



# Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

## UNWETTEREREIGNISSE IM NOVEMBER 2002, GRAUBÜNDEN, SCHWEIZ

### STORM EVENTS IN NOVEMBER 2002, GRISON, SWITZERLAND

Hans Romang<sup>1</sup>, Eva Frick<sup>1</sup> und Bernhard Krummenacher<sup>2</sup>

#### ZUSAMMENFASSUNG

Mitte November 2002 führten starke Niederschläge über drei Tage im Kanton Graubünden zu zahlreichen Erdrutschen, Hangmuren, Murgängen und Überschwemmungen. Am stärksten betroffen war die Surselva im Kanton Graubünden (Schweiz) mit den Hauptschadenorten Schlans, Trun und Rueun. Der vorliegende Bericht stellt zwei Fallbeispiele von Wildbachereignissen vor, bei denen die Arbeitsgemeinschaft „tur/GEOTEST“ eine Ereignisdokumentation und eine Einschätzung der Gefahrensituation erarbeitet hat. Am Beispiel des Val Campliu wird insbesondere auf die ausserordentliche Erosionbeträge, die Mehrfachereignisse und die Bedeutung der Hangprozesse eingegangen. Am Beispiel des Val Valdun wird speziell die Schadenempfindlichkeit von Gebäuden bei Wildbachereignissen aufgezeigt, wobei nebst der Fallstudie auch weitere Daten vorgestellt werden. Abschliessend werden einige offene Fragen formuliert, welche sowohl für die Forschung als auch die Praxis relevant sind.

**Key words:** Unwetterereignis, Ereignisdokumentation, Prozessanalyse, Wildbach, Schadenempfindlichkeit

#### ABSTRACT

Intense precipitation which lasted three days in mid-November 2002 caused numerous landslides, debris flows and flooding in the canton of Grisons. The region Surselva was hardest hit, especially the communities of Schlans, Trun and Rueun. The present report describes two case studies of events in mountain torrents that were documented and analysed by the consortium “tur/GEOTEST”. The event in the “Val Campliu” is used to discuss the extraordinary erosion, the multiple debris flow surges and the importance of slope processes. In the case of the “Val Valdun” especially the vulnerability of buildings against torrential events is discussed. Not only the data of this event but also further investigations are presented. Finally, some open question to research and to practice as well are listed.

**Key words:** rain storm, event documentation, process analysis, torrent, vulnerability

---

<sup>1</sup> tur gmbh (Teufen und Romang), Promenade 129, CH-7260 Davos Dorf. romang@tur.ch.

<sup>2</sup> Geotest AG, Promenade 129, CH-7260 Davos Dorf. davos@geotest.ch

## EINLEITUNG

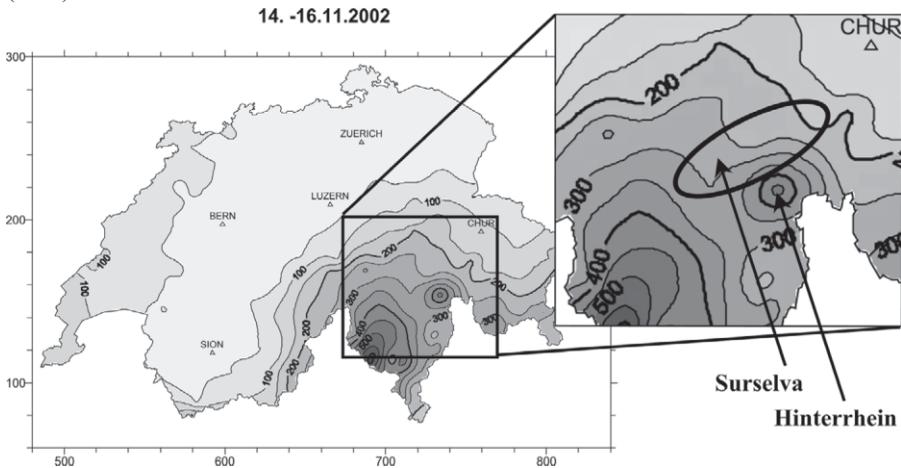
Zwischen dem 13. und 16. November 2002 führt eine stürmische Südlage mit Luftmassengrenze über den Alpen zu extremen Stauregen. Die höchsten Niederschlagsmessungen werden aus den Kantonen Graubünden und Tessin gemeldet.

Im Kanton Graubünden werden durch Rutschungen, Murgänge und Überschwemmungen Menschen gefährdet und grosse Schäden an Infrastruktur, Wasserbauten und Gebäuden verursacht. Die Gesamtschadensumme wird auf rund 130 Mio. CHF, die Folgekosten auf rund 30 Mio. CHF geschätzt (Hegg et al., 2003).

Schadenmeldungen erfolgen aus gegen hundert Gemeinden. Am stärksten betroffen ist die Surselva. Aussergewöhnliche Ereignisse in den Gemeinden Trun, Schlans und Rueun halten Betroffene, Einsatzkräfte und Medien tagelang in Atem (ARGE tur/GEOTEST, 2003).

## ZUSAMMENFASSUNG DER METEOROLOGISCHEN ANALYSE

Die nachfolgenden Ausführungen und Abbildungen sind aus Müller-Lemans und Wilhelm (2003) entnommen.



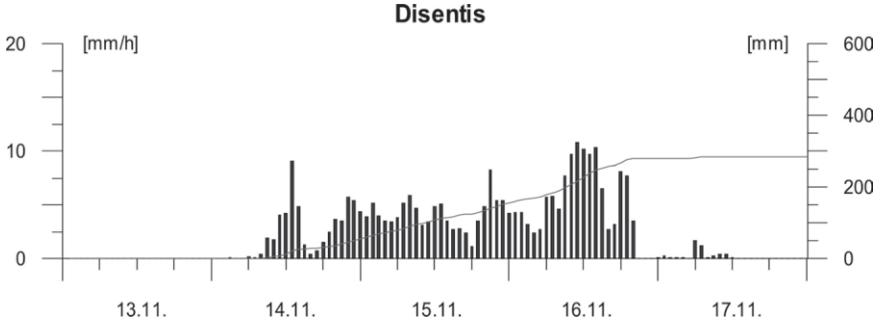
**Abb. 1:** Karte der dreitägigen Niederschlagssumme [mm] vom 14.-16.11.02

**Fig. 1:** Amount of precipitation [mm], November 14 to 16, 2002

Eine stürmische Südlage mit Luftmassengrenze über den Alpen führt zwischen dem 14.-16. November 2002 zu starken Stauregen im Tessin und im Graubünden (Meteoschweiz, 2003). Diese Wetterlage ist typisch für diese Region und hat auch in den Jahren 1927, 1954 und 1987 zu Hochwassern im Alpenrheingebiet geführt.

Der November 2002 war in grossen Teilen der Schweiz ungewöhnlich feucht. Im Kanton Graubünden wurden gemäss Messungen der MeteoSchweiz durchschnittlich 450 % des langjährigen Mittels aufgezeichnet. Mehr als die Hälfte davon fiel Mitte November. Dieses Niederschlagsereignis vom 14. bis 16. ist durch die lange Dauer der Starkniederschläge aussergewöhnlich. Die Karte der dreitägigen Niederschlagssumme zeigt das Maximum auf der Alpennordseite bei Hinterrhein. Die dreitägige Niederschlagssumme erreicht dort einen Wert von 478 mm. Drei aufeinander folgende Tage mit Niederschlägen in der Grössenordnung von 100 mm sind sehr selten und haben eine Wiederkehrperiode von deutlich über 100 Jahren.

Die stündlichen Intensitäten geben näheren Aufschluss über den zeitlichen Verlauf. In Hinterrhein dauerte das Ereignis insgesamt 90 Stunden. Es enthielt eine Starkniederschlagsphase von rund 60 Stunden, mit Intensitäten bis 13 mm/h. Bemerkenswert ist, dass in der Surselva gegen Ende des Ereignisses eine Periode mit erhöhten Intensitäten auftrat (Abb. 2). Die Starkniederschläge trafen damit auf bereits sehr feuchte Böden auf, welche kaum mehr zusätzliches Wasser aufzunehmen vermochten. Die Ereignisse in der Surselva traten zwar zu unterschiedlichen Zeitpunkten und meist in mehreren Schüben auf. Entsprechend zu der maximalen Niederschlagsintensität lässt sich jedoch die stärkste Häufung von grösseren Rutschungen und Murgängen am 16. November zwischen 11 bis 15 Uhr feststellen.



**Abb. 2:** Stündlichen Niederschlagssumme in Disentis (westl. Surselva)

**Fig. 2:** Hourly measurements of precipitation in Disentis, Western Surselva

Die Nullgradgrenze befand sich auf rund 2000-2200 m ü.M. Die Schneefallgrenze liegt – je nach Ereignis – etwa 200-500 m unter der Nullgradgrenze. Mitte November 2002 fiel somit der Niederschlag in den obersten Bereichen der Einzugsgebiete als Schnee.

## FALLBEISPIEL VAL CAMPLIUN (GEMEINDE TRUN)

### Einzugsgebiet – Geologie

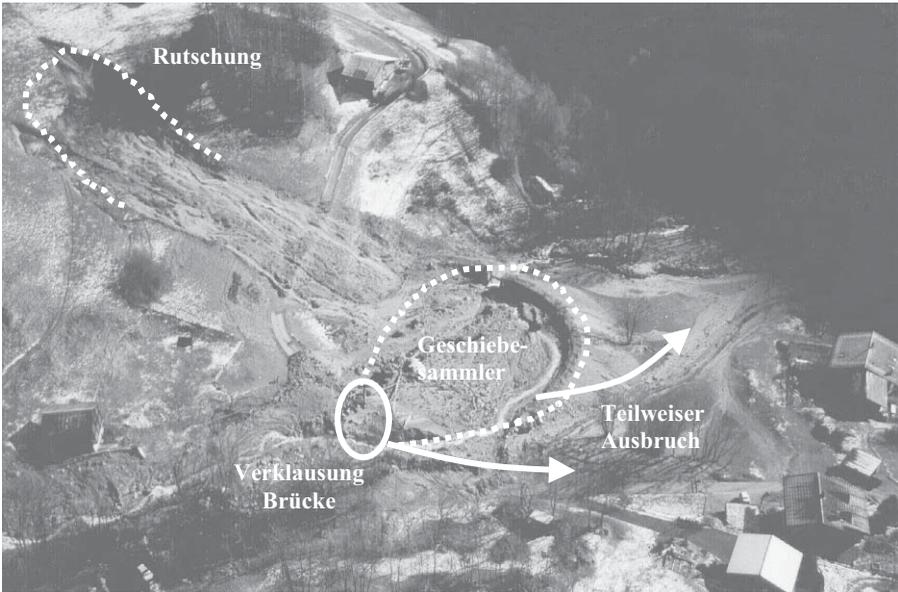
Das Einzugsgebiet des Val Campliu umfasst gut 0.6 km<sup>2</sup>. Es liegt geologisch gesehen am Rande einer tektonisch sehr komplexen Zone, wo die Gesteinsschichten des Aarmassivs und des Tavetscher Zwischenmassivs mit mesozoischen Schichten und Verrucano ineinander verflochten sind. Diese Gesteine weisen sehr unterschiedliche geotechnische und hydrogeologische Eigenschaften auf. Zudem ist das Gebiet glazial überprägt und z.T. mit Moränenmaterial überdeckt.

### Ereigniskataster

Aus dem Val Campliu sind aus den letzten 100 Jahren mehrere Ereignisse bekannt, bei denen es zu Ausbrüchen und Ablagerungen im Kegelbereich kam. Nach dem letzten grösseren Ereignis von 1987 wurde ein Geschiebesammler gebaut.

### Ereignisablauf

Beim Ereignis vom November 2002 kam es gemäss Berichten von Augenzeugen zu insgesamt sieben Murgang-Schüben aus dem Val Campliu. Zusätzlich glitt eine seitliche Rutschung direkt in den Geschiebesammler ab, was dazu führte, dass dieser bereits nach dem zweiten Schub am Samstag, den 16. November, gefüllt war. Beim dritten Schub kam es zum Bruch der Querhölzer beim Auslauf. Nach der Verklauung der Brücke oberhalb des Sammlers konnte nur durch das Anlegen eines temporären Dammes verhindert werden, dass Wasser und Geschiebe entlang der Strasse in den Dorfbereich flossen.



**Abb. 3:** Geschiebesammler des Val Campliun (Photo: Ch. Wilhelm, Amt für Wald Graubünden)

**Fig. 3:** Retention basin Val Campliun



**Abb. 4:** Beträchtliche Tiefen- und Seitenerosion im Hauptgerinne des Val Campliun

**Fig. 4:** Remarkable lateral and vertical erosion in the main channel of Val Campliun

## **Prozesse, Geschiebe**

Gemäss der Abschätzung wurden im Einzugsgebiet rund 10'000 m<sup>3</sup> Material mobilisiert. Massgebend bezüglich Feststofffracht war die aussergewöhnlich starke Erosion im Gerinnebereich, die etwa 60 % der Feststofffracht ausmachte. Die Tiefenerosion betrug über lange Strecken 2 m bei einer früheren Gerinnebreite von etwa 3 m. Auch die Seitenerosion war mit geschätzten 1 bis 2 m beträchtlich. Es resultieren Erosionsleistungen von ca. 10-15 m<sup>3</sup>/m.

Einzelne flachgründige Rutschungen aus den Hangbereichen haben sämtliches mobilisiertes Material bis ins Gerinne geliefert. Ausserordentlich verschiedene Hangmuren, welche sich in gleichförmig ausgeprägten Hängen ohne Spuren von ähnlichen aufgetretenen Prozessen gelöst haben. Auf ihrem Transitweg im Wald haben sie Murrinnen hinterlassen, in denen nachträgliche Tiefenerosion von mehr als 1 m von beträchtlichem Abfluss zeugen. Ähnliche Hangmuren wurden auch in der Umgebung des Val Campliu dokumentiert. Wie z.B. im benachbarten Val Quader, wo ein Initialereignis einer flachgründigen Translationsrutschung in einer Kettenreaktion zu einer Hangmure führte, die insgesamt gegen 18'000 m<sup>3</sup> Material verlagerte (Frick et al., 2003). Auch in diesem Raum waren keine ähnlichen früheren Prozesse bekannt.

## **Schäden**

Direkt unterhalb des Geschiebesammlers lagerte sich ein 2-3 m hoher Murkopf ab. Von Geschiebeablagerungen wurden die Strasse oberhalb des Sammlers, verschiedene Wiesenflächen, die Kantonsstrasse und die Geleise der Rhätischen Bahn betroffen. Wenig Wasser und feinkörniges Material flossen bis in den Siedlungsbereich von Trun, wo mehrere Keller überschwemmt wurden.

## **Fazit**

Der Prozessraum im Kegelbereich entspricht dem Wirkungsraum von früheren dokumentierten Ereignissen (Abb. 5). Dies unterstreicht die Bedeutung von Ereignisdokumentationen (Burren und Eyer, 2000, Hübl et al., 2002), wengleich selbstverständlich Schlüsse von vergangenen Ereignissen auf die künftige Gefährdung nur ein Teil einer zeitgemässen Gefahrenbeurteilung sind.

Die Ablagerungen waren jedoch beim Ereignis 2002 - trotz nach 1987 erstelltem Geschiebesammler - am mächtigsten, das heisst das Ereignis 2002 kann als das weitaus grösste dokumentierte Ereignis angesehen werden. Hinsichtlich des Geschiebesammlers (Abb. 4) wird deutlich, dass zum Einen die Erstellung eines solchen Bauwerkes das Aufstellen von - zuweilen auch unerwarteten - Gefährdungsbildern verlangt (hier: seitliche Rutschung sowie Mehrfachereignisse), zum Andern festgelegt und kommuniziert werden muss, welcher Schutz überhaupt vom Bauwerk erwartet wird respektive dem Schadenpotenzial angemessen ist.

Die Intensität von Tiefen- und Seitenerosion war ausserordentlich und eröffnet Fragen hinsichtlich der prognostischen Gefahrenbeurteilung. Richtwerte, wie sie von Spreafico et al. (1996) publiziert wurden, sind für die Abschätzung des Geschiebepotenzials unerlässlich. Das Ereignis im Val Campliu unterstreicht aber zum Einen die Bedeutung einer fallspezifischen Betrachtung, zum Andern die Bedeutung der Szenarienbildung. Das auslösende Niederschlagsereignis war gegenüber den häufig bei der Beurteilung kleiner Einzugsgebiete zugrunde gelegten kurzzeitigen Intensivniederschlägen von ganz anderem Charakter. Nur durch die dreitägigen Niederschläge sind die Mehrfachereignisse von sieben Murgang-Schübe in zwei Tagen erklärbar und damit auch die grossen Erosionsbeträge. Solche Situationen können prognostisch mit Szenarien abgebildet werden, was aber ein umfassendes Verständnis der massgebenden Wildbach-Elemente und deren räumliches und zeitliches Zusammenwirken verlangt (Frick et al., 2004).

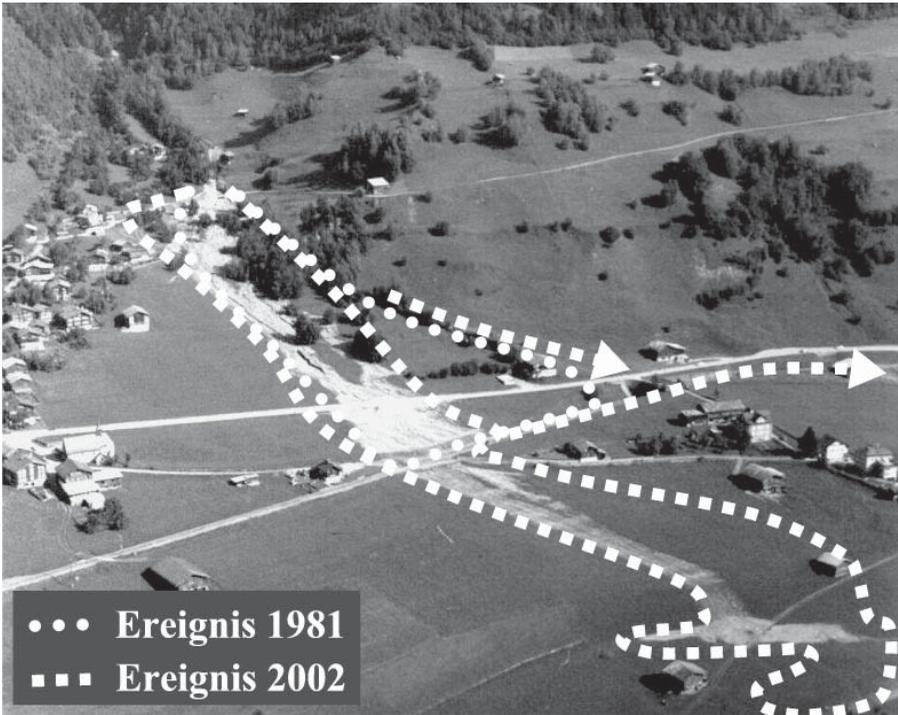


Abb. 5: Ereignisse 1987 (Photo), 1981 und 2002 (Photo: H. Klöti, Trun)

Fig. 5: Events of 1987 (photo), 1981 and 2002

## FALLBEISPIEL VAL VALDUN (GEMEINDE RUEUN)

### Einzugsgebiet – Geologie

Das Val Valdun zeichnet sich durch postglaziale Bergsturzmassen im östlichen und unteren Teil sowie Rutschmassen im westlichen und oberen Teil aus. Diese werden umschlossen von permischen Sedimenten (Verrucano). Das Einzugsgebiet umfasst 2.2 km<sup>2</sup>.

### Ereigniskataster

Der Name Rueun geht aus der romanischen Bezeichnung für Erdschlipf und Rufe hervor. Auch andere Informationen von früheren Ereignissen – insbesondere im 19. und zu Beginn des 20. Jahrhunderts – weisen auf eine bekannte Gefährdung hin. Aus dem Jahre 1610 wird von einem extremen Ereignis berichtet, das zu Gebäudeschäden führte und bei dem „der Rhein etliche Kinder bis Chur abgetragen habe“.

### Ereignisablauf

Das Ereignis erfolgte am 16. November um 12 und 16 Uhr in zwei Schüben, wovon der zweite der wesentlich grössere war. Bereits vor dem ersten Schub waren Bagger an der bekannten Schwachstelle bei der Richtungsänderung des Gerinnelaufes am Ausbaggern. Die Gefährdung war also aus früheren Ereignissen bekannt.

Die Spuren im Feld, Berichte von Augenzeugen und Filmaufnahmen dokumentieren ein sehr schnelles Abfließen einer relativ schlammigen und sehr wasserreichen Masse. Die Fließgeschwindigkeiten konnten lokal abgeschätzt werden und liegen im Bereich von 8 bis 10 m/s.

Trotz destabilisiertem Gerinne und Einhängen wurden im Nachgang nurmehr kleine Abgänge verzeichnet.

### Prozesse, Geschiebe

Dominierend beim aktuellen Ereignis waren starke Erosionsprozesse im Gerinnebereich und die weitreichende Destabilisierung der Einhänge. Tiefenerosion von mehreren Metern sowie Uferrutschungen im Bereich von 20 m (teilweise bis 50 m) oberhalb der Gerinnesohle sind die Regel. Entsprechend resultieren Erosionsbeiträge im Bereich von 40 bis 50 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (s. Abb. 6). Gesamthaft gesehen wurde etwa 1/3 der Gesamtfracht aus dem unmittelbaren Sohlenbereich und 2/3 aus den Böschungsbereichen mobilisiert. Starke Aktivität wurde auch im großflächigen Rutschgebiet „Igniu“ im oberen Teil des Einzugsgebiet festgestellt. Eine mächtig ausgeweitete Runse hat Material aus diesem Gebiet ins Hauptgerinne geliefert.

Die Ereigniskubatur wird anhand von eigenen Schätzungen, die mit photogrammetrischen Auswertungen, Kubaturen von abgeführtem Material und sonstigen Angaben verglichen wurden, auf rund 60'000 m<sup>3</sup> festgelegt.



**Abb. 6:** Im Val Valdun erreicht die Seitenerosion im Dorfbereich etwa 7 m. Zerstörte Zufahrtswege und geborstene Leitungen sind die Folge.

**Fig. 6:** Lateral erosion came up to 7 m near the village and caused heavy damage to streets and mains

### Schäden

Bereits durch den ersten Schub kam es zu Ablagerungen und Schäden. Der zweite Schub überraschte drei Bagger bei der Arbeit. Die Baggerführer wurden verschüttet und konnten in dramatischer Rettungsaktion verletzt gerettet werden. Durch die Wasser- und Geschiebemasen wurden mehrere Wohn- und Gewerbebauten z.T. erheblich beschädigt, der Bahnhof wurde durch Schlamm und Wasser gefüllt, die gesamten Bahnanlagen und Strassen wurden überführt, die Abwasserreinigungsanlage sowie das Wasser- und Abwassernetz wurden massiv beschädigt und unterbrochen (s. Abb. 7).



**Abb. 7:** Ablagerungen im Kegelbereich des Val Valdun führen u.a. zu starken Gebäudeschäden

**Fig. 7:** Buildings on the fan were heavily damaged by the flooding and the deposition of debris

### Schadenempfindlichkeit

Die detaillierten Geländeaufnahmen und die Schadenmeldungen an die Gebäudeversicherungsanstalt des Kantons Graubünden erlaubten die Analyse der Schadenempfindlichkeit an diesem aktuellen Ereignis (25 Datenpunkte). Die Resultate konnten verglichen werden mit einem umfassenderen Datensatz für verschiedene Wildbachereignisse (Romang et al., 2003) sowie weiteren Daten von Hochwasser-Schadenergebnissen (u.a. Hausmann, 1992).

Die Schadenempfindlichkeit beschreibt den Zusammenhang zwischen den Schäden an den betroffenen Objekten (Gebäude, Inhalt) und den Einflussgrössen der Naturgefahr.

$$\text{Schadenempfindlichkeit} = \frac{\text{versicherter Bruttoschaden}}{\text{Versicherungssumme des Gebäudes}} \quad (\text{Hausmann, 1992: 149})$$

Borter et al. (1999) haben aufgrund von Literaturangaben und eigenen Erhebungen (Schätzungen) eine umfangreiche und detaillierte Zusammenstellung erarbeitet. Aufgeteilt nach verschiedenen Gebäudekategorien, Gebäudestruktur und -inhalt sowie den Intensitätsklassen gemäss Bundesempfehlungen (Tab. 1) werden Richtwerte für die Schadenempfindlichkeit wie auch für den Gesamtwert respektive den Gesamtschaden angegeben. Die Angaben für Schäden an der Gebäudestruktur (das heisst ohne Inhalt) können für Überschwemmungen (in Klammern Prozentzahlen für Übermurungen) wie folgt zusammengefasst werden: Die Schadenempfindlichkeit wird bei schwacher Intensität auf 2-4 % (-), bei mittlerer Intensität auf 15-30 % (10-20 %) und bei starker Intensität auf 25-40 % (50 %) geschätzt.

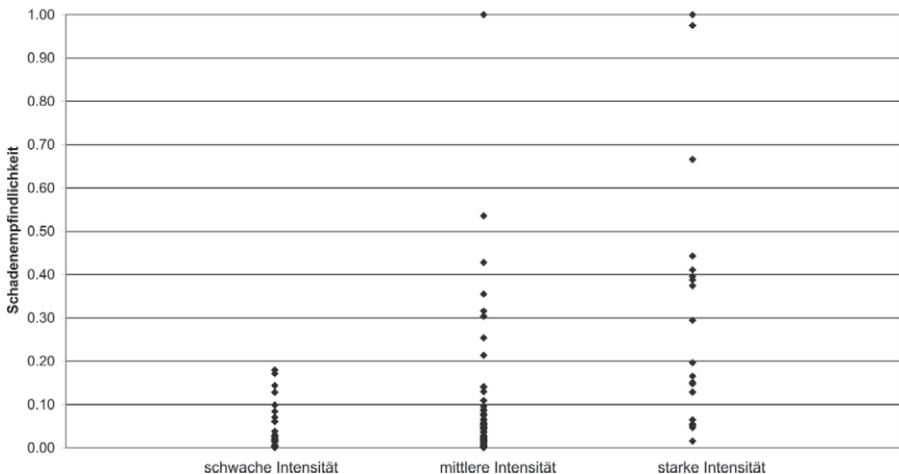
**Tab. 1:** Richtwerte für die Einstufung der Intensität bei Wassergefahren (BWW et al., 1997)

**Tab. 1:** Classification of the intensity of flooding and debris flow events

	<b>Überschwemmung</b>	<b>Übermürung</b>
<b>starke Intensität</b>	$h > 2\text{m}$ oder $v \Delta h > 2\text{m}^2/\text{s}$	$h > 1\text{m}$ und $v > 1\text{m/s}$
<b>mittlere Intensität</b>	$2\text{m} > h > 0.5\text{m}$ oder $2\text{m}^2/\text{s} > v \Delta h > 0.5 \text{m}^2/\text{s}$	$h < 1\text{m}$ oder $v < 1\text{m}$
<b>schwache Intensität</b>	$h < 0.5\text{m}$ oder $v \Delta h < 0.5\text{m}^2/\text{s}$	---
	$h = \text{Wassertiefe}$ $v = \text{Fließgeschwindigkeit}$	$h = \text{Ablagerungsmächtigkeit}$ $v = \text{Fließgeschwindigkeit}$

Kimmerle (2002) hat vier Fallstudien aufgearbeitet und die Zusammenhänge zwischen Wildbachprozessen und Gebäudeschäden (Gebäudestruktur) untersucht. 111 Datenpunkte zu dynamischen Überschwemmungen konnten ausgewertet werden. Abb. 8 zeigt die Aufteilung gemäss den Intensitätsstufen schwach, mittel und stark, Tab. 2 die entsprechenden statistischen Werte.

**Intensitätsstufen dyn. Überschwemmung - Schadenempfindlichkeit**



**Abb. 8:** Schadenempfindlichkeit in Abhängigkeit der Intensität (Fließgeschwindigkeit v, Höhe h)

**Fig. 8:** Vulnerability divided to intensity classes (flow velocity v, inundation height h)

**Tab. 2:** Schadenempfindlichkeit bei Überschwemmungen in den vier Fallstudien von Kimmerle (2002)

**Tab. 2:** Vulnerability against torrential flooding, derived from four case studies (Kimmerle, 2002)

	kleinster Wert	10%-Quantil	<b>Median</b>	<b>Mittelwert</b>	90%-Quantil	grösster Wert
schwache Intensität	0.00	0.00	<b>0.02</b>	<b>0.04</b>	0.13	0.18
mittlere Intensität	0.00	0.01	<b>0.04</b>	<b>0.09</b>	0.25	1.00
starke Intensität	0.02	0.05	<b>0.18</b>	<b>0.30</b>	0.70	1.00

Die in Rueun ermittelten Werte zeigen ein vergleichbares Bild wie Abb. 8, liegen aber generell höher. Die Mittelwerte betragen in Abhängigkeit der Intensität 6, 15 und 57 %. Sie liegen also jeweils um rund den Faktor 1.5 höher als die Werte in Tab. 2. Es zeigt sich, dass bei schwachen Intensitäten eher höhere Werte einzusetzen sind, wenn nicht nur mit Wasser, sondern auch mit Feststoffen (Schlamm) gerechnet werden muss. Der Wert für die mittlere Inten-

sität stimmt mit dem Wert nach Borter et al. (1999) überein. Das heisst, dass dieser Wert zumindest dann zutreffend sein dürfte, wenn ein hoher Feststoffanteil im Spiel ist. Indirekt wird damit auch die Hypothese unterstützt, dass die Werte von „reinen“ Überflutungsereignissen deshalb tiefer sind, weil die Schäden dort vermutlich auf Wasser und Feinmaterial und nicht auf Geschiebe zurückzuführen sind. Auf die schadenrelevante Rolle des Geschiebes hat bereits Hausmann (1992) hingewiesen. Die Werte für starke Intensitäten sind deutlich höher als die angegebenen Richtwerte. Hier ist zum Einen noch zu differenzieren nach Übermuring und Übersarung. Die Spuren im Feld waren diesbezüglich nicht eindeutig, weshalb nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden konnte. Unterteilt nach dieser Feingliederung ergibt sich für Murgänge eine Schadenempfindlichkeit von 73 %, für Übersarung 45 %. Auch diese Werte liegen je rund um den Faktor 1.5 über den Richtwerten. Dies zeigt, dass die fall-spezifischen Bedingungen eine wesentliche Rolle spielen. Im vorliegenden Fall wird vermutet, dass u.a die relativ aufwendigen Räumungsarbeiten zu höheren Kosten geführt haben.

Für prognostische Risikoabschätzungen – die Schadenempfindlichkeit ist dabei einer der Faktoren – kann folgendes Vorgehen empfohlen werden:

- Die Werte nach Borter et al. (1999) können für Risikoanalysen im Allgemeinen verwendet werden. Sie scheinen die Verhältnisse auch in Wildbächen recht gut abzubilden.
- Der fallspezifischen Abschätzung muss grösseres Gewicht beigemessen werden, da die Streuung erheblich sein kann. Untersuchungen wie oben vorgestellt helfen wiederum, eigene Annahmen zu werten und die mögliche Variabilität anzunähern.
- Die Dokumentation von Ereignissen ist auch in dieser Hinsicht vollständig und fundiert durchzuführen. Kimmerle (2002) hat einen Vorschlag erarbeitet, der ergänzend zu den bekannten StorMe-Formularen des Bundes (Burren und Eyer, 2000) verwendet werden kann.

## **SCHLUSSBEMERKUNGEN UND OFFENE FRAGEN**

Beschreibungen von vergangenen Ereignissen sind für zukünftige Gefahrenbeurteilungen äusserst wertvoll. Ein einzelnes Ereignis enthält Informationen über die Charakteristik der Prozesse im Einzugsgebiet, über den möglicherweise typischen Ablauf von Ereignissen, über vorhandene Schwachstellen und über bisherige Wirkungsräume (vgl. Fallbeispiel Val Camplion). Ein Ereigniskataster über eine längere Zeitspanne kann Hinweise auf die Häufigkeit und die Intensität von auftretenden Prozessen geben.

Die ausserordentlichen Ereignisse in der Surselva werfen auch zahlreiche Fragen auf, die nicht nur für die Forschung, sondern auch für die Praxis von Interesse sind. So stellt sich in den Stunden, Tagen und Wochen nach ausserordentlichen Hochwasser- und Murgangereignissen in Wildbächen immer die Frage nach der aktuellen Gefährdung. Die Relevanz dieses Punktes wurde auch in Rueun durch den Unglücksfall mit den drei Baggerführern aufgezeigt. Geschiebedepots können ausgeräumt und damit das Potenzial für vergleichbare Ereignisse reduziert sein, oder aber durch ein Aufreissen der Sohle und instabile Einhänge müssen weitere markante Abgänge erwartet werden. Es bestehen heute kaum konkrete Kenntnisse darüber, welche Faktoren die zeitliche Entwicklung in einem von ein Unwetterereignis betroffenen Wildbach steuern. Hier wäre ein detailliertes Monitoring von entsprechenden Fällen ein Weg, um zu verbesserten Erkenntnissen zu kommen.

Weiter ist auf Fragen hinsichtlich der Waldwirkung und des Effektes forstlicher Eingriffe hinzuweisen. So wurden in Rueun im Rahmen eines laufenden Waldbauprojektes bereits rund 1000 m<sup>3</sup> potenzielles Schwemmholz aus dem Gerinne und den Einhängen entfernt, was die beim Ereignis verlagerte Holzkubatur entscheidend verringerte. Wie sollen nun aber Gerinneböschungen und Einhänge generell bewirtschaftet werden? Wo verläuft im Einzelfall die

Grenze zwischen der erwünschten stabilisierenden Wirkung durch die Bestockung und die unerwünschten Folgen im Falle von Ufererosion und Schwemmholzbildung?

Auffallend beim aktuellen Ereignis ist bei den meisten Wildbächen der hohe Anteil an Feststofflieferung aus den Hangbereichen. So stammen z.B. im Val Camplion etwa 40 % des Materials aus den Hängen; im Val Farbertg (Gemeinde Trun) gegen 50 %. Bei den 1987er-Ereignissen wurden in den schweizweit 21 untersuchten Wildbächen ein mittlerer Materialanteil aus dem Hang von 16 % ermittelt. Der Grossteil der Feststoffe wurde damals in den gerinnenahen Bereichen – der Gerinnesohle und den angrenzenden Böschungen – mobilisiert (Lehmann, 1993). Im November 2002 haben vermutlich die lang anhaltenden Niederschläge und die inaktive Vegetation zu einer deutlich stärkeren Bedeutung der Hangprozesse geführt. Mehrere dieser Rutschungen und Hangmuren werden im Rahmen einer üblichen Gefahrenbeurteilung als nicht prognostizierbar angesehen. Sie haben sich teilweise an Orten gelöst, wo keine Anzeichen von vergleichbaren vergangenen Prozessen erkennbar waren. Hier können laufende Untersuchungen Aufschlüsse über Entstehungsbedingungen und auslösende Faktoren liefern. Es bleibt etwa zu prüfen, ob ein Einfluss der Entwässerung der Alperschliessungsstrassen auf die Auslösung der Prozesse besteht.

Neben diesen fachtechnischen Aspekten werfen Schadenereignisse immer wieder Fragen nach dem angemessenen Umgang mit Naturrisiken auf. Die Einsicht, dass ein vollständiger Schutz kaum machbar, nicht finanzierbar und auch nicht sinnvoll ist, hat sich weitgehend durchgesetzt. Welche Konsequenzen hat dies nun aber im Einzelfall? Was heisst nun „Risikokultur“ in der Surselva? Hier ist ein integrales Risikomanagement gefordert, welches objektive Grundlagen wie Gefahren- und Risikoanalysen und subjektive Wahrnehmungen und Wertungen verbindet. Nur ein gesellschaftlicher Diskurs über Risiken und Chancen kann die Antworten liefern, welche sowohl beim präventiven Schutz als auch bei regenerativen Massnahmen gefordert sind.

## **VERDANKUNGEN**

Grosser Dank gebührt den Gemeindevertretern und den Einsatzkräften vor Ort, die uns – trotzdem sie in diesen ersten Tagen nach den Ereignissen durch unzählige andere Aufgaben ausgelastet waren – in unserer Arbeit unterstützt haben. Dank geht auch an das Amt für Wald und das Tiefbauamt des Kantons Graubünden für die gute Zusammenarbeit.

## LITERATUR

- ARGE tur/GEOTEST (2003): „Berichte zu den Ereignissen vom November 2002“. *Unveröffentlicht*.
- Borter P., Bart R., Heinimann H.R., Egli T., Gächter M. (1999): „Risikoanalyse bei gravitativen Naturgefahren – Eine Praxishilfe für Forstprojekte“. *Vollzug Umwelt*. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.
- Burren S., Eyer W. (2000): „STORME – ein informationsgestützter Ereignis-Kataster der Schweiz“. *Internationales Symposium Interprävent 2000, Band 1: 25-37*. Villach: Kreiner Druck.
- BWW (Bundesamt für Wasserwirtschaft), BRP (Bundesamt für Raumplanung), BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) (1997): „Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten“. Bern: EDMZ.
- Frick E., Krummenacher B., Romang H. (2003): „Unwetterereignisse vom November 2002 in der Surselva: Ereignisdokumentation und Gefahrenbeurteilung“. In: *Bündner Wald*, 56 Jg., Nr. 3.
- Frick E., Steffen B., Kienholz H. (2004): „Gerinne-, Böschungs- und Hangtypen in Wildbächen – Entwurf für ein praxistaugliches Verfahren zur Abschätzung der Feststofflieferung“. *Internationales Symposium Interprävent 2004*.
- Hausmann P. (1992): „Die Schadenempfindlichkeit, ein Teilaspekt bei der Abschätzung des Schadenpotentials“. *Internationales Symposium Interprävent 1992, Band 3: 147-158*. Villach: Kreiner Druck.
- Hegg Ch., Fraefel M., Frick E., Schmid F., Badoux A. (2003): „Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2002“. In: *Wasser Energie Luft*, Nr. 3/4-2003.
- Hübl J. Kienholz H., Loipersberger A. (2002): „DOMODIS – Documentation of Mountain Disasters“. *Internationale Forschungsgesellschaft INTERPRAEVENT, Schriftenreihe 1, Handbuch 1*, Klagenfurt.
- Kimmerle R. (2002): „Schadenempfindlichkeit von Gebäuden gegenüber Wildbachgefahren“. *Diplomarbeit am Geografischen Institut der Universität Bern*, unveröffentlicht.
- Lehmann Ch. (1993): „Zur Abschätzung der Feststofffracht in Wildbächen. Grundlagen und Anwendung“. *Geographica Bernensia*, G42. Bern.
- Meteoschweiz (2003): „Witterungsbericht des Jahres 2002“.
- Müller-Lemans H., Wilhelm Ch. (2003): „Die Niederschlagsverhältnisse beim Unwetter von November 2002“. In: *Bündnerwald*, Nr. 03/2003.
- Romang H., Kienholz H., Kimmerle R., Böll A. (2003): „Control structures, vulnerability, cost-effectiveness – a contribution to the management of risks from debris torrents“. In: *Rickenmann D., Chen C. (eds): Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction and Assessment. Proceedings of the Third International DFHM Conference, Davos, Switzerland, September 10-12, 2003*. Millpress Science Publishers, Rotterdam.
- Spreafico M., Lehmann C., Naef O. (1996): „Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen“. Mitteilung Nr. 4, *Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie*.