



1 Exemplarischer Stollen in einem Bergwerk.

2 Spritzbetonapplikation mit einer Maschine der Firma Putzmeister Holding GmbH.

ÄNDERUNGSDETEKTION IM BERGBAU

Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung

Gutleuthausstraße 1
76275 Ettlingen

Ansprechpartner Szenenanalyse

Dr. Wolfgang Middelman
Telefon +49 7243 992-133
wolfgang.middelmann@iosb.fraunhofer.de



www.iosb.fraunhofer.de/sza

Ausgangssituation

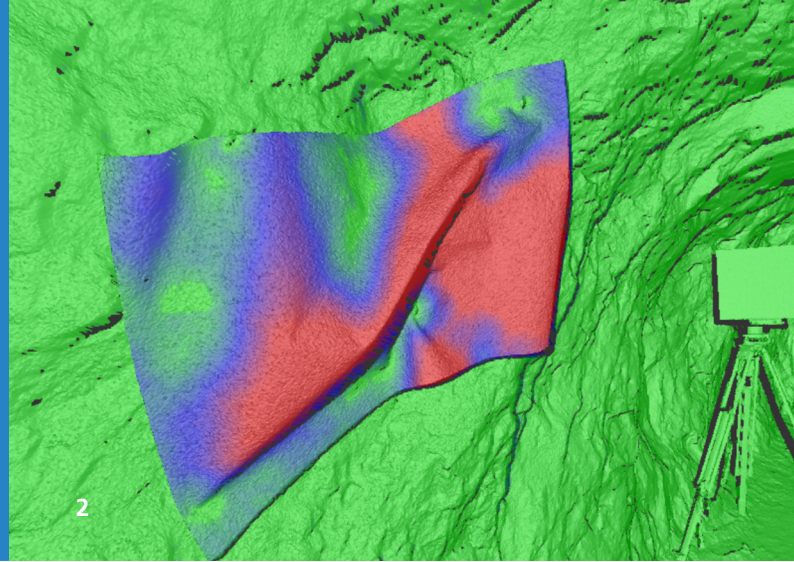
Im Tunnel- und Bergbau spielt die Sicherheit unter Tage eine große Rolle. Zur Erhöhung der Sicherheit ist eine fachgerechte Stabilisierung der Wände notwendig. Die New Austrian Tunneling Method (NATM), zu deutsch Neue Österreichische Tunnelbauweise (NÖT), ist dafür ein etabliertes Verfahren. Dieses beinhaltet drei Schritte: den Ausbruch, das Sichern und das Schüttern. Der Ausbruch beschreibt den Vortrieb mit einem Bagger oder einer Tunnelbohrmaschine. Anschließend erfolgt das Sichern über die Applikation von Spritzbeton auf die gebrochenen Wände. Das abgebaute Gestein wird im dritten Arbeitsschritt, dem Schüttern, aus dem Tunnel gefördert. Zur Gewährleistung der Sicherheit muss die Spritzbetondecke eine bestimmte Mindestdicke aufweisen. Folglich besteht die Aufgabe in einer zuverlässigen und kosteneffizienten Überprüfung der Mindestdicke.

System

Das Prinzip des terrestrischen Laserscannings gewinnt seit Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung. Besonders im Bereich der Industrie- und Bauwerkserfassung und -überwachung findet dieses Prinzip Anwendung. Innerhalb von wenigen Minuten können so Objekte berührungslos und flächenhaft erfasst werden. Auf diese Weise können auch Objekte, die nicht berührt werden können oder dürfen, vermessen werden. Um ein dreidimensionales Modell zu erhalten, sind Messungen von mehreren Standpunkten aus notwendig. Der Laserscanner misst dabei pro Scan einige Millionen Punkte. Die Genauigkeit der Punkte hängt von einigen Faktoren ab wie z.B. der Oberflächenbeschaffenheit und der Lage des gemessenen Punktes zum Laserscanner. So weisen Punkte auf spiegelnden Oberflächen oder unter schleifenden Schnitten eine geringere Genauigkeit auf als bei Messungen auf matten, diffus reflektierenden Materialien.



1



2

1 Erprobungsaufbau mit simulierter Änderung.

2 Visualisierung der Änderungen: grün (keine) bis rot (starke Änderung).

Die Erhebung von Punktwolken mit terrestrischem Laserscanning benötigt nur wenig Zeit. Hingegen dauert die Verarbeitung der großen Datenmengen traditionell sehr lange, da die Punktwolken meist manuell bearbeitet werden. Zur Optimierung des Auswerteprozesses wird dieser automatisiert, sodass sowohl der Arbeitsaufwand vor Ort als auch die Nachbearbeitung der Daten wesentlich verringert werden.

Lösungsweg

Die Messungen liegen zunächst im lokalen Koordinatensystem des Laserscanners vor. Eine Registrierung verknüpft die Punktwolken, sodass diese in einem gemeinsamen Koordinatensystem vorliegen. Die Registrierung basiert auf einer automatischen Erkennung unveränderter Bereiche und kommt ohne angebrachte Marken aus: Nur der bisher ungesicherte Bereich weist Änderungen auf, da der Ausbruch mit dem Sichern und Schüttern in mehreren Epochen erfolgt. Anschließend deckt die Änderungsdetektion Unterschiede zwischen zwei Aufnahmen zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf. Der Vergleich der Änderungen mit einer geforderten Mindestdicke des Betons ergibt die nachzubessernden Bereiche. Durch eine farbcodierte Darstellung erfährt der Arbeiter unter Tage sofort, in welchen Bereichen mehr Beton appliziert werden muss.

Ergebnis

Die Änderungsdetektion liefert Abweichungen von einem zweiten Scan zu einer Referenzaufnahme. Dieser Vergleich kann auch mit weiteren Messungen erfolgen und liefert so stets die Änderungen zum Referenzscan. Auf diese Weise ist ein mehrmaliges Nachbessern der Betondicke problemlos möglich. Die Anwendung des automatisierten Verfahrens ist intuitiv und erfordert kein Expertenwissen im Bereich des terrestrischen Laserscannings. Lediglich gewünschte Toleranzen der Änderungen müssen vorgegeben werden. Im Falle der Spritzbetonapplikation kann dies die geforderte Mindestdicke des Betons sein. Dank der schnellen automatischen Prozessierung können nachzubessernde Bereiche detektiert werden, so lange eine Korrektur noch möglich ist. Dies gewährleistet effiziente Sicherungsarbeit unter Tage. Die erhobenen Daten dienen ebenso der Dokumentation der aktuellen Szene und können für weitere Zwecke genutzt werden, wie z.B. die Erstellung eines umfassenden 3D-Modells. Darüber hinaus bietet der Algorithmus Möglichkeiten zur Anpassung auf ähnliche Problemstellungen und ist somit nicht nur im Tunnel- und Bergbau anwendbar.

Technische Daten

Gesamtsystem

- Genauigkeit mit automatischer Registrierung bis 1 cm
- Zeitaufwand für zwei Messungen und automatische Verarbeitung: <10 Minuten
- Messpunkte pro Scan: >50 Millionen

Ablauf

- Laserscan
Dauer: ca. 3 Minuten
- Änderungen durchführen (z.B. Spritzbeton applizieren)
Dauer: beliebig
- Laserscan
Dauer: ca. 3 Minuten
- Automatische Prozessierung
Dauer: < 3 Minuten