

UNWETTERSCHÄDEN IN DER SCHWEIZ 1972-2007

MIT BESONDERER BETRACHTUNG DES AUGUST-HOCHWASSERS 2005

FLOOD AND LANDSLIDE CAUSED DAMAGE IN SWITZERLAND 1972-2007

WITH SPECIAL CONSIDERATION OF THE FLOOD IN AUGUST 2005

Nadine Hilker¹, Christoph Hegg², Massimiliano Zappa³

ZUSAMMENFASSUNG

Die Forschungseinheit "Gebirgshydrologie und Wildbäche" der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL sammelt seit 1972 systematisch Informationen über Unwetterschäden in einer Datenbank. Berücksichtigt werden Schäden durch Hochwasser, Murgänge, Rutschungen und Felsbewegungen. Innerhalb von 36 Jahren kam es in der Schweiz zu einem Gesamtschaden von knapp 13 Milliarden CHF⁴ (teuerungsbereinigt). Rund ein Viertel dieser Schäden entstand im August 2005, als weite Teile der Schweiz von grossflächigen Überschwemmungen betroffen waren. Die durch das Unwetter entstandenen finanziellen Schäden wurden eingehend dokumentiert, analysiert und mit früheren Ereignissen verglichen.

Keywords: Inventar, Unwetterschäden, Hochwasser, Murgang, Rutschung, Sturzprozess, August 2005

ABSTRACT

Since 1972 the research unit "Mountain Hydrology and Torrents" of the Swiss Federal Research Institute WSL has been systematically collecting information on storm damage originating from floods, debris flows, landslides and rockfalls in a database. In Switzerland these processes caused costs of totally nearly 13 billion CHF⁴ (considering inflation) within 36 years. One quarter of this damage originates from August 2005, when large parts of Switzerland were flooded. Damage caused by these inundations were documented and analyzed. Goal of this study is to compare the 2005 event to previous events available in the database.

Keywords: Inventory, storm damage, flood, debris flow, landslide, rockfall, August 2005

¹ Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Forschungseinheit Gebirgshydrologie und Wildbäche, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz (Tel.: +41-(0)44-739-25-56; Fax: +41-(0)44-739-22-15; email: nadine.hilker@wsl.ch)

² Stv. Direktor a.i. und Programmleiter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz

³ Gruppenleiter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Forschungseinheit Gebirgshydrologie und Wildbäche, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Schweiz

⁴ Stand / as at 26.09.2007: 1.00 CHF (Schweizer Franken / Swiss Francs) = 0.61 € (Euro)

EINFÜHRUNG

Die Bevölkerungszunahme⁵ und die Ausdehnung der Siedlungsfläche⁶ in Gefahrenräumen erhöhen das Schadenspotential. Um Schutzbedürfnisse beurteilen zu können, sind Kenntnisse über die massgebenden Prozesse und deren Auswirkungen nötig (BWG, 2001). Durch die Dokumentation von Schadensereignissen können Grundlagen für Gefahrenkarten und somit auch für Schutz- und raumplanerische Massnahmen erlangt werden. Deshalb sammelt die Forschungseinheit "Gebirgshydrologie und Wildbäche" der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL in einer Datenbank seit 1972 systematisch Informationen über Unwetterschäden in der ganzen Schweiz (Hegg et al., 2000). Berücksichtigt werden Schäden durch auf natürliche Weise ausgelöste Hochwasser, Murgänge, Rutschungen und seit 2002 Felsbewegungen⁷. Unter anderem werden das auslösende Witterungsereignis, die Schaden verursachenden Prozesse sowie die entstandenen Schäden erfasst. Mit Hilfe der Datenbank ist es möglich, verschiedene Fragestellungen zur zeitlichen und räumlichen Verteilung von Schadenskosten und verursachenden Prozessen zu beantworten. Die Resultate werden in einem jährlichen Bericht publiziert (z.B. Hilker et al., 2007a).

Ausgiebige Regenfälle führten am den 21./22. August 2005 in weiten Teilen der Schweiz zu Überschwemmungen, Murgängen, Rutschungen und Hangmuren. Mit einer Gesamtschadenssumme von rund 3 Milliarden CHF stellt dieses Unwetter das schadenreichste Hochwasser in der Schweiz seit mindestens 100 Jahren dar. Neben den finanziellen Schäden kam es zu sechs Todesfällen. Die entstandenen Schäden wurden im Rahmen des Projektes "Ereignisanalyse Hochwasser 2005" untersucht (Hegg et al., 2008; Hilker et al., 2007b).

Das nachfolgende Kapitel befasst sich mit den verwendeten Methoden und Datenquellen. Danach wird sowohl auf die Resultate der langjährigen Statistik (1972-2007) im Allgemeinen als auch auf jene bezüglich des Ereignisses vom August 2005 im Speziellen eingegangen. Bei Angaben in Schweizer Franken (CHF⁴) handelt es sich ausschliesslich um teuerungsbereinigte Daten mit Basisjahr 2007. Abschliessend führen Vergleiche mit vergangenen Ereignissen zu einigen Schlussfolgerungen.

METHODIK UND DATEN

Die Erhebungen für die Unwetterschadens-Datenbank basieren hauptsächlich auf den Meldungen von mehr als 2000 elektronischen und gedruckten Schweizer Medien. Die Ereignisse werden soweit möglich einer oder mehreren Gemeinden zugeordnet. Die Schadenskosten werden abgeschätzt. So geben die jährlichen Schadenssummen die unmittelbaren Sachschäden grössenordnungsmässig an. Diese Abschätzungen beruhen auf Angaben von Versicherungen, Schadensexperten, Krisenstäben und (halb-)amtlichen Stellen. Für das Hochwasser 2005 standen detailliertere Unterlagen als bei der regulären Datenerfassung zur Verfügung.

Als Schadenskosten werden sowohl versicherte Sach- und Personenschäden als auch nicht versicherte und nicht versicherbare Schäden berücksichtigt. Darunter fallen unter anderem Elementarschäden in Forst- und Landwirtschaft sowie Infrastrukturschäden von Bund, Kantonen und Gemeinden (z.B. Schäden an öffentlichen Gebäuden oder Verkehrswegen). In den

⁵ Zunahme der Bevölkerung in der Schweiz von 1972 bis 2006: rund 17 %. Bevölkerungsstand per 31.12.2005: knapp 7.5 Millionen

⁶ Zunahme der Siedlungsfläche (inkl. Verkehr) in der Schweiz von 1979/85 bis 1992/97: rund 13 %. Insgesamt beanspruchen die Siedlungsflächen knapp 7% der Landesfläche (BFS, 2005)

⁷ Schäden durch Lawinen, Schneedruck, Erdbeben, Blitze, Hagel und Sturm werden nicht berücksichtigt

Schadenskosten nicht inbegriffen sind hingegen indirekte Schäden, spätere Sanierungsmassnahmen und ideelle Schäden (Todesopfer, irreparable Schäden an Natur und Umwelt usw.). Todesfälle werden separat aufgenommen.

Die Prozesse und damit auch Schaden auslösenden Ursachen werden in vier Gruppen aufgeteilt, die sich auf die jeweils vorgeherrschte Witterung beziehen:

- Dauerregen (lang andauernde, ausgiebige Regen);
- Gewitter (inkl. intensive Regenfälle, Platzregen, Wolkenbrüche);
- Schneeschmelze, zumeist verbunden mit anhaltenden Niederschlägen oder Starkregen;
- Unbekannte oder andere Ursachen.

Die Schäden werden ausserdem den verursachenden Prozessen zugeordnet. Wegen der grossen Vielfalt der im Naturgefahrenbereich möglichen Prozesse, sind die Grenzen zwischen den folgenden drei verwendeten Kategorien fließend:

- Vorwiegend durch Wasser verursachte Schäden: im weitesten Sinn durch stehendes oder fließendes Wasser, mit oder ohne Geschiebe und Schwemmholz, verursacht. Feinunterteilung: Hochwasser / Überschwemmung und Murgang;
- Hauptsächlich durch Lockermaterial verursachte Schäden: Sämtliche Arten von Rutschungen und Kriechvorgängen ausserhalb des unmittelbaren Gewässerbereiches;
- Durch Fels verursachte Schäden: durch die Einwirkung von fallendem und abrutschendem Festgestein entstanden (Steinschlag, Fels- und Bergsturz). Bei sämtlichen statistischen Aussagen muss berücksichtigt werden, dass diese Kategorie erst seit 2002 in der Datenbank erfasst wird.

RESULTATE

Unwetterschäden in den Jahren 1972-2007

Die Entwicklung der Schadenskosten seit 1972 ist in Abb. 1 dargestellt. Die Schadenssumme aller Ereignisse liegt bei fast 13 Milliarden CHF. Dieser Betrag wird durch wenige sehr grosse Ereignisse dominiert. So führten die sechs schadenreichsten Ereignisse seit 1972 (1978, 1987, 1993, 1999, 2000⁸ und 2005 - alle mit Schäden von mehr als 500 Millionen CHF) zusammen zu einem Anteil von 55 %. Im Jahr 2007 kam es zwar zu Schäden von über 700 Millionen CHF, diese sind aber nicht primär auf ein einziges, sondern hauptsächlich auf vier grössere Ereignisse zurückzuführen (Hilker et al., 2008). Am wenigsten Schäden verzeichneten die Jahre 1989, 1976 sowie 1996 mit weniger als 40 Millionen CHF.

Eine leichte Zunahme der jährlichen Schadenskosten ist zwar feststellbar - die Beobachtungsperiode von 36 Jahren ist jedoch zu kurz, um auf einen statistisch relevanten Trend schliessen zu können. Ausserdem können alleine anhand der Schäden keine Rückschlüsse auf die Anzahl oder die Intensität von Unwetterereignissen gemacht werden (Zimmerli, 2003). Einerseits hat sich im Laufe der Zeit das Schadenspotential erhöht und andererseits haben sich gewisse Schutzmassnahmen bewährt. Eine teilweise erhöhte Niederschlagsaktivität auf Grund der Klimaerwärmung wird zwar vermutet (Frei et al., 1998), kann aber mit den vorliegenden Schadensdaten nicht belegt werden.

Die durchschnittlichen Schadenskosten der Jahre 1972-2004 betragen rund 275 Millionen CHF. Unter Berücksichtigung des schadenreichen Jahres 2005 erhöhte sich dieser Betrag auf

⁸ Grosse Hochwasserereignisse: 7./8. August 1978: grossräumig, mit Schadensschwerpunkten im Kanton Tessin und an der Thur; 24./25. August 1987: vor allem Kantone Uri (Reusstal), Wallis, Tessin, Graubünden (Puschlav); 24. September 1993: Kantone Wallis (vor allem Brig) und Tessin; 11.-15. Mai und 20.-22. Mai 1999: primär Region Bern bis Zürich - Thur bzw. Ostschweiz; 14./15. Oktober 2000: Kantone Wallis und Tessin

über 355 Millionen CHF. Der aktuellste Mittelwert (1972-2007) beläuft sich auf rund 360 Millionen CHF pro Jahr. Der Median für die jährlichen Schadenskosten 1972-2007 beträgt 90 Millionen CHF. Ein Vergleich mit dem Mittelwert weist darauf hin, dass nur wenige Jahre ausserordentlich hohe Schadenssummen zu verzeichnen haben. So liegen beispielsweise bei 26 der 36 untersuchten Jahre die Schadenssummen unter dem langjährigen Durchschnitt. Unter Berücksichtigung der Bevölkerungszunahme beträgt der mittlere finanzielle Schaden pro Kopf und Jahr rund 52 CHF.

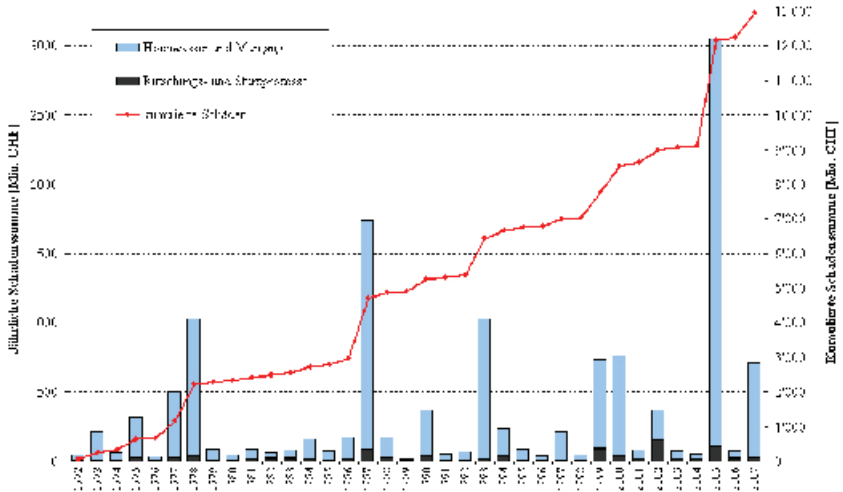


Abb. 1: Entwicklung der Schadenskosten durch Unwetter in den Jahren 1972-2007.
Fig. 1: Development of storm damage in the period 1972-2007.

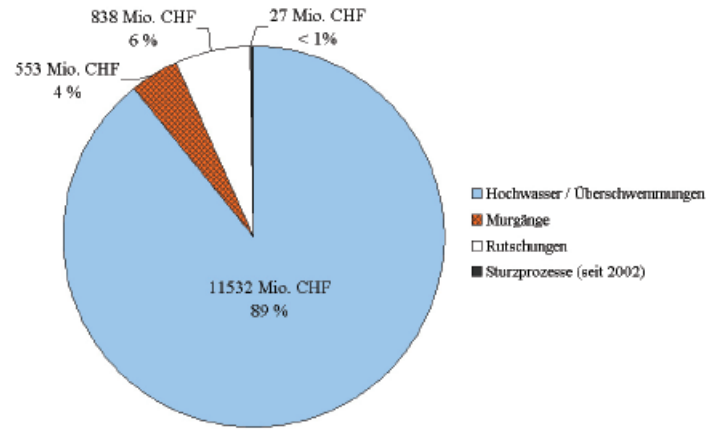


Abb. 2: Prozentuale Anteile der Prozesse an den Schadenskosten 1972-2007.
Fig. 2: Percentage of the total costs caused by different processes from 1972-2007.

Die Anteile der verursachenden Prozesse an den Schadenskosten sind in Abb. 2 dargestellt. Während 89 % der Schäden durch Hochwasser und Überschwemmungen entstanden sind, kam es durch Murgänge nur zu rund 4 % und durch Rutschungs- und Sturzprozesse nur zu rund 7 % der Schäden. Wird die Schweiz in sieben Regionen⁹ eingeteilt, fällt auf, dass die Ostschweiz mit 16 % verhältnismässig viele Schäden durch Rutschungen verzeichnet.

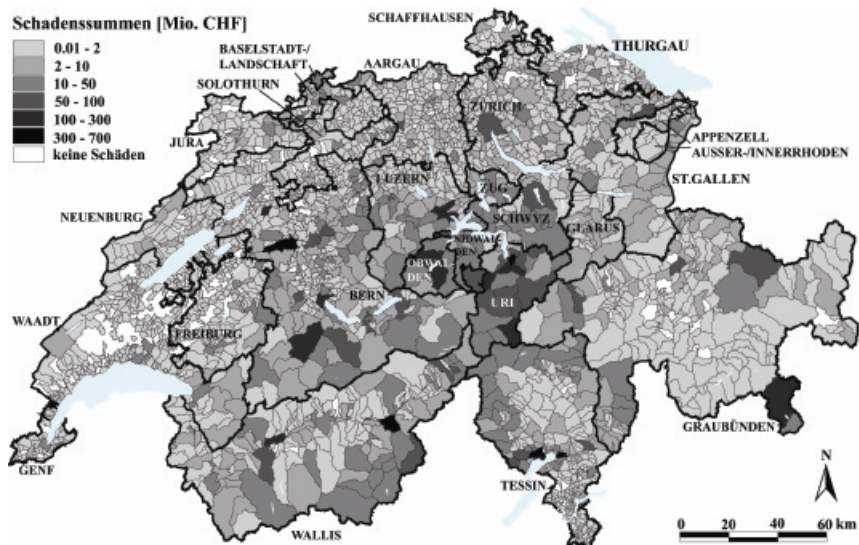


Abb. 3: Karte der Schweiz mit der Verteilung der Schadenskosten 1972-2007 auf Gemeindeebene. Die dicken Linien kennzeichnen die Kantons Grenzen.

Fig. 3: Map of Switzerland with the distribution of damage 1972-2007 on community level. Thick lines show the borders of the cantons.

Abb. 3 zeigt die räumliche Verteilung der Unwetterschäden auf Gemeindeebene. Dabei gilt zu beachten, dass Schadenskosten, die nicht genau zuordenbar waren, teilweise auf die Kantons- bzw. Bundeshauptorte verteilt wurden (vor allem Gemeinde Bern). Mit 2.8 Milliarden CHF weist der Kanton Bern am meisten Schäden auf - gefolgt von den Südschweizer Kantonen Tessin und Wallis und dem Zentralschweizer Kanton Uri. Alle vier Kantone verzeichnen Hochwasserschäden von jeweils mehr als 1.4 Milliarden CHF und erreichen zusammen rund 60 % der gesamten Hochwasserschadenssumme in der Schweiz seit 1972. Die meisten Kosten durch Murgangereignisse entstanden in den Kantonen Graubünden und Wallis: Beide weisen Schäden um 180 Millionen CHF auf und stellen zusammen zwei Drittel aller Schadenskosten durch Murgänge dar. Rutschungsschäden von mehr als 100 Millionen CHF gab es in den Kantonen Graubünden, Bern und Tessin (zusammen rund 40 % aller Schäden dieser Kategorie).

⁹ Gemäss Bundesamt für Statistik: 1. Genferseeregion (Kantone Genf, Waadt, Wallis), 2. Espace Mittelland (Kt. Neuenburg, Jura, Bern, Freiburg, Solothurn), 3. Nordwestschweiz (Kt. Baselstadt, Basellandschaft, Aargau), 4. Zürich, 5. Ostschweiz (Kt. Schaffhausen, Thurgau, St. Gallen, Appenzell Inner- und Ausserrhoden, Glarus, Graubünden), 6. Zentralschweiz (Kt. Luzern, Zug, Schwyz, Obwalden, Nidwalden, Uri), 7. Tessin

Werden die Schadenskosten pro Fläche bzw. pro Einwohner¹⁰ berechnet, so ist Uri (1.37 Millionen CHF/km² bzw. 42'000 CHF/Einwohner) der am stärksten und Obwalden (1.15 Millionen CHF/km² bzw. 17'000 CHF/Einwohner) der am zweitstärksten betroffene Kanton.

Lang anhaltende, ausgiebige Regenfälle haben zu 75 % der gesamten Schadenskosten 1972-2007 geführt (Abb. 4). Mit 23 % waren Gewitterregen die zweitwichtigste Ursache. Schneeschmelze verursachte weniger als 1 % der Schadenskosten, hat aber beispielsweise beim Hochwasser 1999 neben Dauerregen auch eine Rolle gespielt. Bezüglich regionaler Verteilung ist auffallend, dass Gewitter einzig in der Region Zürich mit rund 55 % dominieren. Und ohne das Unwetter 2005 weist die Region Espace Mittelland sogar fast 65 % Gewitterschäden auf. In den Regionen Tessin und Genfersee führten Dauerregen zu rund 90 % der Schäden.

Werden die eingangs erwähnten sechs schadenreichsten Ereignisse seit 1972, welche allesamt vorwiegend durch Dauerregen verursacht worden sind, ausser Betracht gelassen, so sind von den verbleibenden Schäden knapp 55 % auf Gewitter zurückzuführen.

Sowohl die meisten Rutschungs- als auch die meisten Wasserschäden wurden durch lang anhaltende Regenfälle ausgelöst. Felsbewegungen konnte meist keine ursächliche Witterung zugeordnet werden. Hier spielt z.B. die langjährige Verwitterung des Gesteins eine grössere Rolle als ein einzelnes Niederschlagsereignis.

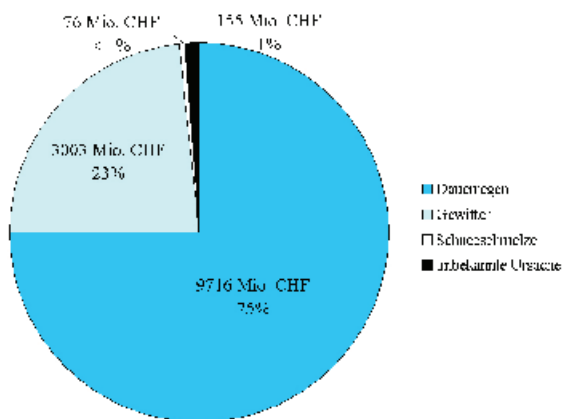


Abb. 4: Prozentuale Anteile der Prozess auslösenden Ursachen an den Schadenskosten 1972-2007.

Fig. 4: Percentage of the total costs caused by different weather conditions from 1972-2007.

Etwa 50 % aller Unwetterschäden seit 1972 sind im Monat August zu verzeichnen (Abb. 5), wobei zwei August-Hochwasser (1987 und 2005) zusammen bereits über 30 % der Gesamtschadenssumme ausmachen. Die grössten Schäden durch Hangbewegungen sind in den Monaten Mai und August entstanden, jene durch Murgänge in den Monaten Juli und August. Werden die sechs grössten Ereignisse ausgeklammert, so stellt sich eindeutig der Juli als schadenreichster Monat heraus.

In den Sommermonaten Juni bis August entstanden 72 %, in den Herbstmonaten September bis November 16 %, in den Frühlingsmonaten März bis Mai 9 % und in den Wintermonaten

¹⁰ Gemäss Bundesamt für Statistik (ohne Berücksichtigung der Entwicklung seit 1972)

Dezember bis Februar nur 3 % aller Schadenskosten. Gewitter führten hauptsächlich in den Sommermonaten zu grösseren Schäden.

Es konnte kein eindeutiger Trend in Bezug auf die Schadensentwicklung innerhalb der einzelnen Monate festgestellt werden. Auf Grund des Klimawandels wird in der Schweiz aber mit einer Zunahme von Starkniederschlägen in den Wintermonaten gerechnet (Occc, 2007).

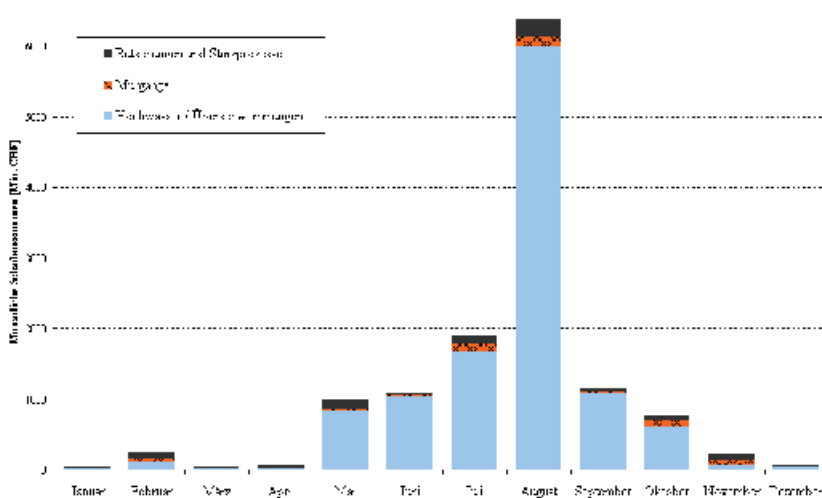


Abb. 5: Aufteilung der Schadenskosten 1972-2007 auf Monate und Prozesse.

Fig. 5: Distribution of storm damage 1972-2007 concerning month and process.

In den Jahren 1972-2007 sind 102 Personen durch Wasserprozesse oder Rutschungen getötet worden¹¹. Hochwasser und Überschwemmungen waren mit 45 % die häufigsten Ursachen von Todesfällen. Rutschungen haben zu 31 % und Murgänge zu 24 % der Todesopfer geführt. Sturzprozesse haben seit Beginn derer systematischen Erfassung zusätzlich acht Menschenleben gefordert. Wird nur der Zeitraum von 2002 bis 2007 betrachtet, so verursachten Steinschläge und Felsstürze knapp 30 % der Todesfälle.

Durchschnittlich forderten die Unwetterereignisse etwa 3 Todesfälle¹² pro Jahr (auch mit Einbezug von Sturzprozessen). Ein eindeutiger Trend ist nicht feststellbar. Die Verteilung der Todesfälle über die letzten 35 Jahre verläuft sehr unregelmässig (Abb. 6). Nicht jedes der sechs finanziell schadenreichsten Unwetter brachte überdurchschnittlich viele Todesfälle. Die Ereignisse im August 1978, im Oktober 2000 und im August 2005 lagen mit elf, sechzehn und sechs Toten zwar über dem Mittelwert. Im August 1987 sowie im September 1993 und im Mai 1999 kam es hingegen nur zu einem bzw. zu je zwei Todesfällen. Im Juli 1981 kamen andererseits sechs Menschen bei einem Murgang ums Leben, der sonst keine grösseren finanziellen Schäden hinterlassen hat.

¹¹ Bei der Ausübung von Risikosportarten werden Risiken freiwillig / bewusst eingegangen. Daher wurde das Canyoning-Unglück von 1999 im Saxetbach BE (21 Tote) nicht miteinbezogen (Schmid et al., 2004)

¹² Zum Vergleich: Durch Lawinen kommen in der Schweiz im langjährigen Mittel 1937-1999 jährlich 25 Menschen (inkl. Risikosportler) ums Leben (Tschirky et al., 2000)

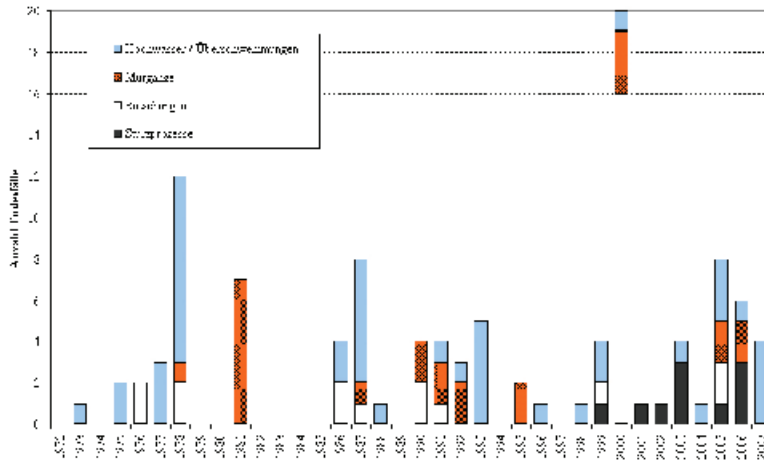


Abb. 6: Zeitliche Verteilung der Todesfälle in den Jahren 1972-2007, aufgeteilt nach Prozessen.

Fig. 6: Distribution of deaths in the period 1972-2007, split in processes.

Schäden durch das Unwetter vom August 2005

Heftige Regenfälle vom 18. bis 23. August 2005 führten zu grossräumigen Überschwemmungen, Murgängen sowie Rutschungen und Hangmuren. Stellenweise fielen innerhalb von 48 Stunden mehr als 220 mm (MeteoSchweiz, 2006). Gesamtschweizerisch entstanden durch dieses Unwetter Schäden von rund 3 Milliarden CHF. Neben den finanziellen Schäden kamen sechs Menschen ums Leben.

Grosse Hochwasserschäden entstanden vorwiegend in den nördlichen Voralpen und in der Zentralschweiz sowie entlang grosser Flüsse im Mittelland, wie z.B. in Bern an der Aare (Kanton Bern) oder in Windisch an der Reuss (Kanton Aargau). Zudem entstanden im Mittelland viele Schäden von kleinerem Ausmass. Die Rutschungen beschrieben mehr oder weniger ein Band entlang der nördlichen Voralpen mit Ausläufern im Kanton Graubünden. Diese Verteilungen entsprechen den damals herrschenden Niederschlagsverhältnissen. Rutschungen und massive Überschwemmungen ereigneten sich primär in den Gebieten mit den stärksten Regenfällen und die grossen Flüsse transportierten diese Wassermengen weiter nach Norden. Der Jura, die Alpen und die Alpensüdseite blieben vom Unwetter weitgehend verschont.

Fast ein Drittel aller Schweizer Gemeinden waren durch Wasser- und / oder Hangprozesse betroffen (Abb. 7). Dabei lässt sich kein eindeutiger Schadensschwerpunkt feststellen. Mindestens 14 Gemeinden wurden mit Schäden von mehr als 50 Millionen CHF äusserst stark in Mitleidenschaft gezogen.

92 % der Schäden wurden durch die Prozesse Hochwasser, Überschwemmung, Übersarung, aufsteigendes Grundwasser oder abfliessendes Hangwasser verursacht. Dabei sorgten hauptsächlich grosse Flüsse und Seen für lang anhaltende, aber meist geschiebarme Überschwemmungen und führten vor allem im Siedlungsgebiet - insbesondere in Industriegebieten - zu grossen Schäden. Durch Hochwasser kam es ausserdem zu massiven Ufererosionen (Abb. 8). Murgänge spielten mit nur 3 % Schadensanteil eine eher untergeordnete Rolle. Am meisten Schäden richteten die Murgänge von Glyssi- und Trachtbach in der Gemeinde Brienz (Kanton Bern) an. 5 % aller Schäden sind auf Rutschungen und Hangmuren zurückzuführen.

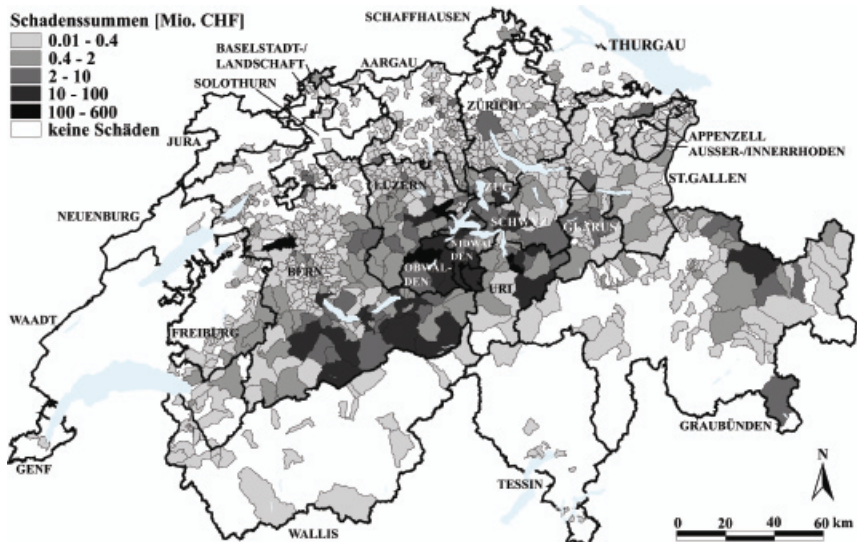


Abb. 7: Verteilung des Schadensausmasses des August-Hochwassers 2005 auf Gemeindeebene (Schadenskosten, die keiner Gemeinde, aber einem Kanton zugeordnet werden konnten, wurden dem jeweiligen Kantonshauptort und im Falle von Graubünden der Gemeinde Klosters-Serneus zugeteilt).

Fig. 7: Distribution of the extent of damage caused by the flood in August 2005 on community level (Costs that could only be split on canton level were assigned to the main locality of the canton or in the case of Grisons to the community Klosters-Serneus).



Abb. 8: Die Kleine Emme riss im August 2005 bei Werthenstein (Kanton Luzern) die Strasse mit.

Fig. 8: The river "Kleine Emme" carried away the road near Werthenstein (canton Lucerne) in August 2005.

Der Anteil der privaten Schäden (vor allem Gebäude und Mobiliar) an der Schadenssumme betrug rund 75 %, jener der Infrastrukturschäden (vor allem Wasserbauten) rund 25 %. In den stark betroffenen Kantonen Luzern und Uri lag der Anteil der Infrastrukturschäden jedoch nur bei etwa 10 %. In diesen beiden Kantonen fielen vorwiegend Schäden an Industriebetrieben ins Gewicht.

Während Prozesse im Zusammenhang mit Wasser primär zu privaten Schäden geführt haben, betrafen Rutschungen vorwiegend Infrastruktur. So wurden rund 99 % der Gebäude- und Mobiliarschäden durch Hochwasser oder Murgänge verursacht und nur etwa 1 % durch Erdbeben. Im Gegensatz dazu wurden Strassen zu rund 21 % durch Rutschungen beschädigt und zu etwa 79 % durch Wasserprozesse.

In sehr vielen Fällen konnten Wasserschäden keinem Gewässer zugeordnet werden. Es wird vermutet, dass es sich dabei um Schäden durch aufsteigendes Grundwasser oder abfliessendes Hangwasser gehandelt hat. Solche Prozesse werden normalerweise weder in Gefahrenkarten ausgewiesen noch durch raumplanerische Massnahmen berücksichtigt. Schäden liessen sich in diesen Fällen durch Objektschutz (einfache Massnahmen wie z.B. höhere Lichtschächte) verhindern.

Einordnung des Hochwassers 2005 innerhalb der Erfassungsperiode 1972-2007

Mit einer Gesamtschadenssumme von rund 3 Milliarden CHF stellt das Unwetter vom August 2005 das schadenreichste Hochwasser in der Schweiz seit Beginn der systematischen Schadenserfassung dar. Weder ein Einzelereignis noch ein gesamtes Jahr weisen höhere Schäden auf. Auch die relativ schadenreichen Jahre 1987 und 1993 verzeichneten mit rund 1.7 bzw. 1 Milliarden CHF deutlich weniger Kosten.

Das Hochwasser 2005 verursachte knapp einen Viertel der Gesamtschadenssumme der Jahre 1972-2007 (Abb. 1). Die Schadenskosten pro Kopf lagen bei diesem Ereignis mit 400 CHF achtmal höher als das Jahresmittel.

Die verursachten Schäden mussten je nach Ereignis zu ganz unterschiedlichen Anteilen von Privaten bzw. von Versicherungen oder von der öffentlichen Hand getragen werden. Beim Ereignis vom August 1987 dominierten die Schäden an der öffentlichen Infrastruktur. Damals wurden vor allem die Autobahn, die Kantonsstrasse und die Bahnlinie im Kanton Uri vom Reuss-Hochwasser in Mitleidenschaft gezogen. Das Hochwasser des Lago Maggiore im Tessin vom Oktober 2000 verursachte hingegen fast nur Schäden an privaten Gebäuden. Beim Ereignis vom August 2005 traten zwar absolut gesehen erhebliche Schäden an der öffentlichen Infrastruktur auf, sie stellten jedoch - wie bereits erwähnt - nur einen Anteil von rund 25 % an der Gesamtschadenssumme dar. Weit über allem bisher Beobachteten lagen dagegen die absoluten privaten Schäden. Mit über 2 Milliarden CHF waren sie mindestens drei- bis viermal höher als bei allen anderen Hochwasserereignissen seit 1972.

Einordnung des Hochwassers 2005 bezüglich historischer Ereignisse

Das Schadensausmass des Hochwassers im Jahr 2005 ist in der jüngeren Vergangenheit ohne Parallele, was aber auf Grund der kurzen Beobachtungsdauer von 35 Jahren nur wenig aussagt. Ein Vergleich mit noch früheren Ereignissen (Quellen: Petrascheck, 1989; Pfister, 2002; Röthlisberger, 1991) drängt sich deshalb auf. Die Einordnung eines Hochwasserereignisses als Ganzes ist schwierig, da letztlich jedes Ereignis in seinen Abläufen und Ausprägungen als einmalig anzusehen ist. Trotzdem wird versucht, das Hochwasser vom August 2005 in Bezug auf betroffenen Raum, Anzahl Todesfälle und verursachte finanzielle Schäden mit früheren Ereignissen

nissen zu vergleichen. Hinsichtlich der Grenzen der Statistik und der unterschiedlichen Datenqualität, erfolgen diese Betrachtungen primär auf qualitative Art und Weise.

Eine auf den ersten Blick ähnliche räumliche Verteilung wie jene des Hochwassers 2005 weisen die Ereignisse der Jahre 1852, 1876, 1910¹³ und 1999 auf (Nord- / Voralpen und Mittelland). Die Hochwasser von 1876 und 1999 sind jedoch nur bedingt vergleichbar mit jenem von 2005, da sie vor allem die nordalpinen Einzugsgebiete unterhalb der grossen Seen in Mitleidenschaft gezogen haben. Der Schwerpunkt des Ereignisses von 1910 lag weiter im Osten als jener im Jahr 2005. Der zusammenhängende Schadensraum von der Thur bis zum Genfersee des Ereignisses von 1852 übertraf jenen von 2005 in Bezug auf die West-Ost-Ausdehnung deutlich, der Alpenraum war aber nur im Rhonetal und in den westlichen Berner Alpen betroffen.

Im 19. und auch noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren bei Hochwasserereignissen in der Regel wesentlich mehr Todesopfer zu verzeichnen als 2005 (z.B. 1868¹⁴: 50 Tote, 1910: 27 Tote), obwohl sich die Bevölkerung in der Schweiz seit dem 19. Jahrhundert verdoppelt hat. Die Abnahme der Todesfälle dürfte im Wesentlichen auf die in den letzten gut 100 Jahren ausgeführten wasserbaulichen und forstlichen Massnahmen sowie auf die viel umfassenderen technischen Möglichkeiten zur Rettung von Personen zurückzuführen sein.

Wegen der unterschiedlichen Datenlage und den Veränderungen in den letzten 200 Jahren (z.B. Bebauungsdichte, Wirtschaftswachstum), kann ein Vergleich der Schadenskosten je nach gewähltem Parameter zu unterschiedlichen Ergebnissen führen. Rechnet man die Schäden z.B. anhand des Bruttoinlandproduktes auf heutige Werte um, so übertreffen jene des Ereignisses im Jahr 1868 mit etwa 4 Milliarden CHF sogar die Schäden von 2005. Möglicherweise noch grösser war der Schaden durch das Ereignis im Jahr 1852, lag doch schon alleine im Kanton Aargau der Schaden (umgerechnet mit der Lohnentwicklung im Baugewerbe) bei etwa 1 Milliarde CHF. Zahlen zu den Gesamtschäden liegen jedoch nicht vor. Es kann deshalb nur vermutet werden, dass sie jene von 1868 und 2005 übertreffen könnten.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich beispielsweise im 19. Jahrhundert mehrere Hochwasser ereignet haben, die das Schadensausmass von 2005 erreicht oder sogar übertroffen haben. Bei der Betrachtung längerer Zeitperioden verliert das Ausmass der Schäden vom August 2005 somit die Einzigartigkeit, welche es innerhalb der Schadensdatenbank aufweist. Es ist deshalb davon auszugehen, dass das Hochwasser 2005 kein singuläres Ereignis ist, und dass mit dem Auftreten ähnlich grosser Ereignisse auch in Zukunft gerechnet werden muss.

Der fortschreitende Anstieg von Bevölkerungszahl und Siedlungsfläche weist darauf hin, dass sich auch das Schadenspotential weiterhin erhöhen wird. Allerdings ist heute die Situation der Betroffenen bezüglich finanzieller Bewältigung einer Katastrophe mittels Institutionen wie den Versicherungen, Fonds und Spendeorganisationen um einiges besser als früher. Zudem haben sich viele - vor allem neuere - Massnahmen zum Schutz vor Naturgefahren (wie z.B. das Projekt für die Engelbergeraai im Kanton Nidwalden) bewährt.

Um solche erfolgsversprechenden Massnahmen gezielt ergreifen und generell gefährdete Gebiete aufzeigen zu können, werden Gefahrenkarten erarbeitet. Die Unwetterschadens-Daten-

¹³ Grosse Hochwasser: 17./18. September 1852: alle Flüsse im Mittelland von der Thur bis zur Rhone; 10.-15. Juli 1876: zentrales und östliches Mittelland, östliche Voralpen; 14./15. Juni 1910: Regen und Schneeschmelze

¹⁴ Schweres Hochwasser Ende September/Anfang Oktober 1868

bank der WSL bildet eine wichtige Grundlage für deren Erstellung und dadurch auch für die Überprüfung von Schutzstrategien. Die jüngsten grossen Unwetter, die die Schweiz im Jahr 2007 heimgesucht haben, verdeutlichten einmal mehr die Notwendigkeit einer solchen Ereignisdokumentation.

LITERATUR

- Bundesamt für Statistik BFS (2005): Arealstatistik Schweiz - Zahlen, Fakten, Analysen. Neuchâtel: 99 S.
- Bundesamt für Wasser und Geologie BWG (2001): Hochwasserschutz an Fliessgewässern - Wegleitungen des BWG. Bern: 72 S.
- Frei C., Schär C., Lüthi D., Davies H.C. (1998): Heavy precipitation processes in a warmer climate. *Geophys. Res. Lett.*, Issue 25: 1431-1434.
- Hegg Ch., Gerber D., Röhliberger G. (2000): Unwetterschaden-Datenbank der Schweiz. In: Internationales Symposium Interpraevent 2000 - Villach / Österreich, Tagungspublikation, Band 1: 37-48.
- Hegg Ch., Bezzola G.R., Koschni A. (2008): Ereignisanalyse Hochwasser 2005 in der Schweiz. In: Mikos M., Hübl J.: 11. Kongress Interpraevent 2008, 26.-30. Mai 2008, Dornbirn, Internationale Forschungsgesellschaft Interpraevent, Klagenfurt.
- Hilker N., Jeisy M., Badoux A., Hegg Ch. (2007a): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2005. *Wasser Energie Luft*, Heft 1: 31-41.
- Hilker N., Aller D., Hegg Ch. (2007b): Schäden. In: Bezzola G.R., Hegg Ch. (Hrsg.) (2007): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 - Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Bundesamt für Umwelt BAFU, Eidg. Forschungsanstalt WSL. Umwelt-Wissen Nr. 0707: 127-148.
- Hilker N., Badoux A., Hegg Ch. (2008): Unwetterschäden in der Schweiz im Jahre 2007. *Wasser Energie Luft* (in Vorbereitung).
- MeteoSchweiz (Hrsg.) (2006): Starkniederschlagsereignis August 2005 - Arbeitsbericht MeteoSchweiz Nr. 211: 64 S.
- OcCC, ProClim (Hrsg.) (2007): Klimaänderung und die Schweiz 2050 - Erwartete Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft. Bern: 168 S.
- Petrascheck A. (1989): Die Hochwasser 1868 und 1987 - Ein Vergleich. *Wasser Energie Luft*, 81, Nr. 1-3: 1-8.
- Pfister C. (Hrsg.) (2002): Am Tag danach - Zur Bewältigung von Naturkatastrophen in der Schweiz 1500-2000. Bern, Stuttgart, Wien: Haupt: 263 S.
- Röhliberger G. (1991): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. *Berichte der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf*. 330, 1991: 122 S.
- Schmid F., Fraefel M., Hegg Ch. (2004): Unwetterschäden in der Schweiz 1972-2002: Verteilung, Ursachen, Entwicklung. *Wasser Energie Luft*, Heft 1/2: 21-28.
- Tschirky F., Brabec B., Kern M. (2000): Lawinenunfälle in den Schweizer Alpen - Eine statistische Zusammenstellung mit den Schwerpunkten Verschüttung, Rettungsmethoden und Rettungsgeräte. In: *Durch Lawinen verursachte Unfälle im Gebiet der Schweizer Alpen*, Vorabdruck aus dem Winterbericht Nr. 63 (1998/99). Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF, Davos: 125-136.
- Zimmerli P. (2003): Naturkatastrophen und Rückversicherung. Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft, Zürich: 46 S.