

Erfassen eines Bodenhorizontes mit 3D-Laserscanning

1. Ausgangssituation

Im Rahmen eines Testprojektes soll herausgefunden werden, inwieweit terrestrisches 3D-Laserscanning in der Lage ist, Bodenhorizonte zu erfassen. In Zusammenarbeit mit der DEGES wurde die Neubaustrecke der B 101n in Trebbin bei Berlin für dieses Projekt ausgewählt. Die techscan GmbH hat zusammen mit dem Institut für Geodäsie und Geoinformatik der TU Berlin die Messungen am 11.04.2005 durchgeführt.



2. Messung

Es wurde ein Bauabschnitt gewählt, für den tachymetrische Aufnahmen der VIC Potsdam GmbH vorlagen, sowohl für das Urgelände als auch für den Oberbodenabtrag. Das Koordinatensystem dieser Aufnahmen wird im Folgenden mit „Global“ bezeichnet.

Das Messprinzip eines Laserscanners besteht in der Aussendung eines Laserstrahls, der nach Reflexion an einem Hindernis in einer Fotozelle detektiert wird. Aus der Laufzeit ergibt sich die Entfernung. Durch kontinuierliche Ablenkung des Strahls in zwei zueinander senkrecht stehenden Ebenen entsteht der Vorgang des „Scannens“ der Umgebung. Je nach Bauart spricht man von Panoramascannern (das Gerät dreht sich beim Scannvorgang um die eigene Achse) oder kameraähnlichen Scannern (es wird nur ein Fenster erfasst).

Der Panoramascanner Imager 5003 von Zoller+Fröhlich wurde auf einem ca. 80 cm hohen Damm parallel zur Trasse auf einem Stativ aufgebaut. Damit lag die Scanner-Achse ca. 2.80 m über dem zu messenden Bodenhorizont. Aus dieser Messanordnung ergibt sich eine Reichweite von maximal 20-25 m, weil darüber hinaus schleifende Schnitte keine exakten Messungen ermöglichen.

Es wurden Messungen von 3 Standpunkten aus durchgeführt, die einen Trassenbereich von ca. 80 m Länge abdecken. Die Trassenbreite liegt ungefähr im Bereich der max. Reichweite.

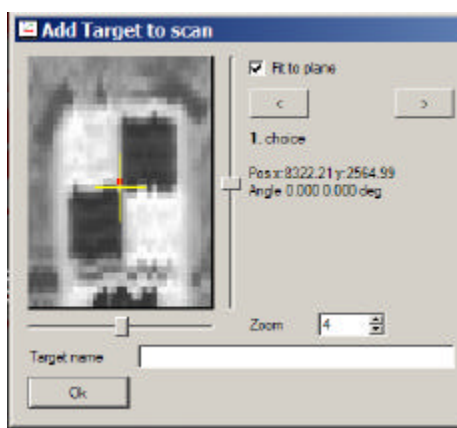
Um zwei Scans gegenseitig orientieren zu können, müssen in jedem der beiden Scans mindestens drei nicht kollineare Verknüpfungspunkte sichtbar sein. Auf diese Weise lassen sich Blöcke von mehreren gegenseitig orientierten Einzelscans bilden. Für die Transformation eines so entstandenen Blocks von verknüpften Einzelscans in das globale Koordinatensystem sind wiederum mindestens drei nicht kollineare Punkte erforderlich, deren globale Koordinaten bekannt sind.

Deshalb wurden zunächst mit dem Tachymeter drei Passpunkte im globalen System (Polygonpunkte parallel der Trasse) bestimmt. Die Verknüpfung der Scans untereinander erfolgte mit vier Passmarken, deren „lokale“ Koordinaten in jeweils zwei benachbarten Scans bestimmt werden.

Für die Berechnung der Transformationen von den jeweiligen lokalen Koordinatensystemen der Scanner-Standpunkte in das globale System wurde das Programm NEPTAN der techscan GmbH verwendet, das in die Software von Z+F integriert ist.

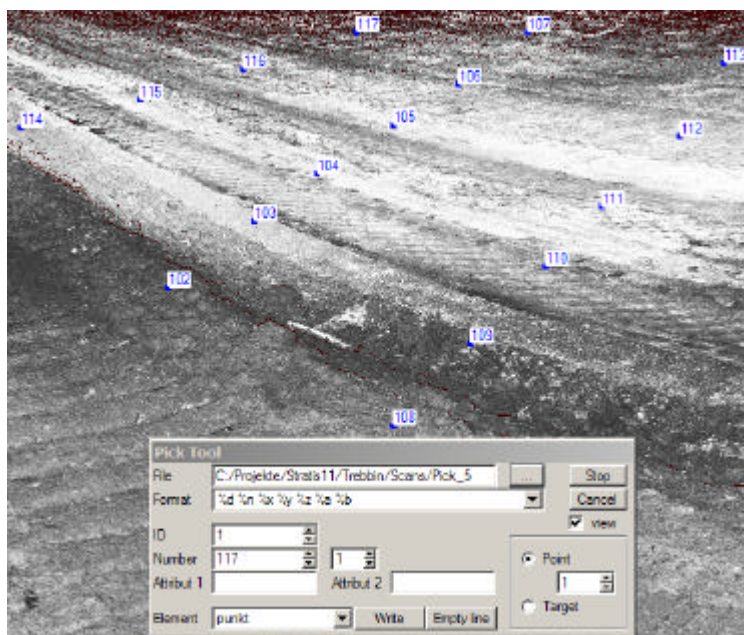
3. Auswertung

In der Auswertesoftware von Zoller+Fröhlich (ZF Laser Control) wird ein Projekt mit sämtlichen Scans angelegt und in einem ersten Schritt die lokalen Koordinaten der Pass- und Verknüpfungspunkte bestimmt. Für diese Aufgabe steht eine Funktion zur Verfügung, die schwarz-weiß-Kontraste der Passmarken automatisch erkennt.



Mit diesen lokalen Koordinaten und der Referenzdatei mit den globalen Koordinaten erfolgt im zweiten Schritt die Berechnung der Transformationsparameter für sämtliche beteiligten Scanner-Standpunkte. Damit liegen die Scans im globalen Koordinatensystem vor.

Die Ermittlung des Bodenhorizontes erfolgte durch Picken einzelner Punkte, die anschließend in das Straßen- und Tiefbauprogramm STRATIS der RIB Bausoftware AG eingelesen wurden.



Nach einer automatischen Dreiecksvermaschung steht der Bodenhorizont für weitere Auswertungen (Profilberechnung, Mengenermittlung) zur Verfügung.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Um einen realistischen Vergleich zwischen traditionellen Messmethoden (Tachymetrie oder wie in diesem Fall GPS) und dem 3D-Laserscanning durchzuführen, müssen sowohl die geforderten Ergebnisse der jeweiligen Messung als auch wirtschaftliche Aspekte in die Betrachtung einbezogen werden.

Im vorliegenden Fall bestand die Aufgabenstellung darin, einen Bodenhorizont (Gelände nach Oberbodenabtrag) zu erfassen. Die traditionelle Messmethode, durchgeführt durch die VIC Potsdam GmbH, bestand in einer GPS-Aufnahme, bei der Profile mit je 4 Punkten in Abständen von ca. 35m in Trassenrichtung aufgenommen wurden. Die örtliche Situation ist so, dass diese Punktdichte absolut ausreicht, um das Gelände exakt zu beschreiben. Aus den zur Verfügung gestellten Daten konnte ermittelt werden, dass auf diese Weise ca. **1 km** pro Tag vermessen werden konnte.

Im Gegensatz dazu liefert Laserscanning eine um ein Vielfaches höhere Punktdichte, die für die digitale Abbildung des Geländes im vorliegenden Fall gar nicht notwendig war. Durch das Digitalisieren von Einzelpunkten aus den Scans (Picken) wird nachträglich die Informationsmenge auf das Maß der Tachymetrie reduziert.

Für den wirtschaftlichen Einsatz eines Laserscanners zur Vermessung eines lang gestreckten Bodenhorizontes ohne größere Detaillierung muss der von einem Standpunkt erfasste Bereich vergrößert werden. Für den Scanner müssen erhöhte Standpunkte vorhanden sein oder durch Hubsteiger geschaffen werden. Bei ca. 10 m Höhendifferenz zum aufzunehmenden Bodenhorizont und einem Scanner mit entsprechender Reichweite (z.B. Riegl) kann dann von einem Standpunkt ca. 500 m Trasse erfasst werden. Wenn man von einer Messdauer pro Standpunkt einschl. Standpunktwechsel von einer Stunde ausgeht, ergibt sich eine Tagesleistung von **4 km**.

Durch die Vergrößerung des erfassten Bereiches wird es dann auch sinnvoll, das Picken einzelner Punkte durch eine direkte Dreiecksvermaschung der Punktwolke zu ersetzen. Die Software erlaubt hierbei die Vorgabe einer minimalen Maschenweite, innerhalb derer eine Mittelbildung über die Punkte erfolgt.

Je detailreicher das aufzunehmende Objekt ist, desto wirtschaftlicher wird das 3D-Laserscanning: Die Dauer der Aufnahme bleibt nahezu konstant, während sie bei der traditionellen Methode linear mit der Anzahl der aufzunehmenden Punkte ansteigt.

Durch dieses Testprojekt kann nachgewiesen werden, dass das terrestrische Laserscanning in der Lage ist, Bodenhorizonte ohne Bewuchs zu erfassen. Die Punktorientierte Auswertung liefert Ergebnisse, die mit denen der traditionellen Methode vergleichbar sind.