

Untersuchungen des Bergsturzes von Goldau 1806 mithilfe einer Distinkte Elemente Modellierung

Dipl.-Ing. Majd Hatem

o. Univ.- Prof. Dr. Kurosch Thuro

Lehrstuhl für Ingenieurgeologie, Technische Universität München, Arcisstr. 21, 80333 München, Tel: 089-28925851, Fax: 089-28925852, majd.hatem@mytum.de

Der ca. 40 Mio. m³ große Bergsturz von Goldau löste sich am 2. September 1806 vom Gnipen, welcher zusammen mit dem etwas höheren Wildspitz das Rossbergmassiv bildet. Der Rossberg (1568 m) liegt ca. 40 km südlich von Zürich zwischen Zuger und Lauerzer See in der Schweiz. Als Ursache werden die mit 20° bis 30° talwärts einfallenden Konglomeratbänke mit Mergelzwischenlagen angesehen und als Auslöser (Trigger) heftige Regenfälle mit vorhergehender Schneeschmelze nach einem schneereichen Winter. Obwohl bereits mehrfach geologisch beschrieben, sind der mechanische Ablauf der Felsrutschung und die Ausbreitung des daraus hervorgegangenen Sturzstroms noch nicht vollständig geklärt. In den Jahren 2003 bis 2006 wurde an der ETH Zürich und TU München in Form eines kleinen Forschungsprojekts an dieser Problemstellung gearbeitet. Neben der genauen geologischen Kartierung und einer dazugehörigen Gefährkartierung wurden aus den relevanten Gesteinen (Tonmergel, Sandsteine und Konglomerate) Proben entnommen und deren geotechnischen Kennwerte ermittelt (THURO, BERNER & EBERHARDT 2006). Dabei wurde u.a. ermittelt, dass die Gleitfläche keineswegs nur aus Mergeln besteht sondern auch aus Konglomeraten, was wesentlich komplexere Rahmenbedingungen für ein geomechanisches Modell ergibt.

Mit Hilfe des 2D Distinkt-Element-Codes (UDECC©Itasca) wurde ein solches komplexes Modell erstellt und die Bewegung der Rutschmasse entlang der Gleitfläche simuliert. Das progressive Bruchversagen des instabilen, das durch die signifikante Erniedrigung der Scherparameter des verwitterten Mergels verursacht wurde, wurde mit einem elasto-plastischen Mohr-Coulomb'schen konstitutiven Fließkriterium modelliert.

Die kritischen geotechnischen Parameter z.B. Elastizitätsmodul des Mergels, Dilatationswinkel, Normal- und Schersteifigkeit der Trennfläche (JKn Joint normal stiffness und JKs shear stiffness), wurden rückgerechnet (back Analysis). Schlussendlich wurden diese kritischen Parameter in das endgültige Modell eingesetzt, um den Bergsturz zu simulieren.

Um genaue Resultate unserer Berechnung zu gewährleisten, mussten wir bei der Simulation der Gleitvorgänge in den Schwächezonen (Mergel) in Betracht ziehen, dass das Kontinuumsverhalten des intakten Felses zur Entwicklung der Instabilität des geklüfteten Gebirges führt. Aus o.g. Grund wurden die Scherparameter der Mergelschicht variiert, um die Erniedrigung der Scherfestigkeit aufgrund der Verwitterung zu simulieren, und deren Auswirkung auf die Hanginstabilität zu erhalten.

Die Sicherheitsfaktoren (FOS) des Hanges wurden berechnet um den kritischen Reibungswinkel der Mergelschicht zu ermitteln. Unter Annahme einer durchgehenden Mergelschicht an der Basis hat sich ergeben, dass das Versagen in dem verwitterten Mergel bei Reibungswinkeln zwischen 17° und 20° stattfindet. Der Wert des Reibungswinkels entspricht dem Wert in Verwitterungsgrad V3 (*stark verwittert* nach IAEG 1978). Auch unter Berücksichtigung der Konglomerate versagt der Hang bereits im trockenen Zustand und mit einem Reibungswinkel kleiner als 20°.

Weiterhin wurde das komplexe Modell unter Berücksichtigung des Grundwassers und den anderen hydromechanischen Rahmenbedingungen berechnet um das Sprödverhalten unter Wasserdruck zu simulieren. Ein Versagen findet hier auch schon beim Ansatz weit geringerer Reibungswinkel statt.

THURO, K., BERNER, CH. & EBERHARDT, E. (2006): Der Bergsturz von Goldau 1806 – 200 Jahre nach dem Ereignis. – Felsbau 24 (3), 59-66.