ein Teil des Durchbruchs mit dem Laserscanner von außen erfasst werden, so dass genügend Referenzpunkte für die Skalierung und Georeferenzierung vorhanden waren.

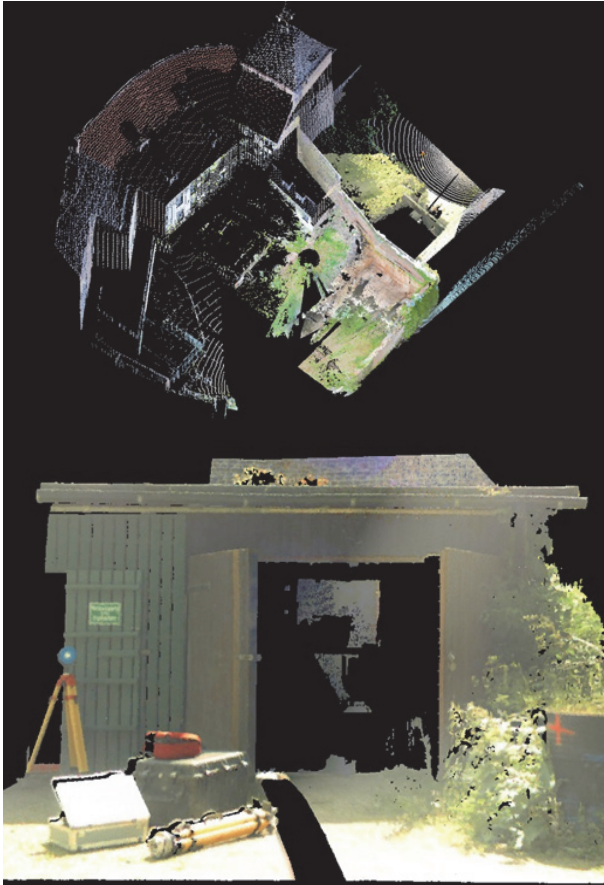


Abbildung 6. Registrierte Punktwolken des Laserscanners (oben) und Ausschnitt mit Blick auf den zurückliegenden Durchbruch (unten)



Abbildung 7. Wanddurchbruch: Situationsfoto (oben) und die beiden verknüpften Punktwolken (unten)

Die aus den Fotos errechnete Punktwolke wies im mittleren Bereich unerklärliche Lücken auf, was den Bereich der Überschneidung mit jener des Laserscanners deutlich reduzierte und die Verknüpfung erschwerte (siehe Abb. 7). Der Wanddurchbruch konnte so lagerichtig erfasst und in CAD-Zeichnungen dargestellt werden. Für die Deformationsanalysen, erstellt mit LupoScan, sind hier aus Zeitgründen lediglich die Messungen mit dem Laserscanner genutzt worden. Es wäre noch zu untersuchen, ob auch für diesen Zweck SFM-Verfahren geeignet wären.

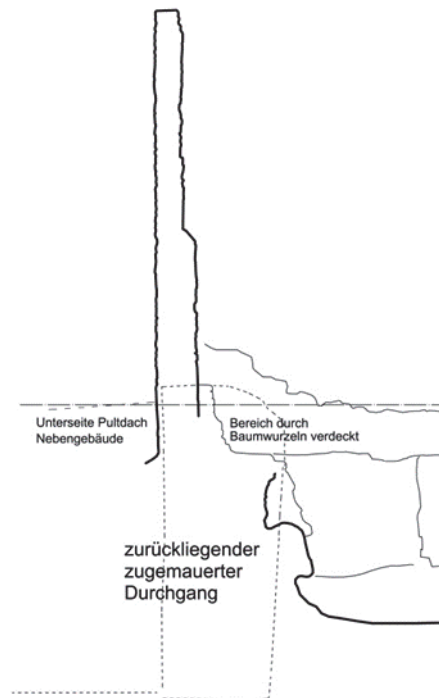
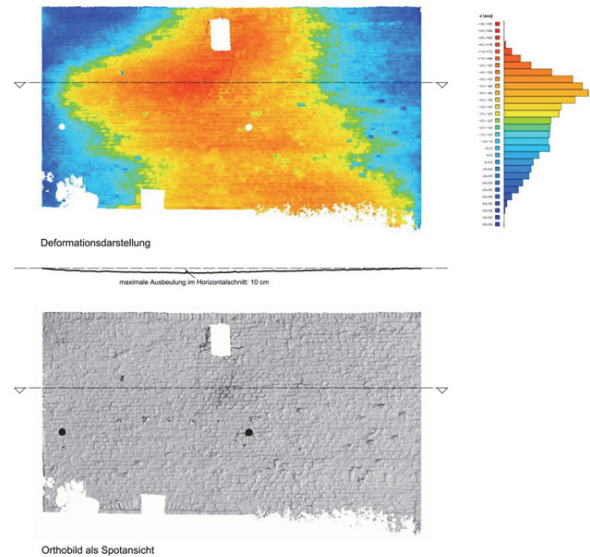


Abbildung 8. Deformationsanalyse mit LupoScan (oben) und Vertikalschnitt durch die Nordmauer (unten)

4. KOMMENDE SIERSDORF, ALDENHOVEN

Die Deutschordenskommande Siersdorf stammt aus dem 16. Jahrhundert. Nach starken Kriegszerstörungen und einer kurz darauf erfolgten Notsicherung sollte das leer-

stehende Gebäude für die Planung notwendiger Sicherungsmaßnahmen weitestgehend dreidimensional durch Laserscanning erfasst werden.



Abbildung 9. Südostansicht der Kommende als Orthobild aus den registrierten Punktwolken des Laserscanners

Hier erwies sich der Bewuchs als besonders hinderlich, sowohl an den Fassaden wie auch im oberen Bereich des Treppenhauses. Bei letzterem käme nach erfolgter Freilegung auch die Erfassung über Fotos in Frage, da genügend Laserscanner-Daten vorhanden sind. Als Test erfolgte die Erstellung eines Bildverbandes aus 185 Fotos. Das Ergebnis war in den meisten Bereichen zufriedenstellend und konnte jetzt schon die Erfassung mit dem Laserscanner ergänzen, allerdings zeigten sich teilweise große Lücken. Bei genügender Dichte der Punktwolke lässt sich mit aSPECT 3D auch eine Vermaschung rechnen und so der nächste Schritt Richtung 3D-Modell vollziehen.

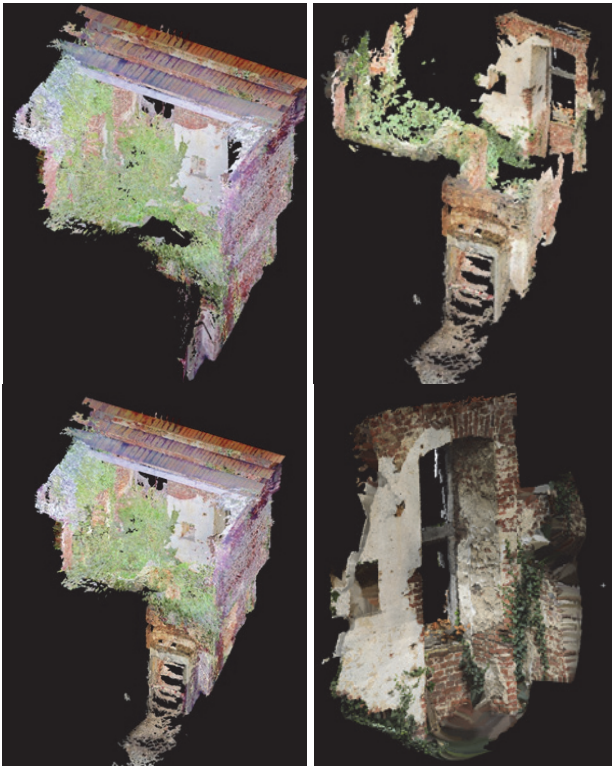


Abbildung 10. Oberes Treppenhaus: Punktwolke vom Laserscanner (oben li) und aus Bildverband (oben re), Verknüpfung beider Punktwolken (unten li), vermaschte Punktwolke der Fensternische im oberen Treppenhaus (unten re)

5. CAMPO SAN FRANCESCO DELLA VIGNA, VENEZIG

Völlig anders stellt sich dieses Projekt dar. Während einer Venedig-Exkursion der Bachelorstudierenden der Fakultät für Architektur an der Fachhochschule Köln sollte die Akustik dieses Platzes und zweier Kreuzgänge untersucht werden. Für die hierfür notwendige Erfassung der Geometrie wurden 457 Fotos erstellt und für die Skalierung mehrere Eckpunkte mit dem Tachymeter eingemessen. Die Rechenzeit mit aSPECT3D betrug 12 Std. 18 Min. an einem High-End-PC. In Köln konnten die Studierenden aus der Punktwolke ein vereinfachtes Volumenmodell generieren und für ihre Berechnungen nutzen.



Abbildung 11. Punktwolke des Platzes aus 457 Fotos

6. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die hier vorgestellten Projekte zeigen alle eine effektive Nutzung von mit SFM-Verfahren erstellten Punktwolken. Es gibt aber auch Objekte, bei denen diese Verfahren bei der Geometrieerfassung versagen. Homogene Oberflächen, spiegelnde und zu dunkle Stellen, Reihungen identischer Formen und unterschiedliche Beleuchtungen erweisen sich als sehr problematisch, da hier keine Punkte erfasst oder Geometrien verwechselt werden. Mit den meisten dieser Bereiche hat der Laserscanner keine Probleme. Man kann sagen, dass die Qualität der aus Fotos generierten Punktwolken sehr stark von der Oberflächenstruktur, der Aufnahmeentfernung und der Beleuchtungssituation abhängig ist. Auch alle anderen fotografisch relevanten Dinge wie z. B. Sensorgröße und Objektiv spielen eine Rolle. Auch bei anscheinend guten Bedingungen bei den Oberflächen kann es zu Überraschungen kommen. So zeigen sich nur schwer erklärbare und noch schwerer voraussehbare Löcher in den Punktwolken, und bei größeren Objekten werden extrem viele Bilder für das Erreichen einer hohen Auflösung benötigt. Auch ist die benötigte Zeit für das Schießen hunderter Fotos nicht zu unterschätzen. Wir hatten schon Objekte, an denen wir mit einem Laserscanner (mit Phasendifferenzmessung) schneller waren. Beeindruckend ist dagegen die gute Farbwiedergabe in den Punktwolken, vorausgesetzt man beachtet die fotografischen Notwendigkeiten. Auch die Genauigkeit erweist sich als ausreichend, zumindest für Architektur und Archäologie, abgesehen von Unschärfen bei der Nutzung für z. B. Grundrisszeichnungen. Es bleibt natürlich die Maßstabslosigkeit, für Skalierung und Georeferenzierung sind zusätzliche Messungen erforderlich. Die Erfahrungen hier am Institut für Baugeschichte und Denkmalpflege deuten aber auf ein großes Potential bei der Verknüpfung mit Laserscanner-Punktwolken hin. Dies werden wir weiter verfolgen, bei allem anderen ist wohl die technische Entwicklung abzuwarten.