

LASER SCANNING: ALLGEMEINES

1 Terrestrisches Laserscanning

Terrestrisches Laserscanning¹ (TLS) hat sich als eine weitere geodätische Messtechnik etabliert. Sie kann mit hoher Punktdichte berührungslos Objekte erfassen. Das Prinzip des Laserscanning basiert auf der Ablenkung eines Laserstrahls, der am Objekt reflektiert und im Laserscanner empfangen wird. Zu jedem Messpunkt liegen 3D-Koordinaten sowie ein Intensitätswert des reflektierten Laserstrahls vor. Je nach verwendetem Ablenkensystem des Laserstrahls kann man zwischen

- Panorama-Scanner und
- Camera-Scanner

unterscheiden. Laserscanning kann als ein aktives Messsystem zur direkten Erfassung von 3D-Koordinaten bezeichnet werden. Die Vorteile liegen in der geometrischen Aufnahme, auch wenn häufig zur Interpretation die radiometrischen Informationen (Intensität) herangezogen werden.

2 Komponenten eines Laserscanners

2.1 Distanzmesssystem

Das Distanzmesssystem eines terrestrischen Laserscanners ist das Kernelement. Es definiert neben der Reichweite und Auflösung auch die Messfrequenz. Generell unterscheidet man drei verschiedene Distanzmessmethoden:

- Pulslaufzeit,
- Phasendifferenz sowie
- Optische Triangulation

Pulslaufzeit hat den Vorteil, das Signal stark zu bündeln und damit eine hohe Reichweite von mehreren Kilometern zu erzielen. Nachteile sind die langsame Messfrequenz (<100 kHz) und eine Genauigkeit im Bereich einiger Zentimeter. Dagegen ist mit dem Phasendifferenz-Verfahren eine deutlich höhere Messfrequenz erzielbar sowie eine Genauigkeit von <1 cm. Nachteilig ist, dass die Reichweite deutlich kürzer ist. Noch genauer ist die optische Triangulation, die Reichweite ist jedoch für die Anwendungen eines Laserscanners meist zu gering.

¹ Im Gegensatz zum terrestrischen Laserscanning gibt es schon seit einigen Jahrzehnten flugzeug-gestütztes (airborne) Laserscanning (z.B. mittels Flugzeugen, Helikoptern, Satelliten,...).

2.2 Ablenkeinheit / Winkelmesssystem

Die Ablenkung des Laserstrahls wird in zwei Methoden unterschieden:

- Rotierendes Spiegelsystem
- Oszillierendes Spiegelsystem

Beim rotierenden Spiegelsystem wird der Laserstrahl in einer Ebene um 360 ° abgelenkt, so dass ein Profil-Scan entsteht. Wird zusätzlich das Ablenkensystem (meist mit dem Scanner fest verbunden) um eine weitere (dazu rechtwinklig angeordnete) Achse gedreht, kann ein vollständiges Panorama aufgenommen werden. Beim oszillierenden Ablenkensystem wird ein Spiegel um zwei zueinander senkrecht stehende Achsen gekippt (oszilliert). Die Kippung des Spiegels ist auf einen Bereich (Fenster) begrenzt (von z.B. 40° x 40°), so dass analog zu einer Foto-Kamera nur ein bestimmter Bereich aufgenommen werden kann.

Die Winkelmessung erfolgt analog wie beim Tachymeter über Encoder. Die Auflösung des kleinsten Winkelinkrements ist definiert durch die Ablenkeinheit (z.B. 0.01 °).

3 Workflow Datenerfassung – Auswertung

Die Datenerfassung mit einem terrestrischen Laserscanner ist ähnlich dem Vorgehen in der Photogrammetrie. Ausgehend von der Objektausdehnung und dem zu erfassenden Bereich müssen Stand- und Verknüpfungspunkte sorgfältig ausgewählt werden. Bei mehr als einem Standpunkt müssen die einzelnen Scans der jeweiligen Standpunkte später in ein gemeinsames Bezugssystem transformiert werden. Dies wird im Allgemeinen als Registrierung bezeichnet. Auf eine gute Verteilung der Verknüpfungspunkte ist dabei unbedingt zu achten. Für die Registrierung können Punkte oder Objekte künstlicher oder natürlicher Art verwendet werden (Kugeln, Zylinder, Ebenen, codierte ebene Targets). Aber auch die Verknüpfung mittels überlappender Punktwolken (Punktwolken von Objekten, die in mindestens zwei Scans vorliegen) ist möglich.

Je nach Projektauftrag erfolgt die Ableitung geometrischer bzw. radiometrischer Informationen. Dies kann eine Dreiecksvermaschung, Modellierung von Primitiven (Zylinder, Kugeln, Ebenen etc.), Volumenberechnungen, Klassifizierung von Objekten (Gebäuden, Gewässer, Bäume etc.) und so genanntes „Texture Mapping“ (Projektion von Farbinformationen von Photos/ Bildern auf die Punktwolke bzw. das 3D-Modell) sein. Ebenso kann eine Weiterverarbeitung in einer CAD-Software erfolgen (z.B. AutoCad, MicroStation). Neben der Registrierung und Modellierung ist eine automatische bzw. semi-automatische Bearbeitung der Punktwolken erforderlich (Löschen von Fehlmessungen, Filterungen etc.).

Ein Laserscanner akquiriert in kurzer Zeit eine sehr hohe Datendichte. Je nach Automatisierung und Projektumfang nimmt die Datenauswertung erheblich mehr Zeit in Anspruch als die Datenerfassung. Das Verhältnis zwischen Aufnahme und Auswertung kann dabei von 1:3 bis 1:10 betragen.