



Internationales Symposium INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

31 JAHRE UNWETTERERERFASSUNG IN DER SCHWEIZ

INVENTORY ON FLOOD AND LANDSLIDE DAMAGE IN SWITZERLAND OVER 31 YEARS

Marielle Fraefel¹, Franziska Schmid¹, Eva Frick², Christoph Hegg¹

ZUSAMMENFASSUNG

Unwetterschäden verursachen in der Schweiz jährlich Kosten von durchschnittlich 280 Mio. CHF. In den letzten Jahren hat sich die Diskussion darüber intensiviert, ob eine Zunahme der Schäden bzw. der schadenverursachenden Unwetterereignisse während der letzten Jahrzehnte stattgefunden hat respektive wie gross diese war.

An der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL wird seit 1972 eine Datenbank geführt mit dem Ziel, durch Unwetter verursachte Schäden in der Schweiz möglichst vollständig zu erfassen. Berücksichtigt werden Schadenereignisse durch Hochwasser, Murgänge und Erd- und Felsbewegungen. In dieser Untersuchung werden die Daten des ganzen Zeitraums 1972-2002 betrachtet und ausgewertet. Dabei wird vor allem untersucht, welche Prozesse in der Schweiz für Schäden verantwortlich sind. Daneben werden die Schadenkosten auf ihre zeitliche und räumliche Verteilung analysiert. Anhand von zahlreichen Fallbeispielen werden die Schadenwirkungen erläutert.

Key words: Unwetterschäden, Datenbank, Hochwasser, Murgang, Rutschung, Felssturz

ABSTRACT

Floods and landslides cause an average damage of 280 Mio. CHF in Switzerland every year. In recent years it has been discussed whether an increase in the number of damaging events and/or the resulting costs can be observed, and if so, at which rate this increase takes place.

Since 1972 a team at the Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL has managed an inventory of data on flood and landslide damage in Switzerland. Flood, debris-flow and landslide events are taken into account. In this paper the data of the whole 1972-2002 period are studied and evaluated. A statistical analysis of the cost distribution in space and time is followed by an investigation of the damaging processes that are of importance in Switzerland. Numerous examples show the effect of these processes on different objects.

Key words: storm damage, inventory, flood, debris flow, landslide, rockfall

1 Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf (fraefel@wsl.ch, hegg@wsl.ch, schmid@wsl.ch)

2 vorher WSL; jetzt Ingenieurbüro Teufen und Romang, Promenade 129, CH-7260 Davos Dorf (frick@tur.ch)

EINFÜHRUNG

Seit 1972 werden an der WSL systematisch Informationen über Schäden, die in der Schweiz durch Erdbeben, Überschwemmungen und Murgänge verursacht werden, gesammelt und analysiert mit dem Ziel, bessere Kenntnisse über diese Ereignisse zu gewinnen. Seit 2002 werden neben den genannten Prozessen auch durch Steinschlag/Felssturz verursachte Schäden in einer eigenen Kategorie berücksichtigt. Die Erhebungen stützen sich neben Angaben von amtlichen und halbamtlichen Stellen (Versicherungen, Feuerwehr usw.) vor allem auf die Berichte von mehr als 2000 Medien in der Schweiz. Auf diese Weise ist eine umfangreiche Datenbank - gut 14'000 Einträge - entstanden, die es erlaubt, Schadenereignisse auf ihr Ausmass, ihre Ursachen sowie die räumliche und zeitliche Verteilung zu studieren. Neben alljährlichen Berichten über die aktuellen Schadenereignisse wurde 1998 eine Untersuchung des Zeitraums 1972-1996 veröffentlicht (Röthlisberger, 1998, Hegg et al., 2000). Die Datenbank wird bis auf weiteres auf die gleiche Art weitergeführt werden.

In diesem Artikel sollen Aussagen zur Entwicklung der Schadenkosten in den letzten 31 Jahren gemacht werden. Ein besonderes Augenmerk gilt den verschiedenen schadenverursachenden Prozessen, die als Folge von Unwettern ablaufen, und ihrer Bedeutung in der Schweiz.

Erhebungsmethodik

Alle Unwetterereignisse, welche der WSL zur Kenntnis gelangen, werden in einer digitalen Datenbank erfasst. Betreffen die Auswirkungen eines Unwetters mehrere Gemeinden, wird für jede Gemeinde in der Datenbank ein Datensatz erstellt. Besonders markante Ereignisse, z.B. eine einzelne grosse Rutschung, werden in der Regel separat erfasst. Ein solcher Eintrag wird im Weiteren als ein "Ereignis" bezeichnet.

Bei jedem Ereignis wird soweit möglich der genaue Ort, Zeitpunkt und die Ursache definiert. Für die Schadenkosten muss normalerweise eine Schätzung, beruhend auf ähnlichen Fällen mit bekannten Schadenzahlen, vorgenommen werden, sofern keine Angaben (z.B. von Versicherungen) dazu vorliegen. Weitere Informationen erlauben es, das Ereignis in verschiedene Kategorien einzuteilen.

Der dominante **Prozess**, der während eines Ereignisses zu Schäden geführt hat, bestimmt die Einteilung in eine der Kategorien für den so genannten Hauptprozess: Wasser/Murgänge, Rutschungen und Sturz. Bei der Kategorie Wasser/Murgänge werden die Schäden erfasst, die durch stehendes oder fließendes Wasser, mitgeführtes Geschiebe, Ufererosion oder Murgänge verursacht werden. Zu den Rutschungen gehören sämtliche Arten von Bewegungen des Lockergesteins (Kriechen, Gleiten), und die Sturz-Ereignisse beinhalten Felsstürze und Steinschlag. Naturgemäss sind die Grenzen zwischen diesen Kategorien fließend; ausserdem reichen die Informationen nicht immer aus, um ein Schadenereignis eindeutig einem Prozess zuzuordnen.

Neben dem Hauptprozess spielen bei einem Ereignis oft auch noch weitere Prozesse eine Rolle, welche als "Nebenprozesse" Aufnahme in die Datenbank finden.

Eine weitere Klassifikation teilt die Ereignisse nach ihren **Ursachen** den Kategorien Gewitter – lang anhaltender Regen – Schneeschmelze – andere/unbekannt zu. Diese auslösenden Witterungsverhältnisse können sich auch überlagern. In einigen Fällen ist nicht ersichtlich, wodurch das Ereignis ausgelöst wurde, insbesondere bei Rutschungen und Felsstürzen.

Nicht berücksichtigt werden Ereignisse, die eindeutig auf menschliche Einwirkungen zurückzuführen sind (z.B. Rutschung einer künstlichen Böschung während Bauarbeiten).

Die entstandenen **Schäden** werden in folgende Gruppen aufgeteilt: Gebäude – Schutzbauten – Verkehrswege – Leitungen – Landwirtschaftsland – Wald – Tiere – Personen – anderes. Falls möglich, wird die Art des Schadens näher beschrieben (z.B. betroffene Fläche, Anzahl betroffene Häuser). In jedem Fall wird der finanzielle Schaden in CHF abgeschätzt sowie die Anzahl von allfälligen Todesopfern und Verletzten angegeben.

Bei der Erfassung und Klassifizierung der Ereignisse lassen sich gewisse Ungenauigkeiten kaum vermeiden. Diese entstehen einerseits aus fehlender Information, weil z.B. der betroffene Ort innerhalb einer Gemeinde nicht genannt wird, oder weil der schadenverursachende Prozess nur grob beschrieben wird. Andererseits liegt eine gewisse Ungenauigkeit auch in der Datenerfassung selbst. Obwohl einheitliche Regeln für die Abschätzung von Schadenkosten oder für die Bestimmung eines beteiligten Prozesses aufgestellt wurden, lassen Übergangsbereiche einen gewissen Interpretationsspielraum zu. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil im Verlaufe der letzten 31 Jahre mehrere Personen an der Erfassung mitgewirkt haben. Zudem mussten gewisse Regeln im Verlaufe der Zeit an veränderte Gegebenheiten angepasst werden. Schliesslich ist es auch möglich, dass ein Artikel Fehlinformationen liefert und so die Eintragungen in der Datenbank verfälscht.

Bei den statistischen Analysen muss berücksichtigt werden, dass im Lauf der letzten 31 Jahre Unwetter-Ereignisse und ihre Folgen in der öffentlichen Diskussion enorm an Bedeutung gewonnen und dementsprechend immer häufiger in den Medien Erwähnung gefunden haben. Neben den zeitlichen Veränderungen der Aufnahme in die Medien spielt auch der Ort eines Schadenereignisses eine Rolle, da kleine Schäden aus häufig betroffenen (Berg-)Kantonen oft gar nicht in der Presse auftauchen, während sie in seltener betroffenen Regionen erwähnt werden.

SCHADENKOSTEN

In den letzten 31 Jahren wurden durch Hochwasser, Rutschungen und Murgänge Schäden in der Höhe von 8.6 Mia. CHF (teuerungsbereinigt auf Stand 2002) verursacht. Rund 60% oder 5 Mia. CHF entfallen auf die 5 grössten Ereignisse: die Hochwasser 1978, 1987, 1993, 1999 und 2000.

Durchschnittlich belaufen sich die jährlichen Kosten auf ca. 280 Mio. CHF. "Unwetterarme" Jahre wie z.B. der "Trockensommer" 1976 weisen dagegen Schäden von nur wenigen 10 Mio. auf. Die Verteilung auf die einzelnen Jahre ist, wie sichtbar, sehr heterogen. In der Abb. 1 sind die Schadenssummen pro Kopf über die Periode von 1972-2002 dargestellt. Berücksichtigt wurde die ständige Wohnbevölkerung am Jahresende. Im Mittel belaufen sich die Schadenssummen auf rund 40 CHF pro Kopf und Jahr. Es ist eine leichte Zunahme der Schäden feststellbar, allerdings schwanken die einzelnen Summen stark.

Neben der natürlichen Ursache sind jeweils verschiedene Prozesse daran beteiligt, dass ein Hochwasser oder eine Rutschung auch zu Schäden führt. Obwohl sich möglicherweise auch das Gefahrenpotential ändert, lässt sich der leichte Anstieg der Schadenssummen vor allem auf die Vergrösserung des Schadenpotentials zurückführen: auf die Konzentration der Werte in stärker exponierten Gebieten und die höhere Empfindlichkeit der Werte gegenüber äusseren Einwirkungen. Beispielsweise befinden sich vermehrt teure Geräte/ Elektronik in Untergeschossen gefährdeter Gebiete.

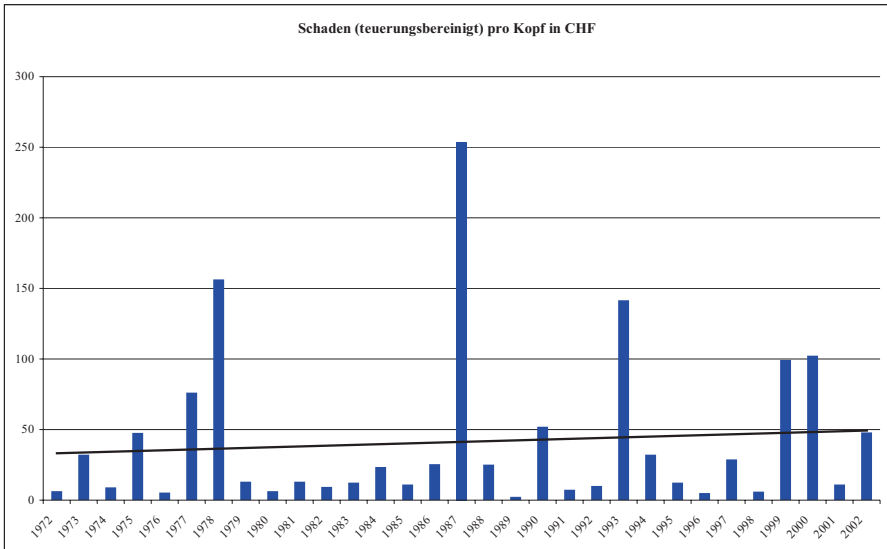


Abb. 1: Schäden pro Kopf in der Periode 1972-2002 teuerungsbereinigt auf den Stand Mai 2002.
Fig. 1: Damages per capita in the period 1972-2002, adjusted to inflation, May 2002

Nach Kuster und Meier (2000) hat sich seit den 1980er Jahren die Siedlungsfläche der Schweiz um rund 294 km² ausgedehnt, was der Fläche des Kantons Schaffhausens entspricht. Das Wachstum ging dabei weitgehend auf Kosten der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Betrachtet man die Verteilung der Schadenssummen auf die Kantone, so ist klar ersichtlich, dass die Bergkantone zu den stark betroffenen Gebieten gehören (siehe Tab. 1). So weisen die Kantone Nidwalden, Graubünden, Obwalden, Wallis, Tessin und Uri die höchsten ProKopf-Summen auf. Der hohe Anteil des Kantons Uri ist auf die sehr hohen Infrastrukturschäden während des Hochwasserereignisses vom August 1987 zurückzuführen. Dagegen wurden die städtisch geprägten Kantone Basel-Stadt und Genf am wenigsten stark von Unwettern betroffen.

Tab. 1: Schadenssummen pro Kanton und Kopf
Table 1: Loss amount per Canton and Capita

| Kanton | Schaden in Mio. CHF | Kanton | Schaden pro Kopf CHF |
|---------|---------------------|---------|----------------------|
| AI | 5 | BS | 73 |
| BS | 14 | GE | 87 |
| SH | 23 | NE | 211 |
| GL | 24 | ZH | 229 |
| NE | 35 | VD | 270 |
| JU | 36 | AI | 308 |
| GE | 36 | SH | 317 |
| ZG | 38 | SO | 332 |
| AR | 71 | BL | 351 |
| SO | 82 | ZG | 374 |
| BL | 92 | AG | 498 |
| NW | 92 | FR | 500 |
| FR | 120 | JU | 517 |
| TG | 159 | SG | 599 |
| VD | 169 | GL | 614 |
| OW | 182 | TG | 698 |
| SZ | 201 | LU | 706 |
| LU | 248 | Schweiz | 1186 |
| SG | 271 | BE | 1309 |
| AG | 274 | AR | 1338 |
| ZH | 281 | SZ | 1526 |
| GR | 583 | NW | 2397 |
| UR | 1040 | GR | 3142 |
| BE | 1240 | OW | 5561 |
| VS | 1549 | VS | 5567 |
| TI | 1742 | TI | 5584 |
| Schweiz | 8611 | UR | 29730 |

PROZESSE UND TYPISCHE SCHADENBILDER

Hochwasser, Rutschungen oder Murgänge verursachen auf unterschiedliche Art und Weise Schäden. Anhand von Beispielen aus der Schadendatenbank werden im Folgenden mögliche Auswirkungen aufgezeigt. Zudem wird dargestellt, welchen Anteil Ereignisse mit den drei betrachteten Hauptprozessen an den gesamten Unwetterschäden haben, die in der Schweiz in den letzten 31 Jahren zu verzeichnen waren.

Hochwasser

Im Zusammenhang mit Hochwasser gibt es verschiedene Prozesse, die Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und Land anrichten und Menschenleben gefährden können. Gemäss BWW et al. (1997) wird unterschieden zwischen **statischer Überschwemmung**, welche vom meist langsamen Anstieg eines See- oder Flusspegels verursacht wird, und **dynamischer Überschwemmung**, bei der hohe Fließgeschwindigkeiten und oft auch starker Geschiebetrieb auftreten. Von **Übersarung** wird gesprochen, wenn während einer dynamischen Überschwemmung eine bedeutende Menge Geschiebe ausserhalb des Flussbetts abgelagert wird.

Neben Überschwemmungen und Übersarungen kann bei einem Hochwasser auch **Ufererosion** zu Schäden führen. Während bei Seitenerosion das Ufer direkt vom Wasser abgetragen wird, können bei massiver Tiefenerosion die seitlichen Böschungen instabil werden und ins Gerinne abrutschen.

Verlässt ein Gewässer bei einem Hochwasser das angestammte Bett weitgehend, z.B. wegen der Verklauung einer Brücke oder wegen massiven Geschiebeablagerungen im Gerinne, können auch ausserhalb des Gerinnes massive Erosionsphänomene beobachtet werden. Dabei kann es zur vollständigen **Gerinneverlagerung** kommen, wobei ganze Strassen und Häuser zerstört werden können.

Einige Beispiele aus der Schadendatenbank illustrieren die verschiedenen Prozesse.

Statische Überschwemmung:

Im Mai 1999 sorgten Starkniederschläge während der Schneeschmelze für Hochwasser an den grösseren Flüssen und den meisten grösseren Seen des Mittellandes. Die Fläche des Thunersees, die normalerweise 48.3 km² beträgt, nahm bis zur Zeit des höchsten Seestandes um 2.5 km² zu, so dass das linke Ufer 400 m landeinwärts zu liegen kam. In Thun waren ca. 570 Häuser von den Überschwemmungen betroffen, die etwa 10 Tage andauerten. Der Schaden an den Gebäuden belief sich auf rund 31 Mio. CHF.

Dynamische Überschwemmung:

*Während der Hochwasser vom August 1978 im Tessin trat der Ticino bei **Bellinzona** über die Ufer und überschwemmte den Campingplatz auf dem Vorland vor dem Hauptdamm. Mehr als hundert Personen wurden am Abend in aller Eile evakuiert. Einige Personen, die offenbar auf den Campingplatz zurückgekehrt waren, mussten in der Nacht von Bäumen gerettet werden, an welchen sie sich festklammerten. Ein Jugendlicher konnte nicht erreicht werden und wurde vom Fluss mitgerissen, er verlor sein Leben in den Fluten.*

Übersarung:

*Während des Hochwassers im Oktober 2000 trat im Baltschiederbach intensiver Geschiebetransport auf. Das Bachbett verlandete noch vor dem Dorf **Baltschieder VS**, und der Bach suchte sich einen neuen Weg über den Kegel. Fast das ganze Wohngebiet der Gemeinde*

wurde überschwemmt und übersart (insgesamt gegen 200'000 m³ Material abgelagert). Die am stärksten betroffenen Gebäude wurden bis zu vier Meter hoch verschüttet. Gegen 200 Häuser wurden beschädigt, acht davon zerstört.

Ufererosion:

Bei **Fideris GR** wurde im Juli 1975 nach dem Bruch einer Sperre eine grosse Menge Geschiebe aus einem Seitenbach in die hochwasserführende Landquart geführt. Dadurch wurde die Landquart ans gegenüberliegende Ufer gedrängt, wo sie die Bahngleise unterspülte. Ein Zug stürzte in den Fluss, eine Person kam ums Leben.

Gerinneverlagerung:

In **Giswil OW** führte im Juni 1996 nach einem Gewitter der Steinibach Hochwasser. Intensiver Geschiebetransport führte zur Auflandung der Sohle und zum Ausbruch, als sich der Bach einen neuen Weg suchte. Vier Personen, die sich das Hochwasser vom Ufer aus anschauten, wurde der Rückweg abgeschnitten. Sie wurden vom Wildbach mitgerissen; eine junge Frau kam ums Leben.

Hochwasser richten in der Schweiz beträchtliche Schäden an. Betroffen sind praktisch alle Regionen (Abb. 2). Statische Überschwemmungen beschränken sich dabei im Normalfall auf Seeufer und die Ufer grosser Flüsse. Dynamische Überschwemmungen, Übersarungen und Ufererosion treten dagegen meist entlang von kleineren Bächen und Flüssen auf, insbesondere bei Wildbächen und Gebirgsflüssen, wo das grössere Gefälle für höhere Fließgeschwindigkeiten sorgt.

Die Datensätze können nicht statistisch nach den erwähnten Prozessen untersucht werden. Trotzdem erlaubt die Datenbank Aussagen darüber, welche Arten von Schäden von den verschiedenen Prozessen am häufigsten verursacht werden.

Während statische Überschwemmungen vor allem Schäden am Mobiliar und an landwirtschaftlichen Kulturen anrichten, kann es bei höheren Fließgeschwindigkeiten lokal zu Erosions- und Ablagerungs-Erscheinungen kommen. Bei sehr hohen Geschwindigkeiten und insbesondere bei starkem Geschiebetrrieb kann auch die Struktur von Gebäuden beschädigt werden. Von Geschiebeablagerungen sind Gebäude, Verkehrswege und Kulturland betroffen. Für Menschen besteht bei statischen Überschwemmungen kaum eine Gefahr, ausser das Wasser ergiesst sich plötzlich in eine Geländemulde oder einen Raum (Keller). Bei dynamischen Überschwemmungen dagegen können Menschen (und Tiere) im Freien und in Gebäuden mitgerissen oder verschüttet werden.

Besonders grosse Schäden können im Einzelfall bei Ufererosion entstehen. Durch die Abtragung des Ufers kann verschiedenen Strukturen der Boden entzogen werden. Verkehrswege können unterspült werden und Gebäude absacken oder einstürzen. Falls solche Ereignisse nicht vorausgesehen werden, sind auch Menschen gefährdet, die sich in Häusern oder auf Verkehrswegen aufhalten.

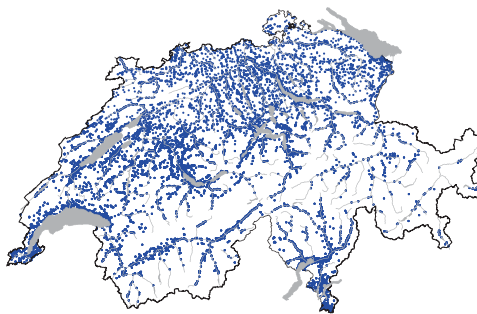


Abb. 2: Schadenereignisse 1972-2002 mit Hochwasser als Hauptprozess

Fig. 2: Damaging events 1972-2002, main process: flood (Kartengrundlage: BFS Geostat / Bundesamt für Landestopographie)

Bei etwa 11'000 (rund 80%) der insgesamt gut 14'000 erfassten Schadenereignisse handelt es sich um ein Hochwasser als Hauptprozess. Die dadurch verursachten Schadenkosten von rund 7'400 Mio. CHF machen etwa 85% der Gesamtkosten in den letzten 31 Jahren aus. Zwischen 1972 und 2002 starben in der Schweiz 88 Menschen als Folge von Hochwasser, Rutschungen oder Murgängen. Für 37 davon (rund 40%) waren Hochwasser verantwortlich.

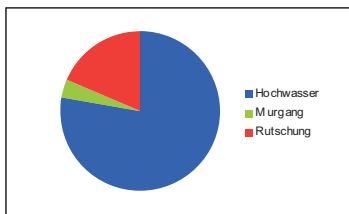


Abb. 3: Anzahl Ereignisse nach Hauptprozessen
Fig. 3: Number of events due to different

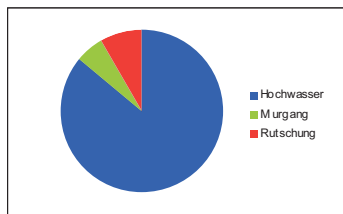


Abb. 4: Schadenkosten nach Hauptprozessen
Fig. 4: Proportion of costs due to different processes

Murgänge

BWW et al. (1997) beschreiben Murgänge als schnellfliessendes Gemisch aus Wasser und Feststoffen mit hoher Dichte, das nicht immer leicht von stark geschiefeführendem Hochwasser abzugrenzen ist.

Murgänge können auf drei grundlegende Arten entstehen. Auslöser kann der Durchbruch einer Verklausung sein, welche durch eine Rutschung oder durch Wildholz verursacht wurde. Ein Murgang kann sich auch aus einer Rutschung im Hang bilden. Für die letzte Variante wird oft der Begriff Hangmure gebraucht, wenn sich der Murgang nicht in einem Gerinne fortsetzt. Die wohl häufigste Ursache für Murgänge ist aber die Bildung durch Erosion in einem steilen Gerinne bei hohem Abfluss, die sogenannte Sohlenverflüssigung (vgl. z.B. Rickenmann, 1995). Da in der Datenbank Informationen zum Entstehungsmechanismus nur selten vorhanden sind, werden im Folgenden nur die möglichen Auswirkungen von Murgängen an einigen Beispielen dargestellt.

Übermürung:

Im August 1995 verschüttete ein Murgang aus dem "Pissot" die Autobahn N9 in Villeneuve VD. Der Kanal, der den Bach über die Strasse leiten sollte, wurde schon vor der Überführung durch Ablagerungen blockiert, so dass das Material auf beiden Seiten ausbrach und sich auf die Autobahn ergoss. Acht Personen erlitten leichte Verletzungen, elf Fahrzeuge wurden verschüttet. Die Autobahn blieb für drei Tage gesperrt.

Übermürung (Kraftwirkung):

Nach heftigen Niederschlägen ging im Oktober 2000 im Beiterbach, Gemeinde Stalden VS, ein Murgang nieder. Das Material breitete sich ab dem Kegelhals über das Gelände aus. Insgesamt wurden mehrere 10'000 m³ Material umgelagert. Von der Wucht des ersten Murschubs wurden schon das obere Stockwerk eines Restaurants und ein weiteres Gebäude zerstört. Zwei Personen kamen im Restaurant ums Leben, sechs Personen wurden verletzt.

Erosion:

*Ein Murgang riss im November 2002 eine 20 Meter breite Schneise ins Zentrum von **Schlans GR**. Ein Wohnhaus wurde mitgerissen, bei mehreren Gebäuden wurde das Fundament unterspült, so dass sie einzustürzen drohten. Die Kantonsstrasse wurde auf rund 40 m teilweise weggerissen, die Bahnlinie meterhoch verschüttet.*

Wie die Beispiele zeigen, führen die hohe Dichte des Materials sowie die oft grosse Geschwindigkeit zu einer enormen Kraftwirkung an der Murgangfront. Gebäude können beschädigt oder zerstört werden, einzelne Objekte werden mitgerissen (z.B. Fahrzeuge). Weitere Schäden entstehen im Erosionsbereich und im Ablagerungsgebiet. Davon können sowohl Gebäude und Verkehrswege als auch Kulturland betroffen sein.

Schadenereignisse mit dem Hauptprozess Murgang treten in der Schweiz deutlich weniger häufig auf als solche mit Hochwasser. Von den rund 14'000 Ereignissen in der Datenbank war bei gut 500 (ca. 5%) der dominierende Prozess ein Murgang. Die dadurch entstandenen Kosten entsprechen mit rund 450 Mio. CHF etwa 5% der gesamten Schadenkosten.

Trotz dieser eher geringen Zahl besitzen Murgänge im Einzelfall eine hohe Zerstörungskraft und können durch ihr schnelles und oft schwer vorherzusagendes Eintreten Menschen im Freien wie auch in Gebäuden gefährden. Von den insgesamt 88 in die Statistik aufgenommenen Todesfällen sind 20 (rund 25%) auf Murgänge zurückzuführen.

Die Gebiete in der Schweiz, in denen Murgänge auftreten können, sind begrenzt. Nur Bäche und Flüsse, die die Voraussetzungen eines steilen Gerinnes und von genügend Lockermaterial erfüllen, sind murgangfähig. Die Schadenereignisse der letzten 31 Jahre konzentrieren sich auf die besiedelten Alpentäler (vgl. Abb. 5). Die auf der Karte dargestellten Fälle dürfen dabei nicht mit der Gesamtzahl von Murgangereignissen verwechselt werden, die ja auch ohne Schäden ablaufen können.

Die Gesamtzahl der Ereignisse mit Hauptprozess Murgang ist überraschend klein. Ein Grund dafür könnte sein, dass das Phänomen "Murgang" in der Öffentlichkeit noch nicht lange als solches bekannt ist und auch heute noch häufig als eine Art von "Rutschung" oder "Hochwasser" betrachtet wird (und so in den Medien erscheint). Ausserdem gibt es in der Schweiz eine Vielzahl von lokalen Bezeichnungen für Massenumlagerungsprozesse, die nicht immer eine eindeutige Zuordnung erlauben. Wir rechnen deshalb damit, dass in der Datenbank eine gewisse Anzahl von Murgangereignissen als Rutschung oder als Hochwasser klassiert wurde. Zudem ist davon auszugehen, dass bei sehr grossen Hochwasserereignissen wie 1987 und 1993 Murgänge oft als Nebenprozesse auftraten und deshalb in der vorliegenden Auswertung nicht berücksichtigt sind. Die durch Murgänge verursachten Kosten werden deshalb hier wahrscheinlich unterschätzt.



Abb. 5: Schadenereignisse 1972-2002 mit Murgang als Hauptprozess

Fig. 5: Damaging events 1972-2002, main process: debris flow

(Kartengrundlage: BFS Geostat / Bundesamt für Landestopographie)

Rutschungen

Unter Rutschungen werden hier Massenbewegungsprozesse in der Form von Gleiten und Stürzen zusammengefasst. Dazu gehören **Erd- und Fels-Rutschungen** im eigentlichen Sinn sowie **Sturzprozesse** (Felssturz, Steinschlag), welche erst seit 2002 in die Datenbank integriert werden und deshalb hier unter den Rutschungen aufgeführt sind. Eine weiterführende Klassifikation von Rutschungen und Sturzprozessen anhand von Geschwindigkeit und Tiefe bzw. Volumen findet sich in BUWAL et al. (1997).

Eine Übergangsform zwischen Rutschungen und Murgängen stellen **Hangmuren** dar. Dieser Prozess beginnt mit einer oft flachgründigen Rutschung, welche bei hohem Wassergehalt ins Fließen kommt und dabei die Dynamik eines Murgangs annimmt. Es ist diese zweite Phase, die normalerweise für Schäden verantwortlich ist (BUWAL et al., 1997).

Eine besondere Stellung nimmt das Unglück in Gondo VS im Oktober 2000 ein. Eine Rutschung lagerte sich hinter einer Steinschlagmauer ab. Dadurch wurde zusätzlich ein kleiner See aufgestaut. Die Schutzmauer hielt der Belastung durch Rutschmasse und aufgestauten Wasser nicht stand, und ein Teil der Mauer ging zusammen mit dem gesättigten Rutschmaterial als Murgang nieder. Dieses Ereignis wird in dieser Untersuchung als Rutschung behandelt, da es der menschliche Eingriff (die Schutzmauer) war, der zur Umwandlung in einen Murgang führte.

Im Folgenden werden Beispiele für die Wirkung der verschiedenen Bewegungsarten gegeben.

Rutschung (unter Gebäude):

*Im Mai 1994 geriet in **Plasselb FR** auf dem Gebiet einer Feriensiedlung die Erde ins Rutschen. Die Bewegung weitete sich aus und beschleunigte sich, bis sich rund 20 Mio. m³ Material mit einer Geschwindigkeit von mehreren Metern pro Tag talwärts bewegten. Da sich die Bewegungsfläche in rund 20 m Tiefe befand, bestand keine Möglichkeit, die Rutschung aufzuhalten. 32 Gebäude wurden zerstört oder mussten abgerissen werden. Die Rutschung war nach anhaltenden schweren Regenfällen aktiviert worden. Der Untergrund bestand aus Flysch, überdeckt mit alten Murgang- und Rutschungsablagerungen.*

Rutschung (oberhalb Gebäude):

*Gegen 10'000 m³ Erde lösten sich im August 2002 nach heftigen Gewittern in **Lutzenberg AR** von einem Hang. Die Erdmassen verschütteten ein Wohnhaus am Hangfuss und zerstörten es vollständig. Drei Personen fanden den Tod.*

Sturz:

*In **Felsberg GR** stürzten im November 2002 rund 5000 m³ Fels vom Calanda-Massiv ins Tal. In einem Stall wurden dadurch drei Kälber getötet. Eine Kuh und ein weiteres Kalb wurden so schwer verletzt, dass sie getötet werden mussten.*

Die Beispiele von Plasselb und Lutzenberg zeigen auf, dass Rutschungen auf zwei Arten Schäden verursachen können. Durch eine Rutschung kann einerseits der Boden unter Gebäuden oder Strassen instabil werden, so dass es zu Deformationen oder zum Abrutschen kommen kann. Das Rutschungsmaterial kann andererseits Gebäude eindrücken oder zum Einsturz bringen wie auch Strassen und Land verschütten. Läuft der Prozess schnell und unerwartet ab, sind Menschen vor allem auch in Gebäuden gefährdet, falls diese dem Druck nicht standhalten.

Sturzprozesse verursachen je nach Volumen des Ausbruchsmaterials und der Grösse der Komponenten kleinere bis grosse Schäden an den verschiedensten Strukturen. Für Menschen besteht besonders im Freien und in Fahrzeugen eine Gefahr.

Rutschungen kommen in der Schweiz relativ häufig vor. Aus Abb. 6 ist ersichtlich, dass Schäden besonders oft in den nördlichen Voralpen und im Tessin auftreten.

Neben der ziemlich dichten Besiedlung dieser Gebiete können auch die topographischen, geologischen und hydrometeorologischen Gegebenheiten zur Erklärung dieser Verteilung beitragen. Sowohl das Vorkommen von schiefrigen und tonigen Gesteinen (Bündnerschiefer, Phyllite, Flysch) als auch häufige starke Niederschläge (Tessin, Voralpenketten) begünstigen die Auslösung von Rutschungen.

Bei gut 2600 (ca. 20%) der erfassten Ereignisse war der Hauptprozess eine Rutschung. Sie verursachten mit gut 650 Mio. CHF rund 10% der Schadenkosten in den letzten 31 Jahren.

Meist konnten Rutschungen, Hangmuren und Sturzprozesse aufgrund der vorhandenen Informationen unterschieden werden, genauere Beschreibungen waren jedoch oft nicht möglich. In der Mehrzahl der Fälle waren Strassen oder Bahnlinien betroffen, oft durch kleinere Verschüttungen. Rund 35% (32) der Todesfälle in den letzten 31 Jahren wurden durch Rutschungen (bzw. einen Felssturz) verursacht.

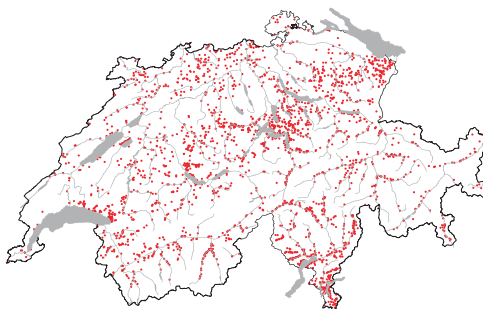


Abb. 6: Schadenereignisse 1972-2002 mit Rutschungen als Hauptprozess

Fig. 6: Damaging events 1972-2002, main process: landslide (Kartengrundlage: BFS Geostat / Bundesamt für Landestopographie)

Ereignisse mit Todesfolge

Unter den verschiedenen Arten von Schäden, die von Hochwasser, Murgängen und Rutschungen verursacht werden, sind Todesfälle besonders schwerwiegend. In den letzten 31 Jahren sind durchschnittlich 2.8 Personen pro Jahr als Folge dieser Prozesse ums Leben gekommen, die Zahlen schwanken aber sehr stark von Jahr zu Jahr (vgl. Abb. 7). Eine leichte Zunahme der Todesfälle ist zu beobachten. Wir betrachten sie aufgrund des kurzen Zeitraums der Beobachtung jedoch nicht als aussagekräftig, insbesondere da sie stark von einem einzelnen Ereignis (Gondo 2000) mit 13 Todesopfern beeinflusst wird.

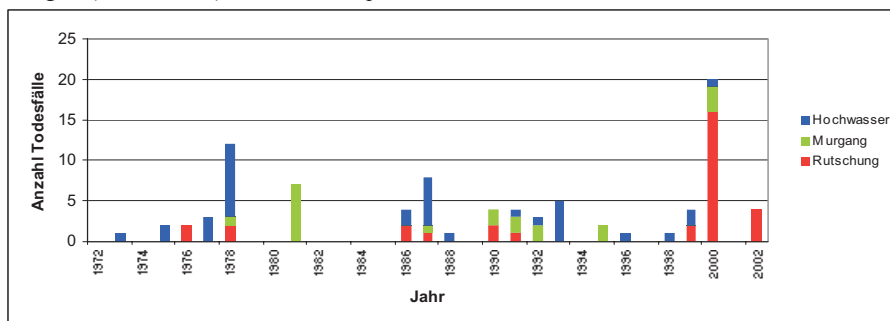


Abb. 7: Verursachende Prozesse bei Todesfällen 1972-2002

Fig. 7: Processes responsible for deaths 1972-2002

Das Canyoning-Unglück am Saxetbach (Wilderswil 1999) wurde in dieser Aufstellung nicht berücksichtigt. Todesfälle, die sich während Freizeitaktivitäten in Bereichen mit erhöhter Gefährdung ereignen, werden nicht in die Datenbank aufgenommen.

In Abb. 7 sind die 88 Todesfälle zwischen 1972 und 2002 zusammen mit den auslösenden Prozessen dargestellt. (Ein einzelnes Felssturzereignis 2002 wurde bei den Rutschungen berücksichtigt.) Betrachtet man auch die Verteilung auf die Orte, an denen Todesfälle auftraten - sie wurden in die Gruppen Gebäude, Verkehrswege und Siedlungen sowie Gelände eingeteilt

-, ist festzustellen, dass ein grosser Teil der Personen innerhalb von Häusern ums Leben kam (Abb. 8). Während im Freien Hochwasserereignisse die grössere Rolle spielten, waren für Todesfälle in Gebäuden vor allem Rutschungen und Murgänge verantwortlich. Zu diesen Fällen gehört mit Gondo VS (2000) auch das grösste einzelne Ereignis, bei dem 13 Menschen nach einer Rutschung ums Leben kamen.

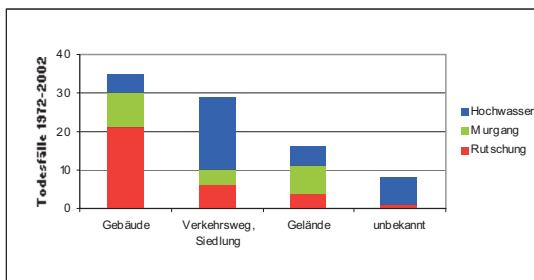


Abb. 8: Ort und verursachender Prozess der Todesfälle 1972-2002
Fig. 8: Area and responsible process of deaths 1972-2002

FAZIT

Die Schadendatenbank der WSL bietet eine umfassende Datengrundlage für die Analyse von Unwetterschäden über einen grösseren Zeitraum. Sie ermöglicht die Auswertung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Schäden mit befriedigender Genauigkeit und lässt die Bedeutung der verschiedenen schadenverursachenden Prozesse deutlich werden. Detailliertere Aussagen wären nur mit deutlich grösserem Aufwand bei der Datenerfassung möglich.

VERDANKUNGEN

Die Autorinnen und Autoren danken allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der WSL, welche in den vergangenen 31 Jahren in der einen oder anderen Form an der Erarbeitung der vorliegenden Datenbank mitgewirkt haben. Unseren besonderen Dank verdienen dabei Gerhard Röthlisberger, welcher die Erfassung von 1972 bis 1997 mit viel Engagement und Einsatz durchgeführt hat, sowie Dominik Gerber, der diese Periode in die digitale Datenbank überführte.

LITERATUR

- BUWAL, BWW, BRP (1997): "Empfehlungen: Berücksichtigung der Massenbewegungsgefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten." EDMZ, Bern.
- BWW, BRP, BUWAL (1997): "Empfehlungen: Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten." EDMZ, Bern.
- Hegg, C., Gerber, D., Röthlisberger, G. (2000): "Unwetterschaden-Datenbank der Schweiz." *Internationales Symposium Interpraevent, Tagungspublikation, Band 1*, Villach.
- Kuster, J., Meier, H-R. (2000): "Siedlungsraum Schweiz: Struktur und räumliche Entwicklung". EDMZ, Bern.
- Rickenmann, D. (1995): "Beurteilung von Murgängen." *Schweizer Ingenieur und Architekt*, Nr. 48: 1104 - 1108.
- Röthlisberger, G. (1998): "Unwetterschäden in der Schweiz." *Ber. Eidgenöss. Forsch.anst. Wald Schnee Landsch. 346*, Birmensdorf.