

Anwendung von 3D-Laserscanning und Photogrammetrie zur *as-built*-Dokumentation von Gebäuden

Beitrag von Christoph Effkemann

Problemstellung

Im Rahmen von Gebäudesanierungen oder Umbaumaßnahmen ist oft eine vollständige Bestandserfassung erforderlich, weil die vorhandene Dokumentation nicht mehr aktuell ist oder nicht mehr den heutigen Anforderungen entspricht. Ab einem gewissen Komplexitätsgrad ist eine tachymetrische Aufnahme nicht mehr wirtschaftlich, sodass häufig eine Kombination von Photogrammetrie und Laserscanning eingesetzt wird. Am Beispiel eines Parkhauses mit starken Korrosionsschäden an Stahlbetonbauteilen wird gezeigt, wie aus den erfassten Punktwolken und Fotos ein digitales, bauteilorientiertes Bauwerksmodell als Grundlage für eine Schadenskartierung, Erarbeitung eines Instandsetzungskonzepts, Ausschreibungsunterlagen und die Planung der Sanierungsmaßnahmen entsteht.

Lösungsweg

Die Tiefgarage mit insgesamt 710 Stellplätzen hat 10 Parkebenen in 5 Geschossen. Die Aufnahme erfolgte mit einem Laserscanner *RIEGL VZ-400* mit einer adaptierten Kamera *NIKON D800*. Pro Geschoss wurden innerhalb von 2 Stunden jeweils ca. 20 Scans von gleichmäßig verteilten Positionen aus erfasst. Die zusammengesetzte Punktwolke umfasste pro Geschoss ca. 150 Mio. Punkte und 140 hochauflösende Fotos (je 38 Megapixel).

Zur Auswertung der Daten wurde die Software *PHIDIAS* eingesetzt, eine Anwendung, die innerhalb des *AECOSIM BUILDING DESIGNER* von *BENTLEY SYSTEMS* zur Modellierung aufgrund von photogrammetrischen Aufnahmen und 3D-Punktwolken konzipiert ist.

Die Kombination von hochauflösenden Fotos zusammen mit 3D-Punktwolken im Hintergrund ermöglicht eine einfache, sichere und genaue Identifikation der Objekte, da die Auflösung eines 38 Megapixel-Fotos eine immer noch deutlich höhere Auflösung liefert als ein Laserscan. Trotzdem ist die Messung im Vergleich zur reinen Photogrammetrie, bei der Objekte meist in mehreren Fotos aus unterschiedlichen Positionen identifiziert werden müssen, schneller und präziser. In der Praxis kommt es jedoch selten vor, dass eine 3D-Messung aus einer Richtungsmessung im Foto und der Entfernungsbestimmung aus der Punktwolke erfolgt, weil die Einfügapunkte von Stützpfeilern, Wänden, Türöffnungen usw. häufig verdeckt oder in der Punktwolke nicht genau identifizierbar sind. Stattdessen wird in der Regel im halbautomatischen Modus eine Ebene in die Punktwolke gefittet, um damit die Lage einer Wand, einer Rampe oder die Ausrichtung eines anderen Objekts zu definieren. Die nachfolgende Detailmessung im Bild wird dann als 2D-Messung in der zuvor definierten Raumebene ausgeführt.

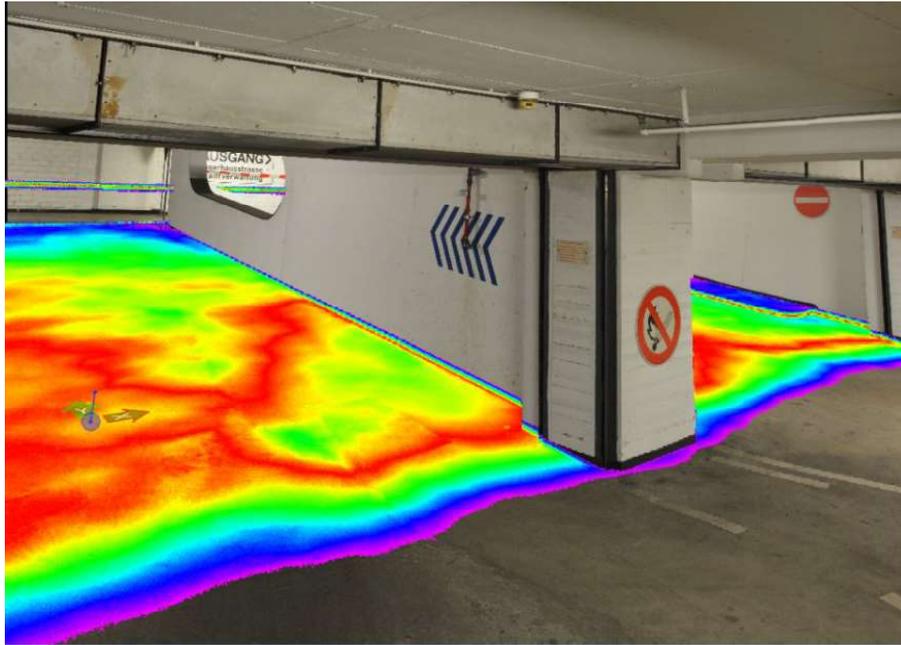


Abb. 3.1.5-1: 3D-Scan, Visualisierung der Betonunebenheit einer Rampe.

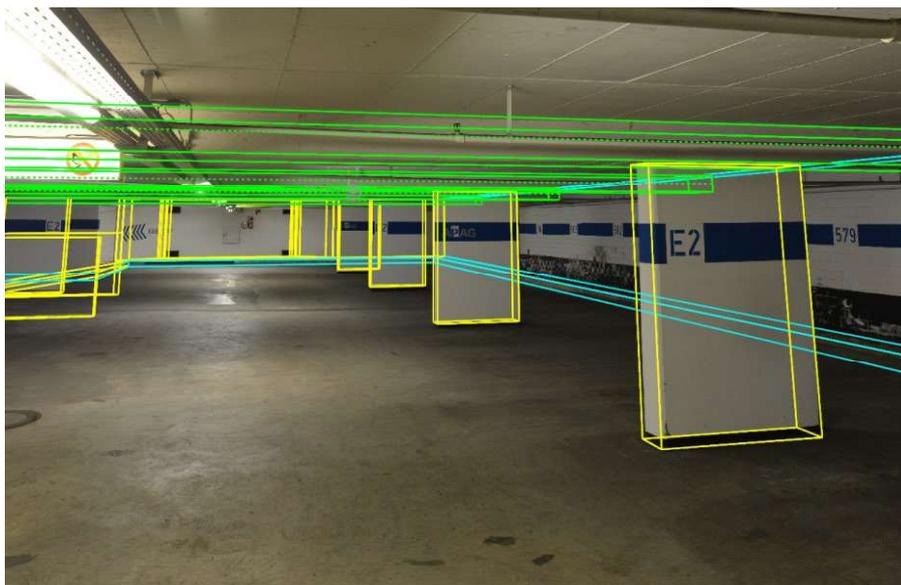


Abb. 3.1.5-2: Kongruente Überlagerung von Foto und BIM-Objekten.

Erfahrungen

Die Integration der photogrammetrischen Funktionen in die BIM-Software *AECOSIM BUILDING DESIGNER* ist sehr effizient, da kein zusätzlicher Im- und Export von Geometriedaten erforderlich ist, sondern Vermessung und Definition der BIM-Objekte in einem einzigen Schritt erfolgen.

Die Objekte aus dem Bauteilkatalog können entweder direkt über wenige Einfügekpunkte z. B. im Horizontalschnitt der Punktwolke platziert werden oder nach einer groben Platzierung wird das Bauteil automatisch in die Punktwolke eingepasst. Die Abstände der Objektflächen zu den Scanpunkten werden dazu in einem Ausgleichsprozess minimiert und zur Kontrolle farbig dargestellt.

Eine *as-built*-Dokumentation der Gebäudegeometrie mit Verformungen im Millimeterbereich erfordert zwar deutlich mehr Aufwand als eine schematische Dokumentation mit Zentimetergenauigkeit, sie kann aber bei Bedarf aufgrund der hochauflösenden Scandaten und Fotos problemlos realisiert werden.



Abb. 3.1.5-3: BIM-Modell einer Parkhaus-Geschossebene.

Das Gebäudemodell wird unter anderem verwendet, um die Ergebnisse der Schadenskartierung übersichtlich und geometrisch exakt zu dokumentieren. Verschiedene Messwerte wie Betondeckung, Potenzialfeldmessungen, Chloridgehalt, Karbonattiefen sowie Detailfotos von Korrosionsschäden und Sondierungsöffnungen werden als Attribute und externe Links direkt mit den Bauteilen verknüpft. Im Vergleich zur bisherigen Dokumentation auf Papier bietet das digitale Modell flexiblere Auswerte- und Analysemethoden. Die Darstellungsart kann beliebig gewählt, Ausschnitte des Bauwerks können dynamisch definiert werden und sämtliche Detailfotos sind geometrisch exakt referenziert. Die Auswahl und Hervorhebung von Messwerten, die einen definierten Grenzwert überschreiten und deren Lokalisierung im 3D-Modell, sind sehr einfach möglich.

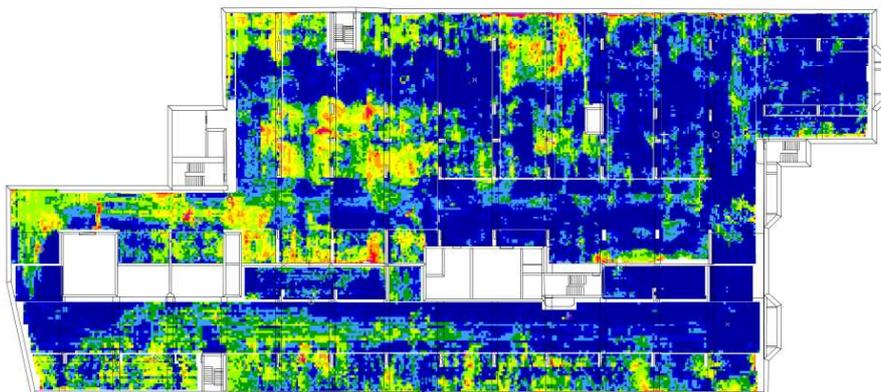


Abb. 3.1.5-4: Georeferenzierte Potenzialfeldmessung auf Basis des Bauwerksmodells.

Literatur

<http://www.phocad.de/de/PHIDIAS/PHIDIAS/phidias.htm> (August 2019).