

Geotechnisch - Numerische Modellierung der Massenbewegung am „Faulen Schrofen“ bei Reutte/Tirol

Dipl.-Ing. Jörg Meier, joerg.meier@vint.de
Dipl.-Ing. Anke Spickermann, anke.spickermann@bauing.uni-weimar.de
Bauhaus-Universität Weimar

1 Einleitung

Das Gebiet Hornbergl „Fauler Schrofen“ mit dem Murenbach befindet sich wie in Fig. 1 ersichtlich in den nördlichen Kalkalpen ca. 10 km südwestlich der Ortschaft Reutte (Tirol) in einer Bergkette, die den Reuttener Talkessel auf ca. 6 km Länge umrahmt. Der kalkalpine, tektonisch stark gegliederte und instabile geologische Aufbau verursacht im Zusammenhang mit dem schnee- und regenreichen Klima eine überdurchschnittliche Anzahl von Hochwasser- und Murenereignissen, Bergzerreißungsfeldern und Steinschlägen mit Felsstürzen. Die als Folge dieser Katastrophen durchgeführten Schutzmaßnahmen kosteten bis heute ca. 11 Mio. Euro (ca. 150 Mio. Schilling). Am „Faulen Schrofen“ selbst belegen Spalten, Bewegungsbahnen, Muren (z. B. 1975, 1982 und 1983) und Felsstürze (z. B. 1976) deutliche Bergzerreißungsvorgänge.

Seit 1967 gab es in den 7 größeren und mehreren kleineren Wildbächen des Gebietes:

- 7 große Murereignisse mit schweren Schäden im Siedlungsgebiet
- 1976: Felssturz am „Faulen Schrofen“ (ca. 100 000 m³)
- mehrere kleine Felsstürze
- mehrere kleine Murenabgänge

2 Ingenieurgeologische Situation und mögliche Versagensmechanismen

Das Untersuchungsgebiet liegt im westlichen Teil der Nördlichen Kalkalpen in dem Stirnbereich der Lechtaldecke, die nach Norden auf die Allgäudecke überschoben ist. Der

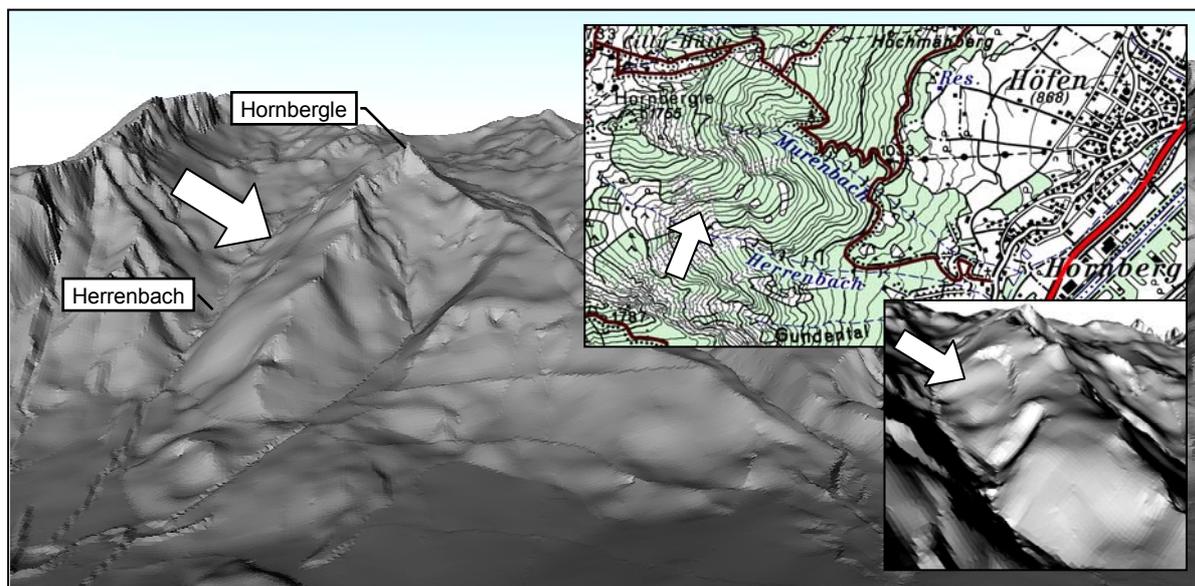


Fig. 1: Lage der Massenbewegung am „Faulen Schrofen“ bei Reutte/Tirol
(3D-Oberflächenmodell mit topografischer Karte)

„Faule Schrofen“ selbst wird durch gebankte Kalke (Oberer Muschelkalk) der Lechtaldecke aufgebaut. In einer Teufe von ca. 200 m im oberen Bereich und ca. 100 m im unteren Bereich wird die durch die Reichenhaller Schichten gekennzeichnete Überschiebungsbahn über die Allgäuschichten angenommen. (Fig. 2) (ALBRECHT 1999, MEIER et al. 2005)

Der obere Muschelkalk ist durch die Zusammensetzung einer Vielzahl von Gesteinspaketen charakterisiert, welche durch drei nahezu senkrecht aufeinander stehenden Trennflächenrichtungen hervorgerufen wird. Die Kluftscharen weisen teilweise mergelige Kluftbeläge auf. Im Bereich des Hanges können oberhalb der Abrisskante von 1976 mehrere Dekameter lange und teilweise über 1 m breite Spaltenzonen beobachtet werden. Breite Bewegungszonen am Kamm zeigen teilweise Öffnungsraten bis zu 85 mm/a.

Aus der ingenieurgeologischen Situation lassen sich für den aktuellen Zustand zwei mögliche Versagensmechanismen ableiten (Fig. 2):

- a) Abgleiten von Gesteinspaketen auf den hangparallelen Schichtflächen
- b) Ausknicken von Gesteinspaketen im Bereich des Felssturzes von 1976 („Buckling“)

3 Numerische Modellierung

Die numerische Modellierung erfolgt auf der Basis des in Fig. 2 abgebildeten ingenieurgeologischen Modells des aktuellen Zustandes des Hanges. Die für den oberen Muschelkalk verwendete Schraffur stellt dabei die Richtung von zwei der drei Trennflächenscharen dar. Die dritte Kluftchar bleibt unberücksichtigt, da diese in der Modellierungsebene liegt. Die folgenden zwei Verfahrensweisen wurden durchgeführt:

1. „Verschmierte“ Modellierung
Der Gebirgsverband wird mit den Trennflächen bei diesem Verfahren durch ein mechanisch adäquates Ersatzmaterial als Kontinuum (jointed material model) mit dem Finite Element Programm ABAQUS/Standard modelliert (2D).
2. Diskrete Modellierung von einzelnen Gesteinsverbänden und deren Trennflächen
In ABAQUS/Explicit wurde der Hang als Lamellenmodell nachgebildet.

Fig. 2 zeigt im unteren Teil die Ergebnisse der Modellierung des Hanges auf der Basis von Erfahrungswerten.

4 Inverse Parameterbestimmung

Eine der aktuellen Hauptproblemstellungen bei der Modellierung von Hanginstabilitäten ist die Bestimmung von möglichst realitätsnahen Modellparametern. Neben der Gewinnung dieser Daten aus der Auswertung von Feld- und Laborversuchen und dem Rückgriff auf ggf. vorhandene „Erfahrungswerte“ bzw. Werte aus der Literatur, besteht als dritte Möglichkeit die indirekte Ermittlung durch inverse Verfahren. Diese Optimierungsverfahren versuchen, durch die iterative Anpassung von Modellparametern einer als „Vorwärtsrechnung“ bezeichneten Simulation eine möglichst gute Übereinstimmung der Berechnungsergebnisse mit Messwerten zu erlangen. Aktuelle Untersuchungen an numerischen Experimenten zeigen – sowohl für Reutte als auch weitere Objekte – vielversprechende Ergebnisse, geometrische und konstitutive Parameter aus gemessenen Oberflächenverschiebungsfeldern rückgewinnen zu können. Im Rahmen eines numerischen Experiments konnten beispielsweise für die Massenbewegung am „Faulen Schrofen“ ausgewählte konstitutive Parameter des tagesnahen Oberen Muschelkalks invers bestimmt werden. Grundlage waren hierbei die Verschiebungsfelder an Oberfläche vor, während und nach einer Abminderung ausgewählter Parameter (z. B. Starkniederschlagsereignis).

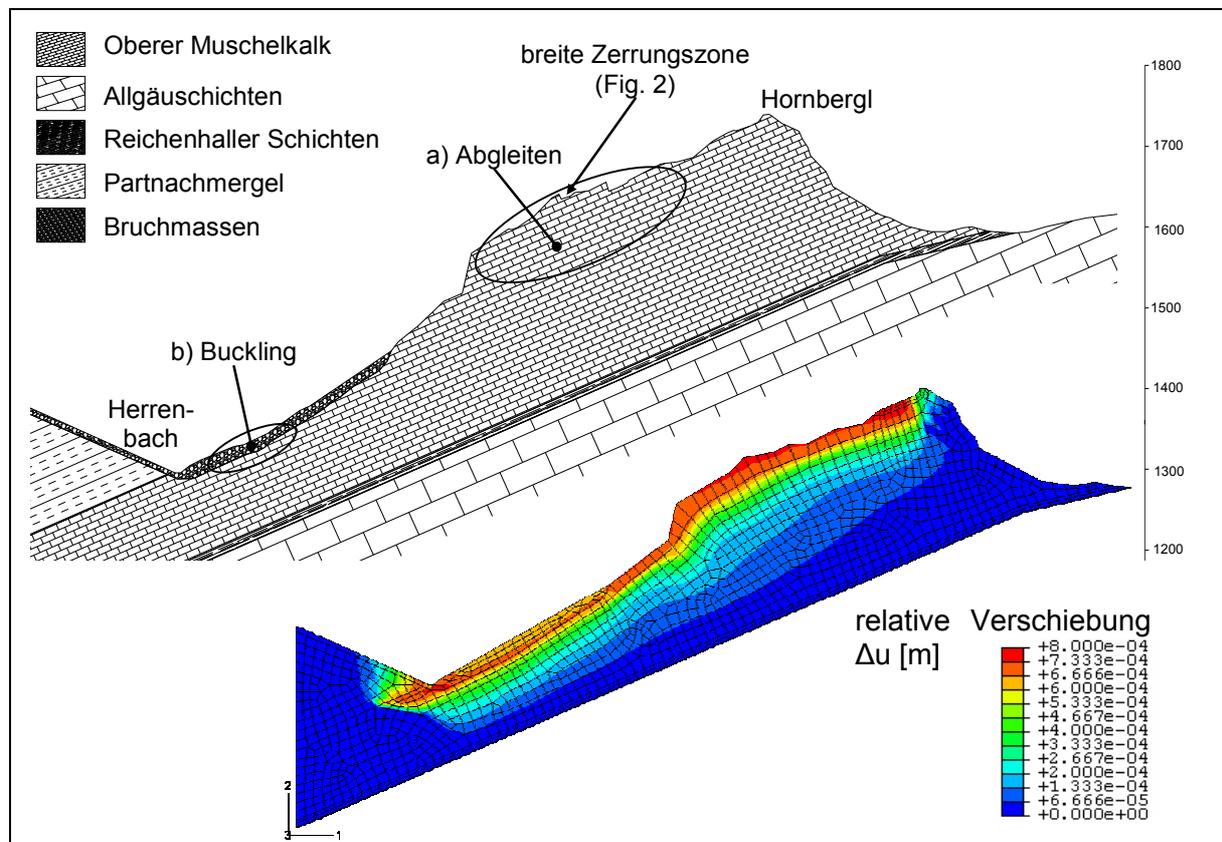


Fig. 2: Ingenieurgeologischer Schnitt im Bereich des Felssturzes von 1976 und die Ergebnisse der numerischen Modellierung mit ABAQUS/Standard

Danksagung

Die hier vorgestellte Arbeit wurde im Rahmen des DFG-Forschungsprojektes „Geotechnische Modellierung tiefgreifender Hangbewegungen“ ausgeführt. Die Autoren möchten sich für die Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Förderprogramms SCHA 675/11-2 bedanken.

Literaturhinweise (Auswahl)

ALBRECHT, T. (1999): Die Geologisch-Geotechnischen Verhältnisse im Einzugsgebiet des Herrenbaches – Reutte / Tirol. Diplomarbeit, Institut für Geologie und Mineralogie Lehrstuhl für Angewandte Geologie, Universität Erlangen-Nürnberg.

MEIER, J.; SCHANZ, T. (2006): Identifikation von konstitutiven und geometrischen Parametern für Böschungen unter besonderer Beachtung von Großhangrutschungen. 7. Geokinematischer Tag, S. 346 – 360

ZIENKIEWICZ, O. C.; PANDE, G. N. (1977): Time Dependent Multilaminate Model of Rocks – A Numerical Study of Deformation and Failure of Rock Masses. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol. 1, pp. 219 – 247

A. Spickermann, T. Schanz, M. Datcheva. Analysis of a deep seated slope failure in the Alps. AK 1.6 Workshop: Nachweise für Böschungen und Baugruben mit numerischen Methoden, Bauhaus-Universität Weimar, Schriftenreihe Geotechnik, Heft 11, pp. 47-58, 2003.