

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 81 (2024)

Artikel: Hochwasserschutz in der Schweiz : von der Gefahrenprävention zu risikobasierten Massnahmen
Autor: Weingartner, Rolf / Sturny, Rouven
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1062019>

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: 01.05.2026

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

Hochwasserschutz in der Schweiz –

von der Gefahrenprävention zu risikobasierten Massnahmen

Autoren

Rolf Weingartner
Rouven Sturny

Der Hochwasserschutz hat sich seit dem 19. Jh. markant gewandelt. Die Hochwasser von 1868, 1987 und 2005 spielten dabei eine entscheidende Rolle. Analysewerkzeuge des Mobiliar Labs für Naturrisiken erlauben es, den Wandel zu verfolgen, die Defizite zu identifizieren und die eingeleiteten Neuausrichtungen zu beurteilen.

1. Einleitung

1.1 Wassernot

Der Berner Pfarrer und Schriftsteller Jeremias Gotthelf (1797–1854) war nicht nur ein bekannter Schriftsteller, sondern auch ein sorgfältig beobachtender Zeitzeuge. Seine Erzählung «Die Wassernot im Emmental am 13. August 1837» schildert detailliert den Ablauf dieses katastrophalen Hochwassers: die Starkregen über der Honegg, das Anschwellen des Röthenbachs und der Emme sowie die resultierenden Verwüstungen und Zerstörungen. Treffend, wie er mit der Sage über die Emmeschlange den Ablauf der Hochwasserwelle in der Emme beschreibt (vgl. Abb. 1): An der Front der zu besonderer Grösse anschwellenden Emme windet sich eine Schlange, «auf ihrer Stirne ein grün Zwerglein tragend, welches mit mächtigem Tannenbaum ihren Lauf regiere.» Dieses Bild symbolisiert die für die Emme typischen Hochwasser mit steiler Wasserfront, die durch kurze, aber sehr intensive Starkregen ausgelöst werden. Durch das rasche und gleichzeitige Zusammenfließen der

hochwasserführenden Zuflüsse entsteht im Hauptfluss eine dynamische Wasserfront. Diese wird durch die Reibung am Flussbett gebremst. Hinter der Front ist das Gerinne mit Wasser gefüllt, was die Reibung am Gerinnebett reduziert. Die Fliessgeschwindigkeit ist hier deshalb höher als an der Hochwasserfront. Das nachfliessende Wasser drängt dadurch zur Front und verstärkt sie kontinuierlich.



Abb. 1: Die Sage von der Emmeschlange (aus: Vischer 2003)

An diese Wassernot sieht man sich beim Hochwasserereignis vom 4. Juli 2022 im Kemmeribodenbad erinnert, welches beim dortigen historischen Hotel und Restaurant beträchtliche Schäden verursachte. Stefan von Bergen, Journalist bei der Berner Zeitung, rekonstruierte mit Unterstützung des Meteorologen Ralph Rickli die Entstehung des katastrophalen Hochwassers¹: «Um 14 Uhr macht sich an diesem Montagnachmittag, dem 4. Juli, im Hotel Kemmeribodenbad niemand Sorgen über ein Gewitter. Der Himmel ist blau. Auf dem Unwetterradar ist das Hinterland am Oberlauf der Emme wolkenfrei. Weit weg liegt eine einzelne Gewitterzelle über den Waadtländer Alpen. Und noch eine nördlich davon bei Yverdon. Ab 14.30 Uhr aber setzen sich die beiden entlang der Voralpen in Bewegung. 14.45 Uhr, die beiden Zellen vereinigen sich am Gantisch und erreichen eine respektable Grösse und Kraft. «Starkregen füllt nun das Simmental mit Kaltluft, die böig talauswärts schiesst», erklärt Ralph Rickli. Der Wind aus dem Simmental treibe die fusionierte Gewitterzelle über den Thunersee Richtung Niederhorn und dann ins Eriz. Auf einem Webcam-Bild von 15 Uhr herrscht über dem Thunersee finstere Weltuntergangsstimmung. «Auf seinem Zug ostwärts erneuert sich das Gewitter an seiner Stirnseite ständig», erkennt Rickli auf dem Radar. Es sei «wie eine Aneinanderreihung von Sprengladungen, aber noch ohne Zündung». Um 15.35 Uhr erreicht die Gewitterzone hinter dem Hohgant ihr maximales Unwetterpotenzial. Rickli lapidar: «Dort knallt es.»»

Dieser Knall war mit sehr intensiven Starkniederschlägen verbunden, die auf steile Hänge mit felsigem Untergrund oder geringmächtigen Böden fielen. Aufgrund der vorangegangenen Trockenperiode waren die Böden ausgetrocknet und deshalb nahezu undurchlässig. Überall bildete sich sofort Oberflächenabfluss, der sich in Gerinnen konzentrierte. Letztere führten das Wasser rasch und gleichzeitig zur Emme,

die in der Folge stark anschwell. Zudem bewegte sich die Gewitterfront vermutlich mit der Hochwasserwelle von West nach Ost und verschärfte die Hochwasserspitze. Wie Analysen der Firma Geotest² ergeben, betrug die Spitzenabflussmenge im Bereich des Kemmeribodenbads zwischen 290 und 350 m³/s, was rund der dreifachen Menge des mittleren Abflusses der Aare in Bern entspricht. Diesem gewaltigen Abfluss war der Flussquerschnitt nicht gewachsen. Bereits oberhalb des Kemmeribodenbads verliess die Emme bei einer engen Kurve das Flussbett und floss direkt zum Gasthof, der unvermittelt im Fluss stand. Das Innere des Erdgeschosses wurde nahezu zerstört. Zum Glück hatte das Restaurant Ruhetag, sodass keine Personen betroffen waren.

In seiner über 200-jährigen Geschichte war der Gasthof Kemmeribodenbad nie direkt von einem Hochwasser betroffen, was die Seltenheit und Grösse des Ereignisses vom 4. Juli unterstreicht. Es handelt sich also um ein sehr seltenes Ereignis, was auch die Hochwasserstatistik des BAFU bestätigt³. Nach hydraulischen Analysen des Mobiliar Labs für Naturrisiken der Universität Bern⁴ kommt es an der Emme im Abschnitt zwischen Bumbach und Kemmeribodenbad ab Hochwasserspitzen von 200 m³/s zu ersten Ausuferungen und ab 230 m³ zu einem sprunghaften Anstieg der Schäden. Zusammenfassend kann man also sagen, dass es im Bereich des Kemmeribodenbads ab Abflussmengen von 200 m³ kritisch wird. Mit dem in der Zwischenzeit bereits realisierten Hochwasserschutzprojekt wurde die Hochwassergefahr massiv verringert. Heute würde ein Ereignis wie jenes vom 4. Juli 2022 im Querschnitt des Kemmeribodenbads keine Schäden mehr verursachen.

1.2 Hochwasserschutz zwischen Gefahr und Risiko

Gemäss den Betrachtungen zum Hochwasser im Kemmeribodenbad umfassen Hochwasser verschiedene Aspekte:

1 Berner Zeitung, 1. August 2022, gekürzt

2 Interner Bericht, 2022

3 <https://www.hydrodaten.admin.ch/documents/Hochwasserstatistik/2409hq.pdf>

4 www.hochwasserrisiko.ch

- Die Gefahr (G) beschreibt das hydrologische Ausmass eines Ereignisses. Je seltener ein Ereignis im statistischen Sinne ist, umso grösser ist die Gefahr.
- Die von einem Hochwasser überschwemmte Fläche ergibt die räumliche Betroffenheit durch Hochwasser. Personen, Gebäude und Infrastrukturen, die sich hier befinden, werden als «exponiert» bezeichnet (E). Der Sachwert der betroffenen Gebäude und Infrastrukturen ergibt das sogenannte Schadenpotenzial.
- Die Verletzlichkeit (V) zeigt, welcher Anteil der exponierten Gebäude und Infrastrukturen Schaden nehmen kann.

Führt man diese Aspekte zusammen, erhält man eine Definition des Risikos:

$$R = G \cdot E \cdot V \quad (1.1)$$

mit:

R Risiko

G Gefahr

E Exposition, Schadenpotenzial

V Verletzlichkeit

Das Hochwasserrisiko führt zu einem umfassenden Gesamtbild eines Hochwassers und sollte die Grundlage für die Planung von Hochwasserschutzmassnahmen sein. Eine alleinige Betrachtung der Gefahr greift zu kurz. So ist bei gleichbleibender Gefahr das Risiko bei einem Flussabschnitt, dessen Umgebung kein nennenswertes Schadenpotenzial aufweist (z.B. Emme oberhalb des Kemmeribodenbads), kleiner als bei einem Abschnitt mit einem grossen Schadenpotenzial (Emme im Bereich des Kemmeribodenbads).

1.3 Ziel des Aufsatzes

Beim Hochwasserschutz sollte das Risiko das Mass aller Dinge sein, was heute in der Schweiz mehr oder weniger der Fall ist. Der Weg dazu war jedoch lang und dauerte über 150 Jahre. Katastrophale Hochwasser waren meist die Auslöser für ein Umdenken beim Hochwasserschutz, wie der folgende kurze Abriss zum Paradigmenwechsel beim Hochwasserschutz in der Schweiz aufzeigt. Um ihn mit Fakten zu untermauern, verwenden

wir Informationen, die vom Mobiliar Lab für Naturrisiken an der Uni Bern in den letzten Jahren erarbeitet wurden und unter www.hochwasserrisiko.ch abrufbar sind. Auf dieser Website sind die digitalen Werkzeuge abrufbar, die detaillierte Analysen des Hochwasserrisikos auf Gemeindebasis ermöglichen.

2. Der Hochwasserschutz in der Schweiz: Von der Gefahr zum Risiko

Der Hochwasserschutz wurde seit der Gründung der Schweiz im Jahr 1848 im Wesentlichen von drei Hochwassern – 1868, 1987 und 2005 – geprägt, die zu grundsätzlichen Wechseln in der Strategie führten. Diese Hochwasser halfen jeweils bereits im Hintergrund schlummernden Ideen und Konzepten zum Durchbruch, wie ein Aufsatz von BRÖNNIMANN ET AL. (2018) ausführt. Er legt dar, wie sich neue Paradigmen von langer Hand jenseits jeglichen politischen Handlungsdrucks entwickeln. «Sind solche Ansätze vorhanden, kann ein Hochwasserereignis als Katalysator des politischen Wandels einen Raum der Aufmerksamkeit schaffen, der es den verschiedenen Akteuren ermöglicht, ihre Anliegen politisch durchzusetzen», so die These der Forschenden.

2.1 Hochwasser 1868

Nach einem ohnehin bereits regenreichen September 1868 traten innerhalb einer Woche zwei sehr starke Niederschlagsereignisse auf. Betroffen waren vor allem die Alpensüdseite (Tessin) und die nordalpinen Kantone Wallis, Uri und Graubünden. Solche Ereignisse, ausgelöst durch den Zufluss warmer und sehr feuchter Mittelmeerluft, gehören zu den katastrophalsten der Schweiz. Die entstandenen Schäden übertrafen die Bewältigungs- und Regenerationsfähigkeit der lokalen für den Hochwasserschutz zuständigen Gemeinwesen. Unter dem Schock des Ereignisses erarbeitete der Bundesstaat das erste Wasserbaupolizeigesetz, welches bereits zehn Jahre nach dem Ereignis, am 22. Juni 1877, in Kraft trat. Es zielte auf eine Verminderung der Gefahr und stellte folgerichtig den baulichen Hoch-

wasserschutz, also vereinfacht gesagt das Bauen von Hochwasserdämmen, in den Vordergrund. In der Folge wurden die Fliessgewässer gesamtschweizerisch verbaut. Ohne explizit das Hochwasserrisiko im Auge zu haben, reduzierten sie das Hochwasserrisiko entscheidend, weil das Schadenpotenzial in den überschwemmungsgefährdeten Flächen im Allgemeinen noch gering war und die Gefahr dazumal der eigentliche Risikotreiber war (vgl. Abb. 2).

In der breiten Öffentlichkeit wurde der bauliche Hochwasserschutz als Erfolgsgeschichte wahrgenommen. Die sogenannte Katastrophenlücke zwischen 1882 und 1976 (PFISTER 2009), in der auf der Alpennordseite sehr grosse Hochwasser relativ selten auftraten, begünstigte diese Wahrnehmung. Sie führte dazu, dass die Hochwassergefahr allmählich in Vergessenheit geriet. Der Wasserbauer Martin Jäggi formulierte es 1988 wie folgt (NZZ 1988): «Es scheint nun aber eine Diskrepanz zu geben zwischen der Beurteilung der Sachlage durch die Fachwelt und der durch die Öffentlichkeit. Jedermann versteht, dass bei einem unkorrigierten Fluss oder Wildbach Überschwemmungsrisiken zu akzeptieren sind. Sobald aber ein Fluss eingedämmt ist und das umliegende Land während einer gewissen Zeit von Überschwemmungen verschont geblieben ist, so gilt das Gebiet, das früher einmal dem Fluss gehört hat, als «sicher».»

2.2 Hochwasser 1987

Vor dem Hintergrund der Katastrophenlücke erstaunt es kaum, dass die beiden aussergewöhnlich grossen Hochwasser im August 1987 als solche aus dem Nichts wahrgenommen wurden. Entsprechend unvorbereitet war man, entsprechend gross waren die Schäden. Ursache war wie 1868 eine Südanströmung der Alpen, sodass mehr oder weniger die gleichen Regionen betroffen waren. Die Unwetter forderten acht Todesopfer und verursachten Schäden von 1,2 Milliarden Franken (BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1991). Dieses Hochwasser lenkte den Fokus vermehrt auf das Schadenpotenzial, das ab den 1950er-Jahren entlang der als sicher eingestufteten Flüsse entstanden ist (vgl. Zitat von Martin Jäggi).

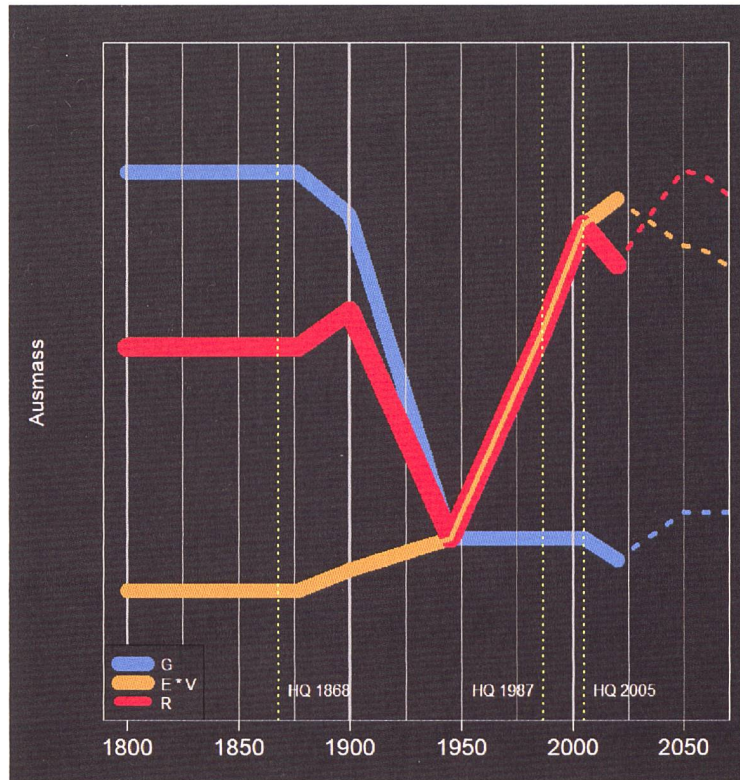


Abb. 2: Zeitliche Entwicklung von Hochwassergefahr und -risiko von 1800 bis 2075. G: Gefahr, E: Exposition, V: Verletzlichkeit, R: Risiko, HQ 1868: Hochwasserereignis 1868 etc.

Gemäss der *Abbildung 2* wurde das Schadenpotenzial ab den 1950er-Jahren zum eigentlichen Treiber des Risikos.

Heute befinden sich schweizweit rund 300 000 Gebäude mit einem Neuwert von 500 Milliarden Franken in hochwassergefährdeten Gebieten. Dort lebt rund ein Siebtel der Schweizer Bevölkerung. Die *Abbildung 3* gibt einen Überblick über den Anteil der durch Hochwasser gefährdeten Gebäude. Stark betroffen sind das zentrale und östliche Mittelland, die Nordwestschweiz und die grossen Alpentäler, also Gebiete, wo dicht besiedelte Siedlungsräume und grosse bis sehr grosse alpine bzw. voralpine Flüsse aufeinandertreffen. In der Stadt Zürich sind zum Beispiel 3800 Gebäude, 97 000 Arbeitsplätze und 84 000 Einwohnerinnen und Einwohner durch Hochwasser gefährdet. Derartige Informationen finden sich für alle Schweizer Gemeinden im digitalen Werkzeug Schadenpotenzial. (www.schadenpotenzial.ch)

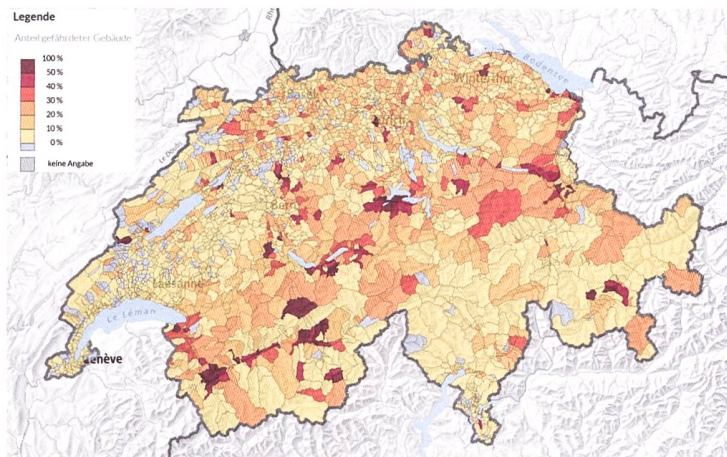


Abb. 3: Anteil der durch Hochwasser gefährdeten Gebäude in den Gemeinden der Schweiz (aus: www.schadenpotenzial.ch)

In der Rückschau verlieh das Hochwasser von 1987 dem Hochwasserschutz neuen Schub. Vor dem Hintergrund der Umweltschutzdebatte ab den 1960er-Jahren entstand 1975 der Wasserrechtsartikel, der erstmals das Wasser in seiner Gesamtheit als eigenes Politikfeld verstand (BRÖNNIMANN ET AL. 2018). Beim Hochwasserschutz wurde der Fokus auf die Umweltverträglichkeit der baulichen Massnahmen und – besonders relevant – auf den Einbezug raumplanerischer Elemente gelegt, was einem eigentli-

chen Paradigmenwechsel gleichkam, indem man nun auch beim Schadenpotenzial ansetzte. Unter dem Eindruck der Ereignisse von 1987 trat 1991 das Bundesgesetz über den Wasserbau in Kraft. Artikel 1 formuliert die neue Stossrichtung: «Die Kantone gewährleisten Hochwasserschutz in erster Linie durch den Unterhalt der Gewässer und durch raumplanerische Massnahmen.»

Das raumplanerische Instrument der sogenannten Gefahrenkarten, welche für die Siedlungsgebiete jeder Schweizer Gemeinde zu erstellen waren, bildete das zentrale Element der neuen Hochwasserschutzstrategie. Aufgrund von Intensität und Wiederkehrperiode eines Hochwassers wird die Gefährdung der Siedlungsgebiete beurteilt (vgl. Abb. 4): In der am stärksten gefährdeten roten Zone besteht ein Bauverbot. In der blauen Zone mit einer mittleren Gefährdung werden bei Neubauten Objektschutzmassnahmen, die ein Eindringen von Wasser in die Gebäude verhindern sollen, verlangt, während für die gelbe Zone mit der geringsten Gefährdung keine Objektschutzmassnahmen gesetzlich vorgeschrieben sind.

Die Intensität eines Ereignisses wird durch die Wassertiefe und die Fließgeschwindigkeit bestimmt. Langsam fließendem, flachem Wasser wird eine schwache Intensität zugeordnet. Bei schnell fließendem Wasser mit grossen Wassertiefen ist die Intensität hoch. Die derart definierte Intensität ist eine indirekte Beschreibung der kinetischen Energie, die das Wasser aufgrund seiner Bewegung besitzt. Die Wiederkehrperiode beschreibt, wie häufig im Mittel ein Hochwasser bestimmter Intensität auftritt. Es werden drei Bereiche betrachtet: unter 30 Jahre, 30–100 Jahre und 100–300 Jahre.

14% des Baubestands der Schweiz liegen in einer roten, blauen oder gelben Gefahrenzone. Dank der in der roten und blauen Zone geforderten Massnahmen sind gewisse Erfolge beim Hochwasserschutz zu verzeichnen. Von einem eigentlichen Durchbruch ist man aber noch weit entfernt. Das hat verschiedene Gründe:

- Das Bundesgesetz über den Wasserbau hinkte der Zeit dreissig bis vierzig Jahre hinten nach. Wäre seine raumplanerische Komponente schon vor der rasanten

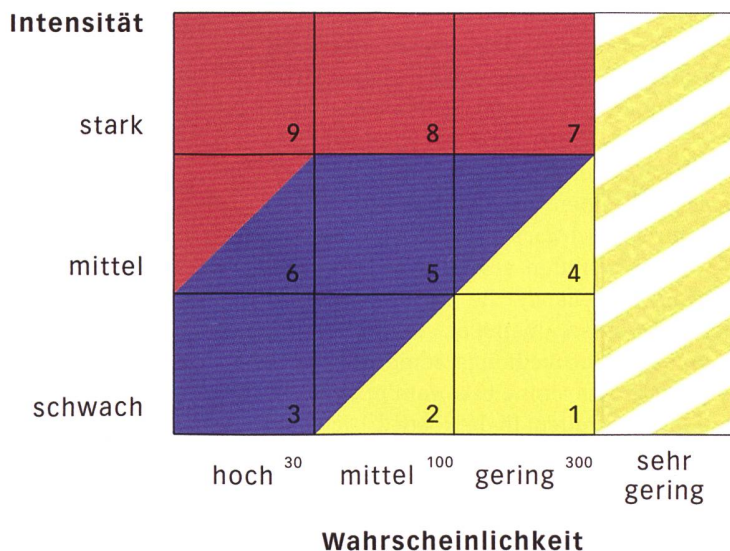


Abb. 4: Gefahrenstufen als Kombination von Intensität und Wiederkehrperiode. Der gelb-weiss schraffierte Bereich weist auf die Restgefährdung hin. (Quelle: BAFU)

Siedlungsentwicklung gültig gewesen, hätte die Entwicklung des Schadenpotenzials vermutlich günstig beeinflusst werden können.

- Die im Gesetz vorgesehenen Massnahmen sind zu wenig effizient. In den blauen und gelben Zonen bestehen nach wie vor grosse Massnahmendefizite:
 - In der blauen Gefahrenzone werden Objektschutzmassnahmen ausschliesslich bei Neubauten verlangt. Im schweizerischen Mittel verfügen aber nur 13% aller Gebäude in der blauen Zone über solche Massnahmen. Mit anderen Worten, die grosse Mehrheit der Gebäude ist nicht direkt vor Hochwasser geschützt.
 - Erstaunlich ist, dass der Gesetzgeber für die gelbe Gefahrenzone keine Massnahmen vorsieht. Offenbar werden die geringen Fliesstiefen, die im Hochwasserfall hier auftreten, nicht als problematisch angesehen. Die Realität widerspricht dieser Annahme, werden doch beispielsweise Tiefgaragen oder ebenerdige Bauten schon bei kleinsten Fliesstiefen beeinträchtigt. Kommt dazu, dass die Dynamik des Bauens in dieser Zone am grössten war und ist. Heute sind nur gerade 2% der Gebäude in der gelben Zone mit Objektschutzmassnahmen geschützt, wie dem Werkzeug www.schadensimulator.ch zu entnehmen ist.

Das Wasserbaugesetz von 1991 markiert zwar einen wesentlichen Wendepunkt im schweizerischen Hochwasserschutz, indem es sich von der reinen Gefahrenfokussierung löste, erwies sich jedoch rückblickend als unzureichend für eine umfassende Strategieänderung. Zwar war die Integration des Raumes ein Schritt in die richtige Richtung. Es gelang allerdings nicht, die Entwicklung des Schadenpotenzials raumplanerisch massgeblich zu beeinflussen. Dies wäre in der Zeit ab den 1950er-Jahren, die von grossem Wachstum geprägt war, besonders wichtig gewesen.

2.3 Hochwasser 2005

Das extreme Hochwasser im August 2005 führte auf der Alpennordseite zu noch nie da gewesenen Schäden von 3 Milliarden Franken. Es trug wesentlich dazu bei, dass dem im Hintergrund schlummernden Ansatz der Risikokultur und dem damit verbundenen integralen Risikomanagement nun grosse Beachtung geschenkt wurde. Risikokultur erfordert interdisziplinäre Zusammenarbeit, Partizipation, Diskurs und Kommunikation. Es gilt, vorbereitet zu sein, Verantwortung zu übernehmen und gemeinsam zu handeln. Mit dem integralen Risikomanagement rückt das Schadenpotenzial – und damit der eigentliche Treiber des Hochwasserrisikos – nun endlich in den Mittelpunkt der Massnahmenplanung. Der sogenannte Risikokreis in *Abbildung 5* bildet eine wichtige Leitlinie für das Risikomanagement. Ausgehend vom Grundsatz «nach dem Hochwasser ist vor dem Hochwasser» wird das Risikomanagement zur Daueraufgabe und rückt die aus den abgelaufenen Ereignissen lernende Prävention ins Zentrum. Letztere umfasst verschiedene Massnahmen, die darauf abzielen, die Gefahr, das Schadenpotenzial und die Verletzlichkeit zu reduzieren.

Abb. 5: Risikokreis: Die kreisförmige Darstellung illustriert die verschiedenen Elemente des integralen Risikomanagements und ihre Zusammenhänge.

(Quelle: BABS – Bundesamt für Bevölkerungsschutz)



Das Risikomanagement geht aber noch einen Schritt weiter, indem es das sogenannte Restrisiko miteinbezieht, also sehr grosse Hochwasser mit Wiederkehrperioden von mehr als 300 Jahren (vgl. Abb. 4). Solchen Hochwassern wurde beim konventionellen Hochwasserschutz zu wenig Beachtung geschenkt. Dies hängt auch damit zusammen, dass es lange schwierig war, den Hochwasserablauf solcher Ereignisse abzuschätzen oder zu modellieren. In letzter Zeit wurden in diesem Bereich aber grosse Fortschritte erzielt. Hierzu leisten Arbeiten am Mobiliar Lab der Universität Bern einen substanziellen Beitrag. Sie geben dem Restrisiko ein Bild und unterstützen den Bevölkerungsschutz, sich auf solche Extremereignisse vorzubereiten. Das Werkzeug «Hochwasserdynamik» (www.hochwasserdynamik.ch) visualisiert solche Hochwasser in ihrem räumlichen und zeitlichen Ablauf (vgl. Abb. 6).

Eine Zoom-Funktion ermöglicht es, sie sowohl im nationalen Kontext wie auch auf lokaler Ebene, z.B. aus der Sicht einzelner Häuser und Wohnquartiere, zu betrachten und zu analysieren.

Wie die Simulationen aufzeigen, könnten beim schlimmstmöglichen Ereignis Gebäudeschäden zwischen 5 und 6 Milliarden Franken auftreten, was die gesamten ökonomischen Schäden des Hochwassers von 2005 um den Faktor zwei übertrifft (MUNZ ET AL. 2023).

3. Und die Zukunft?

Es ist davon auszugehen, dass die Hochwassergefahr weiter zunehmen wird. Gemäss MeteoSchweiz haben die Starkniederschläge an beinahe allen Messstandorten seit 1900 zugenommen. Diese auf die Erwärmung der Atmosphäre zurückgehende Ent-

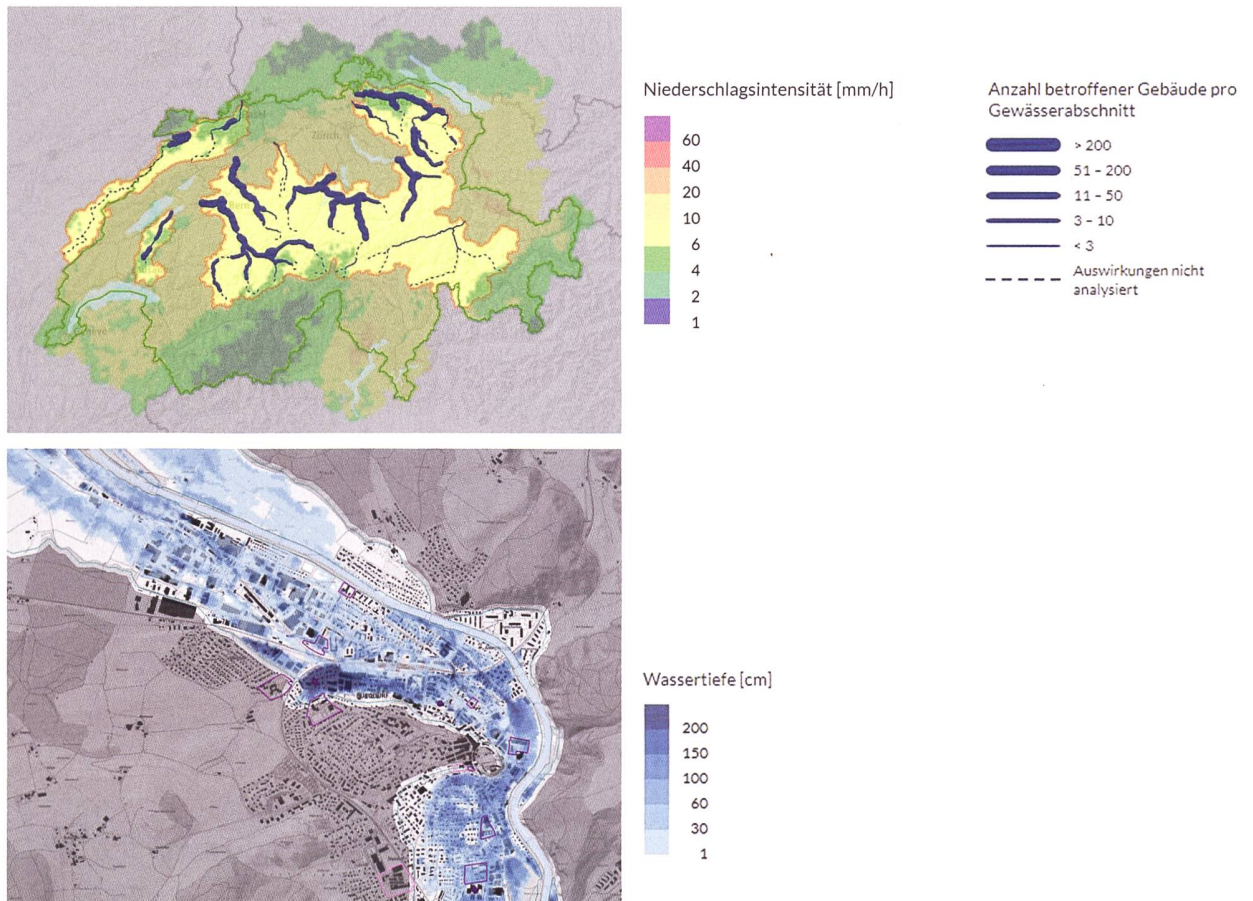


Abb. 6: Worstcase-Szenario auf nationaler und lokaler Skala. (aus: www.hochwasserdynamik.ch)

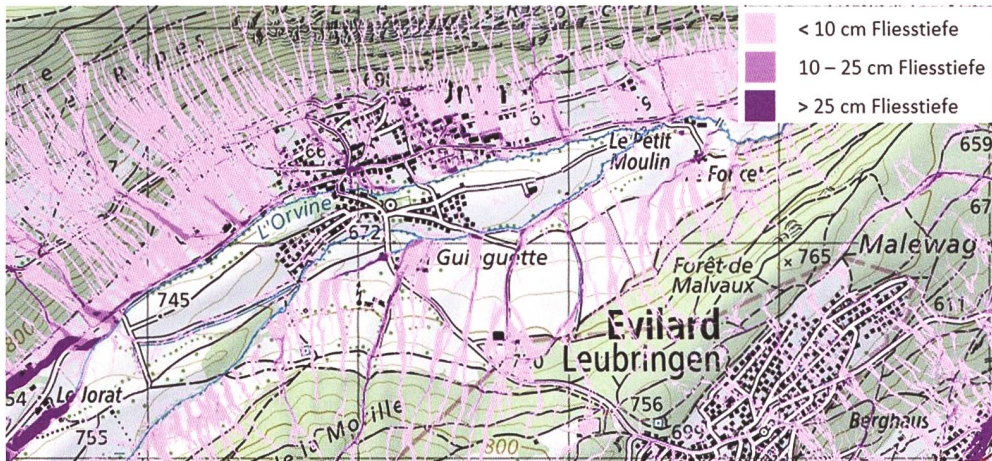


Abb. 7: Auszug aus der gesamtschweizerisch verfügbaren «Gefährdungskarte Oberflächenabfluss». Orvin im Kanton Bern. (Quelle: map.geo.admin.ch)

wicklung wird sich im Zuge des Klimawandels weiter verstärken. Zudem führt der Anstieg der Nullgradgrenze im Alpenraum zu einer Zunahme der Hochwassergefahr; denn mit steigender Nullgradgrenze wächst die Wahrscheinlichkeit, dass bei Hochwasser auslösenden Niederschlagsereignissen zunehmend grössere Teile der Einzugsgebiete überregnet werden, anstatt dass wie früher Schnee fällt. Dadurch wird der flächige Beitrag zum Hochwasser vergrössert. Auf der Gefahrenseite wird also entscheidend sein, inwieweit es gelingt, den Anstieg der globalen Temperaturen zu stoppen.

Zur Reduktion des Hochwasserrisikos müssen die Objektschutzmassnahmen auch auf den «alten» Baubestand umgesetzt und damit der Anteil verletzlicher Gebäude weiter reduziert werden. Zudem sollte beachtet werden, dass die Verdichtung des urbanen Wohnraums vor dem Hintergrund des starken Bevölkerungswachstums und der knappen Landreserven zu einer Erhöhung des Hochwasserrisikos führen wird, wenn nicht entsprechende Gegenmassnahmen getroffen werden.

Der klassische Hochwasserschutz konzentrierte sich primär auf die fluvialen Hochwasser. Hingegen stellt der Oberflächenabfluss eine bisher unterschätzte Gefahr dar. Er entsteht, wenn die Niederschlagsintensität die Infiltrationskapazität der Bodens übersteigt (vgl. Abb. 7).

Der Oberflächenabfluss führt häufiger zu Schäden als konventionelle Hochwasser. Hingegen tragen konventionelle Hochwasser zu rund 75% der monetären Schäden bei (BERNET ET AL., 2017). Trotz der Relevanz des Oberflächenabflusses schreiben nur wenige Kantone Objektschutzmassnahmen vor, um Schäden durch Oberflächenabfluss zu reduzieren.

Aus dem Werkzeug «Schadenpotenzial Oberflächenabfluss» lässt sich ableiten, dass in der Schweiz 62%, also rund 1,3 Mio.

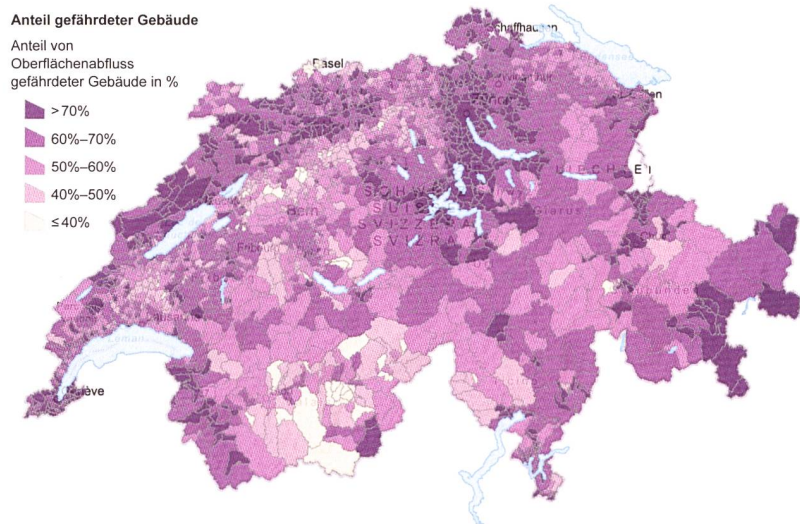


Abb. 8: Anteil der Gebäude, die in den Schweizer Gemeinden durch Oberflächenabfluss betroffen sind.

(aus: www.oberflaechenabfluss.hochwasserrisiko.ch)

Gebäude mit einem Neuwert von 2,3 Billionen Franken, durch Oberflächenabfluss gefährdet sind (www.oberflaechenabfluss.hochwasserrisiko.ch). 76% der Bevölkerung wohnen und 89% der Beschäftigten arbeiten in diesen Gebäuden und sind damit zumindest indirekt betroffen.

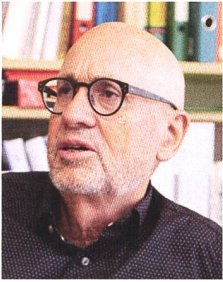
Oberflächenabfluss wird auch in Zukunft eine Herausforderung darstellen: Zum einen ist aufgrund des Klimawandels mit intensiveren und häufigeren Niederschlägen zu rechnen, was den Oberflächenabfluss verstärken wird. Dieser Prozess wird durch die zunehmende Versiegelung und die Ausbildung eines hydrophoben Oberbodens während langer Trockenphasen weiter verstärkt. Zum anderen ist ein Viertel aller Baulandreserven in der Schweiz durch Oberflächenabfluss gefährdet. Zudem muss berücksichtigt werden, dass die Gefährdung durch Oberflächenabfluss und Hochwasser oft zusammenfällt; so befinden sich 57% der durch Oberflächenabfluss gefährdeten Gebäude in der gelben Gefahrenzone. Die Analysen mit dem Werkzeug «Schadenpotenzial Oberflächenabfluss» dokumentieren den dringenden Handlungsbedarf beim Oberflächenabfluss und die Notwendigkeit, die beiden Gefahrenprozesse Oberflächenabfluss und fluviale Überschwemmungen beim Risikomanagement integral zu betrachten (*vgl. Abb. 8*).

Hochwasser werden in einer zunehmend vom Menschen beeinflussten Umwelt auch zukünftig eine grosse Herausforderung darstellen. Seit dem Hochwasser von 2005 hat sich das Risikomanagement in der Schweiz kontinuierlich weiterentwickelt. Das sind gute Voraussetzungen, um den bevorstehenden Herausforderungen wirksam begegnen zu können.

Literaturverzeichnis

- BERNET, D. B., PRASUHN, V., WEINGARTNER, R. (2017). Surface water floods in Switzerland: what insurance claim records tell us about the damage in space and time, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17, doi.org/10.5194/nhess-17-1659-2017.
- BRÖNNIMANN ET AL. (2018). 1868 – das Hochwasser, das die Schweiz veränderte. Ursachen, Folgen und Lehren für die Zukunft. *Geographica Bernensia*, G94, doi:10.4480/GB2018.G94.01.
- BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1991). Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. *Hydrologische Mitteilungen der Landeshydrologie*, Bern.
- MUNZ, L., KAUZLARIC, M., MOSIMANN, M., FEHLMANN, A., MARTIUS, O., ZISCHG, A. P. (2023). Participatory development of storymaps to visualize the spatiotemporal dynamics and impacts of extreme flood events for disaster preparedness. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 98, 104039, doi:10.1016/j.ijdrr.2023.104039.
- NZZ (Neue Zürcher Zeitung) (1988). Sicherheitsüberlegungen im Flussbau. Ausgabe vom 19. Juli 1988. Autor: Martin Jäggi.
- PFISTER, C. (2009). Die «Katastrophenlücke» des 20. Jahrhunderts und der Verlust traditionellen Risikobewusstseins. *GAIA* 18/3.
- VISCHER, D. (2003). Die Geschichte des Hochwasserschutzes in der Schweiz. *Berichte BWG*, Nr. 5, Bern.

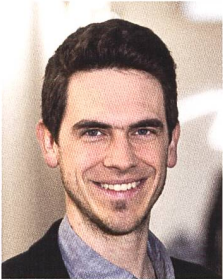
Rolf Weingartner



studierte, doktorierte und habilitierte an der Uni Bern. Nach längeren Auslandsaufenthalten war es bis 2019 Professor für Hydrologie am Geographischen Institut der Uni Bern. Seine Forschung konzentrierte sich auf Wasserhaushalt und Wassermanagement, Gebirgshydrologie sowie Hochwassergefahren und -risiken, insbesondere unter dem Einfluss der globalen Erwärmung und des steigenden Nutzungsdrucks. Seit nunmehr 35 Jahren leitet er den «Hydrologischen Atlas der Schweiz». Aktuell ist er Mitinhaber der Firma ecosfera gmbh, die auf angewandte hydrologische Analysen und Modellierungen spezialisiert ist. Wasser ist bei Rolf Weingartner omnipräsent, auch in seiner Freizeit beim Segeln, Kajakfahren und Fotografieren.

Kontakt: rolf.weingartner@unibe.ch

Rouven Sturny



hat Umweltnaturwissenschaften an der ETH in Zürich studiert. Seit 2017 arbeitet er bei der Mobiliar als Fachspezialist in der Abteilung Geoanalyse und Naturrisiken. Gleichzeitig ist er Gesamtkoordinator am Mobiliar Lab für Naturrisiken. Im Zentrum seiner Tätigkeiten stehen die sogenannten Umsetzungsprojekte (wie etwa die erläuterten Tools auf www.hochwasserrisiko.ch), bei denen Forschungsergebnisse in einer geeigneten Form der Praxis zur Verfügung gestellt werden.

Kontakt: rouven.sturny@unibe.ch