

## BEOBACHTUNGS- UND KONSTRUKTIVE MASSNAHMEN ZUR FESTSTOFFTRANSPORTKONTROLLE AM RIEGERBACH, ÖSTERREICH

### STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL MEASURES TO CONTROL DEBRIS FLOWS AT RIEGERBACH CATCHMENT, AUSTRIA

Christof Praschnig<sup>1</sup>, Johannes Hübl<sup>2</sup>, Friedrich Zott<sup>2</sup>

#### ZUSAMMENFASSUNG

Am 30. August 2005 kam es im Einzugsgebiet des Riegerbaches zu einer Großrutschung. Das gesamte bewegte Volumen betrug etwa 650.000 m<sup>3</sup>. Für kommende Ereignisse wird ein Mindestgeschiebedargebot aus den Rutschungsmassen mit etwa 16.000 m<sup>3</sup> angenommen. Da durch die Infrastruktur des Auentales bedroht wird, war es für die lokalen Verantwortlichen notwendig, Maßnahmen zu ergreifen. Ein automatisches Frühwarnsystem wurde vom Institut für Alpine Naturgefahren – BOKU Wien entwickelt und von einer Privatfirma errichtet. Durch dieses System sollen die Bewohner des Auentales geschützt, sowie die Verantwortlichen über aktuelle Vorgänge im Rutschungsbereich informiert werden. In weiterer Folge soll dieses Frühwarnsystem durch aktive konstruktive Maßnahmen, die sich zurzeit im Planungsprozess befinden, innerhalb der nächsten drei Jahre ersetzt werden.

**Keywords:** Passive Maßnahmen, Frühwarnsystem, Beobachtungsmaßnahmen, kurze Vorwarnzeiten

#### ABSTRACT

On Aug 30th 2005 a landslide with a cubature of almost 650.000 cubic meters occurred in the Riegerbach catchment (a tributary of the river Auenbach, area Wolfsberg - Austria). The expected debris flows of 16.000 cubic meters endanger the infrastructure of the valley Auenbach, especially the single communication road. For protection it was essential for the local stakeholders to monitor the debris flow activity. A self-acting system was developed by the Institute of Mountain Risk Engineering - BOKU-Vienna. This monitoring system ensures to protect people against getting harmed by debris flows and to brief local responsibilities on the current incidence to take further measures. This system will be replaced by active and structural measures, which are currently in the process of planning.

**Keywords:** Passive Measures, Monitoring System, Mitigation Measures, Short Forecast Lead Time

---

1 3P Geotechnik ZT GmbH, Mitterlingweg 14, 9520 Sattendorf, Österreich (Tel.: +43-4243-45588-0; Mobil: +43-664-8545767; Fax: +43-4243-45588-20; email: christof.praschnig@3pgeo.com)

2 Institut für Alpine Naturgefahren, Universität für Bodenkultur Wien, Peter Jordanstrasse 82, 1190 Wien, Österreich (Tel.: +43-1-47654-4374; Fax: +43-1-47654-4390; email: johannes.huebl@boku.ac.at)

## DER RIEGERBACH

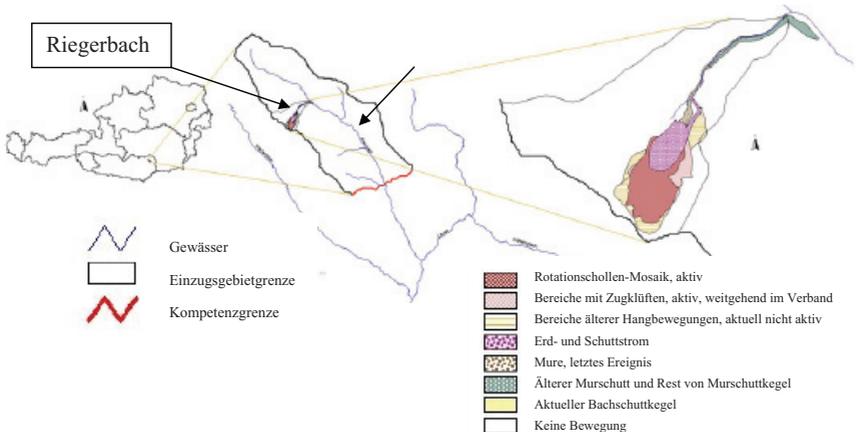
Der Riegerbach ist ein rechtsufriger Zubringer im oberen Teil des Einzugsgebietes des Auenbachs. Der Riegerbach ist Bestandteil des Gewässernetzes des östlichsten Tals der zwölf Haupttäler Kärntens – des Lavanttales. Sein Einzugsgebiet liegt im Gebiet der Gemeinde Wolfsberg. Diese ist Teil des Bezirkes Wolfsberg des Landes Kärnten.

Der Riegerbach entwässert das Gebiet am südwestlichen Gegenhang von Prebl und mündet etwa 1,5 km stromaufwärts des großen linksufrigen Auenbachzubringers Jöbstlbach in den Auenbach. Der Auenbach mündet zwischen dem linksufrigen Lavantzubringer Prössingbach und dem rechtsufrigen Lavantzubringer Weißenbach in die Lavant. Die Lavant selbst stellt einen linken Zubringer des Hauptflusses Kärntens - der Drau - dar.

Der Ursprung des Riegerbachs liegt im Gebiet Wölling an den östlichen Ausläufern der Saualpe auf einer Seehöhe von etwa 1100 m. Der Riegerbach verläuft ca. 1000 m in Richtung Nordost bis zu seiner Mündung in den Auenbach auf einer Seehöhe von etwa 765 m. Im mittleren Bereich des Einzugsgebietes weist der Gerinneverlauf des Riegerbachs im Vergleich zum oberen und unteren Bereich des Einzugsgebietes ein deutlich steileres Gefälle auf.

Das gesamte Einzugsgebiet des Riegerbachs befindet sich im Kompetenzbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) Kärnten. Die Größe des gesamten Einzugsgebietes des Riegerbachs beträgt bei einer etwa dreiecksförmigen Grundrissform etwa 90 ha (Abb.1).

In der geologischen Karte (Weissenbach & Pistotnik, 2000) wird im Bereich der bei dem Ereignis 2005 aufgetretenen Zugrisse eine alte Rutschmasse ausgewiesen. Auch sind im Mündungsbereich des Riegerbaches markante etwa 15 m hohe Ablagerungen aus früheren Ereignissen zu beobachten, die auf die instabilen Lockergesteinslagerungen im Bereich des Riegerbaches hinweisen.



**Abb. 1:** Einzugsgebiete Auenbach (mitte), Riegerbach (rechts)

**Fig. 1:** Auenbach Catchment (middle), Riegerbach catchment (right)

## EREIGNIS

Am 21. August 2005 kam es zu starken Niederschlagsereignissen im Bereich des Auenbachs, nachdem der Boden durch die Regenereignisse in den Vorwochen bereits intensiv durchfeuchtet war. Niederschlagsmaxima von bis zu 95 mm wurden an diesem Tag gemessen. Diese Niederschläge führten in weiterer Folge im Auenbach zu Abflussmengen bis zu 13 m<sup>3</sup>/s ( $\pm 2$  m<sup>3</sup>/s), was einem 7-10 jährlichen Hochwasser entspricht. Im betroffenen Bereich waren rasche Grundwasseranstiege mit resultierenden Kellerüberflutungen sowie mehrere lokale Rutschungen und Vermurungen zu verzeichnen.

Bereits am 21. August wurden im oberen Bereich des Einzugsgebietes des Riegerbachs in einer Seehöhe von etwa 1050 m Zugrisse seitens des Grundeigentümers registriert (Abb.2). Bis zum 27. August nahmen diese Zugrisse nach Längenausmaß und Höhenversatz zu. Im Zeitraum vom 27. – 28. August kam es zu weiteren Niederschlagsereignissen im Gebiet des Auenbachs.

Am 30. August 2005 ereignete sich eine Massenbewegung, die sich in folgende Teilbereiche gliedert (Pirkl, 2005): Der Bereich ober den festgestellten Zugrissen (ca. 1150 -1050 m.ü.A.) besteht aus schollenförmigen Rotationskörpern (Abb. 3). Auf einer Seehöhe von etwa 1050 m.ü.A. erfolgt ein erster Phasenübergang: Die Rotationsschollen brechen und gehen in einen Erd- und Schuttstrom über (Abb. 4). An einer Steilstufe bei etwa 950 m.ü.A. erfolgt nicht zuletzt durch zusätzliche Wasserzutritte ein zweiter Phasenübergang zu einer Mure, die im Bett des Riegerbachs etwa 200 m vor der Einmündung in den Auenbach und der dem Bachlauf des Auenbachs folgenden einzigen Verbindungsstraße in Auental zum Stillstand gekommen ist (Abb. 5).

Es wird von einem gesamt bewegten Volumen von etwa 650.000 m<sup>3</sup> ausgegangen, wobei ein Anteil von etwa 5% (ca. 30.000 m<sup>3</sup>) dem Material unterhalb der Geländekante (Bereich der Mure) zugeordnet wird (Pirkl, 2005). Unter anderem wurde durch dieses Ereignis die einzige Zufahrt zu einigen Bauernhöfen zerstört.



**Abb. 2:** Zugrisse  
**Fig. 2:** Tension cracks



**Abb. 3:** Bereich Rotationsschollen  
**Fig. 3:** Rotational Slide



**Abb. 4:** Bereich Erd- und Schuttstrom  
**Fig. 4:** Earth Flow



**Abb. 5:** Bereich Mure (Murkopf)  
**Fig. 5:** Debris Flow

## MASSNAHMEN

Das zurzeit im Bett des Riegerbaches liegende Murmaterial sowie die im oberen Bereich des Einzugsgebietes liegenden Rutschungs- und Schuttstrommassen sind keineswegs als stabil einzustufen. Ein Minimalszenario weist für diesen Bereich ein zu erwartendes Geschiebeangebot von etwa 16.000 m<sup>3</sup> aus. Das im Maximalszenario mobilisierbare Geschiebeangebot aus diesen Bereichen beträgt etwa 180.000 m<sup>3</sup>.

Im Mündungsbereich des Riegerbaches, unmittelbar neben dem Auenbach verläuft die einzige Verbindungsstrasse durch das Auental. Um die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur und die Sicherheit der Bewohner des Auentals zu gewährleisten waren Sicherungsmaßnahmen betreffend eines möglichen erhöhten Feststofftransportes oder eines Murereignisses zu treffen. Als Sofortmaßnahme wurden Beobachtungsmaßnahmen, die mit einer automatisierten Warnfunktion ausgestattet wurden, zum Schutz der Bevölkerung gesetzt. Dieses passive Warnsystem soll bis zur Umsetzung von derzeit in Planung befindenden aktiven Maßnahmen den Schutz der Bewohner vor Muren sicherstellen.

## BEOBACHTUNGSMASSNAHMEN

Vorerst wurde die Funktionsfähigkeit der Infrastruktur im Mündungsbereich des Riegerbaches durch periodische Beobachtung (Begehungen) des Bereichs der Mur-, Schuttstrom- und Rutschungsmassen etwa alle 12 Stunden gewährleistet.

Da dieses System sowohl keine kontinuierliche Beobachtung als auch keine kurze Vorwarnzeit aufweist, wurde vom Institut für Alpine Naturgefahren – BOKU Wien in Zusammenarbeit mit Ott-Hydrometrie ein automatisiertes Beobachtungs- und Warnsystem entwickelt und installiert. Dieses System stellt sowohl eine sofortige Sperre der Straße im Mündungsbereich des Riegerbaches als auch eine sofortige Information der zuständigen Behörden über etwaige Bewegungen des im Bett des Riegerbaches lagernden Murmaterials sicher.

## Aufbau des Beobachtungs- und Warnsystems

An einem Querprofil, etwa 600 stromaufwärts des Mündungsbereiches werden die Bewegungen des dort lagernden Murmaterials automatisch registriert. Hierfür wurde ein Seil in einer maximalen Höhe von etwa 5 m entlang des Querprofils horizontal gespannt. Da nur eine Beobachtungsstelle entlang des Querprofils nicht als repräsentativ angenommen wurde, wurden in einem Abstand von etwa 2 m Schalter (Abb. 8) an dem Seil fixiert. An diesen Schaltern wurde jeweils ein bis zur Geländeoberkante vertikal hängender Draht angebracht (Abb. 6). Jeder hängende Draht ist jeweils mit einem etwa 1 m langen Holzpfahl verbunden. Die Holzpfähle liegen entlang des Querprofils auf dem zurzeit ruhenden Murmaterial (Abb. 7).

Die Schalter sind mit einem Datenlogger, der an einem Gebäude außerhalb des Gefahrenbereichs des Riegerbaches befestigt ist, verbunden. Dieser Datenlogger wiederum ist mit einer Verkehrsampelanlage (Abb. 9) im Mündungsbereich des Riegerbaches und mit einer GSM- und Emailsendeinheit verbunden. Die Ampelanlage besteht aus zwei Ampeln, die in beide Richtungen der Verbindungsstraße vor dem Mündungsbereich installiert sind.



**Abb. 6:** Horizontales Seil, Schalter und vertikale Drähte  
**Fig. 6** Connecting wires and hanging switches



**Abb. 7:** Holzpfähle, vertikale Drähte  
**Fig. 7:** Piles with hanging wires



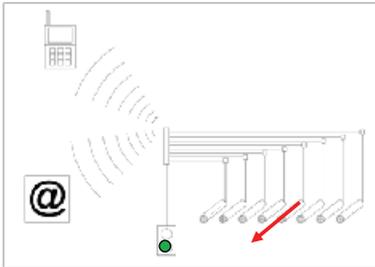
**Abb. 8:** Schalter  
**Fig. 8:** Switches



**Abb. 9:** Ampelanlage  
**Fig. 9:** Traffic Light

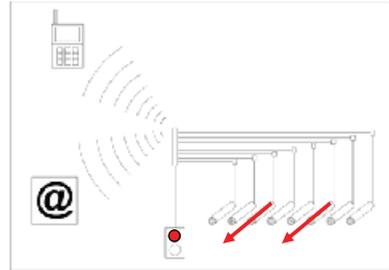
## Funktion des Beobachtungs- und Warnsystems

Bei Bewegung eines Holzpfehles wird der jeweils verbundene Schalter ausgelöst. Im Falle der Auslösung von einem Schalter werden ein Signal via GSM und ein Email an die lokale Bezirksverwaltung vom Datenlogger gesendet. Im Falle der Auslösung von zwei Schaltern erfolgt zusätzlich zur Information der Bezirksverwaltung eine Schaltung der an der Straße installierten Ampelanlage auf rot. Die Bewohner des Auentals werden dadurch dazu angehalten, von einer Durchfahrt durch das sich im Einflussbereich eines eventuellen Murenabganges befindende Mündungsgebiet Abstand zu nehmen. Dadurch wird die Gefahr der Verletzung von Menschen oder gar der Verlust von Menschenleben vermindert.



**Abb. 10:** Funktionsschema Warnsystem: bei Bewegung von einem Holzpfehl

**Fig. 10:** Warning System (scheme) by movement of one pile



**Abb. 11:** Funktionsschema Warnsystem bei Bewegung von zwei Holzpfehlen

**Fig. 11:** Warning System (scheme) by movement of two piles

Durch die Errichtung des beschriebenen Warnsystems konnte eine wirksame Sofortmaßnahme errichtet werden. Planung und Ausführung für konstruktive Maßnahmen stehen im Besonderen unter dem Eindruck von geschehenen und künftigen Extremereignissen unter Zeitdruck. Demgegenüber können sich die Phasen von Grundlagerhebungen für Planungsprozesse sowie die Planungsprozesse selbst sehr zeitintensiv gestalten. Mit Installation eines temporären Warnsystems können durch einen gewissen Zeitgewinn die Rahmenbedingungen für qualitativ hochwertige Untersuchungen und Planungen gesteigert werden.

## KONSTRUKTIVE MASSNAHMEN

Gleichzeitig mit der Installation des Beobachtungssystems begann der Planungsprozess für konstruktive Maßnahmen im Rotationsschollen-, Schuttstrom- und Murenbereich.

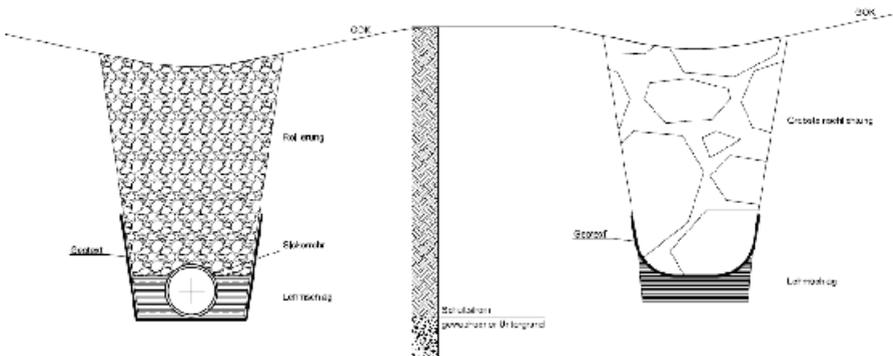
Diese aktiven konstruktiven Maßnahmen sollen das zurzeit in Betrieb befindende passive Warnsystem innerhalb der nächsten 3 Jahre ersetzen.

## Konstruktive Maßnahmen im Rotationsschollen- und Schuttstrombereich

In diesen Bereichen ist die Errichtung von zwei Drainagesystemen geplant:

Von der Stirnseite des Schuttstromes hangaufwärts (unmittelbar oberhalb der Geländekante und des Überganges Schuttstrom/Mure) soll eine, im Grundriss Y-förmige Entwässerung den Porenwasserdruck innerhalb der Rutschungsmasse herabsetzen, um diese zu entlasten und zu stabilisieren. Um sich etwaigen Bewegungen innerhalb der Schuttstrommassen anpassen zu können, wird das Entwässerungssystem in diesem Bereich mit Blockwurf gefüllt und mit Sickergebebe gesicherten Gräben ausgeführt (Abb. 12 rechts).

An der Südostseite der Rotations- und Schuttstrommassen, entlang einer Linie von mehreren Quellaustritten mit Schüttungen von bis zu etwa 7 l/s, sollen die dort auftretenden Oberflächen- und Sickerwässer in einer Linienentwässerung gesammelt und geordnet abgeführt werden. Da in diesem Bereich sowohl kaum Bewegungen zu erwarten sind als auch größere Wassermengen abzuführen sind, wird das Entwässerungssystem mit einem mit Sickergebebe ummantelten Sickerkiesgraben, einer Drainageleitung und etwa alle 20 m angeordneten Revisionsschächten ausgeführt (Abb.12 links).



**Abb. 12:** Regelschnitte Entwässerungsmaßnahmen Südostseite Schuttstrom (links), Schuttstromstirn (rechts)  
**Fig. 12:** Standard sections drainage measures: Earth flow southeast (left), Earth flow front (right)

## Konstruktive Maßnahmen im Mündungsbereich

Zum Rückhalt von Lockermassen bei künftigen Ereignissen soll ein Murbrecher errichtet werden. An den Aussenseiten soll der Murbrecher in einen Erddamm eingebunden werden. Aufgrund des Erddamms in seiner Funktion als Durchflussbarriere werden Wasser- und Feststoffmassen durch die Öffnungen im Murbrecher gezwungen und die Feststoffe im Rückhalteraum abgelagert.

Nach derzeitigem Planungsstand soll der Murbrecher durch zwei Scheiben und die seitlichen Wangen in drei Felder mit einer lichten Weite von 1,50 m gegliedert sein. Zum Rückhalt von Geschiebe und Unholz werden in die Felder horizontale Walzprofile, deren Vertikalabstand mit der Höhe zunimmt, eingebaut. Mit geplanter Befestigungskonstruktion kann der Vertikalabstand der Profile nachträglich jederzeit variiert werden (Abb. 13).

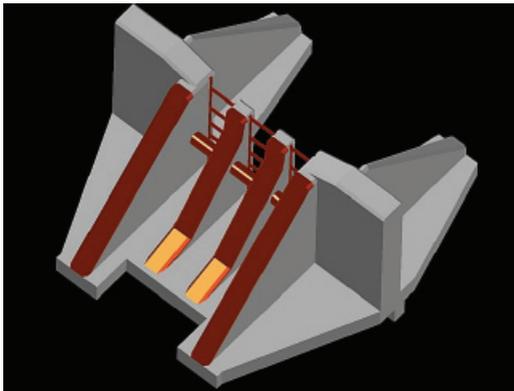
### Standort A:

Als erster Standort für den Murbrecher wurde der Riegergraben etwa 200 m oberhalb des Mündungsbereiches festgelegt. Nach Errichtung dieses Sperrbauwerkes ergäbe sich bei vorhandener Topographie ein maximal möglicher Rückhalteraum für Geschiebe und Unholz von etwa 25.000 – 30.000 m<sup>3</sup>.

Nach ersten geotechnischen Untersuchungen (Baggerschürfe und Kernbohrungen) musste jedoch festgestellt werden, dass aufgrund der am Standort 200 m oberhalb der Mündung des Riegerbaches vorhandenen Untergrundverhältnisse keine ausreichende Standsicherheit für den geplanten Murbrecher zu erwarten sei.

### Standort B:

Nach derzeitigem Stand soll der projektierte Murbrecher etwa 100 m unterhalb der Mündung des Riegerbaches im Auengraben errichtet werden. Im Vergleich zu Variante A können an diesem Standort größere Rückhalteräume genutzt werden. So kann durch Nutzung des Bereichs unmittelbar oberhalb der Mündung des Riegerbaches der Rückhalteraum im Riegergraben annähernd verdoppelt werden. Durch eine zusätzliche Nutzung von Rückhalteräumen im Bereich des Auengrabens kann von einem gesamten Rückhalteraum für Geschiebe und Unholz bei Standort B von etwa 60.000 bis 80.000 m<sup>3</sup> ausgegangen werden.



**Abb. 13:** Murbrecher (Animation)  
**Fig. 13:** Debris Flow Braker (animation)

## **SCHLUSSFOLGERUNGEN**

Das sich zurzeit in Betrieb befindende Beobachtungs- und Warnsystem hat sich seit seiner Installation im Jahr 2005 bewährt. Nach bisherigen Erkenntnissen kann dieses System bei Bedarf auch anderenorts als Sofort- bzw. temporäre Maßnahme errichtet werden. Vorerst bleibt dieser Einrichtung allein der Einsatz als temporäre Maßnahme vorbehalten weil die rechtliche Situation von Warnsystemen in Österreich noch ungeklärt ist (Haftungsansprüche etc.).

Die geplante Errichtung der aktiven Maßnahmen (vor allem des Murbrechers im Mündungsbereich) ist finanziell aufwendig. Eine Realisierung dieses Projektes kann nur

erfolgen, wenn der Nutzen dadurch gesteigert wird, dass in einer Kosten-Nutzen-Analyse auch Objekte außerhalb des Kompetenzbereiches der Wildbach- und Lawinenerhaltung (WLW) im Kompetenzbereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWV) mitberücksichtigt werden.

Etwa 6 km flussab der Mündung des Riegerbaches, unmittelbar nach der Kompetenzgrenze WLW / BWV, befindet sich entlang des Auenbaches die Siedlung Auen. Etwa weitere 4 km flussab liegt die Bezirkshauptstadt Wolfsberg mit etwa 30.000 Einwohnern.

Unter der für eine positive Kosten-Nutzen-Analyse erforderlichen Miteinbeziehung der unterhalb der Kompetenzgrenze liegenden Objekte (Auen, Wolfsberg) ergibt sich für den möglichen Standort B ein weiterer Vorteil:

Aufgrund der Lage des Rückhalteraumes im Auenbach können im Falle eines Großereignisses über die Filterung der Feststoffe aus dem Einzugsgebiet des Riegerbaches hinaus auch Feststoffe aus dem Einzugsgebiet des Auenbaches an dieser Sperre retiniert werden. Nach Errichtung eines Sperrenbauwerkes erfahren die unterliegenden Bereiche bei einem Großereignis eine Verminderung der Hochwasserwelle. An Standort B ist diesbezüglich ein Doppelnutzen des Sperrenbauwerkes gegeben. So können sowohl die aus dem Ereignis 2005 ruhenden Lockermassen als auch Feststoffe aus dem Einzugsgebiet des Hauptbaches zurückgehalten werden.

## LITERATUR

- Bäk, R. (2005): „Geol.Stellungnahme Rutschung im Bereich KG Preims. Anwesen Erwin Baumgartner vlg. Holsteiner, Oberleidenberg 100, 9412 St.Margarethen“. Amt der Kärntner Landesregierung UA Geologie und Bodenschutz, Klagenfurt (unveröffentlicht)
- Pirkl, H. (2005): „Massenbewegung Rieger – Wölling; Auenbach / Gemeinde Wolfsberg“. Wien (unveröffentlicht).
- Praschnig, C. (2007): „Grundlagenerhebung für die Gefahrenzonenplanerstellung am Auenbach im Lavanttal“. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien
- Praschnig, C. (2007): „Structural and Nonstructural Measures to control debris flows at Riegerbach catchment, Austria“. EGU General Assembly: Integrated Natural Hazard Protection (floods and mass movement): Structural and nonstructural measures - state-of-the-art: Poster Nr. 2007-A-03452
- Weissenbach, N. & Pistotnik, J. (2000): „Geologische Karte der Republik Österreich M1:50.000, Blatt 187 - Bad Sankt Leonhard im Lavanttal“. Geologische Bundesanstalt, Wien

