

# Erdbebenstabilität von Böschungen in Grächen

Masterarbeit FS 2011  
Marc Schmid

## Thema

In der Schweiz besteht eine erhebliche Gefährdung infolge Erdbeben für die Bevölkerung und für Sachobjekte (KATARISK, 2003). Zur Untersuchung der Gefahrenfolgen ausgehend von einem Erdbeben wird das nationale Forschungsprojekt COGEAR durchgeführt. An diesem arbeiten interdisziplinäre Forschungsgruppen, die unter anderem Böschungsbewegungen unter Erdbebeneinwirkung untersuchen. Als Untersuchungsgebiet wurden Visp und das Mattertal im Kanton Wallis ausgewählt. Gründe dafür sind, dass sich der Kanton Wallis in der höchsten Erdbebenzone der Schweiz befindet und dass sich in Visp das stärkste Erdbeben der letzten 300 Jahre (um 1855,  $M_W=6.4$ ) ereignete.

## Topographie / Baugrundmodell

Um eine erste Beurteilung der Hangstabilitäten durchzuführen wurden anhand eines topographischen Modells die Hangneigungen beurteilt. Dazu wurden drei verschiedene Klassen unterschieden:

1. ●  $\alpha < 30^\circ$  (● Wald)
2. ●  $30^\circ < \alpha < 40^\circ$
3. ●  $\alpha > 40^\circ$

Im statischen Zustand befinden sich die Böschungen der ersten Klasse eher im stabilen Zustand während dem diese der zweiten Klasse sich vorwiegend in einem labilen Zustand befinden. Die dritte Klasse wird hauptsächlich aus Felshängen bestehen.

Basierend auf geologischen Karten und Baugrunduntersuchungen wurden in verschiedenen Profilen die Bodenaufbauten bestimmt. Nachfolgend dargestellt ist das Profil 3, dessen Lage in Abb. 1 eingetragen ist. An diesem Profil ist eine Böschung markiert, die in der Arbeit genauer betrachtet wurde. Diese könnte im Erdbebenfall das darunter liegende Siedlungsgebiet gefährden. Der Boden besteht neben grobkörnigen Materialien auch aus einer feinkörnigen Schicht mit einer Mächtigkeit von ca. 30m. Grundwasser wurde in diesem Profil nicht angetroffen. Somit erübrigte sich eine Analyse auf das Verhalten infolge einer Bodenverflüssigung.

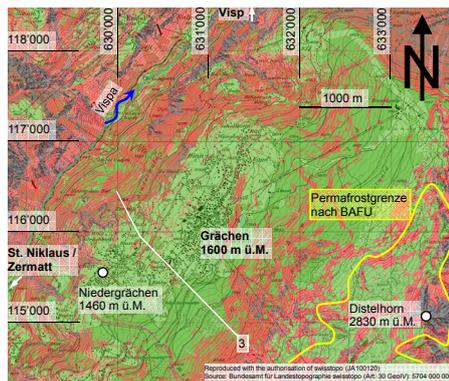


Abb. 1: Übersicht und Hangneigungen (Karte: swisstopo 2011)

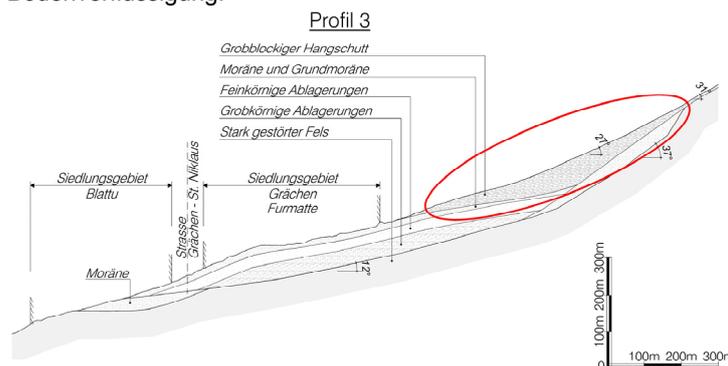


Abb. 2: Profil 3, rot umrandet ist die untersuchte Böschung, nicht massstäblich

## Standortanalyse

Zur Abschätzung der Erdbebenverstärkung am Standort wurde eine Standortanalyse durchgeführt. Daraus resultierte einerseits ein Antwortspektrum auf Oberkante Boden. Zudem wurde der zugrunde liegende Zeitverlauf der Bodenbewegung als Eingangsgröße zur Berechnung von Böschungsverschiebungen verwendet.

Abb. 3 zeigt, dass mit dem standortspezifischen Antwortspektrum wesentlich höhere Beschleunigungen resultieren als mit dem Spektrum für die Baugrundklasse C welche nach SIA 261 (2003) auf das Profil 3 zutreffen würde.

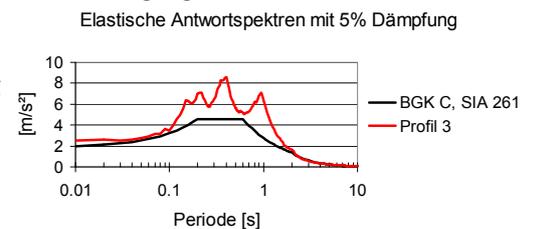


Abb. 3: Elastische Antwortspektren am Profil 3

## Analytische und numerische Berechnungen

Einerseits existieren pseudostatische Methoden zur Ermittlung der Böschungstabilität unter Erdbebeneinwirkung. Bei diesen wird eine horizontale Ersatzkraft angebracht unter der eine geforderte Sicherheit erfüllt werden muss. Eines der verwendeten Verfahren ist das nach der Richtlinie ASTRA 12 005 (2007). Mit dieser werden zulässige Verformungen, die Abmessungen des Gleitkörpers, die Wiederkehrperiode des Bebens sowie die Amplifikation des Baugrundes berücksichtigt. Andererseits gibt es die verformungsbasierten Verfahren. Angewendet wurde unter anderem die Gleitblockmethode nach Newmark, mit der aufgrund des Zeitverlaufs der Bodenbeschleunigungen am Standort die Verschiebung der Böschung abgeschätzt werden kann.

Zum Vergleich wurde eine numerische dynamische Berechnung mit dem Programm Plaxis durchgeführt. In diesem wurde zur Ermittlung der plastischen Verformungen ein Materialgesetz nach Mohr-Coulomb verwendet.

Aus Abb. 4 ist ersichtlich, dass die mit dem Gleitblockverfahren ermittelten Böschungsverschiebungen für verschiedene Zeitverläufe ähnlich sind wie die mit Plaxis berechneten. Im pseudostatischen Verfahren nach ASTRA mussten zulässige Deformationen bis 5cm angenommen werden, damit die Sicherheit erfüllt war. Die auftretenden Verformungen liegen also, wenn auch nur unwesentlich, über den angenommenen.

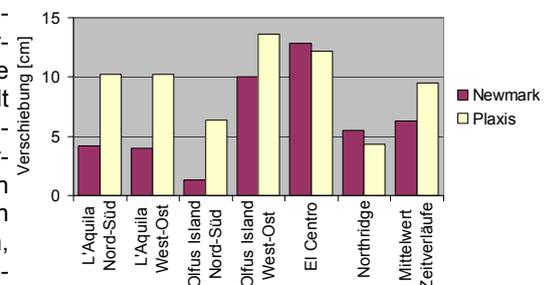


Abb. 4: Verschiebungen der Böschung im Profil 3, dargestellt in Abb. 2

## Fazit

Bei Stabilitätsberechnungen von Böschungen in der Schweiz sollen pseudostatische Verfahren verwendet werden, die den Standort sowie die Größe des Gleitblockes berücksichtigen, wie z.B. nach Richtlinie ASTRA 12 005 (2007). Können die Verschiebungen mit dem pseudostatischen Verfahren nicht quantifiziert werden, liefern Verfahren wie beispielsweise die Gleitblockmethode nach Newmark oder davon abgeleitete Verfahren plausible Resultate zur Abschätzung der Böschungsbewegungen.