

## LASER SCANNING: AUSWERTUNG

### 1 Aufbereitung der Tachymetermessungen

Das Ziel dieses Arbeitsschrittes ist die Transformation der gemessenen Punkte vom gewählten lokalen System in das Landeskoordinatensystem von Deutschland (Gauss-Krüger-Projektion). Dazu steht ein Koordinatenfile des aufgenommenen Tunnelabschnittes unter S:\EGLab\2010\Laserscanning zur Verfügung. Die Zuordnung der gemessenen Punkte zu den Fixpunkten erfolgt entweder manuell oder automatisch mit der Software EasyTransformator (ET, Prototyp, ©geomETH). Die automatische Zuordnung ist jedoch noch fehleranfällig (Prototyp) und sollte nachträglich überprüft beziehungsweise ergänzt werden.

Die Parameter der 3D-Helmert-Transformation zwischen den beiden Systemen werden ebenfalls mit der Software ET berechnet.

Fragen:

- Wie genau können die einzelnen Parameter bestimmt werden?
- Ist die Einführung eines Massstabs sinnvoll? Welche Einflüsse werden dadurch eliminiert?
- Kann das Resultat durch Elimination schlechter Punkte verbessert werden?

### 2 Auswertung in Z+F LaserControl

#### 2.1 Importieren der Daten

Das erstmalige Importieren von Scannerdaten in die Auswertesoftware LaserControl wird von mehreren Filteroperationen begleitet (Mixed Pixel Filter).

Vorsicht: Die Daten liegen anschliessend ausschliesslich gefiltert vor, die ungefilterten Daten müssen erneut vom Scanner kopiert werden.

Hinweis: Falls die Scans in einem Projekt vorliegen, wird durch das Öffnen des Projekts keine Filterung hervorgerufen. Erst das Öffnen eines Scans in dem Projekt bewirkt die Filterung der Punktwolke.

#### 2.2 Einmessen der Verknüpfungspunkte

Das Plugin zur Registrierung von Scans lässt sich unter *File* → *Options...* → *Plugins* aktivieren. LaserControl ermöglicht das Arbeiten mit vier verschiedenen Verknüpfungsobjekten:

- Natürlicher Punkt
- Schachbrettförmige, flache Targets
- Verknüpfungskugeln

- Verknüpfungsellipsen

In diesem Projekt wurden Kugeltargets mit einem Durchmesser von 15cm verwendet. Dieses Target muss unter *File* → *Options...* → *PlugIn.Register* definiert werden (falls noch nicht vorhanden). Dazu wird mit Add ein neues Objekt erstellt:

- Targetname: beliebig
- Targettyp: sphere
- Durchmesser: 0.15m

Mit der Funktion *PlugIns* → *Register* → *Fit Sphere* kann die Einpassung einer Kugel durchgeführt werden. Das Fitting entspricht einer Modellierung einer Kugel im 3D Raum und der Bestimmung des Mittelpunktes. Folgende Parameter müssen eingestellt werden:

- Target name: dieselbe Kugel muss in unterschiedlichen Scans den gleichen Namen besitzen
- Target Typ: wie oben definiert (Durchmesser 0.15m)

Hinweis: Hier ist eine gute Situationskizze sehr hilfreich.

Um die Genauigkeit zu erhöhen, können die Targets in den Child-Scans modelliert werden (sofern vorhanden). Sobald eine Kugel in einem Child modelliert wurde, erscheint der Punkt auch im Parent-Scan.

Hinweis: Teilweise wird die Darstellung nicht automatisch aktualisiert. In diesem Fall ist ein Schliessen und wieder Öffnen des Scans nötig. Falls ihr eine Kugel falsch benannt habt, müsst ihr dieses Target im Child UND Parent Scan unter *PlugIns* → *Register* → *Target list...* löschen und erneut messen.

### 2.3 Registrierung und Georeferenzierung der Scans

Die Registrierung erfolgt über *PlugIns* → *Register* → *Register all scans...* Im ersten Fenster erhält man die Möglichkeit zum Import von Tachymeterdaten zur gleichzeitigen Georeferenzierung der Scans. Importiert eure Fixpunkte im deutschen Landeskoordinatensystem. Das File muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- 4 Spalten: Name, X, Y und Z
- Der Name muss der Bezeichnung der Targets entsprechen
- Die Werte sind mit einem Leerzeichen voneinander getrennt

Vorsicht: Die Stativhöhe ist von den lokalen Koordinaten abzuziehen oder den globalen hinzuzufügen.

Überprüft die Qualität der Registrierung und Georeferenzierung und verbessert gegebenenfalls eure Resultate.

Die registrierten Scans lassen sich in LaserControl als Punktwolke darstellen. Dazu muss im linken Teilfenster die Ansicht auf 3D gestellt werden. Die Visualisierung erfolgt anschliessend mit Hilfe der Funktion *PlugIns* → *Register* → *View all registered Scans in 3D as overview*.

Fragen:

- Wie gross ist der mittlere Fehler der Verknüpfungspunkte?
- Wie gross ist der grösste Fehler?
- Kann das Resultat durch Deselektion eines schlechten Punktes verbessert werden?
- Optional: Wird die Registrierung durch einführen von natürlichen Punkten verbessert?

## 3 Modellieren von Objekten in Cyclone

### 3.1 Importieren und Strukturierung der Daten

Generell gibt es zwei Möglichkeiten des Importierens:

- Scan-Files *.zfs* direkt
- Scan-Files *.zfs* nach *.xyz.asc* konvertieren und diese importieren

Beim Import von *.zfs* Dateien in Cyclone werden erneut Filteroperationen im Hintergrund ausgeführt, um vorgängig „falsche“ Punkte zu löschen. Diese Variante ist die zeitsparendste, jedoch leider nicht auf alle Scan-Files anwendbar.

In der Software LaserControl kann eine Konvertierung vom binären *.zfs* Format zum ASCII-Format *.xyz.asc* durchgeführt werden. Es wird ein neues File in Form einer Punktliste bestehend aus den Koordinaten und einem Intensitätswert erstellt. Das konvertierte File ist bedeutend grösser als das ursprüngliche binäre File (Faktor 3-5). Das *.xyz.asc* File kann anschliessend in Cyclone analog zum *.zfs* Format importiert werden, nur dass es zeitlich länger dauert und dass keine Filteroperationen ausgeführt werden.

In Cyclone muss zunächst eine neue Datenbank mit einem eigenen Namen erstellt werden. In dieser Datenbank können anschliessend Projekte erzeugt und die Scan-Files abgelegt werden. Es folgt der Import der jeweiligen Scans im *.zfs* oder *.xyz.asc Format*.

Bei jedem Import wird eine ScanWorld mit dem Namen des Import-Files erstellt. Jede ScanWorld besteht aus den Unterordnern ContolSpace, ModelSpaces, Scans und Images. Falls *.zfs* Files importiert wurden, sind im Ordner Scans nochmals die Punktwolken abgelegt. Sie sind aber auch im Verzeichnis ModelSpaces vorhanden, in dem die Punktwolken nach Erstellen eines neuen Viewers sichtbar werden. Dieser Viewer dient zur weiteren Bearbeitung und Modellierung der Punktwolken.

### 3.2 Optional: Verknüpfung in Cyclone

Anstelle der Verknüpfung in LaserControl können die Rohdaten in Cyclone eingelesen und verknüpft werden. Das Prinzip ist dabei ähnlich wie bei Zoller+Fröhlich. Die Modellierung der Kugeln erfolgt jedoch direkt im 3D Raum und es bedarf deshalb etwas Übung die Kugeln in der Punktwolke aufzufinden.

### 3.3 Bearbeitung und Modellierung der Daten

Vor der Modellierung von Objekten müssen die einzelnen Punktwolken zu einer zusammengefügt werden (falls 3.2 nicht durchgeführt wurde). Erstellt einen neuen ModelSpace und kopiert die bereits registrierten Punktwolken in einen Viewer. Die Funktion *Unify Points* verbindet alle Punkte in zu einer Wolke.

Anschliessend können Ausreisser und unnötige Gebiete gelöscht werden, um die Datenmenge zu reduzieren.

Vorsicht: Sobald ihr in einem Viewer Punkte löscht, verschwinden diese auch in den anderen Viewern desselben Scans.

Ziel der Bearbeitung in Cyclone ist die Modellierung der Hauptrohre und des Querschachts mittels einfachen Formprimitiven. Die Genauigkeit der Primitiven soll mit den aufgenommenen Kontrollmassen überprüft werden. Meist ist es sinnvoll, komplexere Modellierungen in anderer Auswerte-Software durchzuführen (z.B. in Geomagic).

Fragen:

- Wie genau stimmen die modellierten Grössen mit den Kontrollmassen überein?
- Auf welche Probleme seid ihr bei der Modellierung von Primitiven gestossen?
- Was geschieht in Cyclone bei einer Dreiecksvermaschung?

### **3.4 Export in ein CAD-Format**

Die modellierten Objekte werden anschliessend in einem CAD-Format (z.B. dxf) exportiert und können in einem geeigneten CAD-Programm (z.B. AutoCAD) betrachtet werden.

## **4 Auswertung in Geomagic**

### **4.1 Importieren und Vorbereiten der Daten**

In Geomagic werden die Punktwolken als .xyz Dateien eingelesen. Es besteht die Möglichkeit die aus LaserControl exportierten Dateien oder die in Cyclone bearbeiteten zu verwenden.

Im ersteren Fall muss nach dem Import die Punktwolke wieder vereint werden (*Punkte* → *Punktobjekte kombinieren*). Im zweiten Fall müssen die Punktwolke erst aus Cyclone exportiert werden (.xyz Datei).

Eine zu grosse Punktmenge verhindert ein effizientes Arbeiten an der Punktwolke, während gleichzeitig keine neuen Informationen daraus ableitbar sind. Deshalb ist es sinnvoll die Punktwolke in einem ersten Schritt zu reduzieren. Dazu stehen verschiedene Funktionen unter dem Register *Punkte* zur Verfügung (gleichmässig, Krümmung, Gitter, Zufall). Je nach Datenmenge kann dieser Schritte einige Stunden beanspruchen (gönnt euch entweder Schlaf oder eine lange Pause).

Hinweis: die von Geomagic berechnete Dauer eines Arbeitsschrittes kann vollkommen falsch sein.

Eine erste Visualisierung erfolgt über *Punkte* → *Punkte schattieren*.

### **4.2 Optional: Modellierung von Objektprimitiven in Geomagic**

Anstelle der Modellierung und Überprüfung der Sollmasse in Cyclone können diese Schritte auch in Geomagic durchgeführt werden. Das Programm stellt verschiedene Funktionen zur Modellierung von Primitiven wie Ebenen, Kugeln oder Zylinder zur Verfügung.

### **4.3 Erstellung und Bereinigung des 3D Modells**

Die Erstellung eines Modells erfolgt über die Funktion *Punkte* → *Wrap*. Dadurch wird ein 3D Modell bestehend aus Dreiecken gebildet. Es besteht die Möglichkeit die Anzahl an Dreiecken vorzugeben.

Dieser Schritt kann erneut einige Stunden dauern (schon wieder Kaffee oder erneut schlafen).

Das Modell kann anschliessend durch füllen von Löcher und eliminieren von falsch vermaschten Dreiecken verbessert werden.

Hinweis: Durch das Löschen und Generieren von Dreiecken geht der vermessungstechnische Aspekt etwas verloren. Die Verbesserung des Modells ist somit eher eine kosmetische Anpassung.