



Hochwasser



Definition

Als Hochwasser wird der Zustand in einem Gewässer bezeichnet, bei dem der Wasserstand oder Abfluss einen bestimmten (Schwellen-)Wert erreicht oder überschritten hat (PLANAT 2009a).

Mit Hochwassern gehen oft Murgänge einher. Ein Murgang (auch «Mure» oder «Rüfe» genannt) ist ein breiartiges, oft schnell fließendes Gemenge aus Wasser und Feststoffen (Sand, Kies, Steine, Blöcke, Holz) mit einem hohen Feststoffanteil (PLANAT 2009b).

Bei beidem kann es zu Ufer- und Sohlenerosion sowie Ablagerung von Geröll kommen.



Ereignisbeispiele

August 2007
Schweiz
Hochwasser

Ausgelöst wurde dieses Ereignis durch ein Höhentief westlich des Alpenraums, das warmfeuchte Luftmassen mit einem hohen Feuchte- und Niederschlagspotenzial aus Südwesten heranzuführte. Die anhaltenden und grossflächigen Niederschläge betrafen die gesamte Alpennordseite, sowie die westlichen und zentralen Alpen.

Eine Person verlor ihr Leben. Die Gesamtschadenssumme betrug rund 380 Mio. CHF. Gesamtschweizerisch betrug der Anteil der Schäden im öffentlichen Bereich (Infrastrukturschäden der öffentlichen Hand und Schäden, die mit Mitteln der öffentlichen Hand behoben werden) rund 25 %. Der Grossteil der Schäden fällt mit etwa 75 % im privaten Sektor an.

August 2005
Schweiz
Hochwasser

Intensive und lang anhaltende Niederschläge im bereits bis dahin regenreichen August führten auf der gesamten Alpennordseite in der Schweiz – zwischen der Saane und dem Alpenrhein – zu grossflächigen Überschwemmungen, zahlreichen Murgängen und einzelnen Dammbürchen von Talflüssen. Auslöser für die grossflächigen Starkniederschläge war ein stabiles Tiefdrucksystem südlich der Alpen (Genuatief), das feuchte Luftmassen an den Alpennordrand führte.

Sechs Personen verloren ihr Leben. Die Gesamtschadenssumme betrug rund 3 Mrd. CHF. Gesamtschweizerisch betrug der Anteil der Schäden im öffentlichen Bereich (Infrastrukturschäden der öffentlichen Hand und Schäden, die mit Mitteln der öffentlichen Hand behoben werden) rund 25 %. Der Grossteil der Schäden fiel mit rund 75 % in den privaten Bereich. Insgesamt waren rund 900 Gemeinden betroffen. Orte wie Engelberg oder Lauterbrunnen blieben tagelang von der Umwelt abgeschnitten. Damit war es bezüglich der finanziellen Auswirkungen das schwerste Einzelereignis in der Schweiz seit der systematischen Erfassung.

2002
Deutschland und Tschechien
Elbehochwasser

Im August 2002 lösten grossräumige, anhaltende Starkniederschläge im Einzugsgebiet der Elbe, vor allem in Deutschland und Tschechien, schwere Überschwemmungen aus. Die Niederschläge wurden durch eine sogenannte Vb-Wetterlage verursacht, bei der feuchtwarme Luft vom östlichen Mittelmeerraum auf kältere Luft in Mitteleuropa stösst. Entlang der deutschen Elbenstrecke waren 21 Deichbrüche zu verzeichnen.

In Deutschland kamen zwei Personen ums Leben, 110 Menschen wurden verletzt. Insgesamt belief sich der finanzielle Schaden auf rund 8,9 Mrd. EUR. Der Anteil der Schäden im öffentlichen und im privaten Bereich betrug je rund 50 %. Allein die Deutsche Bahn erlitt Schäden im Bereich von 850 Mio. EUR. Im Bundesland Sachsen, das mit ca. 6,2 Mrd. EUR die höchsten Schäden zu verzeichnen hatte, waren mehr als 25 000 Wohngebäude und knapp 12 000 Unternehmen vom Hochwasser betroffen.

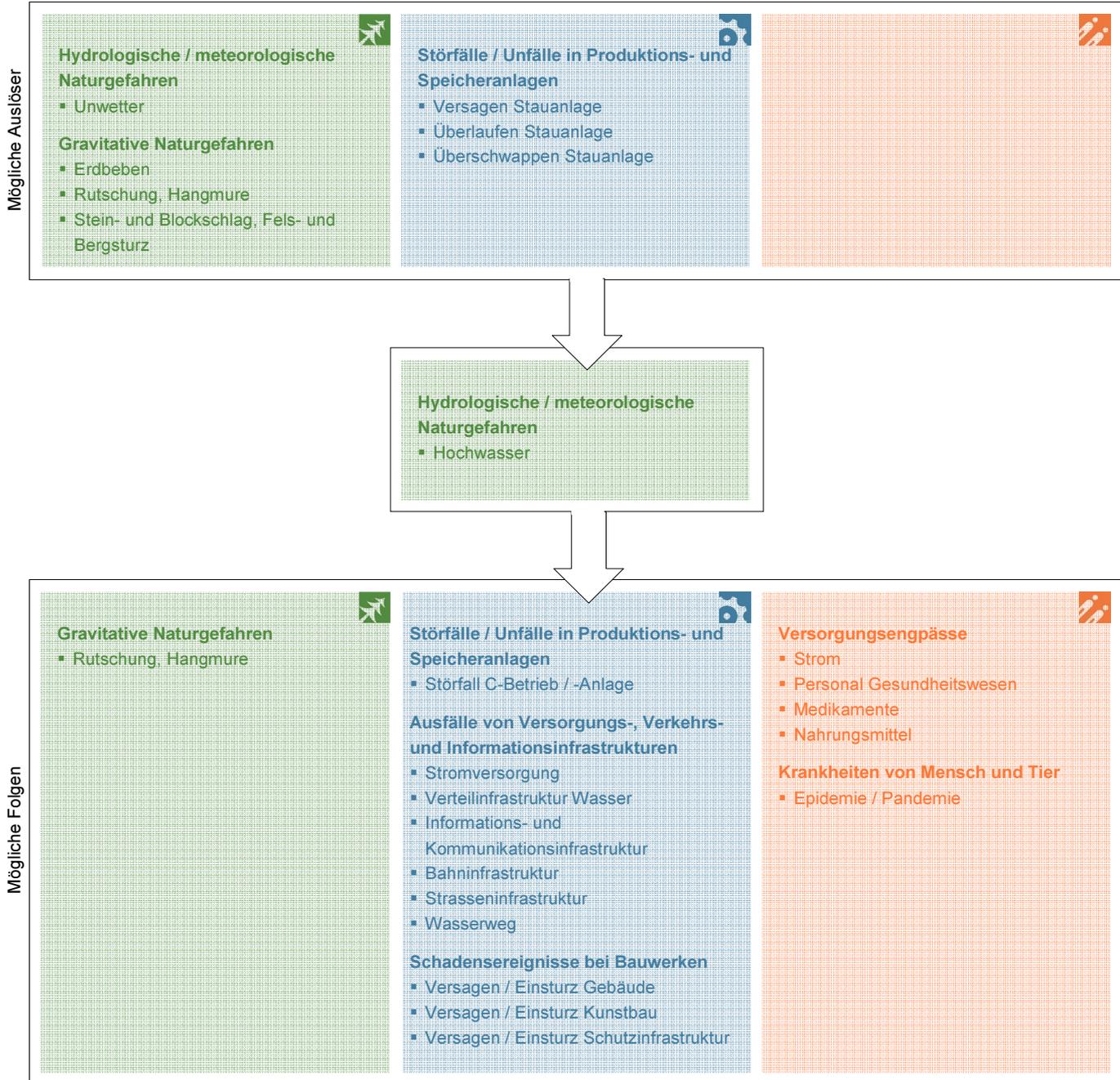
Einflussfaktoren

Diese Faktoren können Einfluss auf die Entstehung, Entwicklung und die Auswirkungen der Gefährdung haben.

Gefahrenquelle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ starke Niederschläge ▪ Schneemenge ▪ wassergesättigte Böden
Zeitpunkt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jahreszeit teilweise relevant (z.B. Starkniederschläge begleitet durch Schneeschmelze)
Ort / Ausdehnung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausdehnung des Hochwassers (lokal, regional, national) ▪ Topographie der betroffenen Region (flache und überschwemmungsgefährdete Regionen oder hügeliges und bergiges Gelände mit geringer Überschwemmungsgefahr, dafür grösserer Murganggefahr) ▪ Grösse des Einzugsgebietes der Flüsse ▪ städtische oder ländliche Gebiete (Bevölkerungsdichte, Exposition von Sachwerten und Infrastrukturen, versiegelte Flächen)
Ereignisablauf	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorhersagbarkeit des zeitlichen Auftretens und der Art und Intensität (Vorwarnzeiten, Zeitpunkt Verhaltensempfehlungen) ▪ Niederschlagsmengen, -intensität, -dauer mit Auswirkungen auf: <ul style="list-style-type: none"> - Überflutungstiefe - Strömungen im Überflutungsbereich - verfrachtete und abgelagerte Geschiebemengen - Dauer der Überschwemmung ▪ Damm-/Deichbrüche ▪ Leistungsfähigkeit von Regulierungssystemen (Abflussmanagement) und Kunstbauten ▪ Fluchtmöglichkeiten und Verhalten der Betroffenen ▪ Verhalten von betroffenen Organisationen, Einsatzkräften und verantwortlichen Behörden ▪ Reaktion der Bevölkerung und der Politik

Abhängigkeiten

Dargestellt sind Ereignisse und Entwicklungen aus dem «Katalog möglicher Gefährdungen» des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS), die Auslöser oder Folge eines Hochwassers sein können.



Szenario

Intensität

In Abhängigkeit der Einflussfaktoren können sich verschiedene Ereignisse mit verschiedenen Intensitäten entwickeln. Die unten aufgeführten Szenarien stellen eine Auswahl von vielen möglichen Abläufen dar und sind keine Vorhersage. Mit diesen Szenarien werden mögliche Auswirkungen antizipiert, um sich auf die Gefährdung vorzubereiten.

1 - erheblich

- Wassermenge in mehreren Bächen und Flüssen: 100-jährliches Hochwasser (HQ100)
- Heftige Niederschläge während 1 - 2 Tagen
- Lokal begrenzt in 2 - 4 besiedelten Bergtälern

2 - gross

- Wassermenge in mehreren Bächen und Flüssen: 300-jährliches Hochwasser (HQ300)
- Regnerische Vorperiode
- Heftige Niederschläge über 2 - 4 Tage
- Alpennordflanke (v. a. Voralpen und Zentralschweiz), Teile der östlichen Zentralalpen und Mittelland

3 - extrem

- Wassermenge in mehreren Bächen und Flüssen: 1 000-jährliches Hochwasser (Extremhochwasser [EHQ])
- Heftige Niederschläge über 1 - 2 Wochen
- Zusammenfallend mit Schneeschmelze
- Ganze Schweiz

Wahl des Szenarios

Für dieses Beispiel ist das Szenario «gross» gewählt worden. Dieses Szenario ist in der Schweiz grundsätzlich vorstellbar, aber doch selten zu erwarten.

Ereignis

Ausgangslage / Vorphase

In der ersten Hälfte des Monats August ereignen sich immer wieder heftige Niederschläge. Mitte August ist in den nördlichen Voralpen, der Zentralschweiz und im Mittelland bereits mehr als die durchschnittliche August-Regenmenge gefallen. Die Böden sind stark mit Wasser gesättigt. Die Pegel der grossen Schweizer Flüsse Rhein und Aare sowie dessen grösseren Zubringern Emme, Limmat und Reuss und der grossen Seen, sind innerhalb kurzer Zeit stark angestiegen. Nach wenigen trockenen Tagen beginnt es auf der ganzen Alpennordseite grossflächig, andauernd und mit heftigen Starkregenspitzen zu regnen. Bund und kantonale Behörden warnen entsprechend.

Ereignisphase

Die Starkniederschläge führen Ende August dazu, dass die stark wassergesättigten Böden das zusätzliche Regenwasser nicht mehr aufnehmen können. Die Wassermassen fliessen oberflächlich über Gras-, Weideland und Strassen ab. Kleinere Flüsse und Bäche sind zunehmend nicht mehr in der Lage, die Wassermassen abzuleiten. In der Folge kommt es zu ersten Überschwemmungen und örtlichen Murgängen sowie Hangmuren.

Nach drei Tagen wird die Grenze der Abflusskapazität der grossen Schweizer Flüsse an zahlreichen Stellen überschritten und die Dämme werden überströmt. Punktuell brechen Dämme von Flüssen mehrere Seen treten über die Ufer. Es kommt im gesamten Einzugsgebiet der Flüsse und Seen zu grossflächigen Überschwemmungen. Die betroffenen Gebiete überschreiten an vielen Orten die in den Intensitätskarten ausgewiesenen Gebiete eines 300-jährlichen Hochwassers. In den Voralpengebieten ereignen sich mehrere, teilweise sehr mächtige Murgänge, ebenfalls mit einer Wiederkehrperiode von bis zu 300 Jahren.

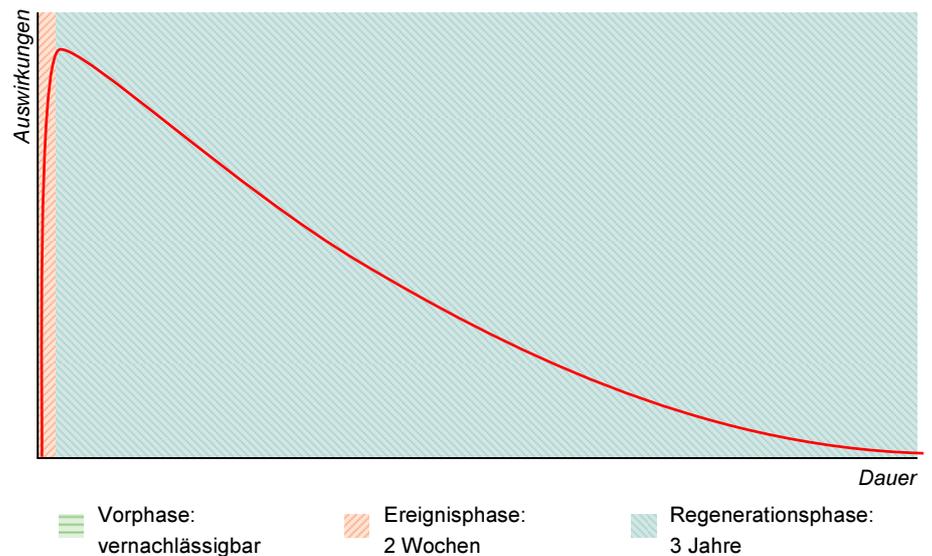
Nach vier Tagen nehmen die starken und lang andauernden Niederschläge ab. Die Überschwemmungen einzelner Gebiete dauern jedoch noch weitere zehn Tage an.

Regenerationsphase

Obwohl die Niederschläge stark abgenommen haben, fällt in den kommenden zwei Wochen immer wieder Regen. Durch die extremen Wassermassen dauert es lange bis die Wasserpegel der Flüsse sinken. Bis sich die Lage normalisiert, die Pegel sinken und keine weiteren Gebiete mehr überschwemmt werden, vergehen drei Wochen. Dadurch sind die Rettungs- und Aufräumarbeiten stark erschwert. Die Wiederherstellung der Infrastruktur dauert bis zu zwei Monate; in einigen Fällen mehr als ein Jahr. Einzelne Aufbauarbeiten von stark betroffenen Dörfern und Grossprojekten des Hochwasserschutzes dauern bis zu drei Jahre.

Zeitlicher Verlauf

Die Ereignisphase dauert rund zwei Wochen. Die meisten Auswirkungen sind bis zu einem Jahr festzustellen (vgl. Abbildung). Einzelne Grossprojekte des Hochwasserschutzes dauern bis zu drei Jahre.



Räumliche Ausdehnung

Vom Hochwasser sind vor allem die Alpennordflanke mit den Voralpen und der Zentralschweiz, Teile der östlichen Zentralalpen sowie das Mittelland betroffen.

Auswirkungen

Personen

Nicht nur die reissenden Bäche und Flüsse führen zu Personenschäden, sondern auch auftretende Murgänge.

Zunächst haben der Schutz und die Rettung von Personen höchste Priorität. Mit Sandsäcken, Erdwällen und speziellen Hochwassersperren wird versucht, das Eindringen des Wassers in Gebiete mit Gebäuden und Infrastruktureinrichtungen zu verhindern. Dabei sind einige Unfälle zu verzeichnen. Es stellt sich schnell heraus, dass das vorhandene Material und die verfügbaren Personen und Maschinen nicht ausreichen. Die interkantonale Hilfe gestaltet sich zunehmend schwierig, da die meisten nördlich der Alpen gelegenen Kantone in mehr oder weniger starkem Masse mit den Folgen des Hochwassers zu kämpfen haben. Einige Gebiete im flacheren Teil des Mittellandes und der Voralpen sind nur noch per Boot oder aus der Luft zu erreichen.

Wegen der an zahlreichen Orten auftretenden Murgänge und Hangmuren müssen ausserhalb der überschwemmten Gebiete zahlreiche Personen und Tiere evakuiert werden.

Es ist insgesamt in der Schweiz mit 25 Todesopfern, 80 Schwer-, 300 Mittel- und 2000 Leichtverletzten zu rechnen. Darunter sind Personen, die zu spät evakuiert wurden, aber auch Einsatzkräfte, die unter Druck und durch Ermüdung Fehlentscheidungen getroffen haben. Vereinzelt sind es auch Zuschauer, die von den Flüssen mitgerissen werden. Zum Schluss sind auch bei den Aufräumarbeiten Unfälle zu verzeichnen. Die Anzahl traumatisierter Personen ist erheblich.

Schweizweit müssen insgesamt etwa 35 000 Personen für durchschnittlich

zwei Wochen in Notunterkünften untergebracht werden.

Umwelt

Die Fließgeschwindigkeiten des Wassers sind zum Teil sehr hoch, wodurch an zahlreichen Orten Ufer unterspült, unzählige Bäume und viel Geschiebe mitgeführt werden. Die grossflächigen Übersarungen (d. h. Ablagerung von Schutt und Geröll) betreffen Gras-, Weide-, Acker- und Kulturland.

Aus Heizöltanks tritt vielerorts Öl aus, in mehreren Betrieben gelangen giftige Chemikalien ins Wasser, Kläranlagen funktionieren z. T. nicht und Zivilisationsmüll treibt herum. Dies führt zu grossflächigen Wasserverschmutzungen und bewirkt zum Teil auch eine Verunreinigung des Trinkwassers. Die meisten Schäden sind aber nicht nachhaltig. Insgesamt sind in der Schweiz mehrere 1000 km² für durchschnittlich 1 Jahr betroffen.

Wirtschaft

Die Strassen- und Bahnverbindungen sind aufgrund des hohen Wasserstandes, lokaler Unterspülungen der Trassen sowie wegen der Gefahr von spontanen Rutschungen und Hangmuren im überschwemmten Gebiet stark beschädigt oder komplett unterbrochen.

Zahlreiche Versorgungsleitungen (Gas, Wasser, Strom, TV, Telefon) sind beschädigt. Die Elektrizitätsversorgung bricht örtlich zusammen. Telefonverbindungen funktionieren nur teilweise, da einige Telefonzentralen und Verteiler überschwemmt sind und die Stromversorgung vieler Mobilfunkantennen unterbrochen ist. Um die Kommunikationsfähigkeit von Betroffenen und Hilfskräften nicht zu gefährden, werden die betroffenen Stationen soweit wie möglich mit Notstromaggregaten betrieben. Ebenfalls unterbrochen ist an verschiedenen Orten die Versorgung mit Trinkwasser, da Leitungen beschädigt und Wasserfassungen verschmutzt sind. Die Gasversorgung ist beeinträchtigt, da Erdgasleitungen durch spontane Rutschungen unterbrochen sind.

Durch die Länge der Evakuationsphase stellen sich logistische Herausforderungen: Die Bevölkerung in den Notunterkünften muss mit Lebensmitteln und Hygieneartikeln versorgt und entsprechend über die Lageentwicklung informiert werden. Die Zivilschutzorganisationen sind stark gefordert. Viele Schulen und Kindergärten, sowie Geschäfte und Büros bleiben über mehrere Tage geschlossen.

Mit dem Rückgang der Wassermassen zeigt sich an vielen Orten erst das wahre Ausmass der Zerstörungen: Vielerorts sind die Zugangswege dermassen zerstört, dass schweres Räumgerät nur langsam zu den betroffenen Gebieten vordringen kann. In einigen Regionen müssen Strassen komplett erneuert werden. Viele Gebäude sind vom Einsturz bedroht. Auch wenn das Wasser nur in die Keller eindringen konnte, ist die Feuchtigkeit in die Mauern gezogen und hat teils in höher liegenden Etagen zu deutlichen Schäden geführt. Betroffen sind dadurch nicht nur die Besitzer, sondern auch die Versicherungen.

Viele landwirtschaftliche Flächen weisen aufgrund der Überschwemmungen oder des starken Regens bedeutende Erosionen auf. Die Ernte verschiedenster Kulturen ist weitgehend zerstört.

Zahlreiche Tiere sind verendet und liegen in den Schlammmassen begraben. Ihre Kadaver liegen über einige Zeit im Wasser, Seuchengefahr besteht aber nicht.

Die Schäden an Gebäuden, Infrastruktur und anderen Sachwerten betragen zusammen mit den Bewältigungskosten (Kosten für Einsatzkräfte, für Notunterkünfte, für die Versorgung der Unterstützungsbedürftigen, usw.) etwa 10 Mrd. CHF. Die Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Logistik, Landwirtschaft, Produktion, Tourismus, usw.) liegt im Bereich von 5 Mrd. CHF.

Gesellschaft

Die Instandsetzung von Bahntrassen, Strassen und Brücken dauert mehrere Monate und in einigen Fällen mehr als ein Jahr. Dadurch sind viele Personen in ihrer Mobilität eingeschränkt. Auch fallen Energieversorgung, Telefon und IT temporär aus. Die kanalisierte Trinkwasserversorgung ist zwar lokal unterbrochen, aber die betroffenen Personen können sich mit Trinkwasserflaschen versorgen. Von solchen Versorgungsunterbrüchen ist ein grosser Teil der Bevölkerung in der Schweiz während und nach dem Hochwasser betroffen.

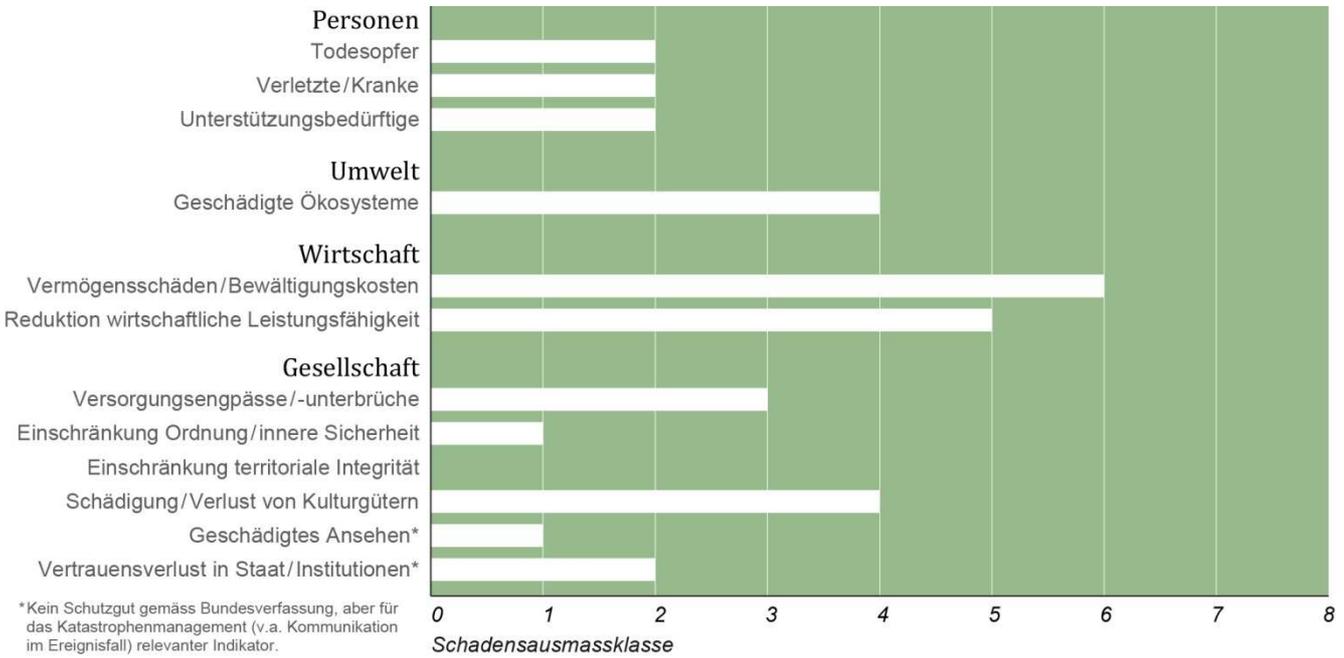
Trotz Überwachung der Überschwemmungsgebiete durch die Polizei, kommt es vor allem in den urbanen Gebieten vereinzelt zu Diebstählen und Plünderungen in verlassenen Geschäften und Wohnquartieren. Hubschrauber der Armee, die primär zur Rettung von Eingeschlossenen angefordert wurden, erhalten den Auftrag, die betroffenen Regionen zu überwachen. Die Polizei ist zusätzlich mit Booten im Einsatz.

Aufgrund der lange andauernden Wiederherstellungsarbeiten nimmt die Geduld der Betroffenen in einigen Gebieten ab. In den Medien wird Kritik an den Behörden, aber auch an den Rettungskräften, laut. Teilweise wird auch geäussert, dass solch einem Ereignis nicht vorzubeugen ist. In ausländischen Medien wird das Ereignis moderat kritisiert.

Schützenswerte Kulturgüter von regionaler Bedeutung und mehrere von nationaler Bedeutung werden beschädigt. Das Hochwasser droht weiteren Kulturgütern zu schaden. Immobile Kulturgüter müssen daher geschützt werden, mobile werden evakuiert.

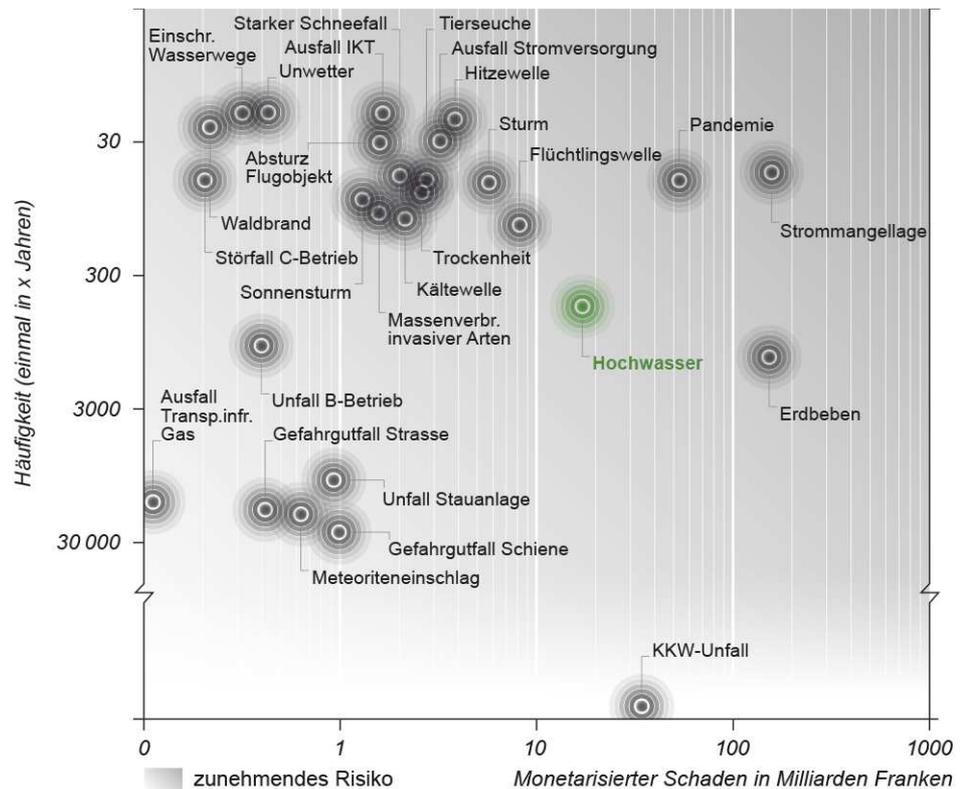
Auswirkungsdiagramm

Dargestellt ist das erwartete Ausmass pro Schadensindikator im beschriebenen Szenario. Pro Ausmassklasse nimmt der Schaden um den Faktor 3 zu.



Risikodiagramm

Dargestellt ist das Risiko des beschriebenen Szenarios zusammen mit den anderen Gefährdungsszenarien, die analysiert wurden. Je weiter rechts und oben ein Szenario liegt, desto grösser ist dessen Risiko. Mutwillig herbeigeführte Ereignisse sind den Plausibilitätsklassen zugeordnet, die anderen den Häufigkeitsklassen. Die Schäden sind aggregiert und monetarisiert dargestellt.



Grundlagen und Referenzen

Verfassung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artikel 76 (Wasser) der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft vom 18. April 1999; SR 101.
Gesetz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau (WBG); SR 721.100. ▪ Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz, WaG); SR 921.0. ▪ Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG); SR 814.20. ▪ Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG); SR 700. ▪ Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG); SR 814.01. ▪ Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (BGF); SR 923.0. ▪ Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG); SR 451. ▪ Bundesgesetz vom 22. Dezember 1916 über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsgesetz, WRG); SR 721.80.
Verordnung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verordnung vom 2. November 1994 über den Wasserbau (Wasserbauverordnung, WBV); SR 721.100.1. ▪ Verordnung vom 30. November 1992 über den Wald (Waldverordnung, WaV); SR 921.01.
weitere rechtliche Grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochwasserschutz und Revitalisierung an Fliessgewässern (BAFU) Bern, 2012 in Vorb. ▪ Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitungen des Bundesamts für Wasser und Geologie (BWG). Bern, 2001. ▪ Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, Empfehlung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft (BWW), Bundesamtes für Raumplanung (BRP) und des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). Biel, 1997.
sonstige Quellen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bundesamt für Umwelt (BAFU), 2009: Ereignisanalyse Hochwasser August 2007. Analyse der Meteo- und Abflussvorhersagen; vertiefte Analyse der Hochwasserregulierung der Jurarandgewässer. Bezzola Gian Reto, Ruf Wolfgang (Ed.), . Umwelt-Wissen Nr. 0927, Bern. ▪ Bundesamt für Umwelt (BAFU) / Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), 2007, Ereignisanalyse Hochwasser 2005. Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung, Bezzola, G. R., Hegg/ C. (Hrsg.). ▪ Bundesamt für Wasser und Geologie (BWG), 2002, Hochwasser 2000, Ereignisanalyse / Fallbeispiele. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 2, Bern.

-
- Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen/Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL), div. Jahre, Unwetterschäden in der Schweiz, jährliche Berichte, in: «Wasser, Energie, Luft» (UNWETTERSCHÄDEN (Jahr)).
www.wsl.ch/fe/gebirgshydrologie/HEX/projekte/schadendatenbank/index_DE (Stand: 19.04.2012)
 - Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT), 2009a, Teil B: Anwendung des Risikokonzepts: Prozess Hochwasser, vorläufige Version Februar 2009.
www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle/R1163d.pdf (Stand: 20.03.2012)
 - Nationale Plattform Naturgefahren (PLANAT), 2009b, Teil B: Anwendung des Risikokonzepts: Prozess Murgang, vorläufige Version Februar 2009.
www.planat.ch/fileadmin/PLANAT/planat_pdf/alle/R1164d.pdf (Stand: 20.03.2012)
www.planat.ch/de/wissen/ueberschwemmung/ (Stand: 19.04.2012)
-

Bildquelle

- Schweizer Luftwaffe