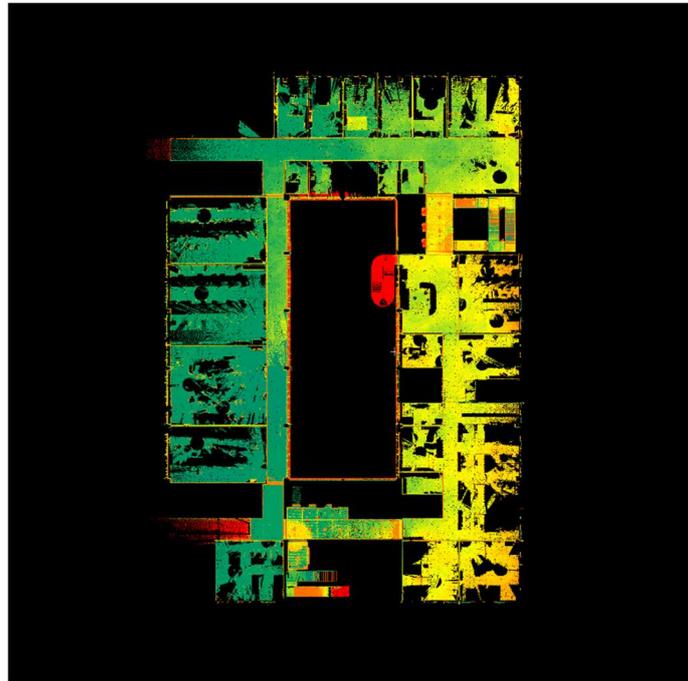


Bachelor-Thesis 2019

As-Built Bauwerksprüfung

**Autoren: Kevin Uebelhart****Examinator: Dr. Wissam Wahbeh**

As-Built Bauwerksprüfung

Bei der Realisierung von Projekten können aus unterschiedlichen Gründen Ungenauigkeiten und Abweichungen auftreten. Um Differenzen zu ursprünglichen Projektplänen zu detektieren, werden Bestandsaufnahmen mittels Laserscanner erfasst. In dieser Arbeit wird untersucht, wie ein gebautes Objekt (As-Built) mit Projektplänen oder einem digitalen Bauwerksmodell abgeglichen werden können.

Schlagworte: as-built, as-planned, Bauwerksprüfung, digitales Bauwerksmodell, 3D-Scans, Segmentierung, Soll-Ist-Vergleich, Digital Twin Campus Muttenz

1. Grundlagedaten

Im Rahmen des Blockprojektes Digital Twin Campus Muttenz wurde mittels Laserscanning ein Teil des zehnten Obergeschosses erfasst. Weiter wurde ein digitales Bauwerksmodell generiert. Diese Daten dienen als Grundlage, um die durch Literaturrecherchen ermittelten Methoden für eine As-Built Bauwerksprüfung umzusetzen.

2. Ablauf

Die As-Built Bauwerksprüfung wird wie in Abbildung 1 aufgezeigt in vier Arbeitsschritte unterteilt.

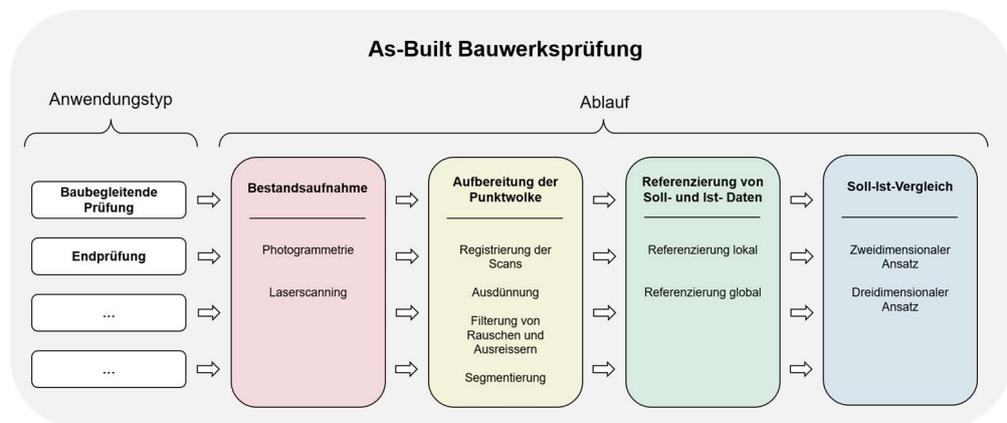


Abbildung 1: Übersicht Ablauf As-Built Bauwerksprüfung

2.1. Anwendungstypen

Die As-Built Bauwerksprüfung wird in zwei Anwendungstypen unterteilt. Bei der baubegleitenden Prüfung wird das Bauwerk über den gesamten Bauprozess begleitet und so der Baufortschritt überwacht. Werden Abweichungen detektiert, kann in den laufenden Prozess eingegriffen werden. Die Endprüfung findet mehrheitlich Anwendung in der kommunalen Baukontrolle. Eine korrekte Umsetzung gemäss Baubewilligung soll bestätigt werden.

2.2. Bestandsaufnahme

Der Markt bietet eine Vielzahl von unterschiedlichen Instrumenten zur Erfassung des aktuellen Baubestandes. Ob ein kompakter Handscanner oder ein terrestrischer Laserscanner eingesetzt wird, muss für jedes Projekt neu eruiert werden.

2.3. Aufbereitung der Punktwolke

Die Punktwolke wird ausgedünnt und von Rauschen und Ausreißern gefiltert. Mittels Random Sample Consensus (RANSAC)-Algorithmus und einem Ansatz mit Cross Sections werden für den Soll-Ist-Vergleich relevante Elemente segmentiert.

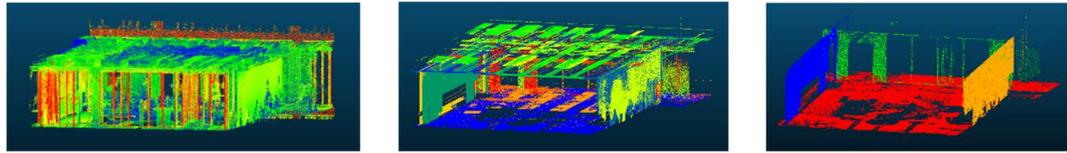


Abbildung 2: links: rohe Punktwolke, mitte: von Ransac Laser detektierte Ebenen, rechts: segmentierte Wand- und Bodenelemente

2.4. Referenzierung von Soll- und Ist- Daten

Mithilfe des Iterativ Closest Point (ICP)-Algorithmus wird die Punktwolke mit dem digitalen Bauwerksmodell im Raum referenziert. Alternativ wird die Einpassung mittels Helmert-Transformation durch das Absetzen von Passpunkten vorgenommen.

2.5. Soll-Ist-Vergleich

Abweichungen zwischen den Punktwolkendaten und dem digitalen Bauwerksmodell werden in CloudCompare aufgezeigt.

3. Resultate

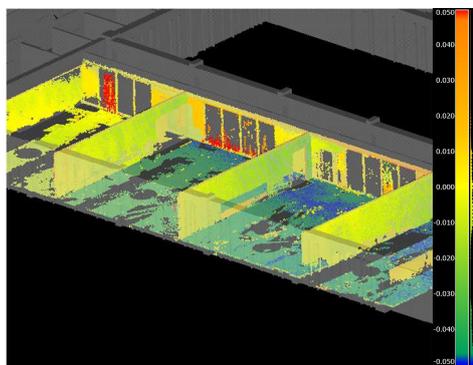


Abbildung 3: Soll-Ist-Vergleich mit Ransac Laser segmentierter Punktwolke in Meter

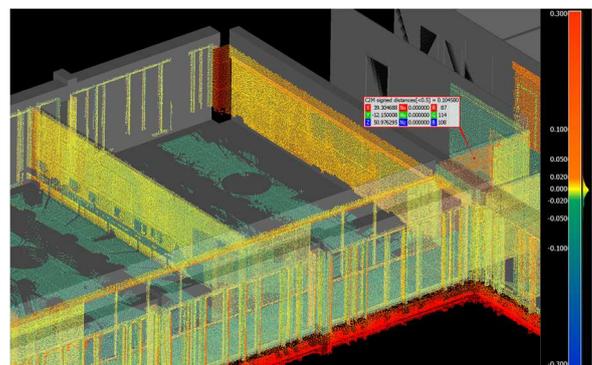


Abbildung 4: Soll-Ist-Vergleich mit Ansatz durch Cross Sections segmentierter Punktwolke in Meter

4. Fazit

Mithilfe der vorgeschlagenen Methoden ist eine teilautomatisierte As-Built Bauwerksprüfung möglich. Am Praxisbeispiel Campus Muttenz wurde ein räumlicher Soll-Ist-Vergleich umgesetzt. Für den Vergleich von 2D-Plänen mit Punktwolkendaten sind keine bestehende Ansätze vorhanden und bietet darum grosses Entwicklungspotenzial.

Autor: Kevin Uebelhart kevin.uebelhart@gmx.net
Examinator: Dr. Wissam Wahbeh wissam.wahbeh@fhnw.ch