



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

MURWARNSYSTEM AM BRETTERWANDBACH MATREI/OSTTIROL

DAS MURWARNSYSTEM ALS WESENTLICHER ECKPFEILER IM GESAMT- SCHUTZKONZEPT

DEBRIS FLOW WARNING SYSTEM AT BRETTERWANDBACH MATREI/OSTTIROL

THE DEBRIS FLOW WARNING SYSTEM AS ESSENTIAL ELEMENT IN THE PROTECTING CONCEPT

Unterweger Otto¹

ZUSAMMENFASSUNG

Die Regulierung des Bretterwandbaches weist direkt im Ortszentrum 2 Schwachstellen auf: Die Lederer- und die Hochbrücke sind mehrere Meter in die Leitwerke eingeschnitten. Die Hebevorrichtung und der Verschlussmechanismus entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik. Um Zeit zum Verschluss dieser Öffnungen zu gewinnen, war die Installation eines Murwarnsystemes und die Ertüchtigung einer Geschieberückhaltesperre („Kalkofensperre“) erforderlich. Im Oberlauf des Bretterwandbaches wurde eine Niederschlagsmessstelle und oberhalb des Geschiebeablagerungsplatzes eine Durchflussmessereinrichtung montiert. Beide Messstellen warnen bei Überschreitung festgelegter Schwellenwerte die örtlichen Einsatzkräfte. So konnte nach dem Umbau der Brücken, der Sanierung der Geschieberückhaltesperre und der Installation des Murwarnsystemes eine wesentliche Verbesserung der Sicherheit der Bewohner des Marktes Matrei i.O. erzielt werden.

Key words: Murwarnung, Bachverbauung, Sperrrensanierung.

ABSTRACT

The debris flow guide walls of Bretterwand-torrent have two weak spots near the center of the village: The so called Lederer- and Hoch-Bridges are some meters deeper than the crowns of the dams on both sides of the torrent. The elevating mechanism of the bridges is no longer state of the art. To save time for closing the open areas in the dams, it was necessary to stabilize a debris retention dam („Kalkofensperre“). In the upper course a precipitation measuring instrument was installed and a measuring instrument for the rate of flow was built in above the debris retention dam. Both instruments will send a warning to the local disaster management team, if a prefixed level is exceeded. In this way – after the reconstruction of both bridges and

¹ Gebietsbauleiterstellvertreter, Forsttechnischer Dienst für Wildbach und Lawinenverbauung, Gebietsbauleitung Osttirol, Kärntnerstraße 90, 9900 Lienz, Österreich, (Tel.: +43-4852-63456; FAX +43-4852-63456-26; email: otto.unterweger@wlv.bmlf.gv.at)

the stabilisation of the debris retention dam – the safety of the inhabitants of Matrei i.O. could be farther increased by installing this new warning system.

Key words: debris flow warning system; torrent control; reconstruction of check dams.

ANLASS FÜR DIE ERSTELLUNG DES MURWARNSYSTEMES

Der Bretterwandbach war bis 23.2.2001 im Bereich des dicht besiedelten Schwemmkegels im Zuständigkeitsbereich der Bundeswasserbauverwaltung. Erst im Zuge einer tirolweiten Überarbeitung der Abgrenzung wurde auch der Unterlauf des Bretterwandbaches bis zur Mündung in den Tauernbach in den Zuständigkeitsbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung, Gebietsbauleitung Osttirol übertragen. Schon im Jahre 1999 wurde



die Gebietsbauleitung Osttirol zu einer Katastrophenübung der Matreier Feuerwehren am Bretterwandbach eingeladen. Dabei musste festgestellt werden, dass die vor mehreren Jahrzehnten mit einer Hebevorrichtung ausgestatteten Brücken im unmittelbaren Ortsbereich im Hochwasserfall ein großes Sicherheitsrisiko darstellen. Das Verschließen der 4 Leitwerksöffnungen dauert im günstigsten Fall ca. 30 Minuten, gerechnet ab der Alarmierung der Feuerwehr der Marktgemeinde.

Abb 1: Öffnung in den Leitwerken bei der Ledererbrücke
Abb 1: Open part of the guide wall at the Lederer-Bridge

Das Anheben der beiden Brückentragwerke (Hoch- und Ledererbrücke) erforderte den Zeitaufwand von 1 Std./m Brückenanhebung. Aufgrund der Erkenntnisse dieser Feuerwehübung und im Wissen um die Gefährlichkeit des Bretterwandbaches war dringender Handlungsbedarf gegeben. Es war sofort klar, dass trotz Verbesserung der Verbauungsmaßnahmen im Oberlauf und Umbau der beiden Brücken im Marktzentrum ohne ein entsprechendes Vorwarnsystem Bachausbrüche nicht zu verhindern sein werden.

KURZBESCHREIBUNG DES BRETTTERWANDBACHES

Der Bretterwandbach besitzt ein 17,8 km² großes Einzugsgebiet, das sich im Wesentlichen in 6 Teileinzugsgebiete untergliedert. Die Mündung in den Tauernbach liegt auf 935 m Seehöhe, der höchste Gipfel erreicht 3088 m. Auslösende Ursachen von großen Murgängen sind starke Gewitterregen, vielfach mit Hagelschlag in den Haupterosionsgebieten (Haupt- und Sunzgraben). Der Abfluss aus der 0,4 km² großen „Bretterwand“ sammelt sich an einer Stelle am Wandfuß und fließt dann durch die „Große Blaike“. Die Hochwasserabflussermittlung ergab

für das „Bemessungsereignis“ etwa 80 m³/sec. Bei einem Einzelereignis werden bis zu 150.000 m³ Geschiebefracht erwartet. Das Grundgestein des Einzugsgebietes (Matreier Schuppenzone) wird von Phylliten und Kalkglimmerschiefern gebildet und ist besonders erosionsanfällig. Schon vor 1900 wurden umfangreiche Verbauungsmaßnahmen zur Sicherung dieses gefährlichen Wildbaches errichtet.

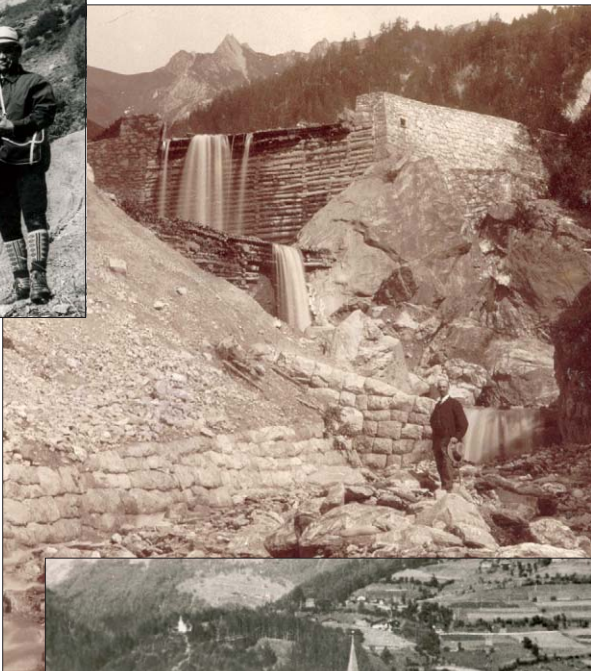


Abb 3: Seit 1884 werden Verbauungen am Bretterwandbach ausgeführt.

Abb 3: Since 1884 torrent control measures were done.



Bis heute gab es kaum Zeiten ohne Verbauungstätigkeit und so befinden sich allein in den zwei Hauptgräben mehr als 70 Konsolidierungssperren. Und dies nicht ohne Grund: In der Chronik sind 29 mittlere und schwere Vermurungsereignisse aufgezeichnet. Heute leben im unmittelbaren Gefahrenbereich des Schwemmkegels etwa 1500 Menschen.

DAS MURWARNSYSTEM ALS TEIL DES SCHUTZKONZEPTES

Ertüchtigung der Kalkofensperre

Ein Hauptpfeiler im Schutzkonzept zur Sicherung der Marktgemeinde Matrei i. O. ist neben dem Erhalt der bestehenden Konsolidierungssperren (über 70 Stück) die schadlose Ablagerung des Geschiebes im Hochwasserfall hinter der Kalkofensperre bei hm 21,62. Ohne diese Geschieberückhaltesperre ist ein Murvorwarnsystem wirkungslos, da die Anlaufzeiten bis in den Ortsbereich zu kurz wären. Nur durch die Verzögerung des Abflusses im Ablagerungsbecken ist es möglich, eine entsprechende Zeit zum Schließen der Leitwerksöffnungen zur Verfügung zu haben. Je nach Verlandungsgefälle fasst die Kalkofensperre bis zu 150.000 m³ Murmaterial.

Diese Geschieberückhaltesperre wurde 1950/51 erbaut, weist luftseitig eine Höhe von 16 m auf und die Breite der Sperre beträgt 105 m. Aufgrund der Bedeutung dieses Bauwerkes wurde im Herbst 2000 eine Untersuchung der Standsicherheit dieses Baukörpers in Auftrag gegeben. Die Überprüfung der Statik einer alten Sperre dieser Größe ist eine besondere Herausforderung. Die Firma Verbundplan mit Sitz in Salzburg führte diese umfangreiche Studie durch.



Das Ergebnis dieser Untersuchungen war, dass größere Zugbeanspruchungen im Sperrenkörper nicht auszuschließen sind und vom Zementmörtelmauerwerk (ohne Stahlbewehrung) nicht aufgenommen werden können. Daher war die Sanierung in statischer Hinsicht vordringlich, und wurde durch eine vorgeschüttete Rampe im Jahre 2002 hergestellt. Ein erster großer Schritt zur Verbesserung der Hochwassersicherheit war dadurch getan.

Abb. 3: Statische Sanierung der Kalkofensperre durch eine Vorschüttung

Abb. 3: Static readjustment of the „Kalkofensperre“ by a soil-packing in front of the dam

Im Zuge der Sanierung der Kalkofensperre wurden auch die einzelnen Durchflüsse aus den Dohlenöffnungen berechnet. Dabei stellte sich heraus, dass der größtmögliche Durchfluss (reines Wasser) aus den verbliebenen oberen 3 Dohlenreihen größer ist als der maximale Durchfluss des Niederwasserprofils an den beiden Brücken im Marktzentrum. Daher wurden im Jahre 2003 mehrere Dohlen verschlossen, sodass sichergestellt ist, dass der verbleibende Durchfluss keinen Stau an den Brücken im Ort verursachen kann.

Umbau der Hoch- und Ledererbrücke

Der Verschluss der Leitwerksöffnungen durch Holzbohlen und das händische Anheben der Brücken hat sich bei der Feuerwehrübung von 1999 als untauglich herausgestellt. Es war daher parallel zur Sanierung der Kalkofensperre die Erstellung einer Studie für den Umbau der

beiden Brücken ein Gebot der Stunde. Das Zivilingenieurbüro Nemmert erarbeitete in Zusammenarbeit mit der Gebietsbauleitung Osttirol des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung diese Studie, wobei 3 Varianten näher betrachtet wurden:

- **Umbau der bestehenden Brückenkonstruktion:**
 Dabei war die Verbesserung der bestehenden Hebevorrichtung zu planen, um eine Anhebung der Tragwerke in ca. 10 Minuten zu ermöglichen. Durch die Distanz der Anhebepunkte ist ein Verklemmen nicht auszuschließen. Trotzdem muss ein sicheres Anheben der gesamten Brückenkonstruktion gewährleistet werden. Weiters ist auch ein Umbau der Verschlüsse bei Beibehaltung der Anhebekonstruktion vorzusehen. Dieser muss dabei außen an den Leitwerken angebracht werden. Dieser Umbau ist die kostengünstigste Variante.
- **Betonbrücke über das Niederwasserprofil und beidufrige Stahlschiebetore:**
 Als 2. Variante wurde die Ausführung einer schlanken Stahlbetonbrücke über das Niederwasserprofil untersucht. Bei dieser Variante sollte der Brückenkörper fix montiert bleiben und lediglich das Gelände aushebbar ausgeführt werden. Im Hochwasserfall wäre eine Verklauung des Niederwasserprofils in Kauf genommen worden, da das verbleibende Durchflussprofil zwischen den Leitwerken für den Hochwasserabfluss ausreichend ist. Zur Sicherung der Öffnungen in den Leitwerken wären 2 Stahlschiebetore geplant gewesen. Der Nachteil dieser Variante besteht darin, dass im Hochwasserfall eine starke Beschädigung des Brückenkörpers trotz massiver Bauweise nicht auszuschließen ist. Hohe Erhaltungskosten wären die Folge.

- **Klappbrücke mit Schiebetor:**
 Weiters wurde die Ausführung einer Klappbrücke und eines Schiebetores untersucht. Bei dieser Variante soll eine Brücke in Stahlkonstruktion drehbar gelagert werden, so dass sie bei einer Hochwasserwarnung mittels Seilwinde hochgeklappt werden kann. Durch dieses Hochklappen wird auch gleichzeitig eine Öffnung im Leitwerk verschlossen, sodass dort ein Austritt des Baches verhindert werden kann. Auf der gegenüberliegenden Bachseite soll die Leitwerksöffnung durch ein Stahlschiebetor gesichert werden. Für das Hochklappen der Brücke und Zuziehen des Schiebetores wird man etwa 5 Minuten benötigen.

Diese Variante ist kostengünstigster als Variante 2, aber wesentlich teurer als Variante 1. Der Vorteil besteht in der Schnelligkeit der Brückenhebung. Das Stahlschiebetor kann zudem im bestehenden Leitwerk geführt werden. Als Nachteil ist anzumerken, dass für das Aufschwenken der Brücke Motoren erforderlich sind, deren Funktionieren im Katastrophenfall immer mit einem Restrisiko verbunden ist.

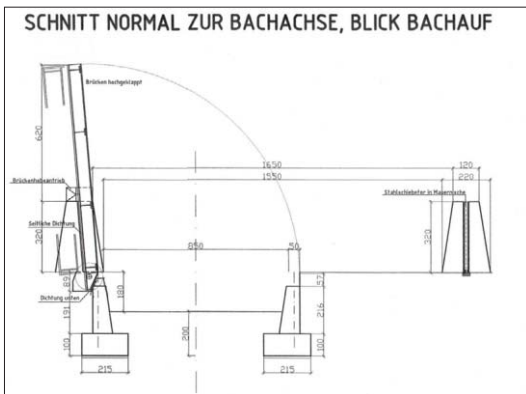


Abb 4: Klappbrücke mit Schiebetor
 Abb 4: Tip up bridge with sliding gate

DAS MURWARNSYSTEM

Die baulichen Maßnahmen allein sind jedoch nicht in der Lage, den Schutz für den Schwemmkegel sicherzustellen, da nur bei einer entsprechenden Vorwarnung gewährleistet ist, dass die Brücke rechtzeitig angehoben und die Leitwerksöffnungen verschlossen werden können. Dieses Murwarnsystem ist in 2 Stufen gegliedert.

Niederschlagsmessung und Warnung

Als erster Indikator für ein bevorstehendes Hochwasserereignis dient der Niederschlag. Wie bereits erwähnt, ist bei Starkniederschlägen im Bereich der Bretterwand und des Sunzgrabens



das Murrisiko besonders hoch. Daher wurde etwas oberhalb der Mündung des Sunzgrabens in den Hauptbach zwischen den beiden Gräben eine Niederschlagsmessstelle errichtet. Sie liegt auf einer Seehöhe von etwa 1720 m. Die Stromversorgung erfolgt über eine Solaranlage. Die Datenübertragung wird mittels GSM-modem abgewickelt. Als Schwellenwert für die Alarmierung wurden 15 mm Niederschlag in 15 Minuten festgelegt.

Abb. 5: Niederschlagsmessstelle im Oberlauf

Abb. 5: Precipitation measuring instruments in the upper course

Die Erfahrungen der kommenden Jahre werden zeigen, ob und in welche Richtung dieser Schwellenwert angepasst werden muss. Die Wirksamkeit und Akzeptanz von Warneinrichtungen ist umso größer, je weniger Fehlalarme vorkommen. Die Warnung der Niederschlagsmessstelle soll auch keinen Alarm auslösen, sondern ist als Vorwarnstufe anzusehen. Über Fernabfrage kann der Niederschlagsverlauf mit den Regenmengen beobachtet werden. Die Einsatzkräfte können so schon frühzeitig erste Vorbereitungen treffen. Gleichzeitig kann über Fernabfrage auch der Abfluss aus dem Einzugsgebiet beobachtet werden:

Abflussmessung und Warnung

Die Messung des Hochwasserabflusses erfolgt in einem Felskanal oberhalb des Geschiebebrückhaltebeckens. Das Durchflussprofil wurde genau vermessen und mit einer erosionsstabilen Sohle versehen.

Da die Versorgung mit Solarenergie nur für den Notbetrieb genug Strom erzeugen kann, wurde die Messstelle an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Auch eine Telefonleitung wurde verlegt, um die Datenübertragung sicherer und schneller zu machen.

Für die Berechnung des Durchflusses sind zwei Radarsensoren erforderlich. Eine Messung betrifft die Fließgeschwindigkeit, die zweite die Fließhöhe. Die Genauigkeit der Fließhöhenmessung liegt bei ± 1 cm. Die berührungslose Wasserstandsmessung hat einen Messzyklus von 17 sec., wobei von 40 Messwerten ein Mittelwert (gefiltert) gerechnet wird. Ebenso wird bei der Ermittlung der Oberflächengeschwindigkeit vorgegangen. Aus diesen beiden Messwerten muss nun über eine Schlüsselkurve eine Durchflussberechnung erfolgen. Die lang-

jährige Erfahrung der Mitarbeiter des Hydrographischen Dienstes des Amtes der Tiroler Landesregierung waren bei dieser schwierigen Arbeit unersetzbar und ausschlaggebend für die



rasche Inbetriebnahme der Messstelle. Auch der unterschiedliche Geschiebeanteil bei einzelnen Hochwasserereignissen ist zu berücksichtigen. Dabei ist jenes Szenario auszuwählen, welches zu einem Alarm führen soll. Hier ist das Niederwasserprofil an der Hochbrücke ausschlaggebend. Ist nämlich der Durchfluss bei der Messstelle größer als die Kapazität des Niederwassergerinnes bei der Hochbrücke, muss eine Murwarnung erfolgen.

Abb. 6: Durchflussmessstelle bei einem Felskanal
Abb. 6: Measuring instruments for the rate of flow

Bei einem kleineren Hochwasser im Juli 2003 zeigte sich, dass ein Pegelwert von 80 cm mit einem Abfluss von 25-30 m³/sec verbunden ist. Diese Hochwassermenge kann auch vom Niederwasserprofil an der Hochbrücke aufgenommen werden. Daher wurde dieser Pegelstand als Alarmschwelle festgelegt. Natürlich werden laufend neue Messungen vorgenommen und die Schlüsselkurve verfeinert.

Der Kalesto lässt sich schnell und einfach z.B. an einer Brücke, einem Mess-Steg, einer Rohrleitung oder an einem Ausleger montieren.

Die Messung des Wasserstandes erfolgt berührungslos aus der Luft ⇒ absolutes Messprinzip. Radarwellen (Mikrowellen) werden senkrecht vom Kalesto auf die Wasseroberfläche gesendet, und mit den dort reflektierten Signalen vermischt.

Ein intelligenter Signalprozessor (DSP) berechnet exakt den Abstand x zwischen Sensor und Wasseroberfläche.

Die Abfrage der digitalen Messwerte, Statuswerte und eventuellen Fehlermeldungen erfolgt durch einen externen Datensammler über die RS 485 Schnittstelle.

Aus dem Messwert x und der Systemlänge b berechnet der Datensammler den Wasserstand y und stellt die Speicherwerte zur Weiterverarbeitung bereit.

Anwendungsbeispiel:
Auslegerarm
Kalesto
OTT-LOG
GSM-Übertragung
12 V Solarversorgung

Abb. 7: Installation und Funktion der Messeinrichtung (Fa.OTT)
Abb. 7: Installation and working method of the radar instruments (Fa.OTT)

Die Alarmierung erfolgt mittels SMS, email oder FAX und dabei werden die Landeswarnzentrale, die Bezirkswarnzentrale, der Bürgermeister, die örtliche Feuerwehr und der Forsttechnische Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung verständigt. Die Einsatzkräfte haben nach der Alarmierung die Möglichkeit, die Hochwasserabflussganglinie zu verfolgen und zu entscheiden, ob die Brücken aufgeklappt werden sollen.

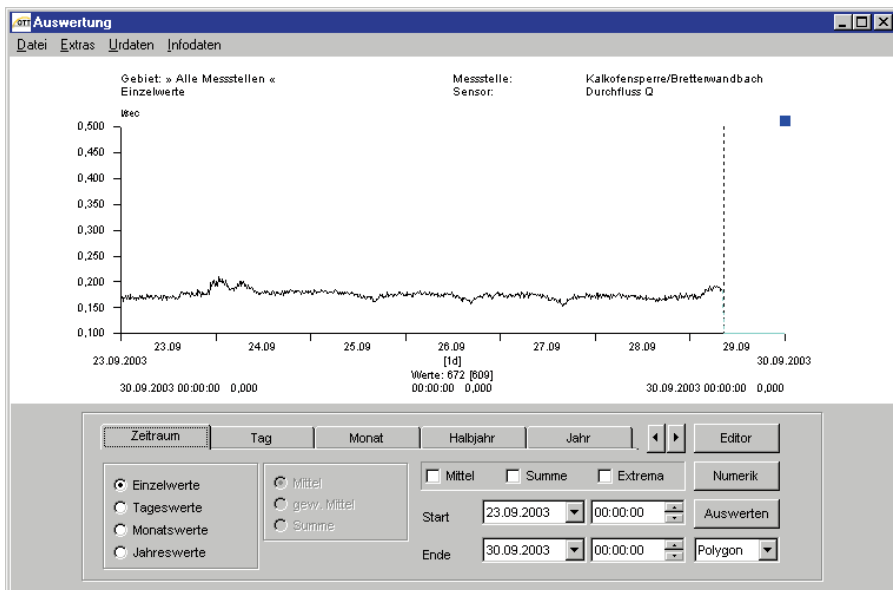


Abb. 8: Datenfenster über den Durchfluss
Abb. 8: Window of data on the rate of flow

Die Ausstattung dieser Messstelle mit einer Videokamera (incl. Beleuchtung) soll den Einsatzkräften die Beurteilung der Situation im Bretterwandbachmittellauf erleichtern. Damit können Fehlalarme minimiert werden.

FOLGERUNGEN

Durch das Vorwarnsystem kann nunmehr sichergestellt werden, dass an den beiden Brücken durch rechtzeitiges Anheben keine Verklausungen mehr entstehen und die Öffnungen in den Leitwerken rechtzeitig geschlossen werden können. Damit ist gewährleistet, dass das „Bemessungsereignis“ schadlos bis zum Verhandlungsraum vor der Mündung in den Tauernbach abgeführt wird. Damit ist eine wesentliche Reduktion des Gefahrenpotentials des Bretterwandbaches für den Markt Matrei i.O. erzielt worden.

Nicht nur herkömmliche Schutzbauten, sondern auch deren Kombination mit moderner Technik kann die Sicherheit der Bevölkerung wesentlich erhöhen.

LITERATUR

WLV, Gbltg. Osttirol (1989). „Technischer Bericht zum Verbauungsprojekt Bretterwandbach“, Lienz/Osttirol, unveröffentlicht.

WLV, Gbltg. Osttirol (1989). Gefahrenzonenplan, „Aufnahmeblätter Bretterwandbach“, Lienz/Osttirol, unveröffentlicht.

OTT/Hydrometrie (2003). Prospekt „KALESTO-system“, Technische Daten und Funktionsweise, OTT Messtechnik GmgH & Co.KG, Kempten.

OTT/Hydrometrie (2003). Prospekt „PLUVIO-system“, Technische Daten und Funktionsweise, OTT Messtechnik GmgH & Co.KG, Kempten.

OTT/Hydrometrie (2003). „HYDRAS 3“ Anwendersoftware, OTT Messtechnik GmgH & Co.KG ,Kempten.

VERBUNDPLAN (2001). „Kalkofensperre-Standsicherheitsberechnung und Sanierungskonzept“, Studie im Auftrag der WLV, Gbltg. Osttirol, Verbundplan GmbH, Salzburg. unveröffentlicht

NEMMERT N. (2002). „Studie zum Umbau der Brücken über den Bretterwandbach“, Generelles Projekt im Auftrag der WLV, Gbltg. Osttirol, unveröffentlicht