

Hochwasserschäden

Hochwasser können je nach Gewässertyp ganz unterschiedliche Prozesse auslösen und in mehrfacher Hinsicht gefährlich sein. **Wildbäche** und **Gebirgsflüsse** weisen streckenweise ein hohes Gefälle auf, welches bei Starkniederschlägen einen rasch ansteigenden Abfluss hervorruft (Abb. 7–8). Die hohen Fließgeschwindigkeiten erhöhen die **Seiten- und Tiefenerosion**, wodurch grosse Mengen an Feststoffen abgetragen, transportiert und in flacherem Gelände wieder abgelagert werden. Erreicht das fließende Gemenge aus Wasser und Feststoffen (Sand, Steine, Blöcke, Holz usw.) einen Feststoffanteil von 30 bis 60 Prozent, spricht man von einem **Murgang**. Wildbäche stellen durch den kurzzeitig stark wechselnden Abfluss und die hohen Feststoffumlagerungen für Mensch und Tier eine grosse Gefahr dar.

Gewässer im Tal können Landwirtschaftsflächen, Verkehrswege und Siedlungen überfluten (Abb. 9). Dabei kann neben dem Wasser auch das mitgeschleppte Geschiebe zu Schäden an Kulturland und Bauten führen und Menschenleben fordern. Zudem treten auch hier bei Hochwasser häufig Seiten- und Tiefenerosion auf, was zu Unterspülungen von Brücken, exponierten Gebäuden und Strassen führt.

In flachem Gelände steigt der Wasserspiegel von **Seen** und Fließgewässern meist nur langsam an. Bei solchen statischen Überschwemmungen beschädigen Wasser und liegende Geschiebe Erd- und Keller-geschosse von Bauwerken sowie Kulturland.



In **Wildbächen** dominierende Prozesse:

- Dynamische Überschwemmung
- Verkläuerung
- Tiefen- und Seitenerosion
- Murgang, Übersarung



Abb. 8: Chärstelenbach im Reussgrund in Bristen UR beim Hochwasserereignis am 23. August 2005 (© Kanton Uri Tiefbauamt)

In **Gebirgsflüssen** dominierende Prozesse:

- Dynamische Überschwemmung
- Sohleneintiefung (Tiefenerosion)
- Seitenerosion
- Sohlenhebung (Auflandung)
- Gerinneverlagerung



Abb. 9: Dambruch an der Aare bei Meiringen BE beim Hochwasserereignis am 24. August 2005 (© Schweizer Luftwaffe)

In **Talflüssen** dominierende Prozesse:

- Dynamische und statische Überschwemmung
- Sohleneintiefung (Tiefenerosion)
- Sohlenhebung (Auflandung)
- Seitenerosion
- Dambruch



Abb. 10: Statische Überschwemmung mit Schwemmholtz bei Ennetbürgen NW am Vierwaldstättersee am 23. August 2005 (© Schweizer Luftwaffe)

Bei **Seen** vorherrschende Prozesse:

- Statische Überschwemmung
- Akkumulation

Abb. 7: Wildbach Glisibach in Brienz BE beim Hochwasserereignis am 23. August 2005 (© Schweizer Luftwaffe)

Hochwasser

Über die Medien erreichen uns nach Hochwasserereignissen immer wieder erschütternde Bilder der Zerstörung. Hochwasser verursachen in der Schweiz jedes Jahr Schäden in der Höhe von durchschnittlich 340 Millionen Schweizer Franken. Um die Schäden durch wirkungsvolle Massnahmen zu minimieren, braucht es umfassende Kenntnisse der Ursachen von **Hochwasser**.

Gefahrenbeurteilung

Zur allgemeinen Gefahrenbeurteilung von Hochwasser, aber auch von Rutschungen, Felssturz, Lawinen und anderen Naturgefahren ist in einem ersten Schritt die Kenntnis der Grunddisposition notwendig. Unter **Grunddisposition** versteht man all jene Voraussetzungen für gefährliche Prozesse, welche über längere Zeit gleich bleiben, beispielsweise die Parameter Relief, Geologie, Boden und Klima. Falls es Aufzeichnungen von Schadensereignissen gibt (z.B. Hochwassermarken, historische Berichte), können auch diese zur Abschätzung der allgemeinen Gefahr herangezogen werden.

Zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit von Hochwasser und anderen Naturgefahren muss bekannt sein, wie häufig mit einer variablen Disposition und mit potentiell auslösenden Ereignissen zu rechnen ist.

Unter **variabler Disposition** versteht man die zeitlich variablen, von Tages- und Jahreszeit abhängigen Grössen, beispielsweise die vorherrschende Wetterlage oder den Zustand von Boden und Vegetation.

Ein **auslösendes Ereignis** setzt bei gegebener Disposition den gefährlichen Prozess in Gang. Auslösende Ereignisse sind beispielsweise intensive Gewitter.



Abb. 1: Sedrun GR mit den drei Wildbächen Strem, Drun und Drun da Bugnei (von links nach rechts) (© Schweizer Luftwaffe)



Abb. 2: Sarner Aa OW beim Hochwasserereignis am 23. August 2005 (© Schweizer Luftwaffe)



Abb. 3: Aare in Bern beim Hochwasserereignis am 24. August 2005 (© AWA Amt für Wasser und Abfall des Kantons Bern, Foto: Beat Baumann)

Kenntnis von Hochwasser

Die Kenntnisse zu Hochwasser bilden eine unentbehrliche Grundlage für das Leben und Bauen am Wasser. Hochwassermarken und zahlreiche historische Berichte zeugen vom Versuch, das Wissen über Extremereignisse vor dem Vergessen zu bewahren und kommende Generationen auf die Möglichkeit sehr seltener Hochwasserabflüsse vorzubereiten (Abb. 4).

Meteorologische Ursachen

Ausgelöst werden Hochwasser meistens durch **intensive** oder **lang anhaltende Niederschläge**. Hohe Temperaturen können zusätzlich die Nullgradgrenze ansteigen lassen, was zum einen im Gebirge die Schneeschmelze begünstigt. Zum anderen führt eine hochliegende Nullgradgrenze dazu, dass Niederschläge vermehrt in Form von schnell abfließendem Regen anstatt von Schnee auftreten. Ob Niederschläge sowie Schneeschmelze jedoch ein Hochwasser auslösen und schliesslich zu Überschwemmungen führen, hängt vom Zusammenspiel verschiedener weiterer Faktoren ab (Abb. 5).

Einfluss des Bodens

Bei der Abflussbildung ist der Boden eine Schlüsselgrösse. In wassergesättigtem, gefrorenem oder anfänglich ausgetrocknetem Boden kann Niederschlagswasser kaum oder gar nicht versickern und fliesst als **Oberflächenabfluss** schnell ab. Flachgründige und schlecht durchlässige Böden sind schnell mit Wasser gesättigt. Ist der Boden aber gut durchlässig, tiefgründig und liegt über einem durchlässigen geologischen Untergrund (Lockergestein oder Fels mit vielen Klüften und Spalten), kann viel Regenwasser per Tiefsickerung eindringen und zwischengespeichert werden. Dieses Wasser kommt erst mit entsprechender Verzögerung über Quellen oder das Grundwasser wieder in die Fliessgewässer und Seen.

Einfluss der Vegetation

Die Vegetation, insbesondere der Wald, vergrössert die Wasserspeicherkapazität des

Bodens, indem die Bäume die Bodenbildung fördern und mit ihren Wurzeln Versickerungskanäle schaffen. Durch diese Makroporen kann das Regenwasser besser im Boden versickern und dort vorübergehend gespeichert werden. Im Wald lässt auch der lockere Auflagehorizont mit Streu aus Pflanzenmaterial und Humus das Wasser gut in den Boden eindringen. Zudem erreicht ein Teil des Niederschlags den Boden nicht, weil er an der Vegetation hängen bleibt (**Interzeption**). So können Wälder bei einem einzelnen Niederschlagsereignis je nach Zusammensetzung der Baumarten und Dichte des Kronendaches 4 bis 6 Liter Wasser pro Quadratmeter (= 4–6 mm Niederschlag) im Kronenraum zurückhalten. Von den Bäumen verdunstet das meiste Wasser direkt in die Atmosphäre. Zudem entziehen die tief reichenden Wurzeln dem Boden bis in grössere Tiefen viel Wasser, das die Pflanzen über aktive Verdunstung (**Transpiration**) wieder an die Atmosphäre abgeben. An einem sonnigen Sommertag verdunstet beispielsweise ein Buchenwald durchschnittlich 5 Liter Wasser pro Quadratmeter. Dadurch wird der Bodenspeicher teilweise entleert und er ist aufnahmefähiger für ein Niederschlagsereignis. Bei lang anhaltenden oder sehr intensiven Niederschlägen kann aber auch der Wald ein Hochwasser nicht verhindern, da auch ein Waldboden einmal gesättigt ist und der Oberflächenabfluss einsetzt.

Wald kann bei Hochwasser jedoch auch zum Problem werden, wenn entlang von Bächen und Flüssen Bäume mitgerissen werden und diese als Schwemmholz Schäden verursachen. So haben beim verheerenden Hochwasser im August 2005 zehntausende Kubikmeter Schwemmholz in den Flüssen und Seen bis weit ins Mittelland hinaus Probleme verursacht. Häufig verkeilen sich mitgeführte Bäume in einer Verengung oder Brücke und weiteres Material bleibt hängen – es entsteht eine **Verklauung**. In der Folge stauen sich Wasser und Geschiebe und das Fliessgewässer kann aus seinem Gerinne ausbrechen und

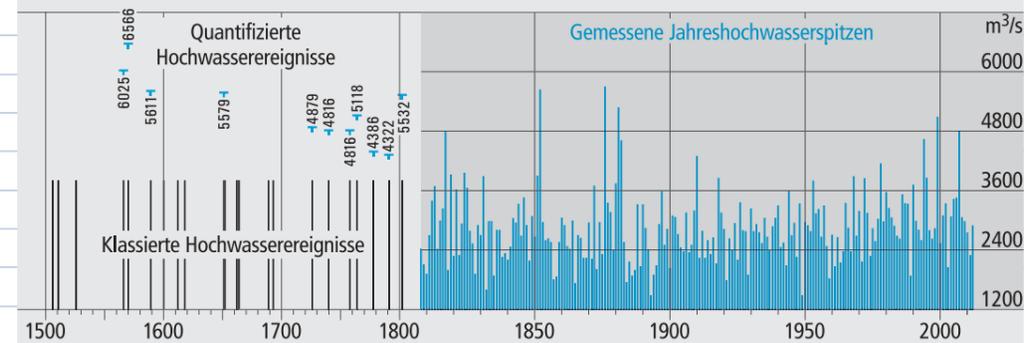


Abb. 4: Rhein in Basel: klassierte und quantifizierte Hochwasserereignisse (1500–1807) und gemessene Jahreshochwasserspitzen (1808–2012)

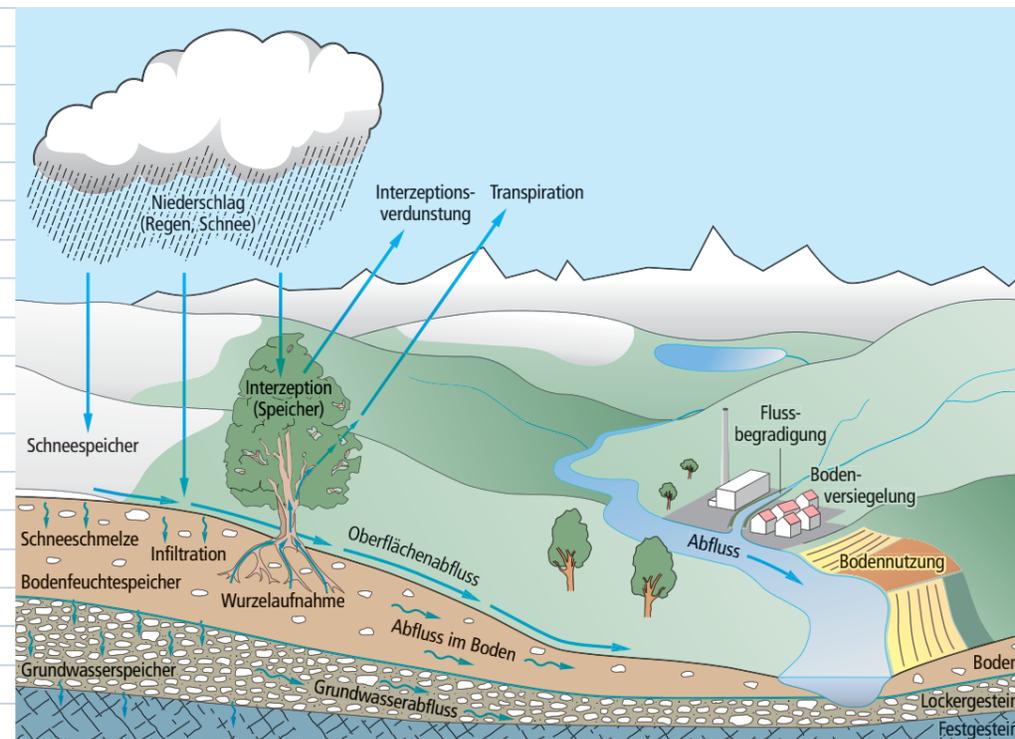


Abb. 5: Hochwasser – Zusammenspiel verschiedener Faktoren

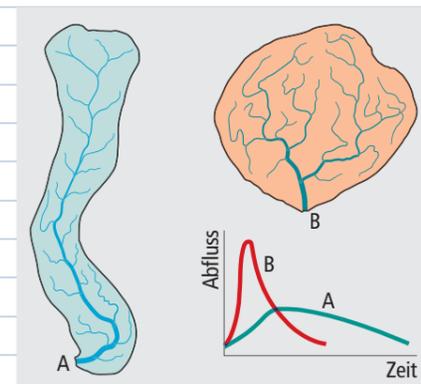


Abb. 6: Auswirkungen der Form des Einzugsgebiets auf die Hochwasserspitze und den Hochwasserverlauf

so eine Überschwemmung und Übersarung verursachen.

Anthropogene Ursachen

Landwirtschaftlich genutzte Böden weisen oft weniger Poren auf als Waldböden, da die Wurzeltiefe und -dichte geringer ist und der Boden durch die Beweidung und das Befahren mit Maschinen über Generationen verdichtet wurde. Daher kommt es auf Wiesen-, Weiden- und Ackerböden meistens schneller zu Oberflächenabfluss als auf Waldböden.

Durch den Bau von Strassen, Plätzen und Gebäuden findet eine zunehmende **Bodenversiegelung** statt. Auf verbauten Flächen kann das Regenwasser nur oberflächlich abfließen, da es nicht in den Boden versickern kann und auch kaum von Pflanzen abgefangen, aufgenommen und verdunstet wird. Wegen dem erhöhten Oberflächenabfluss fliesst in Siedlungsgebieten mehr Regenwasser direkt via Kanalisation in die Flüsse ab und lässt diese schnell ansteigen.

Bei **Flussbegradigungen** wird der Verlauf durch das Entfernen von Flussschlingen kürzer und gerader gemacht. Dadurch kann Land trockengelegt und gewonnen werden oder der Fluss wird für die Schifffahrt nutzbar gemacht. Die Begradigung kann jedoch die Hochwassergefahr erhöhen: Kürzere Fliesswege führen zu höheren Fliessgeschwindigkeiten, was die Seiten- und Tiefenerosion verstärkt. Zudem erhöhen baulich verengte Bachläufe und die intensivere Nutzung entlang von Gewässern das Schadenspotential bei einem Hochwasserereignis.

Topografische Ursachen

Während Hochwasser grosser Flüsse meistens durch grossflächige, lang anhaltende Niederschläge sowie Schneeschmelze ausgelöst werden, sprechen Bäche aus kleineren und mittleren Einzugsgebieten stärker auf kurze und intensive Gewitter an. Auch die Form des **Einzugsgebiets** beeinflusst die Art und den Verlauf des Hochwassers (Abb. 6).

Bei Starkniederschlag fliesst in einem eher kreisförmigen Einzugsgebiet das Wasser aufgrund gleich langer Sammelwege gleichzeitig zusammen und führt so zu grossen Hochwasserspitzen. In einem länglichen Einzugsgebiet ist der Abfluss zeitlich besser verteilt und erreicht erst allmählich seinen Höchststand. Die Topografie des Einzugsgebiets spielt ebenfalls eine wichtige Rolle: Bei starker Hangneigung sowie steilem und engem Bachgerinne nimmt die Hochwassergefahr zu. In einem solchen Gelände fehlen meistens auch Seen, Auen oder Überflutungsflächen, welche das Wasser zwischenzeitlich speichern und somit die Abflussspitzen brechen könnten.

Begriffe

Mit **Hochwasser** wird der Zustand in einem Fliessgewässer oder einem See bezeichnet, bei dem der Abfluss oder der Wasserstand einen bestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Tritt das Wasser über die Ufer und bedeckt vorübergehend eine Landfläche, bezeichnet man dies als **Überschwemmung** oder **Überflutung**. Während **statische Überschwemmungen** mit langsam fließendem und langsam ansteigendem Wasser in flachem Gelände oder entlang von Seen auftreten, kommen **dynamische Überschwemmungen** bei rasch fließendem Wasser vor. Durch die meist hohe Fliessgeschwindigkeit wird viel Schutt und Geröll transportiert. Wird dieses Geröll ausserhalb des Gerinnes abgelagert, bezeichnet man dies als **Übersarung**. Die dynamische Überschwemmung dauert meistens nur einige Stunden, da das Wasser im geneigten Gelände wieder abfließt.



Arbeitsblatt: Hochwasser

«Die erhöhte Wetter-Prognosequalität dürfte die Wochenendausflügler freuen. Eine präzise Vorhersage von Hochwassern und Überschwemmungen bleibt dagegen schwierig: «Eine Beurteilung der Hochwassersituation ist nicht nur davon abhängig, wie viel Niederschlag mit welcher Intensität fällt», bemerkt Hydrologie-Professor Rolf Weingartner von der Uni Bern.» (Zeitung «Der Bund», 23. April 2007)

Fokus

Welche weiteren Faktoren beeinflussen die Hochwassergefahr in einer Region?
 Stellen Sie anhand der Bilder und des Films eigene Hypothesen zu Anzeichen und Ursachen (Grunddisposition, variable Disposition, auslösendes Ereignis) von Hochwasser zusammen.

	Hypothesen	Wissenschaftliche Kenntnisse
Anzeichen		
Grunddisposition		
Variable Disposition		
Auslösendes Ereignis		

Wissen

Überprüfen Sie Ihre Hypothesen zu Anzeichen und Ursachen von Hochwasser. Stellen Sie in der Tabelle die wissenschaftlichen Kenntnisse Ihren Hypothesen gegenüber.

Transfer

Die vier Fotos zum Hochwasser 2005 dokumentieren nur einen kleinen Teil der Folgen dieses Ereignisses, welches mit einer Gesamtschadenssumme von knapp 3 Milliarden Schweizer Franken eines der schadenreichsten Hochwasser in der Schweiz war.

Welche Ursachen haben zum letzten schadenreichen Hochwasser in Ihrer Region geführt?
 Analysieren Sie zu diesem Hochwasserereignis die Grunddisposition, die variable Disposition und das auslösende Ereignis in Ihrer Region mit Hilfe von Informationen aus dem Internet (Texte, Bilder, Film- und Radioberichte).

Literatur

Arbeitsgruppe Naturgefahren des Kantons Bern AG NAGEF, 2011: Achtung Naturgefahr! Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2004–2013: Wege durch die Wasserwelt. Hydrologische Exkursionen in der Schweiz. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 1992–2010: Hydrologischer Atlas der Schweiz. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU, 2008: Hochwasser 2005 in der Schweiz – Synthesebericht. Bern.

Bundesamt für Umwelt BAFU und Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, 2007: Ereignisanalyse Hochwasser 2005 Teil 1 und 2. Bern, Birmensdorf.

Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT, 2009: Strategie Naturgefahren Schweiz – Glossar. Bern.

Schwitler R., Bucher H., 2009: Hochwasser: Schützt der Wald oder verstärkt er die Schäden? In: Wald und Holz, Heft 6/2009: 31–34. Solothurn.

Weingartner R., Spreafico M., 2005: Hydrologie der Schweiz. Berichte des BWG, Serie Wasser, Nr. 7. Bern.