

Umweltfreundliche Sprengtechnik

Eine Anwendung des 3D Laserscanners LMS Z390

Einleitung

Zur Herstellung von gebrochenen Natursteinen in verschiedenen Korngrößenzusammensetzungen als Zuschlag- und Baustoffe ist es überwiegend sowie zwingend erforderlich, das Rohgestein aus dem Festgebirge mittels Bohr- und Sprengtechnik zu lösen. Dabei entstehen zwangsläufig Lärm- und Erschütterungsimmissionen als Umwelteinwirkungen, die infolge der großen Fördermengen der Massengüter von gebrochenen Baustoffen ein unangenehmes, vielschichtiges Umweltproblem darstellen.

Aus diesem Grunde sieht ein, von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt gefördertes Forschungsvorhaben vor, ein innovatives, emissionsärmeres sowie anpassungsfähiges Verfahren zur umweltfreundlichen Produktion von Baustoffen aus gebrochenem Naturstein im Bereich der 1. Brechstufe „Sprengen des Festgebirges“ zu entwickeln.

Bei allem Fortschritt der Entwicklung neuartiger Sprengstoffe, verbesserter Bohrtechnik, der Bereitstellung von optimal auslegbaren Zündsystemen und einer hochwertigen Messtechnik ist es bisher noch nicht ausreichend gelungen, den Vorgang während und insbesondere nach einer detonativen Sprengstoffumsetzung mit einem geeigneten, physikalisch anpassungsfähigen Stoffgesetz zu modellieren und zu berechnen.

Die derzeitigen Verfahren zur Lademengenberechnung, Dimensionierung einer Sprenganlage für verschiedene Sprengziele und die Vorgehensweise für die Erarbeitung einer Erschütterungsprognose sind empirisch bzw. werden auf der Grundlage vereinfachter, bekannter Zusammenhänge durchgeführt.

Auf der Grundlage der Impulstheorie, die als physikalisches Modell für die Beurteilung des Sprengvorganges angesehen werden kann, wurden wesentliche, ursächlich auf die Sprengstoffumsetzung und Erschütterungen wirkende Einflussfaktoren nachgewiesen. Die genauere Berechnung von Sprenganlagen soll die Optimierung des Sprengstoffeinsatzes, die bessere energetische Ausnutzung der Sprengstoffe und die Verringerung sowie Beeinflussung der Erschütterungsimmissionen ermöglichen.

Auf diese Weise werden im Rahmen der Forschungsarbeiten umweltfreundlichere Produkte entstehen. Die statistisch gesicherten Untersuchungsergebnisse werden in fünf verschiedenen Natursteinbetrieben der Steine und Erden - Industrie systematisch mit dem Ziel durchgeführt, eine breite praktische Anwendung in den mehr als 1.000 mittelständigen Unternehmen der Baustoffindustrie zu erreichen. Das vorliegende Projekt befasst sich mit einer Herabsetzung und besseren Beherrschung von Umwelteinwirkungen bei Gewinnungssprengungen im Festgebirge. Dadurch soll die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe bei gleichzeitiger Umweltentlastung erhöht werden.

Die erklärten umweltrelevanten Zielstellungen sind:

- Möglichkeiten zur Vergrößerung der Sprenganlagen zu schaffen, ohne dass die Erschütterungen ansteigen.
- Reduzierung der Häufigkeit von Sprengungen ohne das Produktionsvolumen zu schmälern, wodurch sich die Umwelteinwirkungen vermindern.
- optimale Ausnutzung der Sprengenergie für die Zertrümmerung des Haufwerks
- Die Verbesserung der Stückigkeit durch die Gewinnungssprengung bedeutet einen geringeren Energieaufwand im nachfolgenden Brechprozess und höhere Durchsatzleistungen der Anlagen.
- Minimierung von Erschütterungen ohne Einschränkung der Haufwerksqualität

Die an dem Projekt beteiligten Partner sind:

- Geotechnisches Sachverständigenbüro Dr.-Ing. habil. B. Müller
- Institut für Bergbau und Spezialtiefbau der TU Bergakademie Freiberg
- Institut für Markscheidewesen und Geodäsie der TU Bergakademie Freiberg

Neben einer Vielzahl von Sensoren wird im Rahmen dieser Forschung der 3D Laserscanner LMS Z390 der Firma Riegl eingesetzt. Mit seiner Hilfe werden im Wesentlichen drei Aufgabenstellungen bewältigt, die der Parametrisierung der Impulstheorie dienen. Einerseits wird aus der Volumenberechnung der Auflockerungsfaktor bestimmt, die Lage des Kluftsystems abgeleitet und andererseits nutzt man den Scanner in Kombination mit der Digitalkamera für die Aufnahme des gesprengten Haufwerks, um am Ende die Kurven der Korngrößenverteilung abzuleiten.

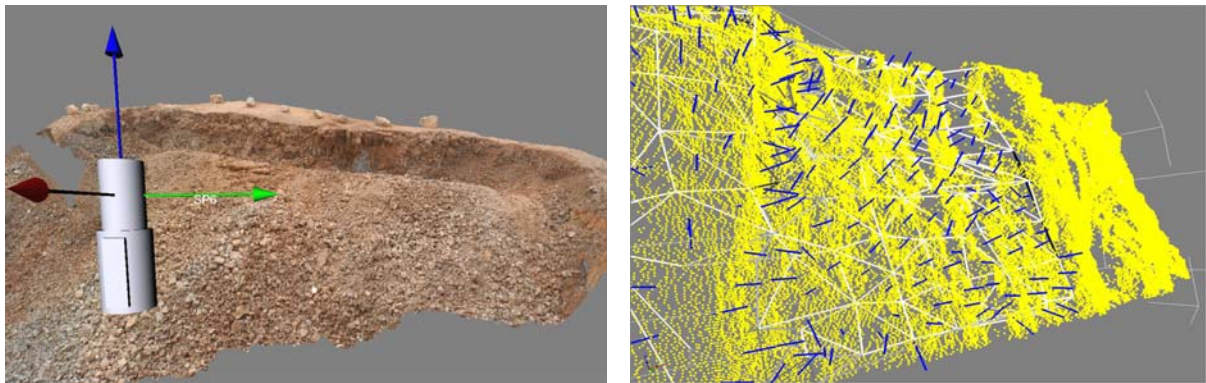


Abbildung 1: Aufnahme des Haufwerks (links) und Modellierung der Festgesteinsoberfläche für das Kluftsystem (rechts)

Im folgenden Abschnitt soll etwas ausführlicher auf die Ermittlung des Auflockerungsfaktors eingegangen werden. Er wurde im Rahmen dieser Forschung zuerst untersucht.

Bestimmung des Auflockerungsfaktors

Der Auflockerungsfaktor α_L ist ein Volumenverhältnis. Er berechnet sich als Quotient aus dem Volumen des zu sprengenden Festgesteinskörpers (V_O) zum Volumen des aufgelockerten Haufwerks (V_L) nach der Sprengung (DIN 24095). Im Gegensatz dazu, ist in der DIN ISO 9245 mit dem Kehrwert (aufgelockert/ gewachsen) der Auflockerungsfaktor f_s definiert.

$$\alpha_L = \frac{V_O}{V_L}$$

Zur Berechnung von α_L sind somit die Größen V_O und V_L zu ermitteln. Sie ergeben sich aus den Volumendifferenzen. V_O ist dabei die Differenz des Abbaustandes vor der Sprengung (B) minus dem beräumten Abbaustand (A).

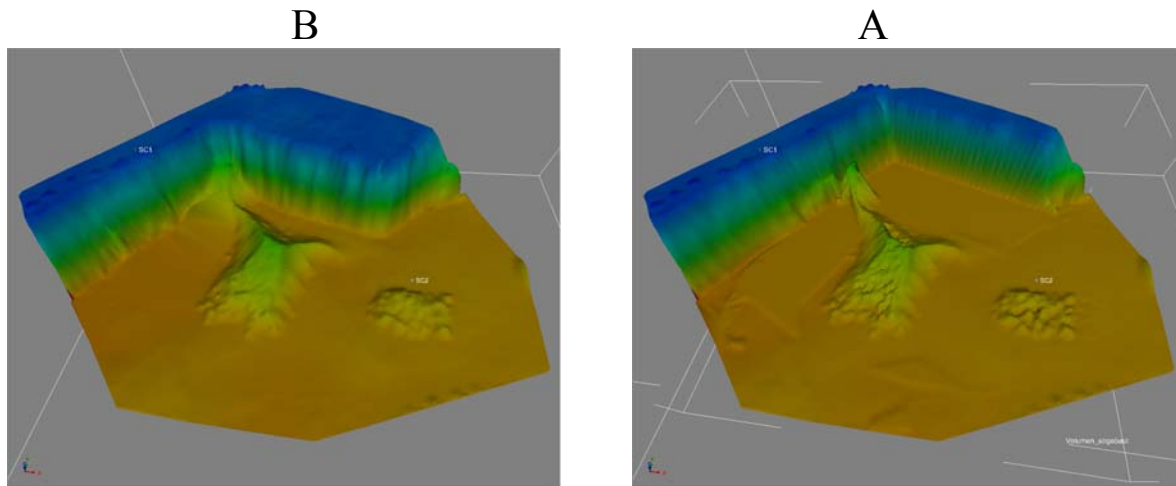


Abbildung 2: Darstellung der Abbausituationen vor der Sprengung (links) und im abgebauten Zustand (rechts)

V_L ist die Differenz aus der Volumensituation nach der Sprengung (C) minus dem beräumten Abbaustand (A).

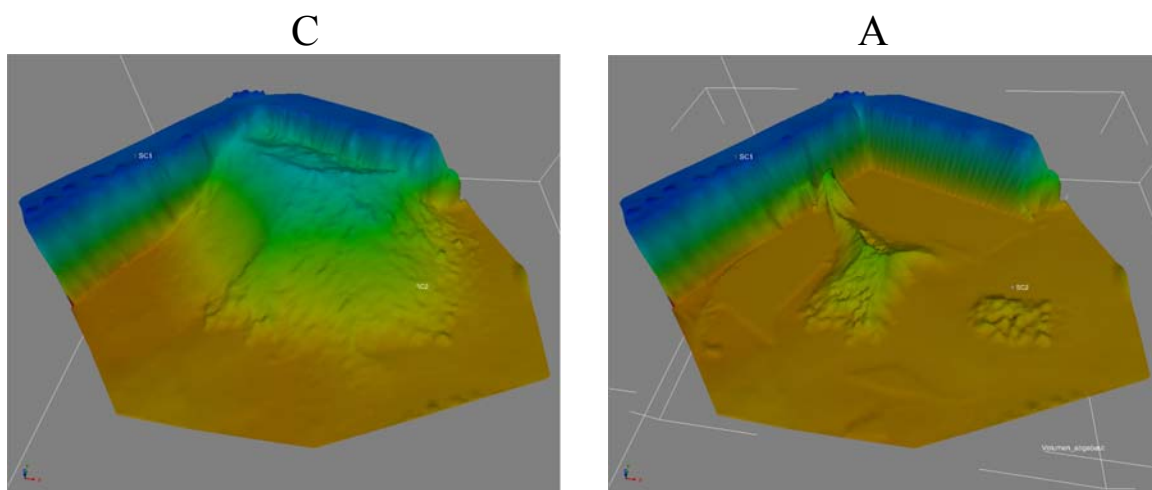


Abbildung 3: Darstellung der Abbausituationen unmittelbar nach der Sprengung (links) und nach dem Abbau der Massen (rechts)

Um mit dem Laserscanner die Abbausituationen vollständig erfassen zu können, sind in der Regel je drei Scannerpositionen vor und nach der Sprengung nötig. Abbildung 4 zeigt beispielhaft drei Aufnahmepositionen vor der Sprengung aus dem Tagebaue Koschenberg. Der zeitliche Aufwand für die Messung mit dem Scanner beträgt jeweils zwei Stunden.



Abbildung 4: Wahl der drei Aufnahmepositionen für den Scanner vor der Sprengung
(Abbausituation A)

Einmalig ist in dem betroffenen Tagebau das jeweilige Festpunktnetz zu verdichten, so dass immer die Orientierung im jeweiligen amtlichen Koordinatensystem gewährleistet werden kann.

Die Zeit für die Nachbearbeitung und Auswertung der Daten im Innendienst mit der Software RiScanPro beträgt für einen Versuch ca. drei Stunden.

Der Vorteil des Einsatzes eines 3D Laserscanners LMS Z390 für diese Aufgabe liegt in erst Linie in der Genauigkeit, mit der α_L bestimmt werden kann. In der Vergangenheit wurde dieser Parameter entweder nur subjektiv geschätzt oder mit Hilfe von Messungen einfacher Profillasern abgeleitet. Naturgemäß sind die auf diese Weise ermittelten Werte recht unzuverlässig. Die Abweichungen liegen dabei in der Größenordnung von 10-20%.

Mit dem Einsatz des 3D Laserscanners LMS Z390 erreicht man eine neue Qualität. Die bisher von uns angestellten Untersuchungen haben gezeigt, dass die Abweichungen, verursacht durch die Messungen vor Ort und der Modellierung im Innendienst, maximal 2% betragen. Somit kann festgestellt werden, dass der 3D Laserscanners LMS Z390 ein effektives Instrument darstellt, um α_L für die Parametrisierung der Impulstheorie zuverlässig ableiten zu können.

TU Bergakademie Freiberg
Institut für Markscheidewesen und Geodäsie
 Dr.-Ing. Thomas Martiensßen
 Fuchsmühlenweg 9
 09599 Freiberg
 Telefon 03731/ 39 28 75
 Fax 03731/ 39 36 01
 e-Mail Thomas.Martienssen@tu-freiberg.de