

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 134 (2008)
Heft: 39: Vom Hochwasser lernen

Artikel: Überlastfall einplanen
Autor: Promny, Markus / Schmocker, Lukas
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108979>

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: 20.07.2025

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

ÜBERLASTFALL EINPLANEN



01

Mit flussbaulichen Massnahmen lassen sich Hochwasserschäden reduzieren. Eine Studie zeigt, dass sich beim Hochwasser vom August 2005 vor allem Massnahmen bewährt haben, die im Überlastfall nicht schlagartig versagen. Untersucht wurden auch Brücken, die je nach Ausbildung unterschiedlich anfällig sind für einen Verschluss durch Schwemmholz.

Nach dem Hochwasser vom August 2005 wurde die Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW) der ETH Zürich vom Bundesamt für Umwelt (Bafu) beauftragt, die Wirksamkeit flussbaulicher Massnahmen sowie die Ursachen für die Zerstörung mehrerer Brücken systematisch zu untersuchen.¹ Hieraus sollen Lehren für die Verbesserung bestehender und die Planung zukünftiger Massnahmen gezogen werden. Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse der Studie zusammengefasst. Viele Flüsse transportierten während des Hochwasserereignisses vom August 2005 grosse Mengen an Schwemmholz. Das Holz blieb an einer Vielzahl von Brücken hängen und führte im schlimmsten Fall zu einer vollständigen Verlegung des Abflussquerschnittes, einer sogenannten Verklausung. Infolge des resultierenden Aufstaus vor den Brücken traten die Flüsse über die Ufer. Der zusätzliche Strömungsdruck zerstörte mehrere Brücken vollständig. An Flüssen wie der Kleinen Emme oder der Grossen Melchaa traten bei 40 % der Brücken Probleme mit Schwemmholz auf. An der VAW wurde untersucht, warum es zu diesen Problemen kam und inwieweit die Brückenkonstruktion einen Einfluss hatte. Ursache für eine Verklausung waren fast immer die zu kleinen Durchflussquerschnitte der Brücken. Das Holz prallte an die Brücke, blieb hängen oder verkeilte sich zwischen den Pfeilern. Nachfolgend antransportiertes Holz wurde im bereits reduzierten Abflussquerschnitt wiederum zurückgehalten. Im Extremfall waren die Brücken komplett mit Holz verlegt. Die während des Hochwassers transportierten Stämme waren bis zu 20 m lang und damit in vielen Fällen grösser als die lichte Breite der Brücken. Es ist somit nicht verwunderlich, dass diese an Brücken hängen blieben, speziell wenn infolge der hohen Abflüsse unter der Brücke kaum ein Freibord vorhanden war.

ANFÄLLIGE FACHWERKBRÜCKEN

Bei mehreren Brücken kam es jedoch zu Schäden, obwohl die Holzabmessungen deutlich kleiner als deren Lichtraumprofil waren. Eine nähere Betrachtung ergab, dass viele davon als Fachwerk oder offene Konstruktion ausgeführt waren. Das Tragwerk begünstigte also in diesen Fällen das Hängenbleiben von Holz. Ein anschauliches Beispiel dafür sind vier aufeinanderfolgende Brücken in Sarnen. Das Schwemmholz passierte die ersten drei ohne Probleme und blieb erst bei der Eisenbahnbrücke hängen, die daraufhin vollständig zerstört wurde.² Neben der kleineren lichten Höhe im Vergleich zu den weiter oben liegenden Brücken hängt dies vermutlich massgeblich mit ihrer Fachwerkausbildung zusammen (Bild 3). Bei den flussaufwärts liegenden Brücken traten infolge einer glatten Ausbildung der Untersicht sowie einer gleichmässigen Gerinnegestaltung keine Schäden auf. Bei einem Neubau sollte die Gefährdung durch Schwemmholz in die Planung mit einbezogen werden. Fachwerkausbildungen, offene Konstruktionen sowie untergehängte Werkleitungen sind an Flüssen mit Schwemmholzgefährdung nicht zu empfehlen.

Um bei bestehenden Brücken ein schadloses Weiterleiten des Holzes zu erreichen, wurden in den letzten Jahren verschiedene Methoden angewandt. Eine Möglichkeit besteht darin, den Abflussquerschnitt durch ein Anheben der Brücke zu vergrössern. Dies kann sowohl mittels eines permanenten als auch eines temporären Anhebens, wie beispielsweise in Brig,

01 Durch das Anheben der Hubbrücke in Brig – hier beim Hochwasser im Oktober 2000 – wird der Abflussquerschnitt vergrössert

(Bild: A. Burkard, Brig-Glis)

02 Die grossen Schwemmholzmengen – hier beim Wehr Perlen – führten an vielen Orten zur Verklausung bis hin zur Zerstörung von Brücken

(Bild: Schweizer Luftwaffe)

03 Eisenbahnbrücke Sarnen: Das Schwemmholz verkeilte sich im Fachwerk und verstopfte den Abflussquerschnitt der Grossen Melchaa

(Bild: Kantonspolizei Obwalden)



02



03



04



05

04 Geschiebesammler am Humligenbach im geräumten Zustand nach dem Ereignis vom August 2005. Die Pfeile deuten die Entlastungsrichtung im Bemessungsfall sowie im Überlastfall an (Bild: VAW)

05 An einem Brückenmodell mit Staukragen wird an der VAW das Verklauungsrisiko durch Schwemmholz untersucht (Bild: VAW)

06 Diese unmittelbar an ein Absturzbauwerk anschliessende Blockrampe wurde während des Hochwassers zerstört (Bild: P. Stalder, Malters)

erreicht werden (Bild 1). Bei bestehenden «Problembauwerken» kann mittels baulicher Massnahmen versucht werden, das Hängenbleiben von Holz zu verhindern. Die Verschaltung der Stirnseite mittels eines Stauschildes³ und eine glatte Ausbildung der Brückenunterseite können das Risiko einer Verklauung mindern.

Zurzeit werden an der VAW Modellversuche durchgeführt, die eine bessere Quantifizierung des Verklauungsrisikos in Abhängigkeit der Schwemmholzabmessungen und der Brückenausbildung ermöglichen werden (Bild 5).

ÜBERLASTETE RÜCKHALTEBAUWERKE ENTLASTEN

Rückhaltebauwerke für Geschiebe und Schwemmholz sollen kritische Gewässerabschnitte entlasten und Verlegungen an gefährdeten Querschnitten, wie beispielsweise Brücken, von vornherein verhindern. Die dafür genutzten Rechen und Geschiebesammler müssen so konstruiert sein, dass sie bei den unterschiedlichen zu erwartenden Ereignissen wirksam sind. Beispielsweise sind bei Rutschungen oder Murgängen im Einzugsgebiet andere Materialzusammensetzungen zu erwarten als bei Gerinneerosion. Der unterschiedlich starke Schwemmholzanfall bei verschiedenen Ereignissen stellt eine zusätzliche Schwierigkeit für die Auslegung der Bauwerke dar.

Für die Untersuchung wurden 17 während des Hochwassers vom August 2005 stark belastete sowie gut dokumentierte Geschiebesammler ausgewählt. Es konnte festgestellt werden, dass diese überwiegend entsprechend ihrer Dimensionierung wirksam wurden und somit vielerorts Schäden verhinderten. In sechs Fällen waren die zugeführten Geschiebemengen jedoch höher als in der Projektierung angenommen. Durch diese Überlastungen wurden an verschiedenen Flüssen erhebliche Materialmengen ins Unterwasser eingetragen. An Engstellen und Abschnitten mit geringem Transportvermögen kam es dadurch zu Schäden, wie zum Beispiel am Buholzbach bei Oberdorf im Kanton Nidwalden. Dieser Sammler wurde mit etwa 70 000 m³ Geschiebe belastet, wohingegen die projektierte Rückhaltekapazität nur 20 000 m³ betrug. Zwar konnten sogar rund 30 000 m³ zurückgehalten werden, die darüber hinaus eingetragenen Materialmengen führten jedoch unterhalb des Sammlers zum Ausbruch des Buholzbachs, wodurch in einem Gewerbegebiet grosse Schäden durch Wasser und Geschiebe entstanden.



06

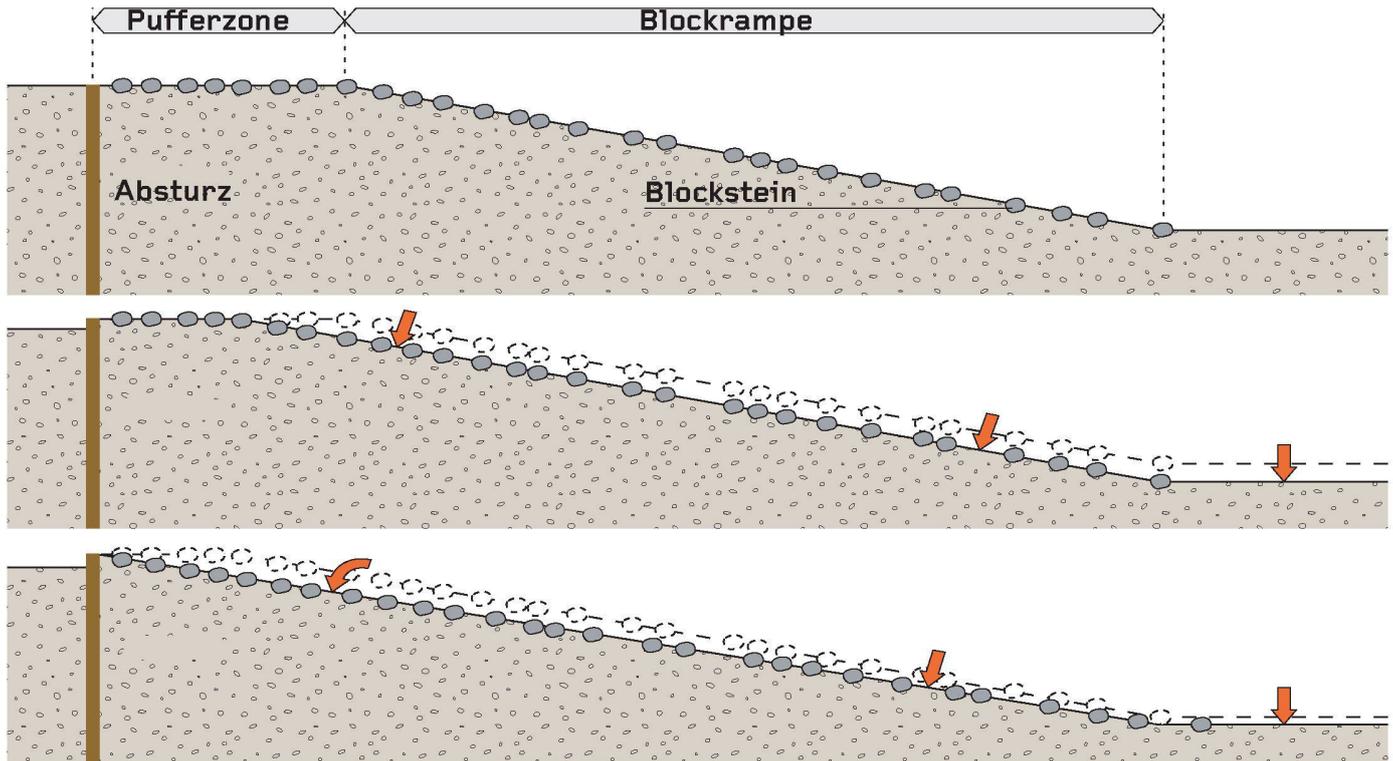
Die Abschätzung von potenziellen Geschiebefrachten während Hochwasserereignissen ist sehr schwierig und ungenau. Ab bestimmten Niederschlagsintensitäten kann durch grundlegende Änderungen der ablaufenden Prozesse plötzlich eine starke Zunahme der transportierten Geschiebemengen auftreten, beispielsweise infolge Hangrutschungen oder dem Ausbrechen von Flüssen aus vorhandenen Verbauungen. Eine beliebige Erweiterung bestehender Rückhaltekapazitäten ist jedoch unter anderem wegen landschaftsplanerischen und wirtschaftlichen Aspekten nicht möglich. Vielmehr ist es erstrebenswert, die Anlagen so zu gestalten, dass sie auch im Überlastfall ein optimiertes, gutmütiges Verhalten zeigen, das heisst nicht schlagartig versagen.

Ein positives Beispiel hierfür ist die Erweiterung des Geschiebesammlers am Humligenbach oberhalb von Wolfenschiessen im Kanton Nidwalden. Dieses Bauprojekt wurde im Juli 2005 fertig gestellt. Bereits kurz nach Vollendung konnte der Sammler seine Wirksamkeit unter Beweis stellen. Nach Erreichen eines Rückhaltevolumens von etwa 12000 m³ kam es wie vorgesehen zu einer selbsttätigen Ableitung des Materials in ein Gebiet mit geringem Schadenspotenzial (Bild 4). Insgesamt wurden rund 5500 m³ Geschiebe im Wald und in der angrenzenden Landwirtschaftsfläche abgelagert. Im Unterwasser des Sammlers waren hingegen keine Schäden durch Geschiebeeintrag zu verzeichnen.

GUTMÜTIGE UND WENIGER GUTMÜTIGE BLOCKRAMPEN

Blockrampen werden seit etwa zwei Jahrzehnten vermehrt anstelle von Abstürzen gebaut. Die Vorteile liegen auf der Hand: Sie sind relativ naturnah sowie eher durchgängig für Fische und andere Wasserlebewesen. Nach einigen Versagensfällen sind jedoch Zweifel an der Belastbarkeit dieser Bauwerke aufgekommen.

Beim Hochwasser vom August 2005 wurden mehrere Blockrampen in der Schweiz beschädigt oder zerstört (Bild 6). Als besonders problematisch hat sich dabei eine in den letzten Jahren vielfach verwendete Bauweise erwiesen, bei der die Blockrampe direkt an einen bestehenden Absturz, beispielsweise ein Betonwehr, angeschlossen ist. Das im Hochwasserfall unterschiedliche Setzungsverhalten des starren Absturzbauwerks und der aus einzelnen Felsblöcken aufgebauten Rampe bewirkt, dass sich am Übergang ein Absatz bilden kann. Daraus resultiert eine zusätzliche, nicht geplante Belastung für die Rampen-



07

blöcke, die in mehreren Fällen zur Zerstörung der Rampe geführt hat. Beispiele sind die Blockrampen an der Simme bei St. Stephan (Kanton Bern) und bei Malters (Kanton Luzern). Auch Blockrampen sollten zukünftig nur noch so gestaltet werden, dass sie bei Überlastung nicht schlagartig versagen, sondern sich durch Verformung an die Überlastsituation anpassen können. Die Bauweise der aufgelösten unstrukturierten Blockrampen mit einer sohlenparallelen Pufferzone im Oberwasser soll genau dieses gutmütige Verhalten bewirken (Bild 7). Beim untersuchten Hochwasser konnte sich diese Bauweise bewähren. Die aufgelöste Blockrampe am Zusammenfluss von Kander und Simme (Kanton Bern) wies nach einem lang andauerndem Abfluss oberhalb des Bemessungshochwassers lediglich eine Verformung auf (Verringerung des Gefälles), blieb ansonsten jedoch intakt.

FLUSSAUFWEITUNGEN BEI HOCHWASSER

In der Schweiz sind in den vergangenen Jahrhunderten die meisten Flüsse begradigt und in feste seitliche Begrenzungen gefasst worden. Neben überwiegend positiven Effekten, wie zum Beispiel der relativ hohen Sicherheit grosser Landstriche vor Überflutung, sind in jüngerer Zeit verstärkt problematische Aspekte ins Blickfeld des Flussbaus geraten. So zeigt sich, dass durch die infolge der Querschnittsreduzierung erhöhte Sohlenbelastung stellenweise andauernde Erosionstendenzen resultieren. Auch zeigen die Ereignisse der letzten Jahre, dass die Hochwassersicherheit einiger Flüsse nicht mehr ausreichend ist. Deshalb, und wegen der verstärkten Einbeziehung ökologischer Aspekte, werden die flussbaulichen Korrekturen stellenweise erneut korrigiert, unter anderem durch den Bau von Aufweitungstrecken. Den Gewässern soll durch diese Flussaufweitungen wieder mehr Raum gegeben werden.

Während des Hochwassers vom August 2005 wurden die Schweizer Flussaufweitungen an der Thur und an der Emme mit einem 5- bis 20-jährlichen bzw. 100- bis 200-jährlichen Hochwasser belastet. Das Verhalten der acht untersuchten Aufweitungen war dabei uneinheitlich. Die Hochwassersicherheit der betroffenen Flussabschnitte wurde zwar nicht verringert, die erwünschte Absenkung der Wasserspiegellagen trat jedoch auch nicht überall ein. Vielmehr zeigte sich, dass hierfür eine gewisse Länge der Aufweitungstrecke notwendig ist, die nicht überall gegeben ist.

07 Aufgelöste unstrukturierte Blockrampen mit einer Pufferzone passen sich durch Verformung an die Überlastsituation an (Bild: VAW)

08 Aufweitungen führen erst ab einer gewissen Länge zur erwünschten Absenkung des Wasserspiegels bei Hochwasserereignissen. Im Bild die Aufweitung Altikon im Zustand vom August 2006 (Bild: VAW)



08

An einigen Aufweitungen an der Emme kam es zu Seitenerosionen und damit zur erwünschten eigendynamischen Verbreiterung des Flusses. Die festgelegten Interventionslinien, ab deren Erreichen zusätzliche Massnahmen zur Ufersicherung notwendig werden, wurden dabei nirgendwo tangiert. Die Sohlenlage in den Aufweitungsstrecken erhöhte sich leicht, was zur Stützung der erosionsgefährdeten Flussstrecken förderlich und gewünscht ist. Ober- und unterhalb der Aufweitungen gab es jedoch sowohl Flussstrecken mit Sohlen-erhöhung als auch solche mit Erosionstendenz. Eine längerfristige Untersuchung der VAW ergab, dass durch den Bau von Aufweitungen allein eine übergeordnete Erosionstendenz in Flüssen nicht gestoppt werden kann.⁴

Teilweise kam es in den Aufweitungen zu ausgeprägten Änderungen der Sohlentopografie. Dieses dynamische Verhalten ist wichtig für die Qualität des Gewässers als Habitat für aquatische Lebewesen (Bild 8).

Markus Promny, Dr. Ing., Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, promny@vaw.baug.ethz.ch

Lukas Schmocker, dipl. Bauing. ETH, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, schmocker@vaw.baug.ethz.ch

Anmerkungen

1 VAW 2008: Ereignisanalyse Hochwasser 2005. Bericht Nr. 4240, 4241, 4242. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich (unveröffentlicht)

2 belop GmbH, Amt für Wald + Raumentwicklung Obwalden, 2006: Ereignisdokumentation Unwetter 22./23. August 2005, Kanton Obwalden

3 Lange D. und Bezzola G.R., 2006: Schwemmholz – Probleme und Lösungsansätze. VAW-Mitteilung 188, H.-E. Minor, ed., Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich

4 VAW 2007: Morphologische Entwicklungen von Flussaufweitungen. Bericht Nr. 4234. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie (VAW), ETH Zürich, Zürich (unveröffentlicht)