Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 96 (2004)

Heft: 1-2

Artikel: Unwetterschäden in der Schweiz 1972 - 2002 : Verteilung, Ursachen, Entwicklung

Autor: Schmid, Franziska / Fraefel, Marielle / Hegg, Christoph

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-939548

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Unwetterschäden in der Schweiz 1972 – 2002: Verteilung, Ursachen, Entwicklung

■ *Franziska Schmid, Marielle Fraefel, Christoph Hegg*

Zusammenfassung

Seit 1972 werden von der Eidg. Forschungsanstalt WSL Angaben zu Schäden durch Unwetter gesammelt und analysiert. Dabei ist eine umfangreiche Datenbank entstanden, in der in über 14 000 Einträgen Angaben zu Schäden durch Überschwemmungen, Erdrutsche und Murgänge verzeichnet sind. Insgesamt haben diese Prozesse seit 1972 etwa 8,6 Mrd. CHF Schaden verursacht und 88 Menschen das Leben gekostet. Der Artikel diskutiert die räumliche Verteilung, die zeitliche Entwicklung sowie die Ursachen der Schäden und Todesfälle.

Einleitung

Die grossen Unwetterereignisse der letzten Jahre in der Schweiz – Lawinenwinter 1999, Hochwasser 1999, Hochwasser 2000 – zeigen die Verletzlichkeit unseres Lebensraumes gegenüber Naturgefahren auf. Erst dort, wo sich Siedlungen, Verkehrswege und andere Nutzungsgebiete mit Gefahrenräumen überschneiden, führen Naturgefahren zu bedeutenden Schäden. Die Zunahme der Bevölkerung, die Ausdehnung der Siedlungsgebiete in gefährdete Gebiete sowie der Bau neuer Verkehrsachsen erhöhen das Schadenpotenzial.

Im Nachgang von schweren Schadenereignissen – so z.B. nach den Hochwassern in Mitteleuropa 2002 – wird in der öffentlichen Debatte immer wieder im Zusammenhang mit der Klimaänderung auf die Häufung von Naturereignissen in den letzten Jahren hingewiesen. Auch die Rückversicherungen sprechen von einem weltweit markanten Anstieg der Schäden durch Naturgefahren (Swiss Re, 2003).

Seit 1972 werden an der Abteilung Wasser-, Erd- und Felsbewegungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL Meldungen über Schäden gesammelt, die in der Schweiz von Erdrutschen, Murgängen und Überschwemmungen verursacht werden. Auf die Schäden durch Steinschlag/Felssturz, welche seit 2002 ebenfalls in die Datenbank aufgenommen werden, wird im vorliegenden Artikel nicht eingegangen.

Auf der Basis dieser umfangreichen Datenbank gehen wir im folgenden Artikel der Frage nach, ob in der Zeitspanne 1972–2002 auch in der Schweiz ein Trend zur Schadenzunahme festzustellen ist. Dabei wird einerseits die Entwicklung der Schäden an Gebäuden und Verkehrswegen sowie deren räumliche Verteilung beleuchtet, andererseits werden die gesamten Schadenkosten analysiert. Auch die Entwicklung der Anzahl durch Unwetter verursachter Todesopfer wird dargestellt. Dabei wird auf die jeweils verursachenden Prozesse fokussiert.

Eine Analyse der Schäden muss auch die sich verändernden (gesetzlichen) Rahmenbedingungen im Bereich des Schutzes vor Naturgefahren berücksichtigen. Damit ist vor allem die neue Philosophie im Hochwasserschutz gemeint, die auf einer umfassenden Gefahrenbeurteilung, differenzierten Schutzzielen und dem Einbezug temporärer und raumplanerischer Massnahmen basiert (PLANAT, 1998). Die Unwetterereignisse im Jahre 1987, die schwere Schäden insbesondere an Infrastrukturanlagen verursachten, führten zur Einsicht, dass ein absoluter Schutz vor Naturgefahren finanziell, technisch, aber auch ökologisch nicht realisierbar ist (BWG, 2001). Das Umdenken fordert, dass wir bewusst mit verbleibenden Risiken umgehen müssen.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob mit dem Einbezug dieser «neuen» Massnahmen die Schadenkosten reduziert werden konnten. Eine detaillierte Kosten-Nutzen-Analyse wurde im Rahmen dieses Artikels nicht durchgeführt; die Möglichkeit zur wirkungsvollen Reduktion der Schäden soll aber anhand von Beispielen erläutert werden.

Methodik

Die Erhebungen der Schadenkosten basieren auf den Berichten von mehr als 2000 Medien in der Schweiz sowie auf Angaben von amtlichen und halbamtlichen Stellen (z.B. Versicherungen). In den letzten 31 Jahren entstand so eine Datenbank mit rund 14 000 Datensätzen, die es ermöglicht, eine grosse Zahl von Schadenereignissen nach verschiedenen Kriterien zu untersuchen.

Alle Informationen über Schadenereignisse, die an die WSL gelangen, werden in einer digitalen Datenbank erfasst. Dabei wird für jede betroffene Gemeinde ein Datensatz erstellt. Ein solcher Eintrag wird im Weiteren als ein «Ereignis» bezeichnet.

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. In 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). Die Sturzereignisse beinhalten Felsstürze und Steinschlag. Nicht berücksichtigt werden Ereignisse, die direkt auf menschliche Einwirkungen zurückzuführen sind (z.B. Rutschung einer künstlichen Böschung während Bauarbeiten).

Die entstandenen Schäden werden folgendermassen 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. Die indirekten Schäden, z.B. die wirtschaftlichen Folgen eines Strassenunterbruchs, werden nicht in die Datenbank aufgenommen, weil sie sehr schwer zu erheben sind.

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

Für die Untersuchungen muss weiter berücksichtigt werden, dass seit Erfassungsbeginn im Jahr 1972 Unwetterereignisse und ihre Folgen in der öffentlichen Diskussion enorm an Bedeutung gewonnen und dementsprechend immer häufiger in den Medien Erwähnung gefunden haben. Neben diesen zeitlichen Veränderungen spielt auch der Ort eines Schadenereignisses eine Rolle, da kleine Schäden aus häufig betroffenen (Berg-) Kantonen oft gar nicht Eingang in die Presse finden, während sie in seltener betroffenen Regionen erwähnt werden.

Zeitliche und räumliche Verteilung der Schadenereignisse

Die zeitliche und räumliche Verteilung der Schadenereignisse wurde nach ihrer jeweiligen Hauptursache – Hochwasser, Rutschung, Murgang – untersucht. Es zeigte sich dabei, dass Hochwasser in der Zeitspanne von 1972 bis 2002 mit zwischen 60 und 95% den grössten Teil der Ereignisse ausmachen. Rutschungen (5–35%) und Murgänge (max. etwa 10%) wurden wahrscheinlich unterschätzt, da bei der Erfassung der Schäden nur der Hauptprozess berücksichtigt wurde. Bei grösseren Hochwassern treten beispielsweise oft auch weniger bedeutende Rutschungen auf. Da die Schadenfälle und nicht die reinen Gefahrenprozesse für die Aufnahme in die Datenbank im Vordergrund stehen, kann nicht direkt von der Verteilung der Schadenereignisse auf die Häufigkeit der einzelnen Prozesse geschlossen werden.

Eine bedeutende systematische Änderung der Verhältnisse zwischen den Hauptprozessen im Lauf der Zeit ist nicht erkennbar (Bild 1). Die Anzahl Ereignisse weist bei allen Prozessen eine leicht steigende Tendenz auf, welche angesichts der grossen Schwankungen aber wenig aussagekräftig scheint.

Hochwasser richteten in der betrachteten Periode in praktisch allen Regionen der Schweiz Schäden an (Bild 2). Statische Überschwemmungen beschränkten sich dabei im Normalfall auf Seeufer und die Uferbereiche grosser Flüsse. Dynamische Überschwemmungen, Übersarungen und Ufererosion traten dagegen meist entlang von kleineren Bächen und Flüssen auf, insbesondere bei Wildbächen und Gebirgsflüssen, wo das grössere Gefälle für höhere Fliessgeschwindigkeiten sorgt. Die Konzentration der Schadenereignisse auf das Mittelland (Grossraum Zürich, Bern), aber auch entlang des Lac Léman sowie im südlichen Tessin widerspiegelt die dichte Besiedlung und somit auch das hohe Schadenpotenzial in diesen Gebieten.

Anders sieht die räumliche Verteilung der Schadenereignisse für den Prozess Murgang aus. 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 mobilisierbarem Lockermaterial erfüllen, sind murfähig. Die Schadenereignisse der letzten 31 Jahre konzentrieren sich darum auf die erschlossenen Alpentäler (Bild 3).

Rutschungen kamen in der Schweiz relativ häufig vor. Aus Bild 4 ist ersichtlich, dass in der betrachteten Periode Schäden besonders oft in den nördlichen Voralpen und im Tessin aufgetreten sind. Bei Rutschungen spielt die Geologie des Untergrunds eine entscheidende Rolle. Besonders anfällig für Rutschungen ist dabei der Flysch der nördlichen Voralpen und der Bündnerschiefer, auch Phyllite und Schiefer in den stark metamorphen Gebieten der Alpensüdseite. Ebenfalls von Bedeutung für das gehäufte Auftreten von Rutschungen dürfte die Tatsache sein, dass im Tessin und in den Voralpen (v.a. Napf- und Alpsteingebiet) starke Regenfälle verhältnismässig häufig auftreten.

Die erfassten Daten widerspiegeln die unterschiedlichen topografischen, geologischen und hydrometeorologischen Gegebenheiten der verschiedenen Regionen, vor allem aber auch die Verteilung des Schadenpotenzials.

In den folgenden Abschnitten werden die Schäden an den Objektklassen «Verkehrswege» und «Gebäude» nach dem jeweiligen auslösenden Hauptprozess dargestellt. Dabei wird die Anzahl Ereignisse ausgewertet, nicht jedoch der finanzielle Schaden, da für jede Gemeinde nur ein Hauptprozess festgelegt wird, die Schäden aber durch verschiedene Prozesse verursacht sein können. Dies bedeutet, dass ein direkter Schluss auf besonders schadenintensive Einzelereignisse bzw. Prozesse nicht gezogen werden kann.

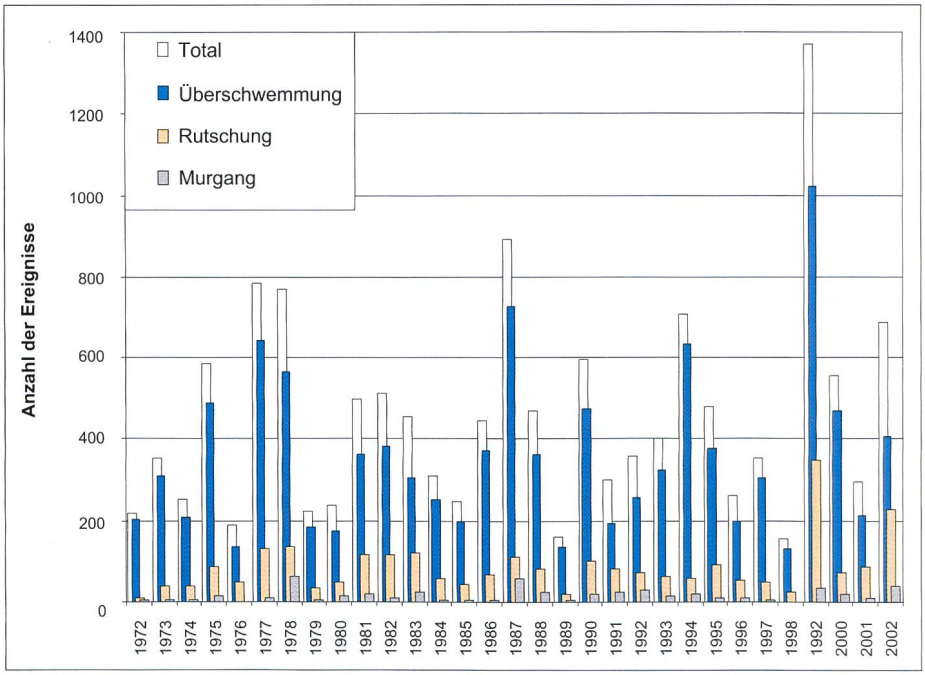

Bild 1. Zeitliche Verteilung der Schadenereignisse 1972–2002.

Verursachender Prozess	Anteil an der Gesamtzahl der Ereignisse
Überschwemmung	53%
Rutschung	39%
Murgang	7%

Tabelle 1. Schadenverursachende Prozesse bei Verkehrswegen.

Verursachender Prozess	Anteil an der Gesamtzahl der Ereignisse
Überschwemmung	87%
Rutschung	11%
Murgang	2%

Tabelle 2. Schadenverursachende Prozesse bei Gebäuden.

Verkehrswege

Aufgrund des dichten Verkehrsnetzes in der Schweiz besteht eine relativ grosse Anfälligkeit für Unterbrüche und Schäden im Zusammenhang mit Unwetterereignissen. Die räumliche Verteilung der Schadenereignisse über die Schweiz hängt dabei von der Verteilung der Strassen und Bahnlinien ab.

Bei der Aufnahme in die Datenbank werden einerseits die Arten von Verbindungen unterschieden (Bahnlinien, Strassen verschiedener Klassen), andererseits wird berücksichtigt, ob es sich ausschliesslich um einen Verkehrsunterbruch handelt oder ob es effektiv zu einer Beschädigung der Infrastruktur gekommen ist.

Dabei galten alle Fälle, bei denen keine finanziellen Schäden bekannt waren, als reine Sperrungen.

Die Schweizer Verkehrswege sind häufig von den Auswirkungen der Unwetter betroffen. Fast 40% aller erfassten Schadenereignisse der letzten 31 Jahre schliessen Schäden an Verkehrswegen auf Strassen oder Schienen ein. Dabei verursachten leichte Überschwemmungen zwar oft Sperrungen, aber kaum Schäden; grössere Überschwemmungen führten teilweise zu Unterspülungen; durch Rutschungen wurden Strassen und Bahnlinien verschüttet und/oder beschädigt. Steinschlag und Felssturz richteten zum Teil schwere Schäden an Strassen und Galerien an. So wurde beispielsweise im November 2002 die Strasse zwischen Chalais und Vercorin durch einen Felssturz von mehreren hundert Kubikmetern zerstört. Die Beeinträchtigungen reichen also von kurzen Sperrungen über Verschüttungen bis hin zu abgesackten oder weggerissenen Abschnitten von Strassen oder Bahntrassees.

Anteilsmässig verursachten Überschwemmungen über die Hälfte der Schadenereignisse an Verkehrsträgern (Tabelle 1), gefolgt von Rutschungen (39%). Murgangprozesse spielten diesbezüglich kaum eine Rolle, sind aber aufgrund ihres grossen Zerstörungspotenzials nicht zu vernachlässigen.

In den Bildern 5, 6 und 7 ist ersichtlich, dass durch Rutschungen, Überschwemmungen und Murgänge verursachte Schäden an Verkehrswegen nicht in der gleichen Art über das Gebiet der Schweiz verteilt auftraten.

Überschwemmungen sorgten in fast allen Gebieten für Schäden an Verkehrswegen; sie konzentrierten sich jedoch weniger auf die Siedlungsflächen (v.a. im Mittelland) als die Gesamtzahl der Überschwemmungsschäden (Bild 2).

Die Rutschungsschäden an Verkehrswegen häuften sich im Gebiet der Voralpen, in Mittelbünden sowie im Tessin (Sottoceneri, Bellinzonese und südliches Locarnese). Dies deckt sich gut mit der Verteilung der gesamten Rutschungsschäden (Bild 4), was sich dadurch erklären lässt, dass die Schäden an Verkehrswegen den grössten Teil der Rutschungsereignisse darstellen. Strassen und Bahntrassees müssen – im Gegensatz zu Gebäuden – aus technischen Gründen häufiger an gefährdeten Hängen erstellt werden.

Zu Beschädigungen von Verkehrswegen durch Murgangereignisse kommt es (prozessspezifisch) hauptsächlich in den Alpen (vgl. Bild 3).

Gebäude

Bei vielen Schadenereignissen, die durch Wasser oder Erd-/Felsbewegungen entstehen, sind Gebäude betroffen. Die Schäden reichen von «beschädigten Gebäuden» mit einem überschwemmten Keller und in Mitleidenschaft gezogenem Mobiliar bis hin zu «vollständig zerstörten Gebäuden».

Die betroffenen Gebäude werden in der Datenbank – falls möglich – in die Kategorien Wohnhäuser, landwirtschaftliche Ökonomiegebäude, Gewerbegebäude und öffentliche Gebäude eingeteilt.

Die Untersuchung der Datensätze nach den verursachenden Hauptprozessen ergibt die in Tabelle 2 dargestellte Verteilung. Der bei weitem grösste Teil der Schäden an Gebäuden (und Mobiliar) fällt auf Überschwemmungen (87%). Rutschungen verursachten gut 10% der beschädigten Gebäude. Murgänge machten mit ca. 2% den kleinsten Teil der Schadenereignisse aus.

Verglichen mit den Verkehrswegen ist der Anteil der Überschwemmungsereignisse bei den Gebäuden viel höher. Bei Gebäuden kann bereits eine relativ kleine Menge Wasser grossen Schaden anrichten, wenn es beispielsweise in einen Kellerraum mit teuren Objekten läuft. Im Gegensatz dazu entstehen

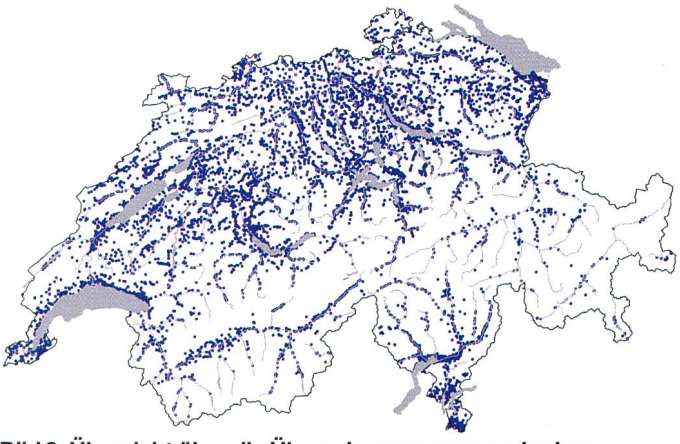

Bild 2. Übersicht über die Überschwemmungsereignisse 1972–2002. Die Punkte liegen beim Schadenzentrum und repräsentieren nicht die Ausdehnung der Schadenfläche.

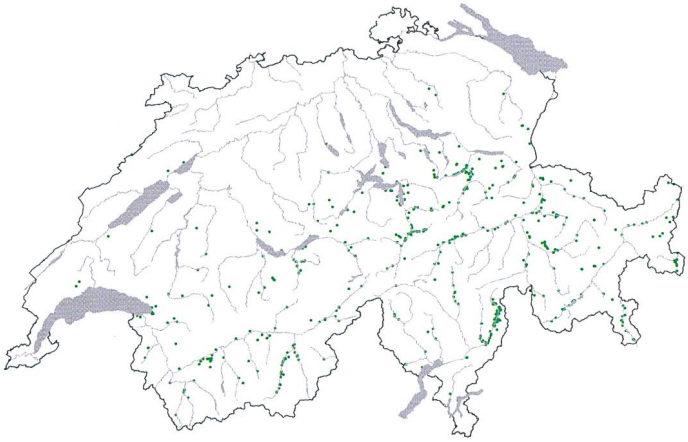

Bild 3. Übersicht über die Murgangereignisse 1972–2002. (Kartengrundlage überall: BFS GEOSTAT/Bundesamt für Landestopografie.)

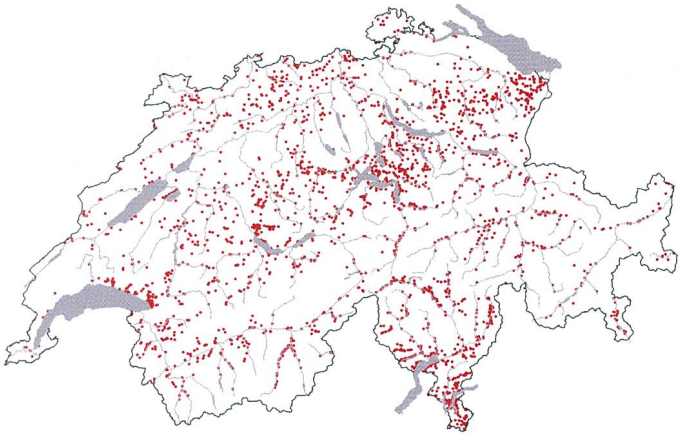

Bild 4. Übersicht über die Rutschungsereignisse 1972–2002.

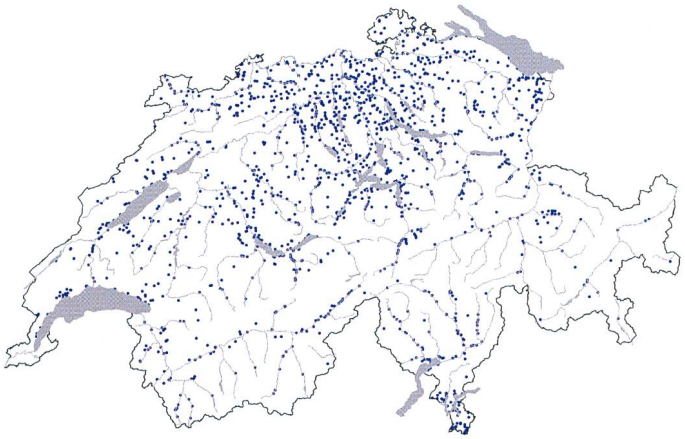

Bild 5. Durch Überschwemmungen beschädigte Verkehrswege.

Bild 6. Durch Rutschungen beschädigte Verkehrswege.

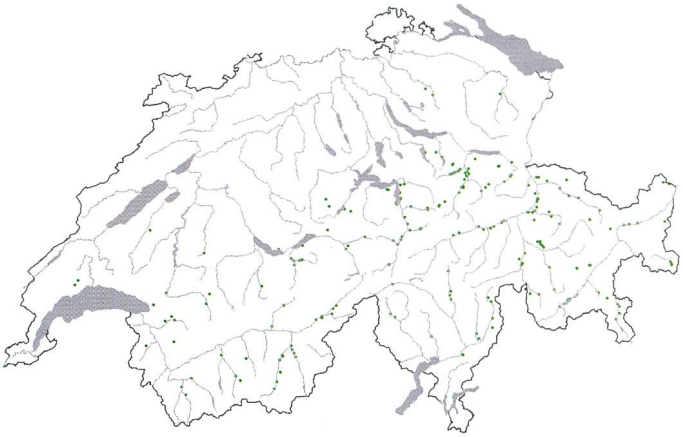

Bild 7. Durch Murgänge beschädigte Verkehrswege.

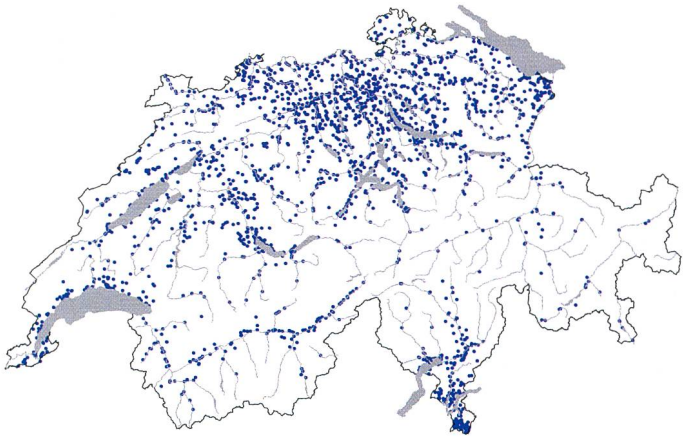

Bild 8. Gebäudeschäden durch Überschwemmungen, repräsentiert nicht die Anzahl der betroffenen Gebäude pro Ereignis.

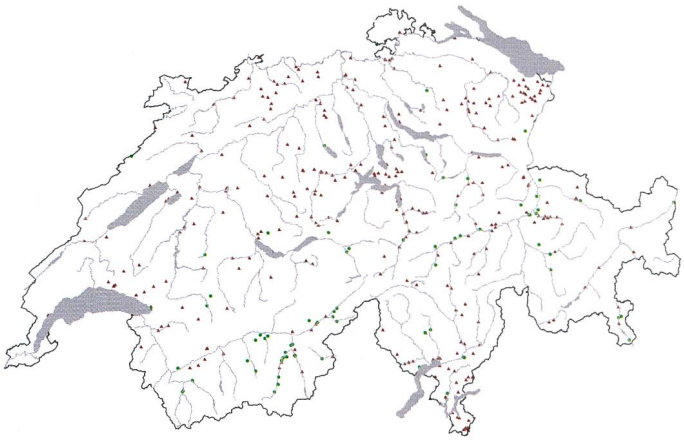

Bild 9. Gebäudeschäden durch Rutschungen ▲ und durch Murgänge ●.

Schäden an Strassen erst bei Prozessen mit hoher dynamischer Energie, wenn beispielsweise Strassenkörper unterspült oder verschüttet werden.

Gebäudeschäden durch Überschwemmungen entstanden hauptsächlich in flachen Gebieten sowie an den Ufern der grösseren Flüsse und Seen (Bild 8). Sowohl im Vergleich zu den Verkehrswegen als auch zur Gesamtzahl der Ereignisse (Bilder 5 und 2) konzentrierten sich diese Ereignisse stärker auf das nordöstliche Mittelland, was sich wiederum mit der dichteren Besiedelung in diesem Gebiet deckt (siehe BfS, 2003).

Die kleine Anzahl der Rutschungsschäden an Gebäuden macht es schwierig, deutliche regionale Häufungen festzustellen (Bild 9); sie scheinen sich aber gleichmässiger über die Schweiz zu verteilen als die Schäden an Verkehrswegen. Murgänge führten nur in Einzelfällen zu Schäden an Gebäuden.

Auch bei diesem Schadenobjekt kommt die Tatsache zum Tragen, dass die Ereignisse nach ihren jeweiligen Hauptprozessen aufgenommen werden. Wir gehen darum davon aus, dass die Anzahl der Rutschungen und Murgänge unterschätzt wird.

Generell spielen die Siedlungsstruktur und die Anordnung des Verkehrsnetzes bei der räumlichen Verteilung der Schäden eine wesentliche Rolle. Während bei Unwettern z.B. im Schanfigg oft nur die Bahnlinie von Schäden durch Überschwemmungen betroffen war, so entstanden im Mattertal gleichermassen Schäden an Verkehrsträgern und Gebäuden. Denn hier sind auch die Siedlungen im Talboden konzentriert. Offenbar wurden bei der Auswahl von Siedlungsstandorten die Prozessräume von Rutschungen und Murgängen stärker gemieden als mögliche Überschwemmungsbereiche. Verkehrswege dagegen müssen teilweise auch besonders aktive Hänge bzw. Gerinne queren und sind entsprechend häufiger von Ereignissen betroffen.

Entwicklung der Schadenkosten und Einflussfaktoren

Seit 1972 wurden durch Hochwasser, Rutschungen und Murgänge Schäden in der Höhe von 8,6 Mrd. CHF (teuerungsbereinigt auf Stand 2002) verursacht. Rund 60% oder 5 Mrd. CHF entfallen auf die fünf grössten Einzelereignisse: die Hochwasser 1978 in den Kantonen Tessin und Graubünden, 1987 im Kanton Uri, Tessin, Graubünden, Wallis und Bern, 1993 und 2000 im Wallis und Tessin und die Hochwasser 1999 vorwiegend im Mittelland. Zum Vergleich: Die gesamten seit 1972 aufgelaufenen Schäden übertreffen die geplanten Baukosten für den Gotthard-Basistunnel Neat von ca. 7 Mrd. CHF deutlich.

Das Jahr 1987 war mit einer Gesamtschadensumme von damals 1220 Mio. CHF (teuerungsbereinigt gar 1666 Mio.) das mit Abstand schadenreichste (Bild 10). Betrachtet man die Reihenfolge der absoluten Werte, so rangiert das Jahr 1978 auf 5. Stelle, bereinigt man die Summe allerdings mit dem Landesindex der Konsumentenpreise (Stand 2002), so rückt es auf den 3. Rang vor. 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. CHF auf.

Die Verteilung der Schadensummen auf die einzelnen Jahre ist, wie in Bild 10 sichtbar, sehr heterogen. Es ist eine leichte Zunahme in der Periode von 1972 bis 2002 feststellbar. Im Mittel belaufen sich die Schadensummen auf rund 40 CHF pro Kopf und Jahr.

Die Münchner Rückversicherung spricht in ihrem Jahresbericht von einem weltweit dramatischen Anstieg der Naturkatastrophen seit 1950, sowohl in der Anzahl der Ereignisse wie auch im Schadenausmass

(Münchner Rück, 2002). Dieser deutliche Trend kann in der Schweiz für die infolge Überschwemmungen, Rutschungen und Murgängen entstanden Schadenkosten seit 1972 so nicht bestätigt werden.

Einen eindeutigen Schluss auf die Schadenursache zu ziehen, ist schwierig. Neben dem natürlichen Prozess sind jeweils verschiedene Faktoren daran beteiligt, dass ein Hochwasser oder eine Rutschung auch zu Schäden führt. Obwohl sich möglicherweise auch das Gefahrenpotenzial ändert, lässt sich der leichte Anstieg der Schadensummen vor allem auf die Erhöhung des Schadenpotenzials zurückführen: auf die Konzentration der Werte in stärker exponierten Gebieten und die höhere Empfindlichkeit der Werte gegenüber äusseren Einwirkungen. So befinden sich beispielsweise vermehrt teure Geräte oder Elektronik in Untergeschossen gefährdeter Gebiete. Aber auch die genutzte Fläche dehnt sich immer weiter aus. Seit Beginn der 1980er-Jahre hat sich die Siedlungsfläche der Schweiz um rund 294 km^2 vergrössert (Gesamtfläche der Schweiz: 41 285 km^2). Dieses Wachstum entspricht der Fläche des Kantons Schaffhausen, dabei gingen hauptsächlich landwirtschaftliche Nutzflächen verloren (Kuster und Meier, 2000).

Betrachtet man die Verteilung der Schadensummen auf die Kantone, so ist ersichtlich, dass die Bergkantone zu den stark betroffenen Gebieten gehören (Tabelle 3, Bilder 11 und 12). Die Kantone Uri, Bern, Wallis, Tessin weisen die höchsten Jahressummen auf. Diese Gebiete waren die Hauptschadenorte der fünf grössten Einzelereignisse. Dynamische Prozesse wie Wildbachereignisse oder Murgänge, welche ein hohes Zerstörungspotenzial haben, spielten hier eine wesentliche Rolle.

Die städtisch geprägten Kantone Basel-Stadt und Genf waren in der Untersuchungsperiode – finanziell betrachtet – am wenigsten stark von Unwettern betroffen, obschon es sich um die am dichtesten besiedelten Gebiete der Schweiz handelt.

Aufgrund der hohen Wertedichte können aber auch hier sehr hohe Schäden auftreten, obwohl sie durch statische Prozesse (Überschwemmung durch Rhein, Lac Léman) ausgelöst werden. So überflutete beispielsweise im August 2002 die Elbe Keller der Semperoper, wo teure Konzertflügel standen. Das Risikopotenzial für sehr grosse Schäden ist demnach in diesen Gebieten nicht zu unterschätzen, auch wenn in der Schweiz in der Untersuchungsperiode nur wenige derartige Ereignisse auftraten (z.B. im Mai 1999 im Berner Mattequartier).

Bei der Betrachtung der Schadenkosten muss auch der Aspekt der Wirkung von

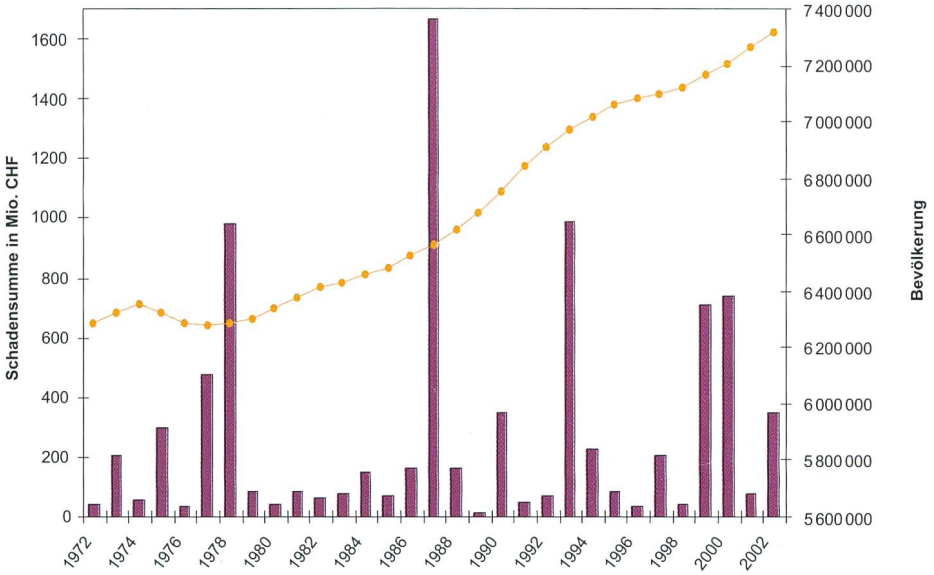

Bild 10. Schadensummen in der Periode 1972–2002, teuerungsbereinigt auf den Stand Mai 2002 (Säulen); Wohnbevölkerung am Jahresende, Daten von BfS 2003 (Punkte).

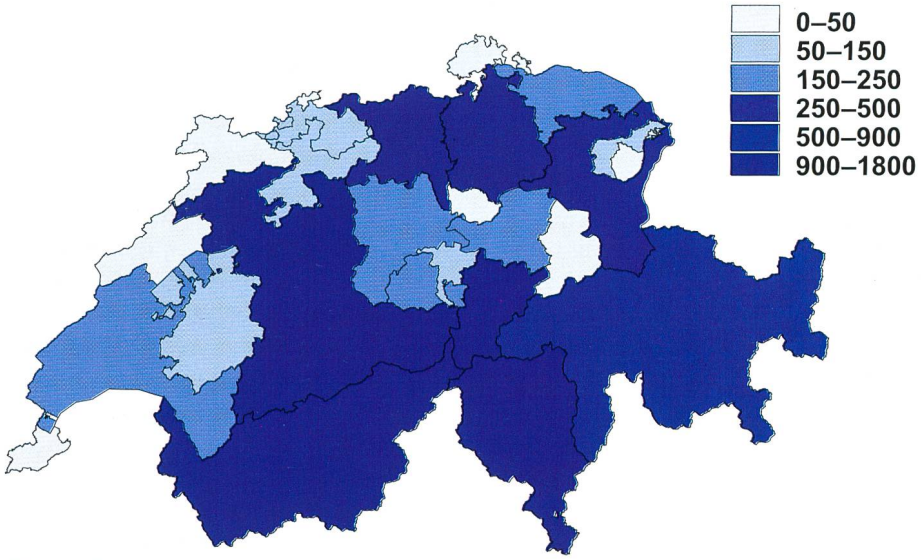

Bild 11. Schadensumme pro Kanton (1972–2002) in Mio. CHF.

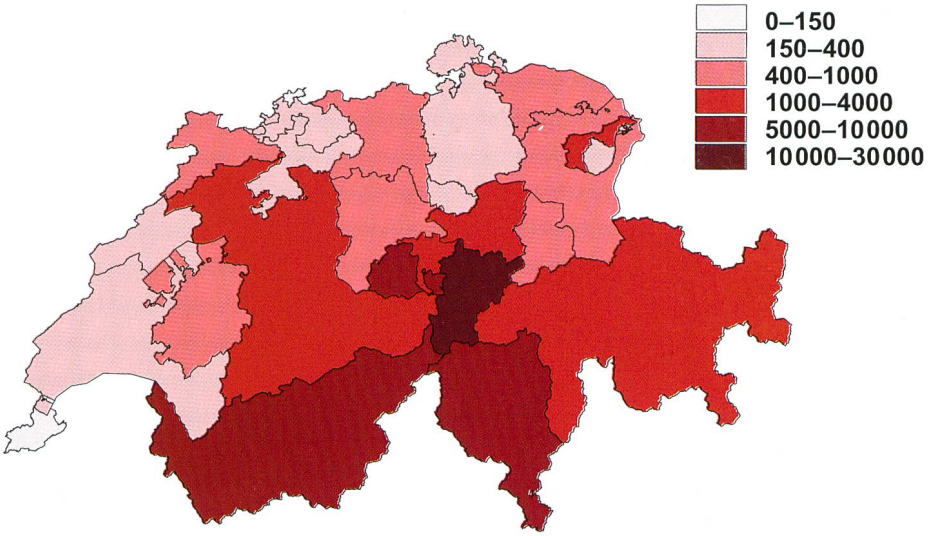

Bild 12. Schadensumme pro Kopf und Kanton (1972–2002) in Mio. CHF.

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

Tabelle 3. Schaden pro Kopf und Kanton (Kanton Jura erst ab 1976 berücksichtigt).

Schutzmassnahmen beachtet werden. Es stellt sich die Frage, wie stark die in der untersuchten Periode realisierten Massnahmen die Schadenkosten in den Folgejahren reduzierten. Die Wirksamkeit von Massnahmen kann mit Kosten-Nutzen-Analysen abgeschätzt werden, wie dies Romang (2003) exemplarisch bei Wildbach-Schutzmassnahmen durchgeführt hat. Für die Überprüfung anhand abgelaufener Ereignisse bedarf es zweier ähnlicher Ereignisse vor und nach der Realisierung von Massnahmen. Hier soll als Beispiel das Hochwasserschutzkonzept Brig-Glis angeführt werden. Diese Gemeinde war 1993 und 2000 von schweren Hochwassern betroffen. Dazwischen wurden verschiedene Eingriffe entlang der Saltina durchgeführt, um die Auswirkungen eines erneuten Hochwassers zu vermindern. Neben der Schaffung von Geschieberückhaltekammern wurden die Brücken so verändert, dass sie angehoben oder entfernt werden können (BWG 2002). Beim Hochwasser 1993 brach der Bach in das Stadtzentrum aus, und Geschiebe lagerte sich bis zu 3 m hoch ab. Die Schäden beliefen sich damals auf ca. 500 Mio. CHF. Obwohl das Ereignis im Oktober 2000 grösser war (Spitzenabfluss der Saltina 125 m^3/s, d.h. 60–80% mehr Abfluss als 1993), führten nur kleinere Überschwemmungen zu Kosten in der Höhe von rund 15 Mio. CHF.

Dieses Beispiel zeigt, dass die Gefahrenstellen richtig eingeschätzt und erfolgreich Massnahmen ergriffen wurden. Neben einer Reduktion der Schäden um ca. 480 Mio. CHF konnten aber auch viel schlimmere Auswirkungen verhindert werden.

Die im Vergleich zur Entwicklung des Schadenpotenzials unterproportionale Zunahme der Schadenkosten in der betrachteten Zeitperiode kann darum wahrscheinlich auch auf die gute Wirkung der ergriffenen Massnahmen zurückgeführt werden. Es muss allerdings betont werden, dass auch diese Möglichkeiten begrenzt sind.

Todesfälle

Überschwemmungen, Murgänge und Rutschungen führen in der Schweiz nicht nur zu finanziellen Schäden, sondern fordern immer wieder auch Todesopfer. Sicherheitsmassnahmen sollen Menschen im besiedelten Gebiet, aber auch auf Verkehrswegen vor Naturgefahren schützen. Bei der Ausübung von so genannten Risikosportarten (z.B. Skitourenfahren, Canyoning usw.) werden Risiken freiwillig beziehungsweise bewusst eingegangen. Im folgenden Überblick wird darum das Unglück im Saxetbach 1999, als 21 Mitglieder einer Canyoning-Gruppe ums Leben kamen, nicht miteinbezogen, ebenso wenig wie Todesfälle durch Steinschlag bei Bergtouren.

In den Jahren 1972–2002 kamen in der Schweiz 88 Menschen durch Rutschungen, Murgänge oder Überschwemmungen ums Leben.

Die Verteilung der Todesfälle über die letzten 31 Jahre ist auffallend unregelmässig (Bild 13). In den beiden Jahren mit den meisten Opfern starben 12 (1978) und 20 (2000) Menschen. Die Anzahl der Todesopfer pro Jahr schwankt stark um einen Durchschnitt von 2,8. Über diese 31 Jahre betrachtet, ergibt sich eine leichte Zunahme in der Zahl der Todesfälle. Wir halten diese Zunahme jedoch nicht für aussagekräftig, da der Untersuchungszeitraum sehr kurz und die Variabilität gross sind. Ausserdem wird der Trend stark durch das Ereignis von Gondo beeinflusst, bei dem im Oktober 2000 13 Todesopfer zu beklagen waren. Ohne diese 13 Opfer, die durch eine besonders unglückliche Verkettung von Ereignissen ums Leben kamen, läge der Durchschnittswert bei 2,4 Todesfällen pro Jahr. Betrachtet man den Trend ohne dieses Ereignis, wird eher eine Abnahme der Todesopfer vermutet.

Die Zuteilung der Todesfälle zu den Prozessarten Hochwasser, Murgänge und Rutschungen ist in Bild 14 dargestellt.

Die meisten Todesfälle wurden durch Hochwasser/Überschwemmungen verursacht (36). Einige dieser Opfer sind ertrunken, andere starben innerhalb eines Gebäudes, das durch Ufererosion einstürzte.

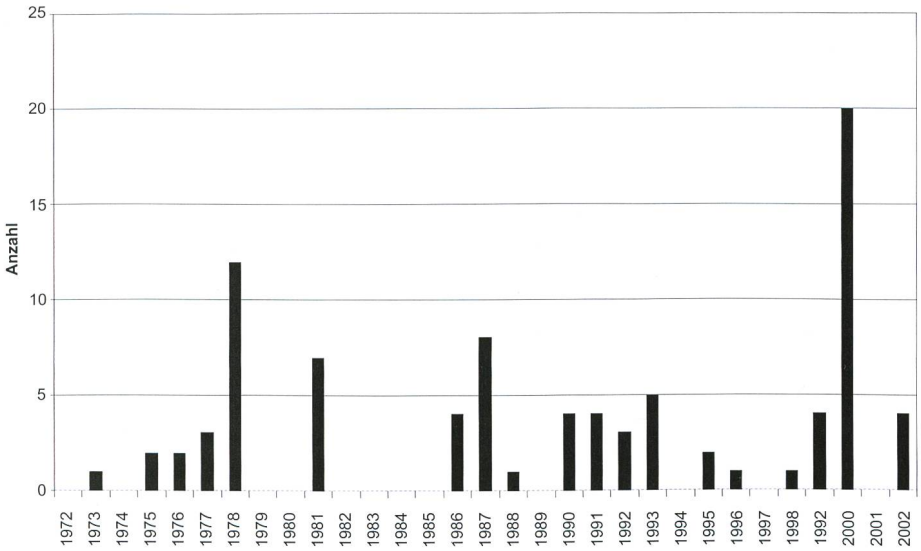

Bild 13. Zeitliche Verteilung der Todesfälle in den Jahren 1972–2002.

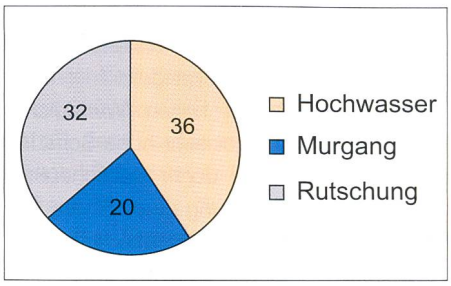

Bild 14. Einteilung der Todesfälle nach Prozessen.

32 respektive 20 Menschen kamen infolge der Prozesse Rutschungen und Murgänge ums Leben. Verglichen mit dem Anteil der durch Murgänge verursachten finanziellen Schäden, ist dieser Prozentsatz doch sehr hoch.

Zusammenfassend handelt es sich bei den Todesursachen der dokumentierten Fälle meist um Ertrinken, Erdrückt- oder Erschlagenwerden.

Neben dem auslösenden Prozess ist ein weiterer wichtiger Punkt bei der Betrachtung der Todesfälle der Ort, an dem es zum Unglück kam. Eine Einteilung in die Gruppen «innerhalb von Gebäuden», «Verkehrswege» und «Gelände» ergibt das in Bild 15 dargestellte Bild. Mit «Gebäude» wurden die Fälle bezeichnet, bei denen sich die Personen zum Zeitpunkt des Unglücks bekannterweise in einem Haus aufhielten. Mit «Gelände» wird das Gebiet ausserhalb des Siedlungsraums und von Verkehrswegen bezeichnet.

Die meisten Todesfälle ereigneten sich in Gebäuden (35), etwas weniger auf Verkehrswegen (25); 16 Personen kamen im Gelände um, und bei einigen dokumentierten Todesfällen ist der Aufenthaltsort während des Ereignisses nicht bekannt. Das Ereignis mit den meisten Todesopfern ereignete sich innerhalb von Gebäuden bzw. in einer Siedlung (Gondo 2000).

In Bild 15 fällt der grosse Anteil auf, den Murgänge und Rutschungen an den Todesfällen in Gebäuden haben. Dies lässt sich auf die Art des Prozesses zurückführen: Murgänge und Rutschungen sind durch ihre Plötzlichkeit und ihre grosse Intensität gekennzeichnet. Im Gegensatz zum langsamen Ansteigen eines See- oder Flussstandes, sind hier Flucht- oder andere Reaktionsmöglichkeiten nicht gegeben.

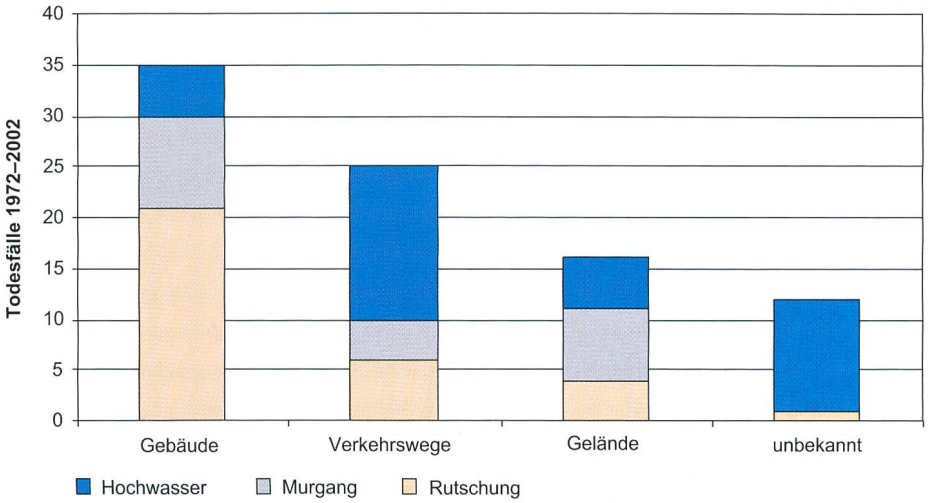

Bild 15. Todesfälle: Prozesse und Bereiche.

Beispiele von Gefahrensituationen mit Todesopfern

Um die Umstände zu charakterisieren, die zu Todesfällen führten, wurden die einzelnen Fälle genauer betrachtet. Im Folgenden werden typische Situationen beschrieben und anhand von Beispielen erläutert.

Dabei wird auf die Unterscheidung fokussiert, ob die Gefahr «objektiv» (das heisst nach dem Stand des Wissens) bekannt oder unbekannt war. Im Weiteren wird die Unterscheidung gemacht zwischen «subjektiv» erkannt respektive unerkannt (Schneider 1996). Es wird versucht zu beurteilen, ob die Betroffenen um das Risiko gewusst haben und es bewusst akzeptierten oder ob sie keine Kenntnis über die Gefahrensituation hatten.

Die Ausführungen sollen Hinweise darauf geben, ob Schutzkonzepte allenfalls angepasst werden müssen, damit Todesfälle vermieden werden können, oder ob auf den Unfallhergang kaum Einfluss genommen werden kann – das heisst, ob auch in Zukunft mit Todesopfern durch Naturgefahren gerechnet werden muss.

Gefahr bekannt, aber Ereignis grösser als erwartet

In diese Kategorie fallen Ereignisse, die am betreffenden Ort grundsätzlich bekannt waren, Schutzmassnahmen aber (bewusst oder unbewusst) nicht auf das Ausmass des aufgetretenen Ereignisses ausgerichtet waren. Entsprechend wurden beim Ereignis die Kapazitäten der Bauwerke überschritten.

Martigny-Combe VS, 15. Oktober 2000:
Ein Murgang aus dem Wildbach Lavanchy lieferte so viel Material, dass die Kapazität der Überführungspasserelle überstiegen wurde. Der Murgang ergoss sich auf die Hauptstrasse. Eine Autofahrerin wurde von den Geröllmassen erfasst und getötet.

Brig VS, 24. September 1993:
Verklausung, Ausbruch der Saltina ins Zentrum von Brig und in den Ortsteil Glis. Im Stadtzentrum türmten sich Schutt und Schlamm bis zu 3 m hoch. Viele Personen wurden überrascht und mussten vor den reissenden Wasserfluten in höher gelegene Stockwerke flüchten. Für zwei Frauen kam jede Hilfe zu spät, sie wurden von den Schlammmassen erdrückt.

Werden solche Risiken bewusst in Kauf genommen, können mit temporären Massnahmen wie Evakuierungen oder Strassensperrungen Todesopfer bis zu einem bestimmten Grad vermieden werden. Ein gewisses Restrisiko verbleibt allerdings, da Entscheide zur Anordnung von temporären Massnahmen immer mit Unsicherheiten verbunden sind.

Gefahr nicht bekannt

Nach dem Stand des Wissens zum Zeitpunkt des Ereignisses waren diese Prozesse in den entsprechenden Gebieten nicht bekannt. Folglich konnten weder vorbereitende Massnahmen getroffen noch Voraussagen gemacht werden. Das heisst auch, dass Ereignisse sowohl für die Betroffenen wie auch für die Experten völlig überraschend eintraten.

In eine besondere Kategorie fallen Ereignisse, die im Zusammenhang mit den Auswirkungen baulicher Strukturen stehen. Bauten zum Schutz vor einer Gefahrenart können eine andere Gefahr erhöhen. Auch bei mangelndem Unterhalt können menschliche Eingriffe zu einer Erhöhung der Gefährdung führen.

Giswil OW, 8. September 1986:
Eine gewaltige Felsrutschung am Brünigpass oberhalb von Giswil (500 000–1 000 000 m^3 Material) verschüttete (bei trockener Witterung) Strasse und Bahn und forderte zwei Tote und eine Schwerverletzte.

Domat/Ems GR, 24. Juli 1981:
Ein Murgang verschüttete ein Zeltlager und tötete sechs Mädchen. Das Lager war auf dem Murgangkegel aufgestellt worden. An dieser Stelle war «seit Menschengedenken» kein Murgang aufgetreten.

Gondo VS, 14. Oktober 2000:
Hinter einer Betonmauer, die zum Schutz vor Steinschlag oberhalb des Dorfes errichtet worden war, stauten sich Regenwasser und das Material eines Erdrutsches auf. Der Bruch der Mauer führte zu einer Geröll- und Schlammlawine, die das Dorf verschüttete und mehrere Häuser zerstörte (insbesondere durch Teile der Betonmauer).

Derartige Risiken lassen sich nur durch neue Erkenntnisse reduzieren.

Gefahr bekannt, aber subjektiv nicht erkannt

Bei einigen Unglücksfällen kann davon ausgegangen werden, dass der Todesfall hätte

vermieden werden können, wenn beim Opfer das Bewusstsein für die drohende Gefahr vorhanden gewesen und entsprechend gehandelt worden wäre. Eine Unterscheidung zwischen bewusstem Risikoverhalten und fehlender Kenntnis der Gefahr ist kaum möglich. Auch wer sich freiwillig während eines Unwetters im Gelände aufhält, rechnet meist nicht mit einer Gefahr für das eigene Leben. Unkenntnis über das angemessene Verhalten in einer Gefahrensituation kann eine weiterere Ursache für einen Todesfall sein.

Diemtigen BE, 7. Juli 1977:
Drei Insassen eines Personenwagens kamen ums Leben, als sie eine hochwasserbedingte Absperrung missachteten und ihr Auto von den Wassermassen mitgerissen wurde.

Vechigen BE, 23. Mai 1986
Ausbrüche des Stämp- und Radelfingerbaches; Quartier «Rämelacker» in Boll verwüstet: überschwemmte Häuser, Strassen und Garagen, 30 Autos zerstört, eine Tote im Keller durch Ertrinken.

Derartige tödliche Unfälle lassen sich am besten über eine Sensibilisierung der Bevölkerung reduzieren. Erst wenn Gefahren bewusst sind, kann auch das eigene Verhalten angepasst werden. Das bedeutet z.B., dass während eines Hochwassers darauf verzichtet wird, Wertgegenstände aus den Untergeschossen zu retten. Das betrifft aber auch den Aufenthalt im Gelände und auf Verkehrswegen.

Fazit

Die obigen Ausführungen zeigen, dass wir nur zu einem bestimmten Mass Todesfälle werden verhindern können. In gewissen Fällen lassen sie sich kaum vermeiden, dann nämlich, wenn an einem bestimmten Ort eine Gefahr nicht bekannt ist. Hier muss betont werden, dass es sich bei den obigen Beispielen um eine Beurteilung der Situation zum Zeitpunkt des Ereignisses handelt. Während früher Beurteilungen vor allem auf Erfahrungen aus vergangenen Ereignissen beruhten («seit Menschengedenken»), so werden gemäss der neuen Schutzphilosophie auch Ereignisse jenseits des Bemessungsereignisses, so genannte Überlastfälle, ebenfalls untersucht. Es wird gleichzeitig versucht, die Gefahrensituation mit Hilfe von Szenarien möglichst gut abzubilden. Auf diesen Grundlagen können temporäre Massnahmen (Evakuierungen, Strassensperrungen) geplant werden. Auch die Sensibilisierung der Bevölkerung für Naturgefahren trägt zur Minderung von Schadenfällen bei. Dennoch verbleibt ein Restrisiko – was bedeutet, dass auch in Zukunft mit Todesopfern infolge Naturgefahren gerechnet werden muss.

Die Analyse der Schadenkosten der letzten drei Jahrzehnte hat eine nur leichte Zunahme gezeigt. Verglichen mit der Zunahme der Bevölkerung, des Siedlungsraums und der Wertedichte ist dieser Anstieg unterproportional. Das kann nicht zuletzt auf die Wirkung der ergriffenen Massnahmen zurückgeführt werden. Dabei ist neben baulichen Massnahmen, wie am Beispiel Brig erläutert, vor allem auch an die schwer quantifizierbare Wirkung raumplanerischer Massnahmen zu denken.

Im Gegensatz zu den Todesopfern geht es bei den Schadenkosten nicht darum, sie so tief wie möglich zu halten, sondern eine sinnvolle Verteilung zwischen Aufwendungen für die Schadenprävention, die Intervention während eines Ereignisses und der Wiederherstellung von allfälligen Schäden zu finden. In gewissen Fällen ist es z.B. billiger, Schäden in Kauf zu nehmen und zu versichern, als teure Schutzbauten zu realisieren.

Unabhängig von der verfolgten Schutzstrategie bilden Informationen über aufgetretene Schäden an privaten Gütern und öffentlichen Infrastruktureinrichtungen zusammen mit Angaben zum Ausmass von Prozessen (z.B. Niederschlags- oder Abflussmessungen) eine unverzichtbare Grundlage für eine Überprüfung der Schutzstrategien. Die im vorliegenden Artikel erläuterte Schadendatenbank erfasst die aufgetretenen direkten Schäden so weit möglich vollständig und eignet sich deshalb, trotz der im Kapitel Methodik erläuterten Unsicherheiten, als Grundlage für derartige Untersuchungen. Es erscheint den Autorinnen und dem Autor deshalb angezeigt, die Erhebungen in die Schadendatenbank fortzusetzen.

Verdankung

Die Autorinnen und der Autor 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, Dominik Gerber, der diese Periode in die digitale Datenbank überführte, sowie Alexandre Badoux und Eva Frick für die Aufarbeitung von Grundlagen für den vorliegenden Artikel.

Literatur

Bundesamt für Statistik, 2003: http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber02/asch/resulta/dframe33.htm. 22. Dezember 2003.
Bundesamt für Wasser und Geologie, 2000: Hochwasser 2000. Ereignisanalyse/Fallbeispiele. Bern.
Bundesamt für Wasser und Geologie, 2001: Hochwasserschutz an Fliessgewässern. Wegleitungen des BWG. Bern.
Kuster, J., Meier, H-R. (2000): «Siedlungsraum Schweiz: Struktur und räumliche Entwicklung». EDMZ, Bern.
Münchner Rück, 2002: topics, Jahresrückblick Naturkatastrophen 2001.
PLANAT, 1998: Von der Gefahrenabwehr zur Risikokultur. Bern.
Romang, J. E., 2003: Wirksamkeit und Kosten von Wildbach-Schutzmassnahmen. Geographica Bernensia (G 73), Bern.
Schneider, Jörg, 1996: Sicherheit und Zuverlässigkeit im Bauwesen. vdf Zürich.
Swiss Re, 2003: http://www.swissre.com. 22. Dezember 2003.

Anschrift der Verfasser
Franziska Schmid, Marielle Fraefel, Christoph Hegg, Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf.