

# Optimierte Gewinnung

Das Computerprogramm 3D-BlockExpert zum optimierten Abbau von Naturwerksteinen konnte in der Praxis erfolgreich getestet und weiterentwickelt werden.

Erstmals vorgestellt wurde das Computerprogramm 3D-BlockExpert auf der Stone + tec 2007 von Geologen der Universität Göttingen (Naturstein 5/2007, S. 102–107). Es berechnet auf der Basis von Trennflächendaten die zu erwartenden Blockgrößen und Blockformen sowie deren Verteilung innerhalb einer Lagerstätte mit dem Ziel, ein möglichst positives Abraum-Wertgestein-Verhältnis zu erhalten, verbunden mit einer optimalen Blockausbeute. Inzwischen konnte die Software in der Praxis getestet und weiterentwickelt werden. Präsentiert wird sie auf der Stone + tec in Halle 4, Stand 121 (GeoMaSEK, Uni Göttingen). Die Anwendung der Software 3D-BlockExpert und die systematische und detaillierte Aufnahme des Trennflächengefüges eines Lagerstättenkörpers ermöglicht die Detektion (nicht) abbauwürdiger Bereiche. Somit kann sich die Abbautätigkeit auf die Bereiche mit qualitativ hochwertigem Rohstoff konzentrieren. Abbauführung und Rohblockformatierung werden optimiert. Letztlich kann so die Effektivität in der Gewinnung und Nutzung des Rohstoffs Naturwerkstein gesteigert werden.

## Trennflächenanalytik

Für die Gewinnung von Naturwerksteinen sind genaue Kenntnisse der Ressourcenbeschaffenheit und -qualität der Lagerstätte notwendig. Für den optimierten Abbau di-

mensionsgerechter Rohblöcke sollte deshalb das Trennflächengefüge beachtet werden, da sonst ein erheblicher und dabei häufig vermeidbarer materieller und finanzieller Verlust entstehen kann (z. B. Hoffmann 2006, Nikolayev et al. 2007, Mosch 2008). Das Trennflächengefüge umfasst primär alle flächigen Elemente, die durch gegenseitiges Schneiden die Bildung von individuellen Gesteinsblöcken (in-situ Blöcken, Lu & Latham 1999) nach sich ziehen. Zwar ist das Auftreten von Trennflächen generell erwünscht, da durch die Nutzung natürlicher Spaltflächen der Maschineneinsatz beim Ausbringen des Gesteins herabgesetzt werden kann. Liegt jedoch eine erhebliche Fragmentierung des Gesteins vor, ist ein effizientes Ausbringen werksteinfähiger Rohblöcke stark eingeschränkt oder sogar unmöglich. Aus der gemeinsamen Betrachtung der Faktoren »Abstandsverteilung« und »Orientierung« kann also ein Eindruck über die Zergliederung eines Gesteinskörpers gewonnen und damit eine bewertende Einschätzung der potenziellen Nutzbarkeit eines Vorkommens oder eines Lagerstättenbereichs vorgenommen werden.

## Vorbild Steinbruch Bärenburg

Grundsätzlich sollte beim Abbau von Werkstein eine möglichst ideale Abstimmung des Abbauvorgangs auf die Elemente des Trennflächengefüges erreicht werden. Nahezu vorbildlich lässt sich dies im Steinbruch Bären-

burg (Schweiz) bei der Gewinnung der Varietät Verde Andeer umsetzen (Abb. 1, Mosch 2008). In diesem Gneiskomplex sind neben einer annähernd horizontal ausgerichteten Klüftung (Kluftschar A) zwei weitere Hauptklüftscharen ausgebildet. Insgesamt ergibt sich ein Trennflächengefüge, in dem zwei Hauptscharen annähernd senkrecht zueinander ausgerichtet sind (Kluftschar A und B) und durch ein diagonales System (Kluftschar C) geschnitten werden. Der Abbau ist in der Längserstreckung am Streichen der Kluftschar C ausgerichtet, während die jeweilige Abbausohle durch die horizontale Lagerklüftung gegeben ist, die im angeschnittenen Bereich Abstände von etwa 6,5 m aufweist. In der Folge ergeben sich schräge Formen der in-situ Blöcke, womit naturgemäß ein Abraumanteil durch die Abvierung gegeben ist. Aufgrund der tektonischen Gegebenheiten im Steinbruch Bärenburg kann dies auch durch Veränderungen der Abbauführung nicht vermieden werden.

## Neue Möglichkeiten mit 3D-BlockExpert

Die Rohblockhöhe – also der Anteil auszubringender Rohblöcke in werksteingerechter Form und Größe – kann zwar zum Vergleich verschiedener Lagerstätten herangezogen werden, über den tatsächlich ausbringbaren Materialanteil lassen sich jedoch nur bei einfachen geologischen Situationen Aussagen gewinnen. Hier setzt das Computerprogramm 3D-BlockExpert neue Maßstäbe. Mit ihm ist die Verarbeitung von Klüften in allen Raumlagen aufgrund einer detaillierten Aufnahme des Trennflächensystems möglich. Die daraus hervorgehende Zergliederung ei-

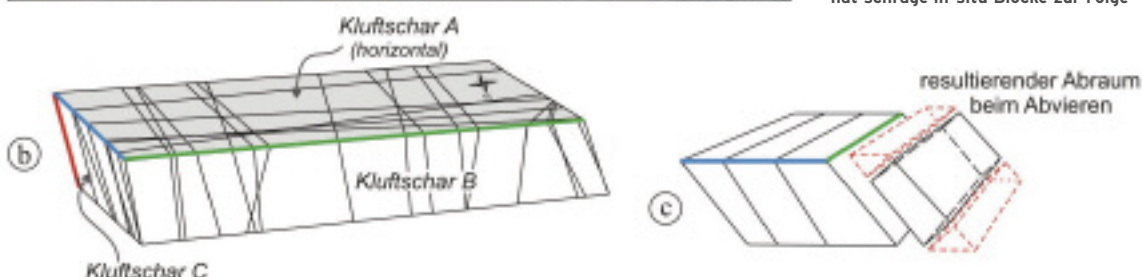


Abb. 1: a) Abbau der Varietät Verde Andeer (Orthogneis, Schweiz) im Steinbruch Bärenburg (Fa. Toscano AG); b) Schematische Darstellung des Trennflächengefüges des Bruchbereichs in a); c) Der generell spitze Winkel zwischen den Klüftscharen A und C hat schräge in-situ Blöcke zur Folge

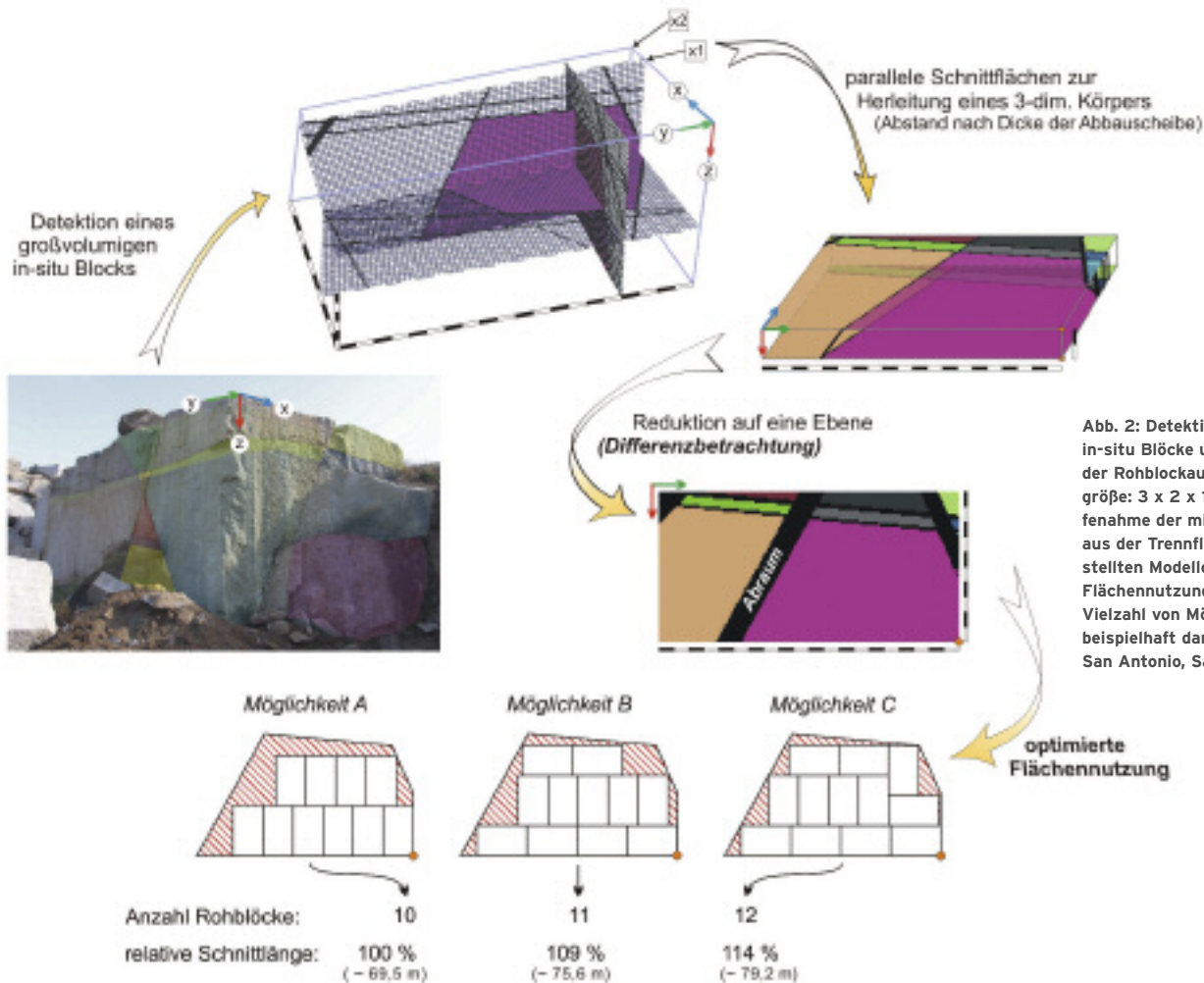


Abb. 2: Detektion großvolumiger in-situ Blöcke und Optimierung der Rohblockausbringung (Blockgröße: 3 x 2 x 1,8 m) unter Zuhilfenahme der mit 3D-BlockExpert aus der Trennflächenanalyse erstellten Modelle. Zur optimierten Flächennutzung sind aus einer Vielzahl von Möglichkeiten drei beispielhaft dargestellt (Granit San Antonio, Sardinien).

nes Gesteinskörpers wird zwei- und dreidimensional dargestellt (Nikolayev et al. 2007, Mosch 2008). Mit der Modellierung eines betrachteten Lagerstättenkörpers und der damit möglichen Einschätzung der Geometrien der sich ergebenden in-situ Blöcke, werden zudem deren jeweilige Volumina berechnet. Somit ist es möglich, nicht abbauwürdige Bereiche zu entdecken und die damit verbundenen Abraum mengen von vornherein zu vermeiden. Vor allem aber kann der Abbau am Verlauf der Trennflächen ausgerichtet werden, um unnötige Trennschnitte und damit eine weitere Zergliederung des Wertgesteins zu vermeiden.

### Optimierte Wirtschaftlichkeit

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit einer Werksteinlagerstätte ist es von vorrangiger Bedeutung, das tatsächlich nutzbare Material in optimaler Weise auszunutzen. Entscheidend ist somit auch die direkte Anpassung von Planungsschritten im laufenden Abbau. Dabei gilt es, die natürliche Teilbarkeit des Gesteins zu nutzen, um zeit- und kostenintensive Trennarbeiten durch Bohrungen oder Sägeschnitte möglichst gering zu halten. Auch dieser Aspekt kann mit 3D-BlockExpert bei der Betrachtung möglicher Abbauplanvarianten unterstützt werden. Die so genannte Differenzbetrachtung zweier Schnittlagen be-

schreibt die räumliche Konstruktion einer potenziellen Abbauscheibe, reduziert auf eine zweidimensionale Ansicht (Abb. 2). Dabei werden die in einem bestimmten Abstand gewählten Schnittlagen, die die Vorder- und Rückseite der Abbauscheibe beschreiben und damit gleichzeitig eine Dimension der finalen Rohblöcke darstellen, zur Deckung gebracht. Durch Abzug des primären Abraums, der sich durch das senkrechte Abstechen der Seitenflächen ergibt, wird das tatsächlich nutzbare Material quantifiziert. Anschließend kann der verbleibende Wertgesteinsanteil im Zweidimensionalen hinsichtlich der besten Flächenausnutzung computergestützt ausgefüllt werden. Im dargestellten Beispiel einer Optimierung sind aus einer Vielzahl von Möglichkeiten lediglich drei exemplarisch herausgegriffen. Ganz deutlich zeigt sich jedoch, dass Verschiebungen in der Anordnung der Rohblöcke sowohl deren mögliche Anzahl als auch die dafür notwendigen Trennarbeiten beeinflussen. Dabei müssen wiederum auch rein wirtschaftliche Faktoren beachtet werden. So ist bei der Anordnungsmöglichkeit C zwar die höchste Blockzahl der gegebenen Beispiele realisiert, doch ist deren Formatierung mit einem erhöhten Arbeitsaufwand (relative Schnittlänge) verbunden. In einem solchen Fall muss daher immer auch das zu erwartende Preissegment

eines Gesteins berücksichtigt werden und eine Abwägung zwischen Produktionsmehrkosten und möglicher Ertragssteigerung stattfinden. Durch eine Beurteilung aufeinander folgender Abbauscheiben können zusätzlich prognostische Aussagen über Anzahl und Volumina von Rohblöcken in zukünftigen Abbaupartien gewonnen werden. Neben der Unterstützung der aktuellen Abbauplanung ergibt sich somit auch ein Werkzeug, mit dem sich zum Beispiel weitere Schritte der Verarbeitung planen lassen oder durch gezielten Abbau direkt auf Anfragen und Bedürfnisse des Marktes reagiert werden kann.

Stephan Mosch, Dmitry Nikolayev, Oktavian Ewiak, Siegfried Siegesmund

### Literatur

- Hoffmann, A. (2006): Naturwerksteine Thailands: Lagerstätten erkundung und Bewertung. - Diss. Univ. Göttingen, 242 S.
- Lu, P. & Latham, J.P. (1999): Developments in the assessment of in-situ block size distributions of rock masses. - Rock Mechanics and Rock Engineering, 32 (1), S. 29 - 49.
- Mosch, S. (2008): Optimierung der Exploration, Gewinnung und Materialcharakterisierung von Naturwerksteinen. - Diss. Univ. Göttingen, 275 S.
- Nikolayev, D.I., Siegesmund, S., Mosch, S. & Hoffmann, A. (2007): Modell-based prediction of unfractured rock masses. - Z. dt. Ges. Geowiss., 158/3: 483 - 490, Stuttgart.
- Singewald, C. (1992): Naturstein - Exploration und Gewinnung. - Rudolf Mueller, Bad Bentheim, 260 S.