

# Automatisches Zusammenführen von 3D Punktwolken mittels moderner terrestrischer 3D Laserscanner

Bernhard GROISS

## 1. Einleitung

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH mit Sitz im niederösterreichischen Horn ist ein weltweit führender Anbieter von Laserscannern und -systemen für den Vermessungsbereich. Seit 1978 – RIEGL feiert 2018 das 40-jährige Firmenjubiläum – fertigt das Unternehmen LiDAR Sensoren für den kommerziellen Einsatz, die auf dem Pulslaufzeitverfahren basieren und bei unterschiedlichen Laser-Wellenlängen arbeiten.

Die unterschiedlichen Typen von Laserscannern werden durch ihre Benutzung definiert.



Abbildung 1: VQ-1560i Airborne Scanning



Abbildung 2: miniVUX-1UAV Unmanned Scanning



Abbildung 3: VMX-2HA Mobile Scanning



Abbildung 4: VZ-400i Terrestrial Scanning

Alle RIEGL-Instrumente haben eines gemeinsam – nämlich das Messverfahren. Mittels getaktetem Puls wird die Laufzeit jedes einzelnen Laserpulses ermittelt, die Orientierung im Raum miteinberechnet und so für jedes sogenannte Echo die exakte Koordinate vom Ort der Reflexion berechnet.

Innerhalb von nur 30 Sekunden liefert ein aktueller terrestrischer Laserscanner aus einem 360°-Scan eine sogenannte Punktwolke von über 10 Millionen Messpunkten. Diese Punkte beschreiben die vermessene Oberfläche millimetergenau, was einer digitalen Momentaufnahme mit exakten Messdaten in 3D gleichkommt.

Noch vor einigen Jahren stellte die Abwicklung eines Vermessungsprojekts mittels terrestrischem Laserscanning noch einen – vor allem zeitlich – vergleichsweise hohen Aufwand dar.

Einerseits musste die Scanaufnahme selbst gut durchdacht und geplant sein, andererseits musste darauf geachtet werden, ob die anfallende Datenmenge überhaupt verarbeitet werden konnte. Spezialisten in beiden Bereichen waren notwendig.

Mit der Entwicklung von neuen Scannern und vereinfachten Softwareanwendungen hat sich in den letzten Jahren vieles geändert. Zahlreiche automatisierte Schritte und benutzerfreundliche Werkzeuge haben ein Vermessen von Objekten mit Hilfe eines 3D Laserscanners nun zur Standardanwendung werden lassen.

Einer dieser automatisierten Schritte ist die Registrierung oder Zusammenführung von Scans aus unterschiedlichen Positionen.

## **2. Das neue Verfahren zur automatischen Registrierung von RIEGL**

Was verstehen wir unter Registrierung?

Registriert wird eine Scan Position um die Lage und Orientierung zu bestimmen. Üblicherweise sind mehrere Scan Positionen in einem Projekt notwendig, um ein Objekt, einen Raum oder ein ganzes Areal aufzunehmen und dann räumlich darstellen zu können. Der Umfang solcher Projekte hat sich, aufgrund der mittlerweile hohen Messgeschwindigkeiten kontinuierlich gesteigert, mehrere hundert Scanpositionen sind keine Seltenheit mehr. Abhängig von den eingebauten Sensoren passen diese unterschiedlichen Scan Positionen mehr oder weniger gut zusammen, eine nachträgliche Korrektur und Ausrichtung ist aber immer notwendig.

Bis vor wenigen Jahren war es eine der intensivsten Aufgaben, ein Scanprojekt zu einer einzigen, großen und hinreichend genau ausgerichteten Punktwolke zu vereinen und so ein Objekt oder ein Areal als Ganzes abzubilden.

Das Projektgebiet selbst musste durch das Anbringen externer Passmarken vorbereitet und die Scanpositionen so ausgerichtet werden, dass möglichst keine Verkippungen von ganzen Punktwolken stattfinden konnten, die mangels einer internen Ausrichtung des Scanners durch schlechte Nivellierung am Aufstellort auftreten konnten. Die umfangreichen Daten vom Feld ins Büro und auf den PC zu bringen war der nächste große Schritt. Schon der Datentransfer war zeitintensiv, dann musste man aber noch Stunden – wenn nicht Tage – an einem Projekt sitzen, nur um die eine große Punktwolke zu erhalten. Gründe genug, um alle Anstrengungen daran zu setzen, hier eine Automatisierung zu erreichen.

Bei modernen Laserscannern mit ihrer Vielzahl von supplementären Sensoren steht für jede Scanposition eine Fülle von zusätzlichen Informationen zur Verfügung. Angefangen von internen Informationen (wie z.B. Neigungen des Scanners in allen Richtungen) bis hin zu detaillierten Information aus den Scanergebnissen selbst (wie z.B. Reflexionsgrad der Oberflächen). Diese Information können für eine erste Grobausrichtung und eine anschließende Feinregistrierung genutzt werden.

Für die Grobausrichtung werden beispielsweise interne IMU Daten herangezogen, um damit die Trajektorie von einer Scan Position zur nächsten bestimmen zu können. GNSS-Messung bzw. ein eingebauter Magnetfeldkompass werden zur Bestimmung der groben Lage und Orientierung genutzt. Anschließend wird aus den gewonnenen und aufgerasterten Scanergebnissen ein sogenannter Voxel-Datensatz erstellt, der den Reflexionsgrad der erfassten Objekte nutzt. Dieser Datensatz wird für jede Scanposition erstellt. Um zu entsprechenden Ergebnissen zu kommen ist es lediglich notwendig, für hinreichend große Überlappungsbereiche bei der Scanaufnahme zu sorgen.



Abb. 5: Eine 3D Punktwolke nach Reflektivität eingefärbt

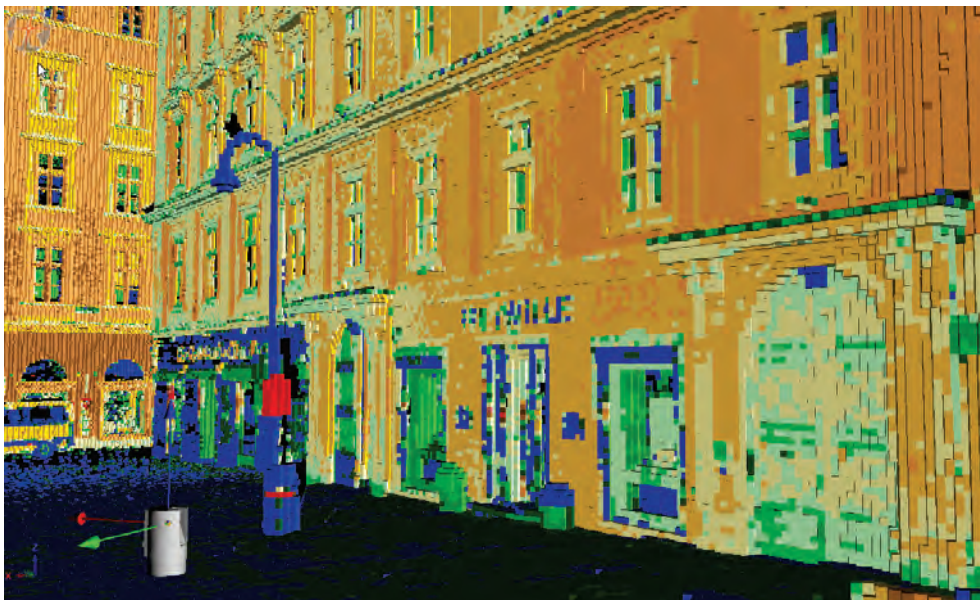


Abb. 6: 3D Punktwolke als Voxel-Datensatz

Diese Methode der automatischen Registrierung wurde zuerst für die RIEGL Post-Processing Software RiSCANPRO entwickelt. Nun steht sie in den neuen Scanner Modellen der VZ-i Serie auch on-board zur Verfügung. Dabei läuft die Verknüpfung einzelner Scanpositionen unabhängig von der Scanaufnahme direkt als Hintergrundprozess ab und der Benutzer erhält als Resultat – direkt vom Scanner – eine fertig registrierte Punktwolke.