

# Einsatz von Laserscanner für geologische und geotechnische Erkundungen

Dipl.-Ing.Friedrich Birkner  
Dipl.-Ing. Michael Pregesbauer

## EINLEITUNG

Das Laserscanning ist gegenwärtig eine stark expandierende Disziplin zur metrischen Erfassung von Oberflächen. Mit terrestrischen Laserscannern werden Gebäudefassaden, Deponien sowie der Aushub im Tunnel und im Steinbruch, aber auch Architekturmodelle, Kunstgegenstände, etc. erfasst.

Mit flugzeuggetragenen Laserscannern werden Geländeoberflächen, aber auch Vegetation und Dachlandschaften ermittelt.

Das Laserscanning liefert sehr große Punktwolken, aus denen – in Abhängigkeit von der jeweiligen Anwendung – die relevanten Informationen (Geländemodelle, Geländeoberkanten von Hochwasserschutzdämmen, CAD-Modelle von Gebäuden etc.) extrahiert werden müssen. Die Abteilung Vermessung und Geoinformation des Amtes der NÖ Landesregierung beschäftigt sich seit mittlerweile drei Jahren intensiv mit dieser Technologie. Besonders hervorzuheben ist die landesweite Airborne Laserscanner Befliegung des niederösterreichischen Landesgebietes, bei der in absehbarer Zeit für die gesamte Landesfläche hochgenaue Geländedaten zur Verfügung stehen werden.

## Flugzeuggetragenes Laserscanning für die Topographie

Neben der Photogrammetrie hat sich das Laserscanning als eine viel genutzte Methode zur Erfassung der Topographie etabliert. Laserscanning bietet viele Vorteile<sup>1</sup>, wie z.B.

1. die Durchdringung der Vegetation und das Erfassen der Bodenfläche auch in bewaldeten Gebieten
2. der hohe Automatisierungsgrad, der von der Datenerfassung bis zur Erstellung der digitalen Geländemodells (DGM) reicht
3. die hohe Punktdichte (4 Punkte/m<sup>2</sup>)m was eine sehr genaue Beschreibung der Geländefläche ermöglicht,
4. die Genauigkeit, ca. 10cm in der Höhe, und

5. das aktive System, das Messungen während der Nacht oder über texturlosen Bereichen (z.B. Schnee) ermöglicht.

Diese vielen positiven Punkte müssen jedoch etwas relativiert werden. Die Qualität des Geländemodells nimmt in bewaldeten Gebieten mit zunehmender Dichte der Vegetation ab. Durch die geringere Anzahl der Punkte, die am Boden gemessen werden, wird auch die Beschreibung der Geländeﬂäche unzuverlässiger. Ein weiterer Nachteil ist, dass mit dem Laserscanner keine Geländekanten gemessen werden können<sup>11</sup>.

Um aus der Punktwolke eine Geländemodell ableiten zu können muss diese mit unterschiedlichen Filterstrategien gefiltert werden.

Flugzeuggetragene Laserscanner registrieren Punkte auf jenen Flächen, die vom Laserstrahl getroffen werden. Das ist die Geländeﬂäche, aber auch Dachﬂächen und Blätter auf Bäume reflektieren den Laserstrahl. Auch sehr kleine Flächen, wie bspw. Stromleitungen, können ein Echo hervorrufen (Abb.1: ungefiltertes Oberflächenmodell).

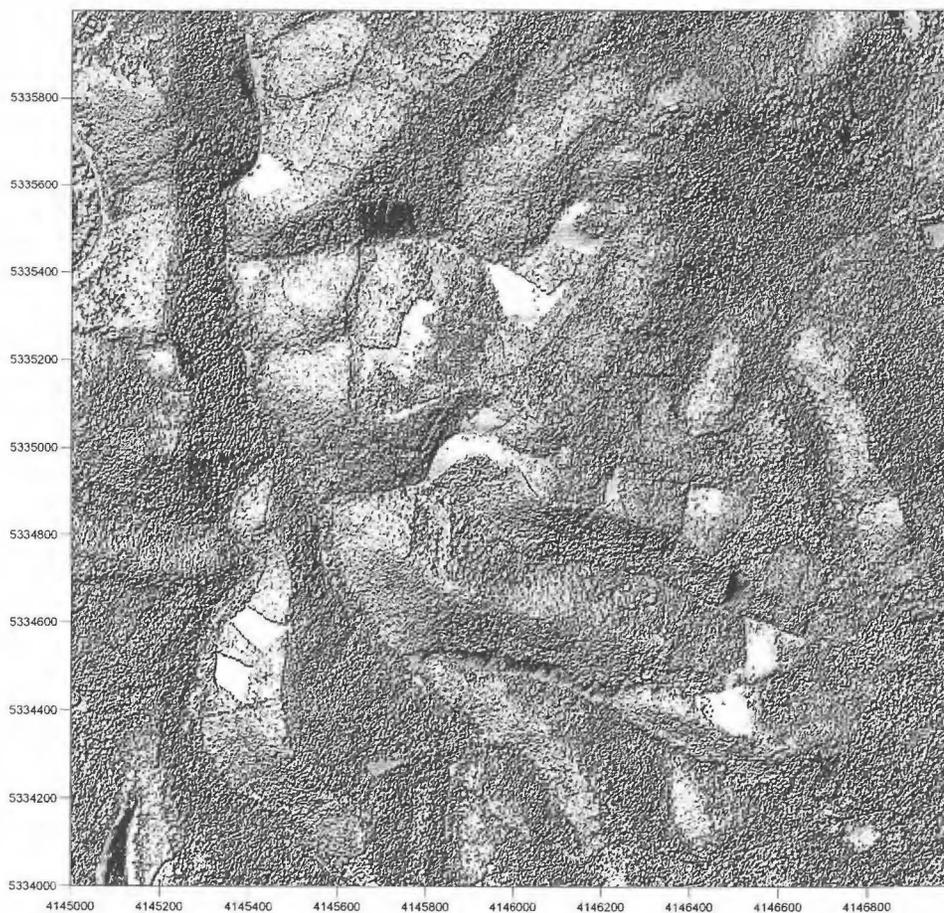


Abb.1: ungefiltertes Oberflächenmodell

Um ein Modell des Geländes oder der Baumkronen abzuleiten muss daher die Punktwolke klassifiziert werden (z.B. Trennung der Boden-(Gelände-) Punkte von der „Nicht-Boden“-Punkten)<sup>III</sup>. Diese Aufgabe wird als Filterung bezeichnet. Standardmäßig wird für die Filterung in der Abteilung Vermessung und Geo-information die robuste Interpolation für die Filterung verwendet. Nach der Durchführung der Filterung erhält man ein Modell des Geländebodens (Abb. 2: Digitale Geländemodell).

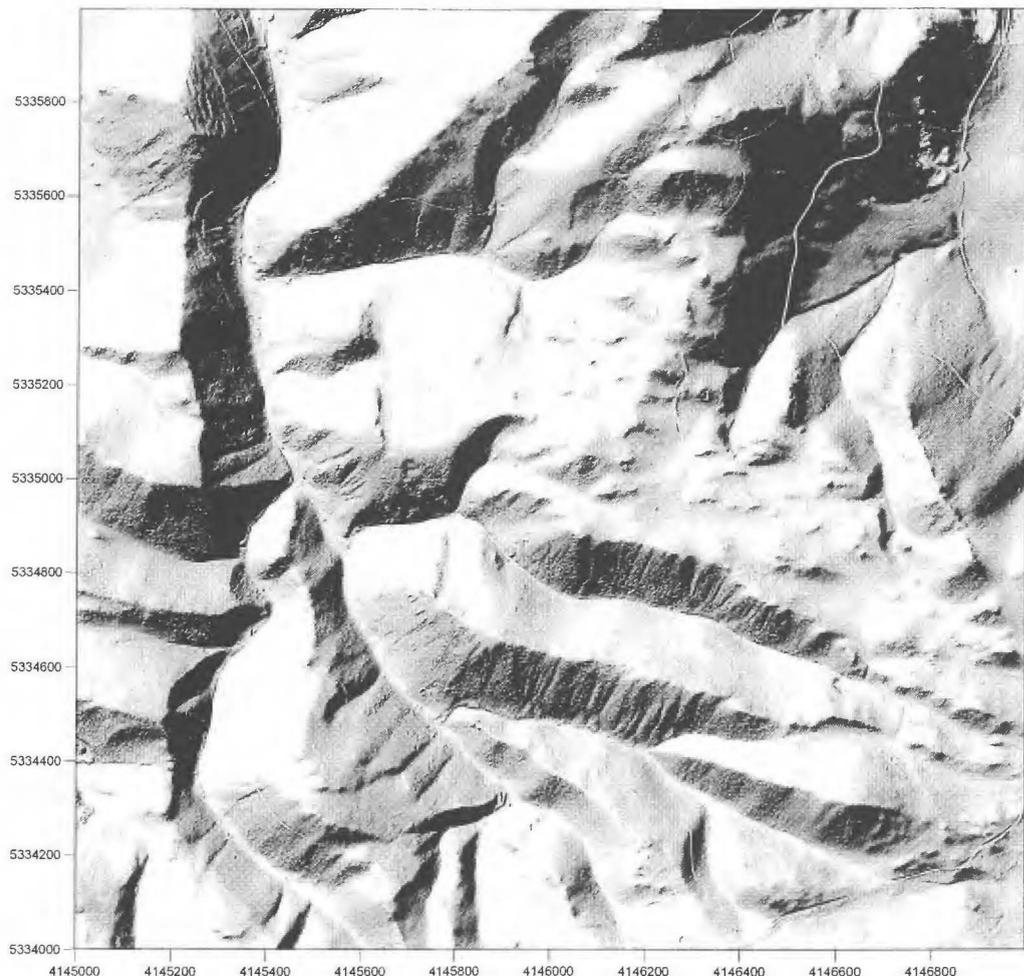


Abb. 2: Digitale Geländemodell

Mit dem flugzeuggetragenen Laserscanning können nicht nur Modelle des Geländes abgeleitet werden, sondern auch von Dachlandschaften und von Baumkronen. Die Filteralgorithmen für die Ableitung der Geländemodelle sind weit entwickelt. Um die Qualität der Geländemodelle noch weiter zu steigern ist eine Rekonstruktion der Geländekanten notwendig. Vorausgesetzt die Punktdichte einer Laserscannerbefliegung ist ausreichend hoch, lassen sich aber auch viel detailliertere Modelle wie die bereits erwähnten Einzelbaum-

modelle oder Stadtmodelle, bei denen die Dächer aus einzelnen ebenen Flächen zusammengesetzt sind, ableiten.

### **Terrestrisches Laserscanning**

Parallel zum Flugzeuggetragenen Laserscanning hat sich das terrestrische Laserscanning zu einer zunehmend interessanten Aufnahmemethode für verschiedene Anwendungen, von der Archäologie bis zur Geotechnik entwickelt. Der Erfolg dieser noch relativ jungen Technologie lässt sich unter anderem auf folgende Vorteile zurückführen:

1. auf Objekt kann mit einer sehr hohen Punktdichte weitgehend automatisiert aufgenommen werden.
2. das terrestrische Laserscanning ist wie auch das flugzeuggetragene Laserscanning sowohl von der Textur als auch von den natürlichen Beleuchtungsverhältnissen unabhängig.
3. Die Erfassung der Objekte erfolgt vollkommen berührungslos was besonders in Gefahrenbereichen wie z.B. Steinbrüchen besonders vorteilig ist.

Die Abteilung Vermessung und Geoinformation verwendet zur Datenerfassung den Laserscanner Riegli LMS-Z420i der mit einer hochauflösenden Digitalkamera ausgestattet ist. Die Verwendung von Laserscanning unter gleichzeitiger Aufnahme digitaler Photos ermöglicht die Verbindung von der bereits bewährten Photogrammetrie mit der Methode des 3D-Laserscannings. Die Vorteile sind klar ersichtlich: Dort, wo Laserscanning unstrukturierte Freiformflächen in einer hohen Geschwindigkeit durch eine Punktwolke vollständig und präzise beschreibt zeigt die Photogrammetrie ohne strukturierte Beleuchtung Schwächen, wohingegen die Photogrammetrie in der Auswertung von Kanten und der Erfassung feinstrukturierter Texturierungen unschlagbar ist, zeigen die Laserdaten prinzipielle Unzulänglichkeiten<sup>IV</sup>.

Besonders in der Erfassung von Steinbrüchen und Deponien zeigt sich der enorme Zeitgewinn in der Aufnahme und in der Nachbearbeitung:



Abb. 3: 360° Aufnahme der Szene eines Steinbruches (Waidhofen/Ybbs)

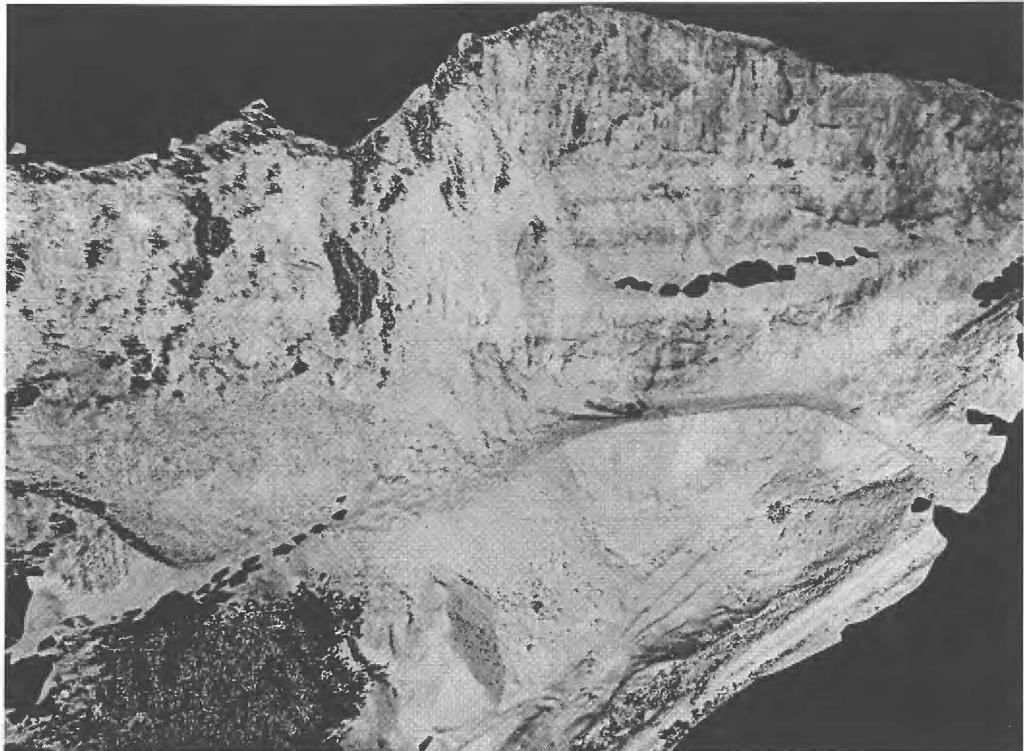


Abb. 4: gefilterter, triangulierter und texturierte Steinbruch (Waidhofen/Ybbs)

Für die weitere Bearbeitung stellen die großen Datenmengen der Punktwolke die CAD Systeme zumeist vor große Schwierigkeiten. Eine große Herausforderung stellt es nun dar, in der Modellbildung die Datenmenge derart zu reduzieren, dass eine weitere Bearbeitung mit gängigen Softwareprodukten möglich ist.

Für die Modellbildung können zum Teil die Filteralgorithmen, die bei der Bearbeitung von flugzeuggetragenen Laserscannerdaten verwendet werden eingesetzt werden. Die Berechnung von detaillierten und genauen Schichtenlinien stellt ein Produkt der 3D Scan Auswertung dar, die in der Folge in CAD Systemen weiterverarbeitet werden können.



Abb. 5: Schichtenlinien Steinbruch (Waidhofen/Ybbs)

Für die Auswertung von 3D terrestrischen Laserscannerdaten stehen heute schon zahlreiche Softwareprodukte zur Verfügung. Problematisch sei an dieser Stelle angemerkt, dass der Nachbearbeitungsaufwand je nach<sup>III</sup> Aufgabenstellung zwischen 1:1 und 1:100 (Tage vor Ort zu Nachbearbeitungstage) liegen kann und somit eine kritische Betrachtung der Methode hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit im Einzelfall auf jeden Fall ratsam ist.

### Literatur

- <sup>I</sup> Kraus K. (2003): Universitätslehrgang „Laserscanning – Datenerfassung und anwendungsorientierte Modellierung“. VGI 4/203: 210-223
- <sup>II</sup> Pfeifer N. (2003): Oberflächenmodelle aus Laserdaten. VGI 4/2003: 243-251
- <sup>III</sup> Kraus K. (1997): Eine neue Methode zur Interpolation und Filterung von Daten mit schiefer Fehlerverteilung. Österreichische Zeitschrift für Vermessung & Geoinformation. 25-30
- <sup>IV</sup> Studnicka N. (2004): Laserscanning und Photogrammetrie – kombinierte Daten-aufnahme und –Auswertung. Beiträge der Oldenburger 3D Tage 2004. 175-183

## **Lebenslauf**

### **Dipl.-Ing. Michael Pregesbauer**

Studium Vermessung und Geoinformation an der TU Wien

2001 – 2003 Assistent am Institut für Geodäsie und Geophysik/ TU Wien

seit 2003 Abteilung Vermessung und Geoinformation beim Amt d. NÖ  
Landesregierung

seit 2005 stellvertretender Abteilungsleiter der Abt. Vermessung und  
Geoinformation und zuständig für den Fachbereich  
Laserscanning und Photogrammetrie