

# Terrestrial Laser Scanning in den Geowissenschaften – Chancen und Herausforderungen

GREGOR SCHILLER (1) & SANDRA MELZNER (2)

## Einleitung

Das Laserscanning hat sich, ausgehend vom Airborne Bereich, in den letzten zehn Jahren einen festen Platz im terrestrischen Vermessungswesen erarbeitet. Obwohl das zu Grunde liegende technologische und geometrische Prinzip den heute üblichen Tachymetern sehr ähnlich ist, unterscheidet sich die grundsätzliche Aufnahme und Datencharakteristik sehr deutlich von der klassischen Vermessung. Dies eröffnet Anwendungsgebiete in den Geowissenschaften, in denen eine derartig detaillierte geodätische 3D-Datenerfassung bisher nicht oder nur unter großen Umständen möglich war. Die scheinbare Leichtigkeit der Aufnahme kann aber auch dazu führen, dass durch ungenügend geschultes Personal wesentliche geodätische Grundsätze außer Acht gelassen werden, was im schlimmsten Fall zu einer völligen Unbrauchbarkeit der Daten führen kann. Ziel dieser Arbeit ist es anhand einiger Anwendungsbeispiele in den Geowissenschaften die Chancen und Herausforderungen einer TLS Vermessung zu erläutern.

## Theoretische Grundlagen

Der wesentlichste Unterschied des terrestrischen Laserscanners (TLS) zur herkömmlichen Vermessung ist die Tatsache, dass nicht genau angezielte Einzelpunkte, welche die geometrische Struktur des Objektes beschreiben (z.B. Ecken), sondern eine große Anzahl, wahllos auf der Oberfläche verteilter Punkte gemessen werden. Die **Genauigkeit der Beschreibung des Objektes** ist daher nicht mehr durch seine Repräsentation eines generalisierten Grundkörpers (Polyeder), sondern durch die Punktdichte am Objekt abhängig. Somit lassen sich nahezu beliebig geformte Oberflächen, die nicht durch mathematische Beschreibungen darstellbar sind, abbilden. Für natürliche (Fels-)Oberflächen bietet der Scanner eine ideale Erfassungsmöglichkeit. Die **Charakteristik der Punktwolke** (Punktverteilung, Punkt-

dichte, Aufnahmerichtung, Scanschatten,...) hat einen direkten Einfluss auf die Qualität der daraus abgeleiteten Aussage. Generell gilt, dass die Genauigkeit der Einzelmessung bei der klassischen Vermessung mittels Tachymeter immer besser sein wird als beim Scanner, weil unabhängig von der Gerätespezifikation die Interpretations-/Interpolationsunsicherheit der Punktwolke wegfällt. Dennoch kann die Qualität der Aussage der Laserscannerdaten höher sein. Neben der Punktwolke selbst ist auch das **geodätische Bezugssystem** von großer Bedeutung für die Nutzung der Messergebnisse.

## Planung der TLS Vermessung

In Abhängigkeit von der Zielsetzung, den gebietsspezifischen Eigenschaften (Geologie, Topografie, Vegetationsbedeckung etc.) und den verfügbaren Mitteln (Finanzen, Personal) wird entschieden, ob eine TLS Vermessung sinnvoll ist und in welcher Weise sie durchgeführt werden kann. Folgende Punkte sind u.a. bei der Planung einer TLS Vermessung notwendig: Einrichtung eines übergeordneten Bezugssystems, Wahl der Aufnahmemethodik (statisch, stop and go, kinematisch), Festlegung der Scanparameter (Punktdichte, Sichtachsen), Festlegung der Scanpositionen/Reflektoren, Wahl des Scanners, Planung der Georeferenzierung etc.

## Chancen und Herausforderungen

Der Einsatz von TLS in den Geowissenschaften bietet gegenüber der konventionellen Vermessung und/oder geologischen Kartierung viele Möglichkeiten:

- Flächendetaillierte 3D-Informationen ökonomisch (zeit- und kosteneffektiv) erfassbar;
- Generalisierung vor Ort entfällt, daher universelle Auswertemöglichkeiten;
- TLS bietet eine ideale Ergänzung zu den vielerorts verfügbaren Airbornelaserdaten;

(1) Vermessung Schmid ZT GmbH, Inkustraße 1–7/3, 3400 Klosterneuburg. [g.schiller@geoserve.co.at](mailto:g.schiller@geoserve.co.at)

(2) Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien.

- Deformationen der Oberfläche (Volumensverschiebungen) sind mittels Laserscanner-messung genauer erfassbar, als durch die Messung diskreter Punkte mittels Tachymeter;
- Gegenüber mobiler- oder airborne-Erfassung (UAV) entfällt bei TLS die Notwendigkeit für ein aufwendiges Inertialsystem (IMU) und entsprechend komplexe Scannerdatenauswertung;
- In bewachsenen Bereichen bietet der Scan in vielen Fällen Vorteile gegenüber anderen Messmethoden, da durch die hohe Punktdichte eine relativ hohe Durchdringungswahrscheinlichkeit besteht. Photogrammetrisch ist dies kaum möglich. Klassisch nur mit hohem Aufwand für Einzelpunkte;
- Für die Vermessung ist ein Aufenthalt im unmittelbaren Zielgebiet nicht zwingend erforderlich (relevant bei akuter Gefährdung, z.B. durch Steinschlag/Felssturz).
- Die Gebietseigenschaften haben einen Einfluss auf die Qualität des Messergebnisses (Feuchteverhältnisse der Oberflächen, Sonneneinstrahlung, Bewuchs, Topologie). Dies kann sogar dazu führen, dass ein Scan der Oberfläche unmöglich wird, da die Reflektivität des Objektes nicht ausreichend ist;
- Beim Scannen werden alle Objekte im Zielgebiet erfasst. Eine nachfolgende Prozessierung inklusive Klassifizierung der Punktwolke in Landnutzungsklassen ist erforderlich. Speziell in Steilwänden sind hier spezielle (z.T. manuelle) Methoden notwendig;
- Aussagen auf Basis von TLS Punktwolken/ Geländemodellen basieren auf einer Interpolation/Modellierung und nicht auf der direkten Messung gezielter Punkte. Für die Erfassung von Bewegungsraten und Bewegungsrichtungen sind daher signalisierte Punkte im Beobachtungsgebiet notwendig, die je nach erforderlicher Genauigkeit im Scan oder genauer, tachymetrisch gesondert gemessen werden.

Folgende Faktoren sind bei der Verwendung von TLS in den Geowissenschaften zu beachten:

- Die Aufnahmekonfiguration ist in vielen Fällen fehlertheoretisch ungünstig mit sehr entfernten Zielobjekten und relativ nahe gemessenen Bezugspunkten (z.B. bei steilen Talflanken). Eine entsprechend sorgfältige Planung der absoluten und der relativen Georeferenzierung mit der Vernetzung mehrerer Standpunkte und gemeinsamen Bündelblockausgleich ist daher Grundvoraussetzung für einen homogenen Datensatz;
- Die Realisierung eines übergeordneten Bezugssystems erfordert oft zusätzliche Messungen mit anderen Messmethoden (GPS, Tachymeter);
- Die Kalibrierung der Geräte ist entfernungsabhängig. Im Rahmen der Messkampagne ist die Kalibrierung der eingesetzten Scanner daher entsprechend der Aufnahmesituation zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen;

### **Fazit**

Ein Terrestrial Laser Scan schaut auch bei mangelhaften Scan-Voraussetzungen auf den ersten Blick „schön“ aus. Erst eine gute Planung der Messkampagne und die Einrichtung eines übergeordneten Bezugssystems machen die Daten universell einsetzbar (d.h.: aussagekräftige Ausarbeitungen und Produkte ableitbar). Eine entsprechende geodätische Fachexpertise ist deshalb Voraussetzung bei der Planung einer Messkampagne, um eine qualitativ geeignete Datengrundlage für geowissenschaftliche Analysen zu erhalten.